

Цена 54 коп.



ВЫСШАЯ ШКОЛА 1966

ТО-34

И. Н. ПОПОВ

**Лабораторные
испытания
строительных
материалов
и изделий**





Доц. канд. техн. наук
Л. Н. ПОПОВ

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

Допущено
Министерством
высшего и среднего
специального
образования
в качестве
учебного пособия
для студентов-заочников
строительных вузов
и факультетов

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ВЫСШАЯ ШКОЛА»
МОСКВА-1966

ВВЕДЕНИЕ

В Программе [] указано, что огромные масштабы капитального строительства требуют быстрого развития и технического совершенствования строительной индустрии. Чтобы выполнить эту задачу, строители нашей страны должны изучать и широко внедрять в практику современные прогрессивные строительные материалы, используя их технически обоснованно и наиболее экономично.

Всемерное повышение качества строительного производства является одной из главных задач, стоящих перед архитекторами, конструкторами, работниками промышленности и строителями.

Качество возводимых жилых зданий и сооружений зависит как от качества применяемых строительных материалов, изделий и конструкций, так и от тщательности приемки, правильного складирования и хранения их в условиях строительной площадки, от прогрессивной организации строительного-монтажных работ, применения современного оборудования, контрольно-измерительных приборов и т. д.

Основная задача курса «Строительные материалы» — дать будущим инженерам-строителям необходимые знания о природе и физико-механических свойствах главных и наиболее распространенных строительных материалов, ознакомить с краткими схемами производства отдельных материалов, способами оценки технических свойств, правилами приемки, хранения, транспортирования, экономичного использования их и т. д.

Предусмотренные по данному учебному курсу самостоятельные занятия в лаборатории, успешному проведению которых должно способствовать данное учебное

пособие, дадут возможность студентам ознакомиться с основными строительными материалами, методами определения их технических свойств и применяемыми при проведении испытаний соответствующими инструментами, приборами, аппаратурой и машинами.

Приведенные в учебном пособии технические условия на основные виды строительных материалов помогут студентам-заочникам самостоятельно произвести оценку качества испытываемых в лаборатории строительных материалов и изделий.

Данная книга предназначена в качестве учебного пособия для студентов строительных вузов и факультетов как заочного, так и очного обучения.

Кроме того, эта книга может явиться полезным практическим руководством для инженеров, работников лабораторий трестов и предприятий строительной индустрии при осуществлении ими контроля качества строительных материалов и изделий.

ГЛАВА I

ОСНОВНЫЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ И ПРИРОДНЫЕ КАМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Большинство строительных материалов и изделий имеют ряд общих свойств, методы определения которых сходны, а величины показателей — различны. К этим свойствам относятся: удельный вес, объемный вес, плотность, пористость, водопоглощение, водопроницаемость, влажность, паро- и воздухопроницаемость, теплопроводность и морозостойкость.

Природные каменные материалы, получаемые из горных пород без обработки или в результате применения лишь механической обработки, все еще широко применяются в строительстве.

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ

Объемный вес. Объемным весом называется вес единицы объема материала в естественном состоянии, т. е. вместе с порами и пустотами.

При определении объемного веса можно использовать образцы камня как правильной, так и неправильной геометрической формы. Количество образцов в средней пробе должно быть не менее пяти.

Определение объемного веса образцов правильной геометрической формы. В зависимости от способа изготовления образцов, они могут иметь форму куба, параллелепипеда или цилиндра. При изготовлении образцов необходимо учитывать, что для пористых материалов размер образца по наименьшему измерению должен быть

не менее 7 см, а для плотных и мелкопористых материалов — не менее 5 см.

Образцы высушивают до постоянного веса в сушильном шкафу при температуре $110 \pm 5^\circ\text{C}$, охлаждают, а затем измеряют линейкой или штангенциркулем и взвешивают.

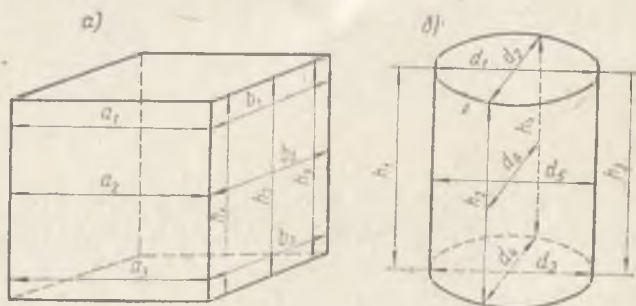


Рис. 1. Измерение размеров:
а — кубика; б — цилиндра

Каждую грань образца кубической или близкой к ней формы измеряют в трех местах (a_1, a_2, a_3 ; b_1, b_2, b_3 ; h_1, h_2, h_3) по ширине и высоте, как показано на рис. 1, а, и за окончательный результат принимают среднее арифметическое из результатов трех измерений каждой грани.

На каждой из параллельных плоскостей образца цилиндрической формы проводят по два взаимно перпендикулярных диаметра (d_1, d_2 и d_3, d_4) и измеряют их длину; кроме того, измеряют диаметры средней части цилиндра (d_5, d_6) в середине его высоты (рис. 1, б). За окончательный результат принимают среднее арифметическое из результатов шести измерений диаметра. Высоту цилиндра определяют в четырех местах (h_1, h_2, h_3, h_4) и за окончательный результат принимают среднее арифметическое четырех результатов измерений.

Измерение образцов любой формы с размерами стороны до 10 см производится с точностью до 0,1 мм, размером 10 см и более — с точностью до 1 мм.

Образцы весом менее 500 г взвешивают с точностью до 0,1 г, а образцы весом 500 г и более — с точностью до 1 г.

Объем образца, имеющего вид куба или параллелепипеда, вычисляют как произведение площади основания

на высоту, а объем образца цилиндрической формы определяют по формуле

$$V = \frac{\pi d^2}{4} h \text{ см}^3.$$

Объемный вес γ_0 вычисляют по формуле

$$\gamma_0 = \frac{g}{V} \text{ г/см}^3 \text{ (кг/л, кг/м}^3, \text{ т/м}^3),$$

где g — вес образца, г;
 V — объем образца, см³.

Определение объемного веса образцов неправильной формы. В том случае, когда образцы каменного материала имеют неправильную форму, определение их объема производится методом гидростатического взвешивания.

Опыт производят следующим образом.

Каждый образец высушивают до постоянного веса, взвешивают, а затем покрывают (с помощью кисти) тонким слоем расплавленного парафина. После того как парафин застыл, образец осматривают, обнаруженные при осмотре на парафиновой пленке пузырьки или трещины удаляются заглаживанием нагретой металлической проволокой или пластинкой.

Подготовленный образец вновь взвешивают сначала в воздухе на технических, а затем в воде на гидростатических весах (рис. 2).

Объемный вес γ_0 образца в кг/м³ вычисляют по формуле

$$\gamma_0 = \frac{g}{g_1 - g_2 - \frac{g_1 - g}{\gamma_{\text{п}}}} \cdot 1000,$$

где g — вес образца, высушенного до постоянного веса, г;

g_1 — вес образца, покрытого парафином, г;

g_2 — вес в воде образца, покрытого слоем парафина, г;

$\gamma_{\text{п}}$ — удельный вес парафина, условно равный 0,93 г/см³,

$g_1 - g_2$ — величина, соответствующая объему образца, покрытого парафином, см³.

Объемный вес материала вычисляют как среднее

арифметическое результатов определения объемного веса пяти образцов.

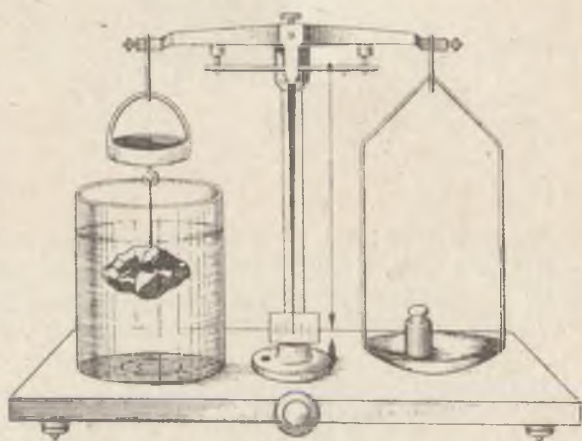


Рис. 2. Взвешивание образца на гидростатических весах

Объемный вес образца можно также определить с помощью объемомера (рис. 3), представляющего собой металлический цилиндр внутренним диаметром 150 мм и высотой 350 мм с впаянной на высоте 250 мм латунной трубкой диаметром 8—10 мм, имеющей загнутый вниз конец. Объемомер наполняют водой несколько выше трубки и ждут, пока избыток воды стечет, затем под трубку подставляют взвешенный стакан.

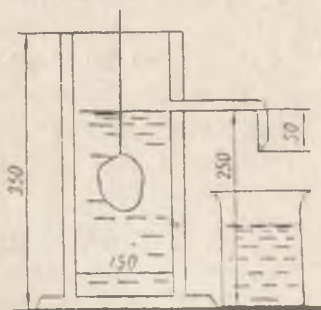


Рис. 3. Металлический объемомер

В объемомер погружают высушенный до постоянного веса и взвешенный в сухом состоянии покрытый парафином образец.

После прекращения вытекания воды, вытесненной образцом, стакан вновь взвешивают и определяют вес $в$ воды, который численно соответствует объему образца в $см^3$.

Объемный вес ($\text{кг}/\text{м}^3$) образца, покрытого пленкой парафина, вычисляют по формуле

$$\gamma_0 = \frac{g}{g_2 - \frac{g_1 - g}{\gamma_n}} \cdot 1000,$$

где g — вес образца, высушенного до постоянного веса, $г$;

g_1 — вес образца, покрытого парафином, $г$;

g_2 — вес воды, вытесненной образцом, $г$;

γ_n — удельный вес парафина, условно равный $0,93 \text{ г}/\text{см}^3$;

$\frac{g_1 - g}{\gamma_n}$ — объем парафина, см^3 .

При проведении лабораторных занятий со студентами можно применить способ определения объема образца в мерном цилиндре. Этот способ прост и доступен, однако не отличается высокой точностью.

Для определения объема образца в зависимости от его размера используют мерные цилиндры емкостью 500 или 1000 см^3 . Цилиндр до половины заполняют водой, после чего осторожно погружают исследуемый образец, предварительно высушенный до постоянного веса, взвешенный и покрытый слоем парафина. По мере погружения образца уровень воды в цилиндре повышается и достигнет определенной отметки.

Приращение объема воды после погружения образца соответствует объему парафинированного образца.

Объем образца без парафина вычисляют по формуле

$$V = (V_2 - V_1) - V_n,$$

где V — объем образца без парафина, см^3 ;

V_1 — первоначальный объем воды в цилиндре, см^3 ;

V_2 — объем, занимаемый водой после погружения парафинированного образца, см^3 ;

V_n — объем парафина, см^3 .

Объем парафина V_n вычисляют по формуле

$$V_n = \frac{g_1 - g}{\gamma_n},$$

где g — вес образца, высушенного до постоянного веса, $г$;

g_1 — вес образца, покрытого парафином, $г$;

γ_n — удельный вес парафина, условно равный $0,93 \text{ г}/\text{см}^3$.

Объемный вес γ_0 в кг/м^3 определяют по формуле

$$\gamma_0 = \frac{g}{V} \cdot 1000.$$

За объемный вес каменного материала принимают среднее арифметическое из результатов испытаний трех образцов.

Для определения объемного веса плотных и малопористых материалов можно не применять парафинирования образцов, которые предварительно насыщают водой. С этой целью образцы кипятят в воде в течение 2 ч и затем охлаждают в той же воде до комнатной температуры или погружают образцы в воду и выдерживают в ней в течение 24 ч при комнатной температуре. После этого образцы вынимают из воды, обтирают и взвешивают их на технических, а затем на гидростатических весах.

В данном случае объемный вес γ_0 образца в кг/м^3 вычисляют по формуле

$$\gamma_0 = \frac{g}{g_1' - g_2'} \cdot 1000,$$

где g — вес образца, высушенного до постоянного веса, $г$;

g' — вес образца, насыщенного водой, на воздухе, $г$;

g_2' — вес образца, насыщенного водой, в воде, $г$;

$g_1' - g_2'$ — соответствует объему образца, см^3 .

Объемный вес материала вычисляют как среднее арифметическое из определения объемного веса 5 образцов.

Удельный вес. Удельным весом называют вес единицы объема материала в абсолютно плотном состоянии, т. е. без учета пор и пустот. Величина удельного веса зависит в основном от минералогического состава материала и в сопоставлении с объемным весом позволяет судить о плотности (пористости) материала.

Чтобы определить удельный вес твердого материала, отвешивают 200—220 $г$ отобранной и тщательно перемешанной средней пробы, измельчают ее в агатовой или фарфоровой ступке в порошок и просеивают через сито 900 отв/см^2 . Отвесив в фарфоровой чашке навеску около 180 $г$ просеянного порошка, высушивают его при температуре $110 \pm 5^\circ\text{C}$ до постоянного веса и затем охлаждают до комнатной температуры в эксикаторе.

Определение удельного веса производится объемометром типа Ле-Шателье-Кадло (рис. 4), который представляет собой стеклянный сосуд с градуированной трубкой, имеющей у основания сферическое утолщение. Цена деления градуированной части соответствует $0,2 \text{ см}^3$. Перед испытанием прибор погружают в сосуд с водой (рис. 5) для того, чтобы температура во время испытания была



Рис. 4. Объемометр типа Ле-Шателье-Кадло

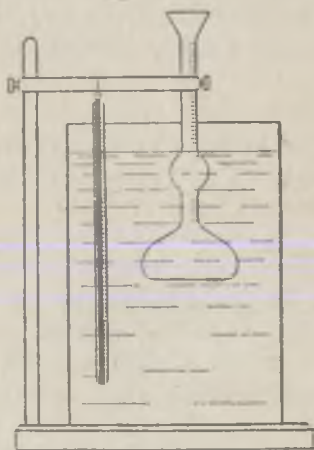


Рис. 5. Объемометр в сосуде с водой

постоянной. Прибор наполняют до нижней риски безводным керосином, или бензином, после чего свободную от жидкости часть (выше нулевой черты) тщательно протирают тампоном из фильтровальной бумаги.

От подготовленной пробы отвешивают с точностью до $0,01 \text{ г}$ около 80 г измельченного материала или цемента и высыпают ложечкой через воронку прибора небольшими порциями до тех пор, пока уровень жидкости в приборе не поднимется до черты с делением 20 см^3 или до черты в пределах верхней градуированной части прибора.

Остаток пробы взвешивают и удельный вес γ_y вычисляют по формуле

$$\gamma_y = \frac{g - g_1}{V} \text{ г/см}^3,$$

Влажность материала характеризуется тем количеством воды, которое содержится в порах и адсорбировано на поверхности образца.

Для определения влажности образцы материала любой формы взвешивают с точностью до 1 г, затем высушивают в сушильном шкафу до постоянного веса при температуре $110 \pm 5^\circ\text{C}$. Чтобы установить в процессе высушивания достижение образцами постоянного веса, необходимо производить взвешивание через каждые 1—2 ч.

Одинаковые результаты двух последующих взвешиваний свидетельствуют о том, что образец приобрел постоянный вес.

Влажность образца W вычисляют в процентах по формуле

$$W = \frac{g - g_1}{g_1} \cdot 100,$$

где g — вес образца в естественном состоянии, г;
 g_1 — вес сухого образца, г.

Влажность испытываемого материала—среднее арифметическое из определения влажности трех образцов.

Морозостойкость. Под морозостойкостью материалов понимают способность их в насыщенном водой состоянии выдерживать многократное попеременное замораживание и оттаивание без видимых признаков разрушения и без значительного понижения прочности.

Испытание на морозостойкость производят следующим образом: образцы испытываемого природного каменного материала в виде цилиндров диаметром и высотой 50 мм или кубиков с ребром размером 50 мм в количестве не менее трех для каждого испытания измеряют, а затем взвешивают в сухом состоянии. Образцы помещают в ванну с водой и выдерживают до полного насыщения (до постоянного веса). После этого образцы помещают в холодильную камеру, размещая их на металлическом противне не ближе чем на 0,5—1 см друг от друга для лучшей циркуляции охлаждающего воздуха. При укладке образцов в несколько рядов по высоте их размещают на подкладках толщиной не менее 20 мм.

Общий объем загруженных образцов не должен превышать 50% объема рабочей камеры. Вместе с образца-

ми в рабочую камеру помещают термометр для контроля температуры.

Загрузку образцов в камеру следует производить только после того, как температура в ней понизилась до -15°C или ниже.

Образцы следует выдерживать в камере при температуре $-20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ в течение не менее 4 ч (до полного промораживания).

Замороженные образцы вынимают из камеры и помещают для полного оттаивания на 4 ч в ванну с водой, имеющей температуру $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$. На этом заканчивается один цикл.

Через каждые 5 циклов замораживания — оттаивания образцы осматривают, взвешивают и по достижении определенного количества циклов испытывают на сжатие.

Образцы считают выдержавшими испытание на морозостойкость, если после установленного количества циклов попеременного замораживания — оттаивания образцы не разрушались или на них не заметно видимых повреждений (расслоения, шелушения, трещин и т. д.).

Если в стандартах на материалы или изделия предусмотрено определение потери прочности после испытания на морозостойкость, то образцы, подвергавшиеся попеременному замораживанию и оттаиванию и не получившие при этом видимых повреждений, а также контрольные образцы, насыщенные водой, испытывают на сжатие.

Насыщение водой контрольных образцов должно производиться за 48 ч до испытания их на сжатие.

В тех случаях, когда величину морозостойкости материала (обычно для дорожного строительства) необходимо получить срочно, испытания производят ускоренным методом, который состоит в следующем.

Готовят насыщенный раствор сернокислого натрия путем растворения в 1 л подогретой до 30°C дистиллированной воде 250—300 г безводного сернокислого натрия Na_2SO_4 или 700—1000 г кристаллического сернокислого натрия $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

Подлежащие испытанию образцы высушивают до постоянного веса и погружают на 20 ч в указанный выше раствор, температура которого должна быть $15-20^{\circ}\text{C}$. Затем образцы вынимают из раствора и высушивают при температуре $105-110^{\circ}\text{C}$ в течение 4 ч, после чего охлаж-

дают до комнатной температуры и вновь погружают в раствор сернокислого натрия на 4 ч.

Цикл испытаний (насыщение и высушивание) повторяют пять раз. После этого образцы осматривают и отмечают все появившиеся повреждения.

Прошедшие испытание образцы промывают горячей водой до полного удаления сернокислого натрия, высушивают до постоянного веса и взвешивают.

Потерю в весе каждого образца g в процентах вычисляют по формуле

$$g = \frac{g_1 - g_2}{g_1} \cdot 100,$$

где g_1 — вес перед испытанием образца, высушенного до постоянного веса, г;

g_2 — вес после испытания образца, высушенного до постоянного веса, г;

Т а б л и ц а 1

Морозостойкость каменных материалов (щебня из естественных горных пород)

Марка морозостойкости (ГОСТ 8267—56)	Метод определения			
	Непосредственно замораживанием		В растворе сернокислого натрия	
	число циклов	потери в весе после испытания, %, не более	число циклов	потери в весе после испытания, %, не более
Мрз 15	15	10	3	10
Мрз 25	25	10	5	10
Мрз 50	50	5	10	10
Мрз 100	100	5	10	5
Мрз 150	150	5	15	5
Мрз 200	200	5	15	3

П р и м е ч а н и я:

1. Проверке морозостойкости подвергают только породы с водонасыщением более 1%.

2. В случае получения неудовлетворительных результатов при испытании в растворе сернокислого натрия производят повторное испытание непосредственно замораживанием. Результаты этого испытания являются решающими.

За окончательный результат испытания по всей пробе материала принимают среднее арифметическое из трех определений для однородных горных пород и из пяти — для неоднородных.

По результатам испытания на морозостойкость и на сохранность определяют марку морозостойкости испытуемого материала (табл. 1).

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ

Предел прочности при сжатии. Прочностью материала называют его способность сопротивляться разрушению от внутренних напряжений, возникающих под воздействием внешних сил и других факторов.

Камни, а также строительные материалы в конструкциях, подвергаясь различным нагрузкам, испытывают чаще всего напряжения при сжатии, значительно реже при изгибе и, как исключение, — при растяжении и скалывании.

Прочность строительных материалов прежде всего характеризуется пределом прочности на сжатии $R_{сж}$, который представляет собой частное от деления разрушающей силы P в $кГ$ на площадь поперечного сечения образца F $см^2$, т. е.

$$R_{сж} = \frac{P}{F} \text{ (кГ/см}^2\text{)}.$$

Для определения предела прочности при сжатии образцы материала подвергают действию сжимающих внешних сил и доводят до разрушения. Испытуемые образцы должны быть правильной геометрической формы (куб, параллелепипед, цилиндр). Образцы из естественных каменных материалов, имеющих форму кубов, могут быть следующих размеров: $5 \times 5 \times 5$, $7 \times 7 \times 7$, $10 \times 10 \times 10$ $см$. Образцы — кубы из плотных материалов можно принимать меньшего размера, а из пористых материалов — большего размера.

Образцы — цилиндры принимают диаметром 5 или 8 $см$ и высотой не более двух диаметров. Изготовление из каменных материалов цилиндрических образцов (при помощи специальных полых сверл) значительно проще, чем кубических, так как изготовление образцов кубической формы требует тщательной обработки шести граней.

Подготовленные образцы — кубы или цилиндры — шлифуют на шлифовальном станке по двум противоположным плоскостям, которые должны быть параллельны. Правильность плоскостей проверяют металлическим угольником и штангенциркулем.

После изготовления образцы нумеруют черной тушью. Кроме того, параллельными линиями указывают направление сланцеватости или пласта отдельностей.

Для испытания образцов материала на сжатие применяют специальные машины, работающие по принципу гидравлического пресса. Такой пресс (рис. 6) состоит из массивной станины 1 с поддерживающими стойками;

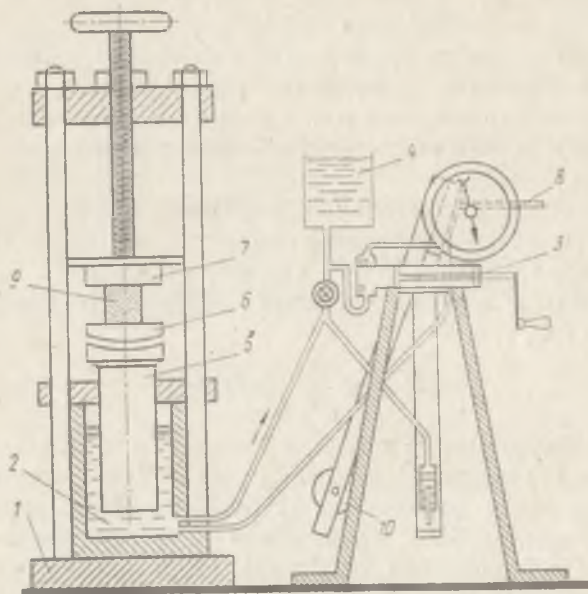


Рис. 6. Схема гидравлического пресса.

цилиндра 2, укрепленного в станине, в который насосом 3 из бака 4 подают масло; поршня пресса 5 с нижней плитой 6, на которую устанавливают испытываемые образцы; установочного винта с верхней плитой 7 для прижимания образца и манометра 8. Верхняя плита обычно закреплена на сферическом шарнире, что обеспечивает более плотное ее прилегание к поверхности образца 9.

Маятниковый динамометр пресса имеет четыре шкалы: 60, 30, 12 и 6 т. В соответствии с ожидаемой прочностью образца мощность пресса можно изменять. Для перехода с одной шкалы на другую стержень маятника передвигают и закрепляют в установочной вилке штифтом. В стержне маятника имеются четыре отверстия для штифта, над каждым из которых указана максимальная нагрузка, соответствующая данному положению маятника. В нижней части маятника находится съемный стандартный груз, которым пользуются при нагрузке 30 и 60 т. При нагрузках 6 и 12 т груз снимают.

Перед испытанием образец очищают мягкой щеткой или тканью, взвешивают и производят его обмер с точностью до 1 мм. После этого образец устанавливают на нижнюю опорную плиту пресса, точно по ее центру, а верхнюю опорную плиту при помощи винта опускают на образец и плотно закрепляют его между двумя опорными плитами. Затем, убедившись в правильной установке образца, включают в действие насос пресса и дают на образец нагрузку, следя за нормальной скоростью ее нарастания. В момент разрушения образца, т. е. в момент наибольшей нагрузки на образец, стрелка остановится и пойдет обратно. Этот момент необходимо зафиксировать.

Большое значение для получения правильных результатов имеет скорость нарастания нагрузки на образец: при быстром увеличении нагрузки результаты получаются завышенные. Поэтому при проведении испытаний образцов из природных каменных материалов необходимо следить, чтобы скорости нарастания нагрузки соответствовали $5-10 \text{ кг/см}^2$ в 1 сек.

Каждое испытание материала производят не менее чем на трех образцах, за окончательный результат принимают среднее арифметическое из отдельных результатов.

Результаты испытания, как отдельные, так и средние, заносят в журнал испытаний.

Физическое состояние материала оказывает большое влияние на показания прочности образцов. Прочность каменных материалов в сухом состоянии почти всегда выше прочности того же материала в насыщенном водой состоянии, что характеризуется специальным показателем — коэффициентом размягчения.

Коэффициент размягчения K_p определяется как частное от деления средней арифметической величины предела прочности при сжатии образцов, испытанных в насыщенном водой состоянии $R_{нас}$ в $кг/см^2$ на предел прочности образцов в сухом состоянии $R_{сух}$.

$$K_p = \frac{R_{нас}}{R_{сух}}.$$

Прочность каменных материалов при изгибе, скалывании и разрыве значительно меньше, чем прочность при сжатии. Точное соотношение для этих показателей трудно установить. Для однородных по строению и плотных горных пород приблизительно пределы прочности при изгибе составляют 1/5, при скалывании — 1/15 и разрыве — 1/50 от предела прочности при сжатии.

Истираемость. Истираемостью называют способность материала изменяться в объеме и весе под действием истирающих усилий.

Испытанию на истираемость подвергают каменные материалы, применяемые для устройства полов, лестничных ступеней, тротуаров и др.

Образцы материала, предназначенные для такого испытания, должны иметь правильную геометрическую форму. Высота образца должна быть не менее 5—7 см, площадь — не менее 40—50 см². В том случае, когда образец имеет меньшую высоту, его наклеивают на деревянную пластинку для получения требуемой общей высоты в 5—7 см.

Образцы высушивают в сушильном шкафу при $110 \pm 5^\circ\text{C}$ до постоянного веса и взвешивают на технических весах с точностью до 0,1 г. После взвешивания измеряют штангенциркулем площадь образца, которая будет подвергаться испытанию.

Для определения истираемости применяют круги различных систем, в частности, круг типа Баушингера. Этот круг (рис. 7) состоит из чугунного диска 1 диаметром 80 см, который вращается на вертикальной оси со скоростью 22 об/мин. Число оборотов отмечается имеющимся счетчиком. Над диском имеются два зажимных приспособления 2 для закрепления в них испытуемых образцов. Оси зажимов находятся на расстоянии 22 см от центра оси вращения диска. При помощи специаль-

ного приспособления образец прижимают к поверхности круга с силой $0,6 \text{ кг}$ на 1 см^2 площади образца.

Над диском на станине укреплены два бачка 3 для автоматической подачи истирающего порошка и два

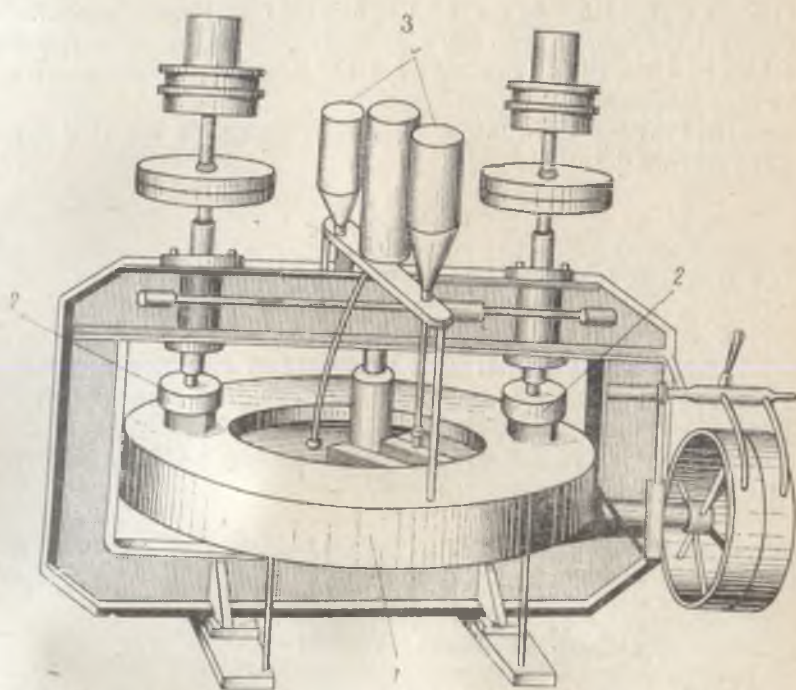


Рис. 7. Круг для испытания на истирание кубических образцов

бачка для воды, которая необходима в тех случаях, когда испытывают влажные образцы. У зажимов образцов установлены щетки для сметания продуктов истирания в железный кожух. В качестве истирающего порошка применяют наждак или корунд крупностью около $0,5 \text{ мм}$.

Расход истирающего порошка должен быть 20 г в минуту.

После 250 оборотов, или 500 м пути, проделанного образцом по диску, круг автоматически выключается. Образец вынимают из обоймы, очищают от пыли, взвешивают, опять вставляют в захваты и продолжают

испытание. Вторично дают диску сделать 250 оборотов и снова взвешивают образцы.

Общий путь образца должен быть не менее 1000 м, а при большой разнице потерь в весе между первым и вторым испытаниями необходимо продолжить испытание еще на 500—1000 м. Затем производят подсчет сопротивления истиранию, для чего потерю веса образца в граммах (за 1 км пути) относят к 1 см³ или 1 см² поперечного сечения образца.

Показатель истирания $R_{ист}$ выражают в г/см² и вычисляют по формуле

$$R_{ист} = \frac{g - g_1}{F},$$

где g — вес образца до истирания, г;

g_1 — вес образца после истирания, г;

F — площадь истирания, см².

В результате испытания принимают среднее арифметическое из ряда определений, полученных для двух образцов.

Истираемость некоторых материалов характеризуется следующими данными:

гранит	0,10 ÷ 0,52 г/см ²
кварцит	0,10 ÷ 0,30 »
известняк	0,81 ÷ 2,50 »
песчаник	0,86 ÷ 1,30 »
глинкер дорожный	0,22 ÷ 0,43 »

Сопротивление износу. Сопротивлением износу называется способность материала противостоять совместному действию истирания и удара. Подобное воздействие испытывают дорожные покрытия.

Определение износа каменного материала производится в специальных вращающихся барабанах, нагруженных шарами.

Чаще всего для этого определения применяют барабан Деваля (рис. 8), который состоит из двух полых металлических цилиндров, установленных на общей оси под углом 30°. Вращение цилиндров производится от электродвигателя со скоростью 30 об/мин. Количество оборотов фиксируется счетчиком.

Для определения износа из пробы испытываемого природного камня готовят щебень дроблением в

лабораторной дробилке или вручную. Полученный щебень просеивают через сита с отверстиями в 50 и 75 мм. Для испытаний используют оставшуюся на сите фракцию размером 50 мм. Щебень для испытаний в количестве 10 кг высушивают до постоянного веса, а затем, раз-

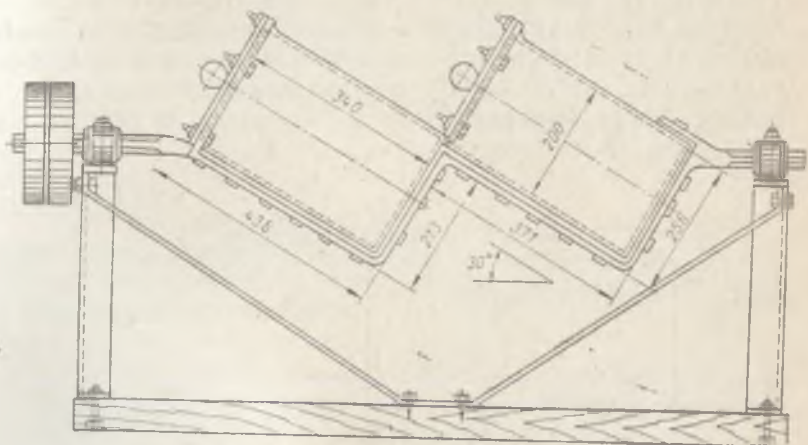


Рис. 8. Барабан Девала

делив на две равные части (по 5 кг), засыпают в каждый барабан.

Закончив загрузку, крышки цилиндров плотно заворачивают болтами и включают электродвигатель. После 10 000 оборотов содержимое барабанов промывают на сите с отверстиями диаметром в 2 мм или квадратными ячейками 1,6 мм, высушивают до постоянного веса и взвешивают с точностью до 1 г. Потеря в весе, выраженная в процентах от первоначального веса, является показателем износа

$$R_{\text{изн}} = \frac{g - g_1}{g} \cdot 100 \%,$$

где $R_{\text{изн}}$ — показатель износа щебня в %;

g — первоначальный вес щебня, загруженного в цилиндр, г;

g_1 — вес щебня после испытания, просеивания, промывки и сушки, г.

За окончательный результат принимают среднее арифметическое определение по обоим барабанам.

Твердость. Твердостью называется способность материала сопротивляться проникновению в него другого более твердого тела. Твердость природных каменных материалов имеет важное значение при их механической обработке.

Твердость однородных каменных материалов определяют по шкале твердости, в которой десять специально подобранных минералов расположены в такой последовательности, когда следующий по порядку минерал оставляет черту (царапину) на предыдущем, а сам им не прочерчивается (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Шкала твердости материалов

Показатель твердости	Наименование минерала	Характеристика твердости
1	Тальк или мел	Легко чертится ногтем
2	Каменная соль или гипс	Ноготь оставляет черту
3	Кальцит или ангидрит	Легко чертится стальным ножом
4	Плавленый шпат	Чертится стальным ножом под небольшим давлением
5	Апатит	Чертится стальным цожом при сильном нажиме, стекло не чертит
6	Ортоклаз (полевой шпат)	Слегка царапает стекло, стальной нож черты не оставляет
7	Кварц	Легко чертит стекло, стальной нож черты на них не оставляет
8	Топаз	
9	Корунд	
10	Алмаз	

Например, если испытуемый материал чертится апатитом, а сам оставляет черту (царапину) на плавленом шпате, то его твердость соответствует 4,5.

Чтобы иметь достоверные данные о твердости камня, необходимо испытать не менее трех отдельных образцов, сделав для каждого образца по три определения, как указано выше.

3. МАКРОСКОПИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОРОДЫ КАМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ И УСТАНОВЛЕНИЕ ИХ СВОЙСТВ

Для природных каменных материалов большое значение имеет петрографическая характеристика их, которая дает возможность не только установить вид горной породы и составить предварительные суждения о ее качестве, но и дополняет результаты лабораторных испытаний такими важными данными, как степень однородности и выветрелости породы, строения, сложения, характеристики рисунка, характера раскола, свойств поверхности и др.

Для производства макроскопического исследования природных каменных материалов необходимо иметь: молоток, стальную иглу, лупу, шкалу твердости, металлическую линейку с миллиметровыми делениями и десятипроцентный раствор соляной кислоты.

С целью определения внешних признаков выбирают из средней пробы крупный кусок породы, который наиболее полно отражает все характерные особенности данной породы.

Отобранный кусок породы измеряют по трем линейным размерам и таким образом определяют его форму. Форма образца может быть правильной или неправильной, кубовидной, плитовидной, параллелепипедной, ромбической, шаровидной и др.

Формы образцов породы помогают определить возможность получения того или иного вида каменного материала.

Цвет породы, его однородность и блеск дают возможность установить виды минералов, составляющие горную породу.

Определяя твердость материалов, используя шкалу Мооса, можно установить наименование минералов.

Содержание в отдельных минералах карбонатной группы определяют действием десятипроцентного раствора соляной кислоты, которая вызывает «вскипание» на поверхности образца породы, содержащего углекислую известь.

Используя данные, приведенные в табл. 3, можно определить минералогический состав исследуемой горной породы.

Характеристика минералов горных пород

Наименование породы	Структура	Твердость	Спайность	Цвет	Удельный вес	Другие характерные признаки	Условия нахождения в природе
Группа I. Минералы с твердостью 1÷3							
Каолин (глина)	Аморфная, зернистая	1	—	Белый, желтоватый	2,5	Излом землистый, материал легко рассыпается; жирный на ощупь	В чистом виде
Гипс (алебастр)	Кристаллическая, зернистая; бывает пластинчатой и волокнистой	1,5÷2	По одному направлению. В зернистых волокнистых массах не видна	Белый, желтоватый, розовый	2,2	Прозрачные кристаллы. Материал иногда волокнистый, хрупкий	То же
Мусковит	Кристаллическая, листовая	1,5÷2,5	Отчетлива по одному направлению	Серебристый, белый, светло-желтый	2,8	Расщепляется на тончайшие, прозрачные листочки большой упругости	В граните, сиените, гнейсе, слюдяных сланцах
Биотит	То же	2÷3	То же	Черный, бурый, темно-зеленый	2,8	Расщепляется на тонкие неломкие листочки	То же

Продолжение таблицы 3

Наименование породы	Структура	Твердость	Спайность	Цвет	Удельный вес	Другие характерные признаки	Условия нахождения в природе
Группа II. Минералы с твердостью 3÷4							
Кальцит	Кристаллическая и зернисто-кристаллическая	3	Отчетлива в трех направлениях	Белый, серый, желтый	2,6	Прозрачен. При ударе распадается на ромбические кристаллы. Вскипает в холодном растворе HCl	В известняках, мраморе и вообще карбонатных породах
Доломит	Кристаллическая	3,5	Отчетливая	Белый, серый	2,8	В растворе с соляной кислотой вскипает только в порошке при подогреве	—
Группа III. Минералы с твердостью 5÷6							
Авгит	Кристаллическая	5÷6	Есть	Черный и темно-зеленый	3,4	Просвечивается. Блеск стеклянный	Составная часть магматических пород
Роговая обманка	То же	5÷6	Есть; более совершенная, чем у авгита	Черный и зелено-бурый	3,1	Отчетливая спайность в одном направлении	То же

Наименование породы	Структура	Твердость	Спайность	Цвет	Удельный вес	Другие характерные признаки	Условия нахождения в природе
Группа IV. Минералы с твердостью 6-7							
Ортоклаз	Кристаллическая	6	Отчетлива в двух направлениях	Белый, серый, розовый, красный	2,5	На плоскостях спайности стеклянный блеск	Составная часть гранитов, сиенитов, порфиров, гнейсов
Кварц	"	7	Нет	Бесцветный, белый, серый, черный, фиолетовый	2,6	Излом раковистый, острый	Составная часть гранитов, гнейсов, песков, песчаника

Таблица 4

Основные показатели свойств природных каменных материалов

Наименование породы	Цвет	Минералы, входящие в состав породы. Структура породы	Объемный вес, кг/м³	Предел прочности при сжатии, кг/см²
Гранит	Серый, голубовато-серый, розовый и темно-красный	Кварц, полевой шпат, слюда. Кристаллическая.	2500 ÷ 2900	1000 ÷ 3000
Диорит	Серо-зеленый до темно-зеленого	Полевой шпат, роговая обманка, иногда кварц. Кристаллическая	2800 ÷ 3000	1500 ÷ 2800
Сиенит	Серый до темно-красного	Полевой шпат, роговая обманка, слюда. Кристаллическая	2700 ÷ 2900	1000 ÷ 2500
Лабрадорит	Темный	Полевой шпат, авгит, оливин, лабрадор. Кристаллическая	2600 ÷ 2900	1000 ÷ 2500
Диабаз	Серый до темно-серого	Полевой шпат и авгит. Мелкозернистая, кристаллическая	2800 ÷ 2900	1100 ÷ 3300
Базальт	Темный, черный	Полевой шпат, авгит. Скрытокристаллическая	2900 ÷ 3300	1500 ÷ 4000
Известняк	Серый, желтый	Кальцит. Плотная, аморфная, частично кристаллическая	1800 ÷ 2600	150 ÷ 1000
Песчаник	Белый до темного	Кварц. Зерна кварца соединены глиной, известью, кальцитом, кремнеземом и др.	2300 ÷ 2600	300 ÷ 3000
Мрамор	Белый, розовый до красного	Кальцит и доломит. Зернисто-кристаллическая	2600 ÷ 2800	600 ÷ 3000
Гнейс	Серый до красного	Кварц, полевой шпат, слюда. Сланцевая	2400 ÷ 2700	600 ÷ 2500

Затем осмотром свежего излома определяют строение (структуру) и сложение (текстуру) породы.

По содержанию минералов, по их цвету и структуре можно установить вид горной породы, а затем ориентировочно и ее свойства (табл. 4).

Глава II

ИСКУССТВЕННЫЕ КАМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ (КЕРАМИЧЕСКИЕ И ДР.)

Среди искусственных каменных материалов, применяемых в современном строительстве, большое место занимают керамические материалы. Они получают путем формовки из глины (или из близких к ней видов сырья) с последующим равномерным обжигом. После обжига керамические материалы приобретают значительную прочность, водостойкость, морозостойкость и ряд других ценных свойств.

Среди керамических материалов наибольшее распространение имеют: кирпич глиняный обыкновенный, пустотелый кирпич и пустотелые керамические блоки, облицовочные плитки и керамическая черепица.

К искусственным (безобжиговым) каменным материалам, получившим также большое распространение, следует отнести силикатный кирпич и асбестоцементные изделия, методы оценки качества которых приведены в данной главе.

Для суждения о качестве искусственных каменных материалов необходимо проверить их основные свойства: внешний вид, форму и размеры; степень обжига (для керамических материалов); предел прочности при сжатии и изгибе; водопоглощение; морозостойкость; объемный вес.

1. КИРПИЧ ГЛИНЯНЫЙ ОБЫКНОВЕННЫЙ

Для оценки качества поступившего на строительство глиняного обыкновенного кирпича необходимо отобрать согласно ГОСТ 530—54 среднюю пробу от каждой пар-

тии кирпича (за партию принимают 100 тыс. шт) и направить на испытание в лабораторию не менее 20 шт. При поступлении на строительство кирпича в количестве менее 100 тыс. шт. отбор пробы производится как от целой партии.

Оценка качества по внешнему виду, форме и размерам. Внешним осмотром устанавливают наличие недожога в контролируемой партии кирпича, для чего производят сравнения отобранных образцов с эталонным образцом (нормально обожженным кирпичом).

Если по цвету кирпичи светлее эталона («алый» кирпич) и звук при ударе молотком по кирпичу получается глухим, то это указывает на наличие недожога.

Линейные размеры кирпича и размеры трещин проверяют металлической линейкой с точностью до 1 мм.

Кирпич должен иметь следующие размеры: длина 250 мм, ширина 120 мм, толщина 65 мм. Допускаемые отклонения от этих размеров не должны превышать: по длине ± 6 мм, по ширине ± 4 мм, по толщине ± 3 мм.

Кирпич должен иметь форму прямоугольного параллелепипеда с прямыми ребрами и углами и с ровными гранями.

Искривление поверхностей и ребер, отбитость или притупленность ребер и углов устанавливают с помощью металлического угольника и линейки с точностью до 1 мм (рис. 9).

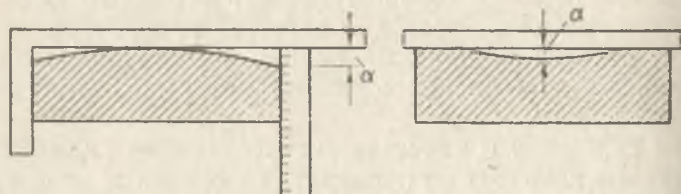


Рис. 9. Измерение искривления поверхности и ребер кирпича

По форме и внешнему виду кирпича стандартом допускаются следующие отклонения:

а) искривление граней и ребер кирпича по постели до 4 мм и по ложку до 5 мм включительно;

б) трещины сквозные на ложковых гранях (т. е. на сторонах размером 250×65 и 250×88 мм) на всю тол-

щину кирпича, протяженностью по ширине кирпича до 40 мм включительно, в количестве не более одной на одном кирпиче;

в) отбитости или притупленности ребер и углов размером по длине ребра не более 15 мм в количестве не свыше двух на одном кирпиче.

Известковые включения (дутики), вызывающие разрушение кирпича, не допускаются.

Предел прочности при сжатии. Отобранные для испытания кирпичи (5 шт. от средней пробы) распиливают по ширине на две равные части на специальном распиловочном станке дисковой пилой. Обе половинки накладывают одна на другую поверхностями распила в противоположные стороны и склеивают цементным тестом слоем не более 5 мм. Цементным тестом также подливают (выравнивают) обе внешние поверхности, параллельные шву, при этом толщина слоев не должна превышать 3 мм.

Для склейки и подливки двух половинок кирпича на гладкой, горизонтально установленной плоскости (выверенной по уровню металлической плиты) кладут стекло, покрытое смоченной бумагой, и по бумаге расстилают цементное тесто слоем в 3 мм. Затем одну половину кирпича укладывают на цементное тесто и слегка прижимают, после чего верхнюю поверхность половинки кирпича покрывают тем же цементным тестом и на него укладывают вторую половину кирпича, слегка прижимая. Верхнюю поверхность второй половинки также покрывают цементным тестом и прижимают стеклом со смоченной бумагой.

Излишки цементного теста срезают, и края слоев выравнивают ножом.

Изготовленный таким образом образец должен быть близок по форме к кубу (рис. 10). Необходимо, чтобы плоскости образца были взаимно параллельны и перпендикулярны к боковым граням, что проверяется угольником.

Подготовленные образцы до испытания следует выдерживать в лаборатории во влажных условиях в течение 3—4 суток для затвердевания цементного теста, после чего их испытывают на сжатие.

Перед испытанием на сжатие следует проверить угольником параллельность поверхностей, покрытых за-

тов с результатами, приведенными в табл. 5 (по средней и минимальной величине прочности отдельных образцов), определяют марку кирпича данной партии.

Таблица 5

Марки кирпича глиняного обыкновенного и предел его прочности

Марки	Предел прочности, кг/см^2 , не менее					
	при сжатии		при изгибе			
	для кирпича пластического и полусухого прессования		для кирпича пластического прессования		для кирпича полусухого прессования	
	средний для 5 образцов	наименьший для отдельного образца	средний для 5 образцов	наименьший для отдельного образца	средний для 5 образцов	наименьший для отдельного образца
200	200	150	34	17	26	13
150	150	125	28	14	20	10
125	125	100	25	12	18	9
100	100	75	22	11	16	8
75	75	50	18	9	14	7

Водопоглощение. Для определения водопоглощения пять кирпичей высушивают при температуре $110 \pm 5^\circ\text{C}$ до постоянного веса, затем дают им возможность остыть до комнатной температуры, после чего взвешивают их с точностью до 1 г.

Далее образцы-кирпичи устанавливают тычком на дно сосуда, после чего сосуд наполняют водой до уровня, соответствующего одной трети высоты кирпича. Через 12 ч уровень воды доводят до двух третей, а еще через 12 ч воду доливают с таким расчетом, чтобы уровень ее в сосуде был выше уровня верха образцов не менее чем на 2 см и в таком положении выдерживают их в воде в течение 24 ч, после чего их вынимают, немедленно обтирают влажной мягкой тканью и взвешивают с точностью до 1 г.

Вес воды, вытекшей из пор на чашу весов, должен включаться в вес насыщенного водой кирпича.

Водопоглощение кирпича вычисляют в процентах по формуле, приведенной на стр. 12, а его среднее значение подсчитывают как среднее арифметическое из результатов испытаний пяти кирпичей.

Водопоглощение глиняного обыкновенного кирпича должно быть не менее 8%.

Морозостойкость. Морозостойкость кирпича определяют по методике, описанной ранее (см. стр. 14). Насыщенные водой до постоянного веса образцы кирпича помещают в холодильную камеру с температурой (-15)—(-17°) и выдерживают там не менее 5 ч, после чего образцы оттаивают в воде при температуре $15-20^{\circ}\text{C}$ в течение 5 ч.

Если после 15-кратного замораживания и оттаивания ни один из испытанных образцов не имеет признаков разрушения (трещин, шелушения или выкрашивания поверхностей ребер и углов), партия кирпича признается выдержавшей испытание на морозостойкость.

2. КИРПИЧ ГЛИНЯНЫЙ ПУСТОТЕЛЫЙ

Кирпич глиняный пустотелый пластического или полусухого прессования (ГОСТ 6316—55 и ГОСТ 6248—59) имеет сквозные или несквозные пустоты круглой, квадратной или овальной формы, расположенные перпендикулярно к постелям кирпича.

Качество пустотелого кирпича устанавливается в основном по методике испытания глиняного обыкновенного кирпича. Однако технические условия несколько отличны.

По объемному весу брутто (без вычета пустот) кирпич пустотелый пластического прессования в высушенном до постоянного веса состоянии разделяется на два класса:

класс А — с объемным весом до $1\,300\text{ кг/м}^3$ включительно;

класс Б — с объемным весом более $1\,300\text{ кг/м}^3$, но не свыше $1\,450\text{ кг/м}^3$.

Кирпич должен иметь следующие размеры: длина 250 мм, ширина 120 мм, толщина 65 (88) мм.

Допускаемые отклонения от этих размеров не должны

Камни керамические пустотелые (ГОСТ 6328—55) имеют форму прямоугольного параллелепипеда с прямыми ребрами и углами и ровными или рифлеными поверхностями. Размеры камней следующие: длина 250 мм, ширина 120 мм, толщина 138 мм.

Допускаемые отклонения от этих размеров не должны превышать: по длине ± 6 мм, по ширине ± 4 мм, по толщине ± 4 мм.

Толщина наружных стенок камней с щелевидными вертикальными пустотами должна быть не менее 12 мм.

Объемный вес камней брутто в высушенном до постоянного веса состоянии должен быть не более 1400 кг/м³.

По форме и внешнему виду камней допускаются следующие отклонения:

а) искривление камней по постели до 4 мм и по ложку до 5 мм включительно;

б) отбитости или притупленности ребер и углов размером по длине ребра не более 15 мм, не доходящие до пустот, в количестве не свыше двух на одном камне;

в) трещины на ложковых гранях, пересекающие одно ребро, протяженностью по ширине камня до первого ряда пустот, в количестве не более одной на одном камне.

Известковые включения не допускаются. Водопоглощение камней должно быть не менее 6%, а морозостойкость — не менее 15 циклов.

Таблица 7

Марки и предел прочности при сжатии пустотелых керамических камней

Марки	Предел прочности при сжатии по сечению брутто (без вычета площади пустот), кг/см ² , не менее	
	средний для 5 образцов	наименьший для отдельного образца
150	150	125
125	125	100
100	100	75
75	75	50

Предел прочности при сжатии пустотелых керамических камней определяют согласно ГОСТ 8462—62.

Камни керамические пустотелые в зависимости от предела прочности при сжатии по сечению брутто (без вычета площади пустот) подразделяются на четыре марки: 150, 125, 100 и 75 (см. табл. 7).

4. КИРПИЧ СИЛИКАТНЫЙ

Кирпич силикатный (ГОСТ 379—53) представляет собой искусственный камень, изготовленный из смеси извести и кварцевого песка и отвердевший под действием пара в автоклаве.

Для оценки качества поступившего на строительство силикатного кирпича необходимо отобрать среднюю пробу от каждой партии кирпича (за одну партию принимают 50 тыс. шт.) и направить на испытание в лабораторию не менее 15 шт.

Силикатный кирпич имеет форму прямоугольного параллелепипеда с размерами такими же, как и у обыкновенного глиняного кирпича: длина 250 мм, ширина 120 мм, толщина 65 мм.

Допускаемые отклонения от этих размеров не должны превышать: по длине ± 3 мм, по ширине ± 2 мм, по толщине ± 2 мм.

При внешнем осмотре доставленных в лабораторию силикатных кирпичей необходимо проверить, чтобы грани у них были ровными, гладкими, однородного цвета, чтобы ребра были острыми, а углы прямыми.

Кирпич не должен иметь трещин и включений комьев минерального сырья.

Размеры, отбитость и притупленность углов силикатного кирпича определяют металлической линейкой с точностью до 1 мм.

Допускается не более двух отбитостей или притупленностей углов размером менее 15 мм.

Водопоглощение кирпича должно быть не менее 8% и не более 16% от веса кирпича, высушенного до постоянного веса (методику определения см. на стр. 12).

Силикатный кирпич должен выдерживать без каких-либо признаков разрушения (расслоение, шелушение, растрескивание, выкрашивание) 15 циклов попеременного

замораживания и оттаивания с последующей проверкой предела прочности.

Минимальный предел прочности при сжатии этих образцов должен быть следующим:

150 кг/см ² для кирпича марки	200
115 » »	150
95 » »	125
75 » »	100
60 » »	75

Предел прочности кирпича при сжатии устанавливают путем испытания двух половинок, накладываемых одна на другую поверхностями разреза в противоположные стороны, без соединения их цементным тестом и без выравнивания тем же тестом верхней и нижней поверхности образца.

Предел прочности при сжатии вычисляют по формуле (см. стр. 34), а его среднее значение подсчитывают как среднее арифметическое из результатов испытаний пяти образцов. Кроме того, записывают минимальный результат этих испытаний.

Предел прочности силикатного кирпича при изгибе устанавливают путем испытания на гидравлическом прессе целого кирпича, уложенного плашмя на две опоры, расположенные на расстоянии 20 см одна от другой. Методика проведения испытания аналогична испытанию для глиняного обыкновенного кирпича (см. стр. 34). Однако для испытания силикатного кирпича на изгиб не требуется выравнивающих полосок из цементного теста.

Предел прочности при изгибе вычисляют по формуле (см. стр. 35), а его среднее значение подсчитывают как среднее арифметическое из результатов испытаний пяти образцов.

Кроме того, записывают минимальный результат испытаний.

Сравнивая соответствие полученных результатов с данными, приведенными в табл. 8 (по средней и минимальной величине прочности отдельных образцов), определяют марку силикатного кирпича данной партии.

Таблица 8

Марки и предел прочности при сжатии и изгибе силикатного кирпича

Марки	Предел прочности, кг/см^2 , не менее			
	при сжатии		при изгибе	
	средний для 5 образцов	наименьший для отдельного образца	средний для 5 образцов	наименьший для отдельного образца
200	200	150	34	17
150	150	125	28	14
125	125	100	25	12
100	100	75	22	11
75	75	50	18	9

5. ПЛИТКИ КЕРАМИЧЕСКИЕ ДЛЯ ВНУТРЕННЕЙ ОБЛИЦОВКИ

Плитки керамические для внутренней облицовки стен (ГОСТ 6141—55) представляют собой плиточные искусственные камни, изготовленные из глины или смеси глины с отощающими добавками путем формовки, обжига и покрытия с лицевой стороны глазурью.

Плитки изготовляют различной формы: квадратные, прямоугольные и фасонные. Фасонные плитки в зависимости от назначения подразделяются на угловые, карнизные и плинтусовые.

Для оценки качества поступившей на строительство керамической облицовочной плитки отбирают 1% плиток от партии (но не более 50 шт.), из которых среднюю пробу в количестве не менее 12 шт. отправляют в лабораторию на испытание.

В лаборатории внешним осмотром и замерами устанавливают состояние глазури лицевой поверхности, размеры, наличие искривлений, отбитости углов и ребер, щербины и другие дефекты.

Плитки керамические глазурованные согласно требованиям ГОСТ 6141—55 должны иметь точные размеры. Например, квадратная плитка — 150×150 мм.

Толщина плиток всех типов (за исключением плитусовых) не должна превышать 6 мм. Допускается различие в толщине одной плитки $\pm 0,5$ мм.

Допускаемые отклонения от размеров по длине краев плиток не более $\pm 1,5$ мм; при этом отклонения в одной партии должны быть только в сторону увеличения или уменьшения.

Плитки должны быть правильной формы, без выпуклостей, выбоин и трещин.

Углы плиток должны быть прямыми. Отклонение стороны прямого угла допускается не более 0,5 мм.

В зависимости от состояния лицевой поверхности плиток, точности их размеров и наличия различных дефектов плитки согласно ГОСТу относят к сортам: I, II и III. Например, плитки I сорта не должны иметь отбитых углов, щербин и поверхностных трещин.

Для плиток II сорта допускается:

а) не более одного отбитого угла, если длина наибольшей его стороны не превышает 2 мм;

б) не более двух заглазурированных щербин, если по глубине они не превышают 1 мм и по длине кромок 6 мм;

в) поверхностной трещины на глазури при ширине до 0,25 мм общей длиной не более 5 мм.

Плитки должны быть плоскими. Искривление плитки (отклонение поверхности плитки от плоскости) допускается для плиток I и II сорта — не более 1,5 мм, а для плиток III сорта — не более 2 мм.

Глазурированная поверхность плиток должна быть ровной, без недоливов и затеканий, без наплывов, пузырьков и поверхностных волосных трещин; она должна быть блестящей, одноцветной и прозрачной.

Общее количество дефектов, обнаруженных на каждой плитке при внешнем осмотре, не должно превышать: у плиток I сорта — двух, II сорта — трех и III сорта — четырех.

Водопоглощение плиток определяют следующим образом.

Высушенные до постоянного веса образцы-плитки погружают в сосуд с водой так, чтобы уровень воды в сосуде был выше уровня верха образцов не менее чем на 2 см, и нагревают воду до кипения. В кипящей воде образцы выдерживают в течение 4 ч, после чего их охлаждают до температуры 20—30°C, доливая в сосуд

холодную воду (не менее двух раз) и выдерживая в ней образцы в течение 1 ч. Другой путь — это естественное остывание воды в сосуде. После охлаждения образцы вынимают, немедленно обтирают влажной мягкой тканью и взвешивают.

Водопоглощение каждого образца-плитки выражают в процентах и вычисляют по формуле (см. стр. 12), а его среднее значение подсчитывают как среднее арифметическое результатов испытаний трех образцов.

Водопоглощение плиток не должно превышать 16% от веса плиток, высушенных до постоянного веса.

Термическую стойкость плиток определяют следующим образом. Три плитки помещают в воздушную баню и постепенно повышают температуру до 100°, затем плитки быстро погружают в воду с температурой 18—20° и оставляют в ней до полного охлаждения, после чего плитки вынимают и тщательно осматривают лицевую поверхность.

Плитки считаются выдержавшими испытание на термическую стойкость, если на их глазурованной поверхности не появятся трещины, околы глазури, посечки и поверхностные волосные трещины.

6. ПЛИТКИ КЕРАМИЧЕСКИЕ ДЛЯ ПОЛОВ

Керамические плитки для полов (ГОСТ 6787—53), изготовляют из глиняной массы (с окрашивающими примесями или без них) путем формования и последующего обжига.

Плитки бывают квадратные, прямоугольные, треугольные, пятигранные, шестигранные и восьмигранные (с гранями размером от 50 до 150 мм). Толщина плиток — 10 и 13 мм. Отклонения размеров плиток по длине граней не должны превышать ± 3 мм, а по толщине — ± 1 мм.

По виду лицевой поверхности плитки могут быть гладкими, шероховатыми и тиснеными.

Поверхность обратной стороны должна обеспечивать надежное сцепление плиток с раствором.

Контролируя в лаборатории качество плиток, необходимо внешним осмотром и измерениями проверять состояние лицевой поверхности, цвет и тон окраски плитки, ее размеры и наличие различных дефектов.

В соответствии с требованиями ГОСТ 6787—53 плитки по качеству относят к I, II или III сортам.

Плитки I сорта должны быть правильной формы, с четкими гранями и углами, без выпуклостей, трещин, выбоин, а также без зазубрин и трещин на кромках лицевой поверхности.

Расслоение плиток и пузырьки на лицевой поверхности не допускаются.

Боковые грани квадратных и прямоугольных плиток должны составлять прямой угол с плоскостями плиток. Отклонение стороны прямого угла (косоугольность) не должно превышать 0,5 мм.

Водопоглощение керамических плиток для полов определяют следующим образом. Из доставленных в лабораторию на испытание плиток отбирают пять плиток или пять образцов-кусков плиток размером 3×5 см, промывают их в дистиллированной воде и высушивают при температуре $110 \pm 5^\circ\text{C}$ до постоянного веса, а затем охлаждают и взвешивают.

Эти плитки или образцы кипятят в дистиллированной воде в течение 1 ч, после чего охлаждают в проточной воде в течение 20 мин.

Затем их вынимают из воды, вытирают влажной тканью и взвешивают.

Водопоглощение каждого образца выражают в процентах и вычисляют по формуле (см. стр. 12), а его среднее значение подсчитывают как среднее арифметическое результатов испытаний пяти образцов.

Водопоглощение плиток не должно превышать 4% от веса плиток, высушенных до постоянного веса.

Испытание сопротивления плиток истиранию производят на вращающемся металлическом диске с неподвижно закрепленными держателями, которыми испытываемые образцы плотно прижимаются к поверхности диска.

Испытанию подвергают образцы размером 50×50 или 70×70 мм, выпиленные из плиток и взвешенные с точностью до 0,1 г.

Нагрузка на образцы должна составлять 0,6 кг/см², скорость вращения круга не должна превышать 35 м/мин. Общая длина пути, пройденного истирающим диском по поверхности образца, должна составлять 150 м. В качестве истирающего материала применяют нормальный песок, отвечающий требованиям ГОСТ 6139—52.

Песок подсыпают под образец равномерно в течение всего испытания из расчета 20 г через каждые 22 оборота диска.

Сопротивление плиток истиранию характеризуется потерей в весе после прохождения испытываемыми образцами 150 м пути по кругу. Потерю в весе одной плитки определяют по формуле (стр. 22), а его среднее значение для партии плиток вычисляют как среднее арифметическое результатов испытаний пяти образцов.

Потеря в весе при истирании не должна превышать 0,1 г/см².

Однотонность цвета лицевых поверхностей плиток определяют следующим образом.

На щит, установленный на открытом месте с небольшим наклоном, укладывают вплотную друг к другу плитки (общая площадь плитки 1 м²); затем производят осмотр (с расстояния 1,7 м) и сравнение на соответствие цвета поверхности, образованной плиткой, с тоном утвержденного эталона.

7. ЧЕРЕПИЦА ГЛИНЯНАЯ

Черепица глиняная (ГОСТ 1808—54) представляет собой кровельный материал, изготавливаемый из глины путем ее формовки, сушки и обжига. По форме черепица делится: на пазовую штампованную, пазовую ленточную, плоскую ленточную и коньковую (рис. 12).

Для проверки качества черепицы необходимо от каждой партии (размер партии 10 000 шт.) отобрать не менее 15 шт. образцов и направить в лабораторию на испытание.

В лаборатории отобранные образцы подвергают поштучному обмеру и внешнему осмотру для проверки соответствия их требованиям ГОСТ 1808—54.

Соответствие размеров стандарту определяют металлическим измерительным инструментом с точностью до 1 мм.

Размеры черепицы и допускаемые отклонения приведены в табл. 9.

При внешнем осмотре необходимо проверять, чтобы в изломе черепица была равномерно обожженной, мелкозернистой и однородной, без расслоений и известковых включений. Цвет черепицы должен быть однотонным.

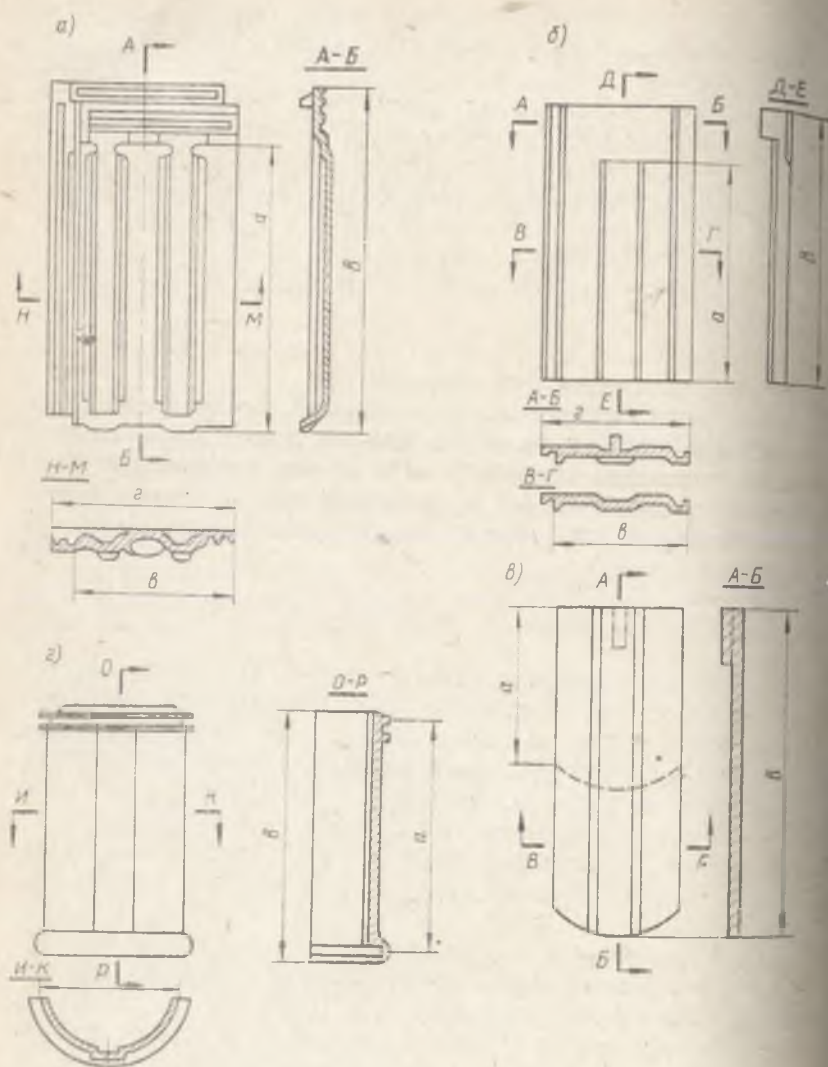


Рис. 12. Черепица глиняная:
 а — пазовая штампованная; б — пазовая ленточная; в — плоская ленточная;
 г — коньковая

Черепица не должна иметь короблений и трещин. Допускаются следующие отклонения по форме и внешнему виду: искривление поверхности и ребер не более 4 мм, отбитость или смятие шипов не более $\frac{1}{3}$ высоты шипа.

Таблица 9

Размеры черепицы

Типы черепицы	Длина		Ширина		Допускаемые отклонения, мм			
	кроющая	габаритная	кроющая	габаритная	по длине		по ширине	
	а	б	в	г	а	б	в	г
Пазовая: штампованная	310	не нормируется	190		+26 -10	—	+12 -8	—
ленточная	333	400	200	220	±5	±5	±3	±3
Плоская: ленточная коньковая	160	365	155	155	±5	±5	±3	±3
	333	365	не нормируется	200	—	—	—	±3

Глубина пазов (фальцев) черепицы должна быть не менее 5 мм, высота шипов для подвески: у штампованной черепицы — не менее 10 мм, у ленточной — не менее 20 мм.

Для привязки к обрешетке пазовая штампованная черепица должна иметь на тыльной стороне ушко с отверстием. Для этой же цели ленточная черепица должна иметь в шипе отверстие диаметром не менее 1,5 мм.

При легком ударе стальным молотком черепица должна издавать чистый недребезжащий звук.

Определение разрушающей нагрузки на излом производят следующим образом.

Нижнюю поверхность 5 образцов черепицы выравнивают по уровню двумя поперечными полосками из гипсового раствора шириной 2—3 см, расположенными в местах опирания черепицы. На середине верхней поверхности черепицы наносят одну поперечную полоску в месте приложения нагрузки.

Черепицу укладывают на две опоры по схеме балки, свободно лежащей на двух опорах, нагруженной сосредоточенным грузом по середине пролета, равного 30 см для пазовой штампованной и ленточной черепицы и 18 см для плоской ленточной.

Применяют опоры в виде цилиндрических катков диаметром 2—3 см или в виде призм с закругленными ребрами. Нагрузка передается через каток или призму с закругленными ребрами.

Разрушающая нагрузка при испытании на излом для каждого из 5 образцов черепицы в воздушно-сухом состоянии должна быть не менее 70 кГ.

Вес 1 м² покрытия из черепицы в насыщенном водой состоянии определяют следующим образом.

Отобранные черепицы полностью погружают в сосуд, наполненный водой с температурой $15 \pm 5^\circ\text{C}$, и выдерживают их до постоянного веса. Взвешивание образцов в процессе их насыщения производят с точностью до 1 г.

Вес одной черепицы в граммах определяют как среднее арифметическое результатов взвешиваний пяти образцов.

Вес 1 м² покрытия из черепицы в насыщенном водой состоянии вычисляют умножением среднего веса черепицы на количество черепиц на 1 м² покрытия, для чего количество черепиц на 1 м² покрытия определяют с точностью до первого десятичного знака как частное от деления 1 м² на среднюю кроющую площадь одной черепицы в м².

Черепица глиняная пазовая штампованная и пазовая ленточная должна иметь вес 1 м² кроющей поверхности в насыщенном водой состоянии не более 50 кг, плоская ленточная — не более 65 кг, а вес 1 м черепицы глиняной коньковой с одинарным закроем не должен превышать 8 кг.

Морозостойкость черепицы определяют путем предварительного насыщения ее водой и последующего замораживания при температуре $(-15) - (-17^\circ\text{C})$ в течение 5 ч, а затем оттаивания при температуре $15 \pm 5^\circ\text{C}$ также в течение 5 ч. Если после 25-кратного замораживания и оттаивания ни на одном из 5 образцов не будет обнаружено признаков разрушения, то черепица считается выдержавшей испытание на морозостойкость.

8. АСБЕСТОЦЕМЕНТНЫЕ ИЗДЕЛИЯ

Асбестоцементные изделия изготавливаются из цемента, асбеста и воды и применяются для устройства кровли (волнистые листы, плоские плитки), а также для устрой-

ства водопровода и канализации (трубы напорные и безнапорные и фасонные детали к ним), дымовых и вентиляционных каналов и т. д.

При проверке качества асбестоцементных волнистых листов необходимо от каждой партии (размер партии 5000 шт.) отобрать среднюю пробу, для чего следует наметить 5 стоп, из которых берут по 2 листа. Из стопы отбирают каждый пятый и десятый лист, считая от верха стопы. Отобранные листы подвергают внешнему осмотру и обмеру для проверки соответствия их требованиям ГОСТ 378—60.

Размеры листов и деталей проверяют металлическим измерительным инструментом с точностью до 1 мм.

Листы должны иметь правильную прямоугольную форму в плане (рис. 13), а гребни волн и продольные кромки листов должны быть прямолинейными.

Обрез кромок листов должен быть ровный и чистый, без заусенцев и неровностей.

Зазор, образующийся между поверхностью листа и шаблоном, не должен превышать 5 мм.

Листы не должны иметь сквозных и поверхностных трещин, отколов, пробоин, налипов и сдиров пленки, а также посторонних включений.

Отдельные неровности на листах (вмятины или бугорки) не должны превышать по высоте или глубине 2 мм.

Правильность профиля детали проверяют шаблоном, прикладывая его к гладкой поверхности детали на расстоянии 50 мм от концов детали. Зазор между деталью и шаблоном измеряют при помощи клинчатого калибра.

Для проверки прямолинейности кромок, листа и детали прикладывают к кромкам металлическую линейку длиной не менее длины листа или детали и измеряют наибольший зазор между ребром линейки и изделием.

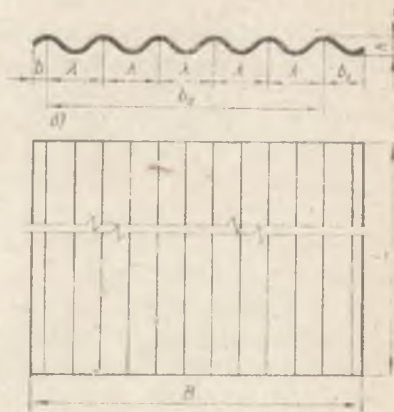


Рис. 13. Листы асбестоцементные волнистые:
а — профиль; б — план

Длину листа измеряют по гребням крайних волн с каждой стороны листа, при этом за длину листа принимают среднее арифметическое двух измерений.

Ширину листа измеряют на расстоянии 20 мм от торцевой части листа при помощи специальной линейки с движками (рис. 14).

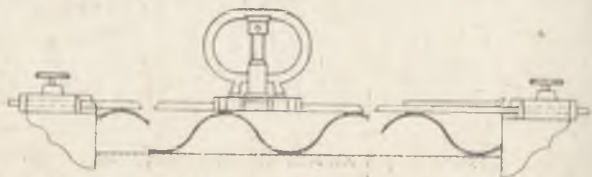


Рис. 14. Линейка для измерения размеров асбестоцементных листов

Шириной листа и величиной расстояния от гребней крайних волн до продольных кромок считается среднее арифметическое двух измерений, причем каждый замер расстояния от гребня волн до кромок должен находиться в пределах установленных допусков.

Толщину листа определяют толщиномером или штангенциркулем с точностью до 0,1 мм. Измерение толщины листа производят по середине всех четырех сторон листа на расстоянии до 20 мм от кромки листа.

За толщину листа принимают среднее арифметическое четырех измерений.

Для определения высоты волны на гребни двух соседних волн кладут плоской частью металлический угольник, а затем мерной масштабной линейкой замеряют расстояние от нижней плоскости угольника до наинизшей точки впадины волны.

Высоту волны определяют на обоих концах волнистого листа на расстоянии 100 мм от торцовых кромок листа. Высотой волны считается среднее арифметическое 10 измерений листа (по 5 измерений для каждого конца).

Основные размеры листов шестиволнового профиля и допускаемые отклонения приведены в табл. 10.

Определение предела прочности при изгибе. Из листов, подвергнутых внешнему осмотру и обмеру, отбирают 2—3 листа, и от каждого листа с помощью карборундовой дисковой пилы отрезают с торца полосу шириной не менее 50 мм, после чего вырезают по два образца прямоугольной формы размером 200 мм по длине и

Таблица 10

Размеры асбестоцементных волнистых листов

Наименования измерений листа	Буквенные обозначения	Размеры, мм	Допускаемые отклонения, мм
Длина	L	1200	+5 —10
Ширина	B	678	+10 —5
Толщина	C	5,5	$\pm 0,5$
Расстояние между гребнями крайних волн .	b_0	575	± 5
Шаг волны	λ	115	—
Высота волны	h	28	± 2
Расстояние от ближайшего гребня волны: до перекрывающей кромки	b	29	± 6
до перекрываемой кромки	b_1	74	± 6

300 мм по ширине листа (две полные волны). Каждый образец должен иметь в средней части гребень с гладкой поверхностью.

Образцы должны испытываться в воздушно-сухом состоянии, для чего перед испытанием их выдерживают в помещении лаборатории не менее суток при температуре 16—20°C и относительной влажности воздуха примерно 50—55%.

Испытуемый образец укладывают, как указано на рис. 15, на две параллельные опоры: подвижную (катковую) и неподвижную, отстоящие друг от друга на расстоянии 230 мм.

Ребра опор, соприкасающиеся с образцом, должны иметь закругление радиусом 10 мм.

После установки образца на опоры измеряют расстояние между опорами с точностью до 1 мм и производят



Рис. 15. Схема испытания образца на прочность при изгибе

загрузку образца равномерно со скоростью около 1 кг в сек.

После разрушения образца в месте перелома определяют его толщину и ширину. Измерение толщины производят в трех местах штангенциркулем или микрометром с точностью до 0,1 мм.

За толщину образца принимают среднее арифметическое трех измерений.

Измерение ширины образца производят измерительной линейкой с точностью до 1 мм.

Предел прочности образца при изгибе $R_{изг}$ в кг/см² определяют по формуле

$$R_{изг} = 1,5 \frac{Pl}{bs^2},$$

где P — разрушающий груз, кг;

l — расстояние между опорами, см;

b — ширина образца, см;

s — толщина образца, см.

Пределом прочности при изгибе листа считают среднее арифметическое значение величины $R_{изг}$ двух образцов.

Величина предела прочности при изгибе отдельного образца должна быть не менее 144 кг/см².

За предел прочности при изгибе листов всей партии принимают среднее арифметическое предела прочности при изгибе трех испытанных листов, его величина должна быть не менее 160 кг/см².

Определение морозостойкости асбестоцементных листов производится следующим образом.

Из каждого отобранного для испытания листа вырезают по два образца размером 200 мм — по длине листа и 300 мм — по ширине листа. Один образец подвергают замораживанию, а второй образец является контрольным.

Предназначенные для замораживания образцы насыщают водой в течение 48 ч и закладывают в морозильную камеру так, чтобы расстояние между отдельными образцами было не менее 200 мм.

В морозильной камере образцы подвергают замораживанию при температуре (—15) — (—17°C) в течение 4 ч, после чего их оттаивают в воде с температурой около +15°C в течение 4 ч.

После прохождения 25 циклов попеременного замораживания и оттаивания образцы вынимают и осматривают с целью обнаружения признаков расслоения и разрушения. Затем эти и контрольные образцы, находящиеся в лаборатории, насыщают водой в течение 48 ч и подвергают испытанию на изгиб согласно изложенному выше методу.

Потеря прочности при изгибе образцов, подвергающихся замораживанию, определяется как отношение (выраженное в процентах) средней арифметической величины их предела прочности при изгибе к средней арифметической величине предела прочности контрольных образцов. Эта величина должна быть не менее 90%.

Определение водонепроницаемости листа производят следующим образом.

Посредине листа, уложенного горизонтально на двух опорах, во впадине волны устанавливают цилиндрическую прозрачную трубку с внутренним диаметром 3,5 см и длиной 30 см, которая в нижнем сечении имеет форму впадины волны. Трубку укрепляют в штативе и зазор между краями трубки и поверхностью листа заклеивают менделеевской замазкой, после чего трубку наполняют водой на высоту 25 см от поверхности листа. По истечении 24 ч осматривают нижнюю поверхность листа, которая может быть влажной, но ни в одном из случаев испытания на ней не должно быть капель воды.

В случае необходимости определения объемного веса листов и деталей испытания следует производить по ГОСТ 8747—58 «Материалы асбестоцементные кровельные и облицовочные. Методы определения объемного веса».

Оценка качества других асбестоцементных изделий производится согласно методике соответствующего ГОСТа.

Глава III

НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА

Неорганическими вяжущими называются вещества, которые под влиянием протекающих физико-химических процессов способны при смешивании с водой переходить из тестообразного состояния в камневидное и связывать при этом отдельные частицы и куски других материалов в монолитное прочное тело.

В зависимости от условий твердения различают два вида вяжущих:

а) воздушные вяжущие, способные затвердевать и сохранять свою прочность только на воздухе: известь, гипс и каустический магнезит;

б) гидравлические вяжущие, способные затвердевать и сохранять свою прочность не только на воздухе, но и в воде: различные виды портландцементов, глиноземистый цемент и гидравлическая известь.

Для правильного использования вяжущих веществ при производстве строительных материалов и ведении строительных работ необходимо прежде всего установить их основные свойства.

1. ИЗВЕСТЬ СТРОИТЕЛЬНАЯ

Известью строительной называется вяжущее вещество, получаемое путем обжига ниже температуры спекания карбонатных горных пород (известняков, мела, доломитов и мергелистых известняков). Она может выпускаться в комовом или тонкоизмельченном виде.

Тонкоизмельченные виды строительной извести получают путем гашения или размола комовой извести, в

процессе чего допускается введение минеральных тонкомолотых добавок.

Известь строительная (ГОСТ 9179—59) применяется для приготовления строительных растворов, вяжущих материалов и при производстве искусственных безобжиговых камней.

По условиям твердения известь строительная разделяется на известь строительную воздушную и на известь строительную гидравлическую.

Известь строительная воздушная подразделяется на следующие виды:

а) известь негашеная комовая или молотая совместно с минеральными добавками или без них;

б) известь гидратная — порошкообразный продукт гидратации негашеной извести или порошкообразная смесь извести гидратной с молотыми минеральными добавками;

в) известь молотая карбонатная — порошкообразная смесь совместно молотых негашеной извести и карбонатных пород.

Для оценки качества строительной воздушной извести необходимо от каждой партии (размер партии 50 т) отобрать пробы равной величины из 20 различных мест по всей толще извести общим весом не менее 40 кг. При поступлении молотой извести в мешках пробу отбирают из 20 мешков по 2 кг из каждого мешка. Пробу гидратной извести отбирают примерно равными частями не менее чем из 10 различных мест по 2 кг из каждого места.

Отобранную пробу комовой или молотой извести квартовуют и делят на две равные части, примерно по 20 кг в каждом, а гидратной извести — по 10 кг. Одну из проб извести подвергают испытанию, другую — помещают в герметически закрываемый сосуд, который опечатывают и хранят в течение 30 дней на случай арбитражных испытаний.

Комовую известь необходимо перед квартованием измельчить в куски размером не более 3—5 см.

В строительной лаборатории для испытания извести следует произвести подготовку проб.

Пробу негашеной комовой извести, доставленную в лабораторию, разбивают на куски размером до 1—2 см, тщательно перемешивают и последовательным кварто-

ванием отбирают 500 г, которые измельчают до полного прохождения извести сквозь сито с сеткой № 09 по ГОСТ 3584—53. От этой просеянной пробы отбирают (квартованием) около 50 г, затем эту известь растирают в ступке до полного прохождения сквозь сито с сеткой № 063. Полученный порошок помещают в герметически закрываемый сосуд и используют для производства анализа и определения скорости гашения извести. Остаток пробы следует хранить в герметически закрытом сосуде.

Пробу извести негашеной молотой или гидравлической, доставленную в лабораторию, подвергают тщательному перемешиванию, и последовательным квартованием отбирают около 300 г, которые помещают в герметически закрываемый сосуд.

Содержание в извести активных CaO и MgO . Определение активности извести, т. е. суммарного содержания в ней активных $\text{CaO} + \text{MgO}$ (при наличии окиси магния до 5%), производится титрованием навески извести соляной кислотой HCl до тех пор, пока все активные частицы щелочей CaO и MgO не будут нейтрализованы кислотой.

Для этого негашеную комовую, молотую или карбонатную известь в количестве 4—5 г предварительно растирают в течение 5 мин в фарфоровой или агатовой ступке. Растертую известь в количестве 1 г (а гидратную известь в количестве 1—1,2 г) помещают в коническую колбу емкостью 250 мл, наливают 150 мл дистиллированной воды, добавляют 15—20 стеклянных бус или оплавленных кусочков стеклянных палочек (длиной 3—5 мм), закрывают стеклянной воронкой (или часовым стеклом) и нагревают содержимое колбы в течение 5 мин, не доводя до кипения. По остывании смывают стенки колбы и стеклянную воронку (или часовое стекло) кипяченой дистиллированной водой, добавляют 2—3 капли однопроцентного спиртового раствора фенолфталеина и титруют при постоянном взбалтывании 1N раствором соляной кислоты до полного обесцвечивания содержимого. Титрование считается оконченным, если по истечении 5 мин не изменится цвет окрашивания содержимого колбы.

Титрование следует производить медленно, добавляя кислоту по каплям.

Содержание $\text{CaO} + \text{MgO}$ в процентах X по весу для

комовой, молотой негашеной или карбонатной извести определяется по формуле

$$X = \frac{V \cdot 2,804k}{g},$$

где V — количество 1Н соляной кислоты, израсходованной на титрование, мл;

k — поправка к титру 1Н раствора соляной кислоты;

2,804 — количество окиси кальция, соответствующее 1 мл 1Н раствора соляной кислоты, умноженное на 100;

g — навеска извести, г.

Содержание $\text{CaO} + \text{MgO}$ в процентах X_1 по весу для гидратной извести (пушонки) определяется по формуле

$$X_1 = \frac{V \cdot 2,804 \cdot k \cdot 100}{g(100 - W)},$$

где W — влажность гидратной извести (пушонки) в процентах.

Содержание непогасившихся зерен. Предварительно готовят известковое тесто в количестве, соответствующем 1 кг негашеной извести; затем это тесто разбавляют водой до консистенции известкового молока и переносят на сито с сеткой № 063, одновременно промывая слабой непрерывной струей воды. Остаток на сите высушивают при температуре 105—110°C до постоянного веса. Полученный вес остатка (в г), деленный на 10, дает содержание непогасившихся зерен в процентах.

Скорость гашения. Для определения скорости гашения в закрывающийся фарфоровый стакан емкостью 150 мл (см. прибор (рис. 16) помещают 10 г измельченной негашеной извести и заливают ее 20 см³ воды с температурой 20°C. Затем

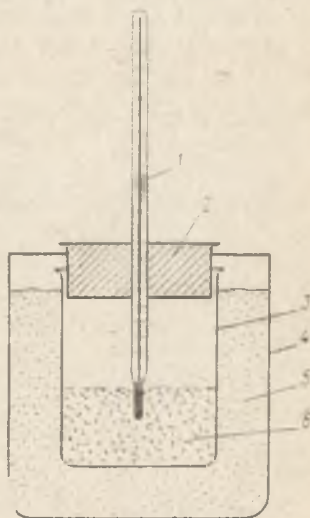


Рис. 16. Прибор для определения скорости гашения:

1 — термометр; 2 — пробка;
3 — внутренний стакан; 4 —
стеклянная банка; 5 — изо-
ляционный слой; 6 — известь

стакан закрывают пробкой, в которой плотно установлен термометр со шкалой до 150°C. При этом следят, чтобы ртутный шарик термометра был погружен в реагирующую смесь.

Содержание стакана взбалтывают и оставляют в покое. Через 30 сек с момента приливания воды фиксируют температуру реагирующей смеси. Наблюдение ведут до того времени, пока температура, достигнув максимума, не начнет снижаться.

За скорость гашения принимается промежуток времени от момента приливания воды к извести до начала снижения максимальной температуры.

В зависимости от скорости гашения известь разделяется на:

а) быстрогасящуюся (со скоростью гашения до 20 мин);

б) медленногасящуюся (со скоростью гашения от 20 мин и выше).

Тонкость помола. Для определения тонкости помола пробу молотой извести или пушонки количества 50 г просеивают сквозь сито № 063 и 009.

Просеивание считается законченным, если при контрольном просеивании в течение 1 мин сквозь указанные сита проходит не более 0,1 г. Остаток на сите (в г), умноженный на 2, соответствует содержанию зерен данной крупности в процентах.

Влажность гидратной извести. Для определения влажности гидратной извести (пушонки) берут навеску ее в количестве 10 г и помещают в стаканчик (бюкс), после чего высушивают в сушильном шкафу при температуре 105—110° до постоянного веса. Стаканчик в процессе сушки помещают под воронку. Первое взвешивание производят после нагревания в течение 2 ч, повторное взвешивание — через каждые 40 мин. Перед взвешиванием стаканчик с навеской охлаждают в эксикаторе в течение 20 мин.

Влажность W в процентах определяют по формуле

$$W = \frac{g_1 - g_2}{g_1} \cdot 100,$$

где g_1 — навеска извести, г;

g_2 — вес извести, высушенной до постоянного веса, г;

Проводя лабораторные испытания строительной из-

вести, следует определить ее качество в соответствии с данными, приведенными в табл. 11.

Таблица 11

Технические требования к строительной извести

Наименование показателей	Для негашеной комовой и моло- той извести		Для гидрат- ной извес- ти		Для кар- бонатной извести
	сорт I	сорт II	сорт I	сорт II	
Содержание активных $\text{CaO} + \text{MgO}$ в процентах на сухое вещество:					
а) в извести без добавок, не менее	85	70	67	55	30
б) в извести с до- бавками, не менее	64	52	50	40	—
Содержание непогасив- шихся зерен в процентах, не более	10	20	—	—	—
Скорость гашения мин; быстрогасящейся до медленногасящейся, бо- лее	20	20	—	—	20
Тонкость помола в процентах в виде остатка на ситах с сеткой:					
№ 063, не более	2	2	2	2	2
№ 009, не более	10	10	10	10	10
Влажность извести в процентах на влажное вещество, не более	—	—	5	5	—

Определение содержания CaO или $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в известковом молоке. С целью определения качества известкового молока, поступившего на строительство или рас-
творный узел, необходимо установить содержание в нем CaO или $\text{Ca}(\text{OH})_2$, для чего известковое молоко тща-
тельно перемешивают, отбирают пробу около 10 л и измеря-
ют ее плотность при температуре 20° ареометром. Отсчет
показаний ареометра следует производить немедленно,
чтобы частицы извести не успели осесть, после чего, поль-
зуясь табл. 12, определяют содержание CaO или
 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в испытываемом известковом молоке.

Таблица 12

Содержание CaO и Ca(OH)_2 в известковом молоке
в зависимости от его плотности

Плот- ность	Содержание CaO , г		Содер- жание Ca(OH)_2 , % по весу	Плот- ность	Содержание CaO , г		Содер- жание Ca(OH)_2 , % по весу
	в 100 Г	в 1 л			в 100 Г	в 1 л	
1,009	0,99	10	1,31	1,119	14,3	160	18,9
1,017	1,96	20	2,59	1,126	15,1	170	19,95
1,025	2,93	30	3,87	1,133	15,89	180	21
1,032	3,88	40	5,13	1,14	16,67	190	22,03
1,039	4,81	50	6,36	1,148	17,43	200	23,03
1,046	5,74	60	7,58	1,155	18,19	210	24,04
1,054	6,65	70	8,79	1,162	18,94	220	25,03
1,061	7,54	80	9,96	1,169	19,68	230	26,01
1,068	8,43	90	11,14	1,176	20,41	240	26,96
1,075	9,3	100	12,29	1,184	21,12	250	27,91
1,083	10,16	110	13,43	1,191	21,84	260	28,86
1,09	11,01	120	14,55	1,198	22,55	270	29,8
1,097	11,86	130	15,67	1,205	23,24	280	30,71
1,104	12,68	140	16,76	1,213	23,92	290	31,61
1,111	13,5	150	17,84	1,22	24,6	300	32,51

2. ГИПС СТРОИТЕЛЬНЫЙ

Строительным гипсом называется воздушное вяжущее вещество, получаемое обжигом природного двуводного гипса при температуре $150\text{--}180^\circ\text{C}$ до превращения его в полуводный гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 0,5 \text{H}_2\text{O}$) с измельчением в тонкий порошок до или после обжига.

Гипс строительный (ГОСТ 125—57) применяется для изготовления строительных деталей и изделий, а также для производства штукатурных работ.

Для проверки качества гипса необходимо от каждой партии (размер партии 20 т) отобрать пробу не менее 10 кг.

При поступлении гипса в мешках пробу отбирают из 10 мешков, примерно по 1 кг из каждого мешка. При поступлении гипса навалом в вагонах отбирают равные пробы не менее чем из пяти мест вагона (в четырех углах и в центре) из верхнего, среднего и нижнего слоя гипса; в автомобилях — от каждых 2 т примерно по 1 кг.

Отобранные пробы тщательно смешивают, делят на равные части по 5 кг каждая, одну из которых передают в лабораторию на испытание.

При испытании гипса определяют нормальную густоту, сроки схватывания, тонкость помола, предел прочности при сжатии.

Нормальная густота. Определение нормальной густоты гипса производят с помощью вискозиметра Суттарда (рис. 17), представляющего собой медный или латунный цилиндр, имеющий высоту 10,0 см и внутренний диаметр 5,0 см. Цилиндр должен иметь хорошо отполированную внутреннюю поверхность и место соприкосновения со стеклом, на которое он устанавливается при проведении опыта.

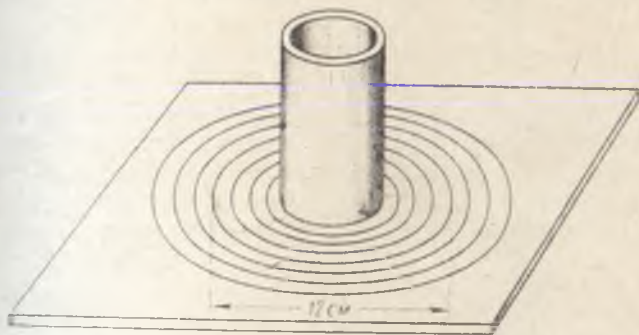


Рис. 17. Прибор Суттарда для определения нормальной густоты гипсового теста

На стекле или на специальной бумаге под стеклом через каждый сантиметр наносят ряд concentрических окружностей с диаметром от 6 до 20 см.

Перед испытанием цилиндр и стекло слегка смачивают чистой водой. Стеклопластинка ставится строго горизонтально и цилиндр устанавливается в центре concentрических окружностей.

Для определения нормальной густоты отвешивают 300 г гипса, который всыпают в чашку с заранее отмеренным количеством воды в пределах от 150 до 200 мл, и быстро размешивают снизу вверх в течение 30 сек до тех пор, пока не получится однородная масса, которую оставляют на 1 мин в спокойном состоянии. Затем, сделав два резких перемешивания, выливают в цилиндр и заглаживают поверхность (на все это затрачивают не

более 30 сек). После этого цилиндр быстрым и строго вертикальным движением поднимают вверх; при этом тесто разливается на стекле в конусообразную лепешку, средний диаметр которой характеризует консистенцию теста.

Нормальной густотой обладает тесто, дающее лепешку со средним диаметром около 12 см.

Если во время опыта диаметр лепешки из гипсового теста будет более 12 см, то опыт повторяют с меньшим количеством воды (на 1—2%). Если диаметр окажется меньше 12 см, то повторяют опыт с большим количеством воды затворения.

Нормальная густота выражается числом кубических сантиметров воды, приходящихся на 100 г гипса.

Кроме этого, существует метод определения нормальной густоты гипсового теста с помощью автоматического капиллярного вискозиметра АКВ-3.

Сроки схватывания. Определение сроков схватывания гипса производят на специальном приборе Вика (рис. 18), который состоит из металлического стержня 1 с указательной стрелкой, свободно перемещающегося в вертикальном направлении около шкалы с делениями от 0 до 40 мм, закрепленной на станине 2. Внизу подвиж-

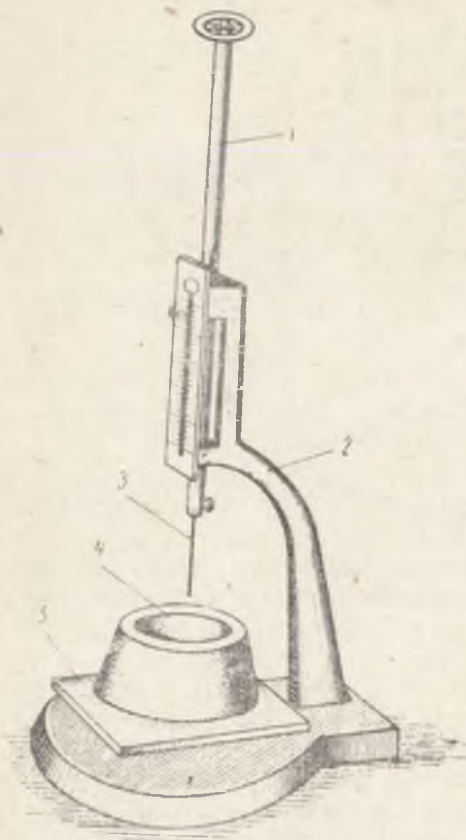


Рис. 18. Прибор Вика для определения сроков схватывания

ного стержня укрепляется стальная игла 3. Вес стержня с иглой должен быть равен 120 г.

Перед началом опыта проверяют положение указательной стрелки, которая должна совпадать с нижними делениями шкалы, когда игла доходит до стекла, помещенного на основание прибора.

Для определения сроков схватывания отвешивают 200 г гипса (отмерив воду в количестве, соответствующем его нормальной густоте), после чего равномерно, в течение 30 сек всыпают его в воду и перемешивают массу в течение 30 сек. Приготовленное тесто быстро вливают в кольцо прибора 4, установленное на стекле 5. Избыток теста срезают и поверхность заглаживают ножом.

Затем кольцо помещают под иглу Вика и опускают последнюю через каждые 30 сек так, чтобы каждый раз игла погружалась в новое место. После каждого погружения иглу тщательно вытирают.

Начало схватывания гипса характеризуется промежутком времени от момента затворения до момента, когда игла не доходит до стекла на 0,5 мм по шкале прибора. Концом схватывания считается промежуток времени от момента затворения до момента, когда игла погружается в тесто не более чем на 0,5 мм.

Начало схватывания гипса должно наступать не ранее 4 мин, а конец схватывания не ранее 6 мин и не позднее 30 мин, после начала затворения гипсового теста.

Тонкость помола. Определение тонкости помола гипса производится следующим образом.

Отвешивают 50 г гипса, предварительно высушенного в сушильном шкафу в течение одного часа при температуре $110 \pm 5^\circ\text{C}$ и просеивают его сквозь сито с сеткой № 02. Просеивание гипса считается законченным, если в течение одной минуты сквозь сито проходит не более 0,1 г гипса, это хорошо заметно, если просеивание вести на лист бумаги черного цвета.

Тонкость помола определяется с точностью до 0,1%. Тонкость помола гипса в процентах вычисляется как удвоенный вес (в г) остатка гипса на сите.

Предел прочности при сжатии. Предел прочности гипса при сжатии определяют испытанием образцов-кубов размером $70 \times 70 \times 70$ мм. Для изготовления трех образцов-кубов отвешивают 1,2 кг гипса, затем в чашку для затворения отмеряют такое количество воды, которое

соответствует нормальной его густоте. Гипс всыпают в воду, перемешивают в течение 30 сек, а затем разливают в разъемные формы, предварительно слегка смазанные машинным маслом и установленные на водонепоглощающие подкладки.

Наполнение всех форм производится одновременно, для чего чашку все время водят над формами, разливая гипс тонкой струей. Поверхность образцов заглаживают ножом. Через 1 ч образцы вынимают из форм и помещают на открытые полки в сухом и теплом помещении. Образцы испытывают через 1, 5 ч от начала затворения. Перед испытанием производится осмотр и измерение образцов. Образец укладывают на опорные подушки пресса так, чтобы сжимающая сила была направлена параллельно слоям укладки гипсового теста в форму и вертикальная ось образца проходила бы через центр шарнира плиты пресса. Нагрузка при испытании должна возрастать непрерывно и равномерно со скоростью 2—3 кг/см² в секунду до разрушения образца.

Предел прочности при сжатии отдельного образца вычисляют как частное от деления величины разрушающей силы на величину рабочей площади грани образца. Предел прочности гипса при сжатии вычисляется с точностью до 1 кг/см² как среднее арифметическое значение результатов трех образцов. Если наименьший результат испытания одного из трех образцов будет отличаться более чем на 20% от следующего большего значения, средний предел прочности вычисляют по двум наибольшим образцам. Проведя лабораторные испытания строительного гипса для оценки его качества, следует руководствоваться данными, приведенными в табл. 13.

Таблица 13

Технические требования к гипсу

Наименование показателей	1 сорт	2 сорт
Тонкость помола—остаток в % по весу на сите № 02, не более	15	30
Предел прочности при сжатии образцов в кг/см ² в возрасте 1,5 ч, не менее	45	35

3. ЦЕМЕНТЫ

К наиболее распространенным неорганическим вяжущим веществам, применяемым в строительстве, относятся портландцемент, шлакопортландцемент и пуццолановый портландцемент.

Портландцемент представляет собой гидравлическое вяжущее вещество, продукт тонкого измельчения клинкера и необходимого количества гипса. Клинкер получается в результате обжига до спекания сырьевой смеси, требуемого надлежащего состава, обеспечивающего преобладание в клинкере силикатов кальция.

В клинкер при его измельчении разрешается вводить активные минеральные добавки в количестве до 15% или инертную добавку до 10% от веса готового цемента.

Разновидностями портландцемента являются пластифицированный, гидрофобный, быстротвердеющий и сульфатостойкий портландцемент.

Шлакопортландцемент представляет собой гидравлическое вяжущее вещество, продукт совместного тонкого измельчения клинкера, необходимого количества гипса и доменного гранулированного шлака или полученное путем тщательного смешения тех же раздельно измельченных материалов.

Величина добавки доменного гранулированного шлака составляет от 20 до 85% от веса готового цемента.

Пуццолановый портландцемент представляет собой гидравлическое вяжущее вещество, продукт совместного тонкого измельчения клинкера, необходимого количества гипса и активной минеральной добавки (трасс, туф, пемза и др.) или полученное путем тщательного смешения тех же раздельно измельченных материалов.

Для оценки качества портландцемента необходимо от каждой партии (размер партии 500 т) отобрать пробу весом в 20 кг.

В зависимости от тары, в которой поступает цемент, проба отбирается: в мешках — по 1 кг из 20 мешков, в контейнерах — по 2 кг от каждых 10 т; навалом — по 1 кг из 20 мест от каждого вагона, автомобильным транспортом — по 1 кг от каждых 10 т.

Отобранную пробу цемента в строительной лаборатории перемешивают и делят на две равные части, одну из

которых подвергают испытаниям, а другую маркируют и хранят в плотно закрытом сосуде в сухом помещении в течение двух месяцев на случай повторного испытания.

При испытании цемента согласно ГОСТ 310—60 «Методы физических и механических испытаний» определяют нормальную густоту и сроки схватывания цементного теста, равномерности изменения объема цемента, тонкости помола, предел прочности при изгибе и сжатии образцов-балочек, изготовленных из цементного раствора.

Определение вида цемента. В том случае, когда отсутствует паспорт на цемент, проверку качества цемента следует начинать с определения его вида. При определении вида цемента прежде всего необходимо установить его цвет. Ориентировочно цвет различных видов цемента следующий: портландцемента — серовато-зеленый разных оттенков; пуццоланового портландцемента — светло-серый или желтоватый; шлакопортландцемента — сероватый с голубым оттенком; глиноземистого цемента — темно-серый, стальной без зеленого оттенка или коричнево-шоколадный.

Затем для окончательного определения вида цемента следует проверить наличие в нем доменного шлака. Для этого определения пробу цемента проверяют на присутствие в ней металлических частиц или на сероводород.

Присутствие металлических частиц в цементе может быть установлено при помощи магнита. При погружении магнита и энергичном перемешивании им цемента попавшие вместе с доменным шлаком металлические частицы притягиваются.

Значительное количество металлических частиц, извлеченных из цемента, может служить верным признаком присутствия в нем шлака.

Проверка пробы цемента на сероводород осуществляется следующим образом. Изготавливают из цементного теста лепешку и на ее поверхность накладывают листок реактивной свинцовой бумаги. Затем немедленно помещают лепешку в пары кипящей воды, закрывают сосуд крышкой и выдерживают там в течение 30 мин. Почернение свинцовой бумаги свидетельствует о наличии шлака. Кроме того, лепешка, изготовленная из шлакопортландцемента, в свежем изломе имеет зеленоватый цвет и издает запах сероводорода.

Основные характеристики цемента

Вид цемента	Нормальная густота це- ментного теста, %	Удельный вес, г/см ³	Объемный вес в рых- лом состо- янии, г/см ³	Цвет и запах прона- ренных образцов	Проба магнитом
Портландцемент	21÷27	3÷3,2	1,1÷1,3	От светло-серого до светло-зеленого; без запаха	Незначительное ко- личество железных частиц
Пуццолановый портландцемент	30÷40	2,7÷2,9	0,9÷1,1	Светло-серый; без запаха	То же
Шлаковый порт- ландцемент	26÷30	2,8÷3	1,1÷1,3	Темно-серый, с сини- ми полосками и пятна- ми; запах сероводорода	Значительное коли- чество железных ча- стиц
Глиноземистый цемент	31÷33	3,1÷3,3	1÷1,3	Серый или коричне- вый; без запаха	Незначительное коли- чество железных частиц

Для определения наличия в цементе природной активной минеральной добавки (трепела, опоки, пемзы и т. д.) может быть применен следующий способ.

В пробирку, наполненную до половины бромформом (удельный вес 2,9) вводят на конце перочинного ножа испытуемый цемент и слегка встряхивают. При этом частицы цементного клинкера тонут, а гидравлическая добавка, имеющая удельный вес меньше 2,9, всплывает на поверхность бромформы. По значительному количеству активной минеральной добавки, скопившейся на поверхности бромформы в виде хлопьев, испытуемый цемент относят к пуццолановому портландцементу.

Отличительными признаками цементов могут также служить удельный и объемный веса и нормальная густота цементного теста.

В табл. 14 приведены обычные границы этих характеристик различных цементов. При этом имеется в виду, что удельный вес, объемный вес и нормальная густота определены при помощи стандартных методов, приведенных ниже.

Нормальная густота цементного теста.

Определение нормальной густоты цементного теста производят при помощи прибора Вика (рис. 18), предназначенного также для определения сроков схватыва-

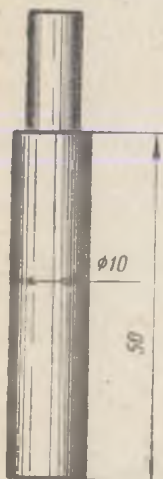


Рис. 19. Пестик для определения нормальной густоты цементного теста

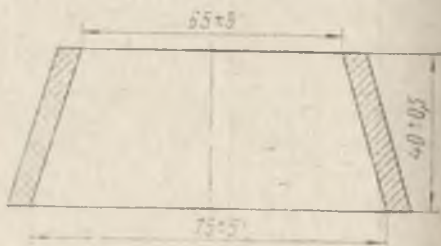


Рис. 20. Кольцо к прибору Вика

ния; только при испытании нормальной густоты цементного теста в этом приборе иглу заменяют металлическим цилиндром (пестиком) с поперечным сечением 1 см^2 (рис. 19).

Вес перемещающегося стержня вместе с пестиком равен 300 ± 2 г. Составной частью прибора является кольцо (рис. 20), изготовленное из латуни или пластмассы.

Затворение цементного теста рекомендуется производить в металлической сферической чашке (рис. 21) с помощью специальной стальной лопаточки (рис. 22).

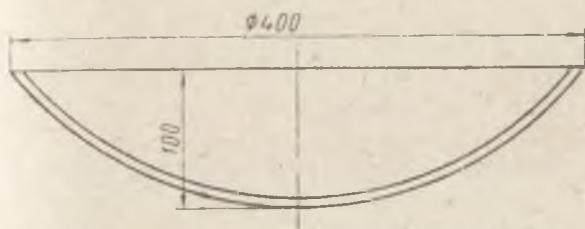


Рис. 21. Чашка для затворения цементного теста

Для определения нормальной густоты цементного теста отвешивают 400 г цемента (с точностью до 1 г), помещают в чашку, делают в цементе углубление, в которое в один прием вливают воду в количестве ориентировочно от 100 до 120 см³.

После добавления воды начинают перемешивание, сначала осторожно, а затем энергично растирая тесто попеременно по взаимно перпендикулярным направлениям при помощи стальной лопатки. Перемешивание продолжают в течение 5 мин с момента приливания воды. По окончании перемешивания тесто переносят в кольцо, несколько раз встряхивают, избыток срезают и кольцо устанавливают под пестик.

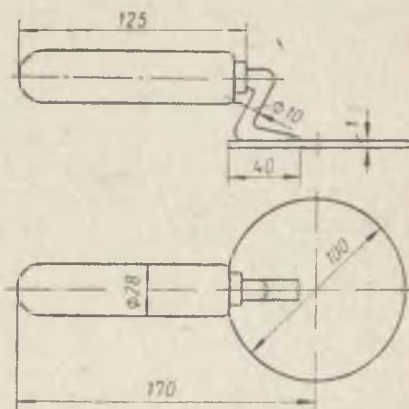


Рис. 22. Лопатка для перемешивания

пестик. Немедленно опускают пестик (измеритель густоты) до соприкосновения с поверхностью теста, а стержень закрепляют винтом; затем закрепляющий винт быстро освобождают и предоставляют возможность изме-

рителю густоты свободно погружаться в тесто. Через 30 сек с момента освобождения стержня производят отсчет погружения по шкале.

Нормальной густотой цементного теста называется такая его консистенция, при которой пестик не доходит до дна кольца на 5—7 мм. Если указатель прибора остановится выше этих цифр, то опыт повторяют с большим количеством воды, а если ниже — с меньшим. Количество добавляемой воды для получения теста нормальной густоты выражается в процентах от веса цемента и определяется с точностью до 0,25%.

Сроки схватывания. Определение сроков схватывания цементного теста производят с помощью прибора Вика, причем пестик заменяется иглой; общий вес подвижного стержня должен равняться 300 г.

Цементное тесто нормальной густоты помещают в кольцо прибора, установленное на стекле, слегка встряхивают для удаления воздуха, избыток теста снимают ножом и поверхность выравнивают.

Установив кольцо на прибор, иглу доводят до соприкосновения с поверхностью теста и закрепляют стержень винтом, после чего освобождают винт и дают игле свободно погрузиться в тесто.

Погружать иглу необходимо через каждые 5 мин при определении начала схватывания, и через каждые 15 мин — в последующее время до конца схватывания. За начало схватывания принимают промежуток времени, истекший с момента затворения до момента, когда игла не доходит до дна (стекла) на 1—2 мм; за конец схватывания принимают промежуток времени от момента затворения до момента, когда игла погружается в тесто не более чем на 1 мм.

Начало схватывания должно наступать не ранее чем через 45 мин, а конец схватывания — не позднее 12 ч от начала затворения.

Равномерность измерения объема. Это определение производят на лепешках диаметром 7—8 см и толщиной в средней части 1 см.

Для изготовления лепешек берут 300 г цемента и из него приготавливают тесто нормальной густоты, затем отвешивают четыре навески по 75 г каждая. Из этих навесок руками скатывают шарики, которые помещают на стеклянные пластинки, протертые машинным маслом, за-

тем производят встряхивание пластинок о край стола до получения лепешек заданного диаметра.

Для получения у лепешек острых краев их поверхность сглаживают мокрым ножом от краев к центру.

Приготовленные лепешки в течение 24 ± 2 ч с момента изготовления хранят в ванне с гидравлическим затвором (рис. 23) при температуре $20 \pm 5^\circ\text{C}$, после чего испытывают следующим образом.

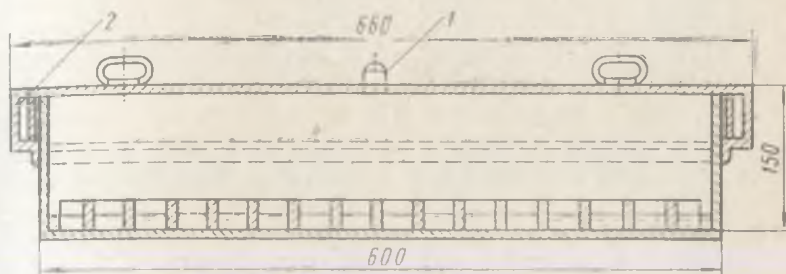


Рис. 23. Ванна с гидравлическим затвором:

1 — пробка; 2 — гидравлический затвор

Четыре лепешки снимают со стеклянных пластинок и кладут на решетчатую полку специального бачка (рис. 24). Затем бачок заполняют водой так, чтобы уровень ее покрывал лепешки на $4 \div 6$ см. Воду в бачке доводят до кипения, которое поддерживают в течение 4 ч, после чего ей дают остыть до температуры $20 \pm 5^\circ\text{C}$, а затем лепешки

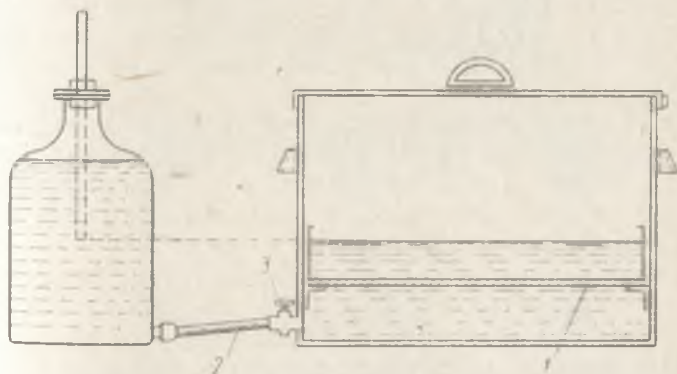


Рис. 24. Бачок для испытаний кипячением и пропариванием:

1 — решетка; 2 — резиновая трубка; 3 — кран

вынимают из бачка и тщательно осматривают. Далее две лепешки, выдержавшие испытание кипячением, переносят в автоклав, предварительно наполненный водой на $1/6$ своего объема. Лепешки укладывают на сетку металлической этажерки с таким расчетом, чтобы вода не соприкасалась с ними. Автоклав наглухо закрывают крышкой и открывают клапан для выпуска из него воздуха, включают нагревательный прибор, при помощи которого разогревают воду. Когда из клапана покажется струйка пара, клапан закрывают, но воду в автоклаве продолжают нагревать. Давление пара в автоклаве поднимают до $20 \pm 0,5$ *ати* в течение 1,5—2 *ч* и поддерживают его на таком уровне в течение 3 *ч*. По истечении этого времени нагревательный прибор отключают и, слегка приоткрывая клапан, в течение 1 *ч* снижают давление до нормального. После того как вода остынет, автоклав открывают, вынимают из него лепешки и сейчас же осматривают.

Цемент признается доброкачественным, если на лицевой стороне лепешек, подвергнутых испытаниям, как в автоклаве, так и при кипячении, нет радиальных,ходящих до краев трещин или сетки мелких трещин, видимых в лупу или невооруженным глазом, а также каких либо искривлений (рис. 25).

Тонкость помола. Определение тонкости помола производят на приборе для механического просеивания, состоящем из цилиндра с натянутой сеткой № 008, донышка и крышки.

Навеску цемента в 50 *г*, высушенного в сушильном шкафу в течение 1 *ч* при $110 \pm 5^\circ\text{C}$, помещают в прибор и, закрыв верхнее сито крышкой, просеивают, встряхивая прибор в наклонном положении и постепенно поворачивая его на полный оборот вокруг вертикальности. Просеивание продолжается 12—15 *мин* и считается законченным если в течение 1 *мин* контрольного ручного просеивания на листок бумаги через сито проходит не более 0,05 *г* цемента.

Результатами определения являются количество цемента в процентах, прошедшего через сито № 008, величина которого должна быть не менее 85% от веса пробы.

Одновременно с ситовым анализом вяжущих материалов в лабораторной практике применяют метод контроля тонкости помола цемента по суммарной поверхности всех его частиц в навеске, равной 1 *г*. Для этой цели

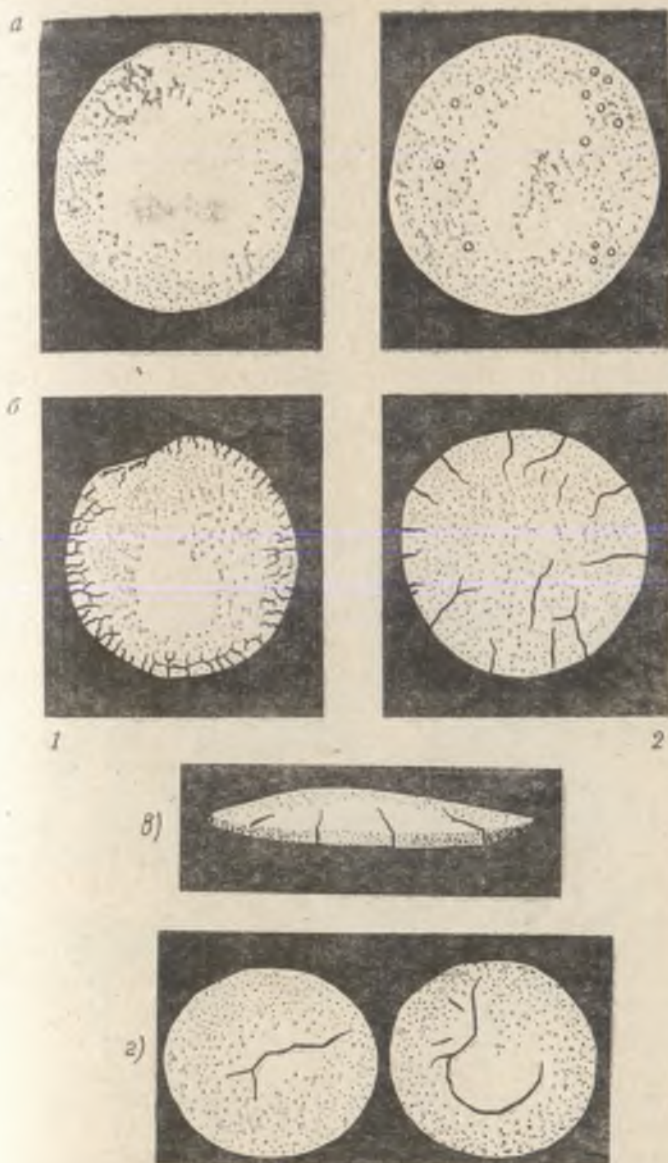


Рис. 25. Образцы цемента при испытании на равномерность изменения объема:

а — лепешки, выдержавшие испытания на равномерность изменения объема; б — лепешки, не выдержавшие испытания на равномерность изменения объема: 1 — разрушение; 2 — радиальные трещины; б1 — лепешки, невыдержавшая испытания на равномерность изменения объема — искривление; б2 — лепешки, выдержавшие испытания на равномерность изменения объема — трещины усыхания

служат различные приборы, как, например, прибор Гипроцемента Т-3, ПСХ-2 и др.

Удельный и объемный веса. Удельный вес определяют на приборе Ле-Шателье-Кадло, который наполняют безводным бензином или керосином (см. гл. I). Объемный вес цемента определяют как для сыпучих материалов по методике, приведенной в гл. IV.

Испытание цементных растворов пластичной консистенции. В соответствии с требованиями ГОСТ 310—60 механические свойства цементов характеризуются величиной предела прочности при изгибе и величиной предела прочности при сжатии. Для определения этих величин изготавливают из цементного раствора состава 1:3 по весу (цемент и стандартный вольский песок) образцы в виде балочек.

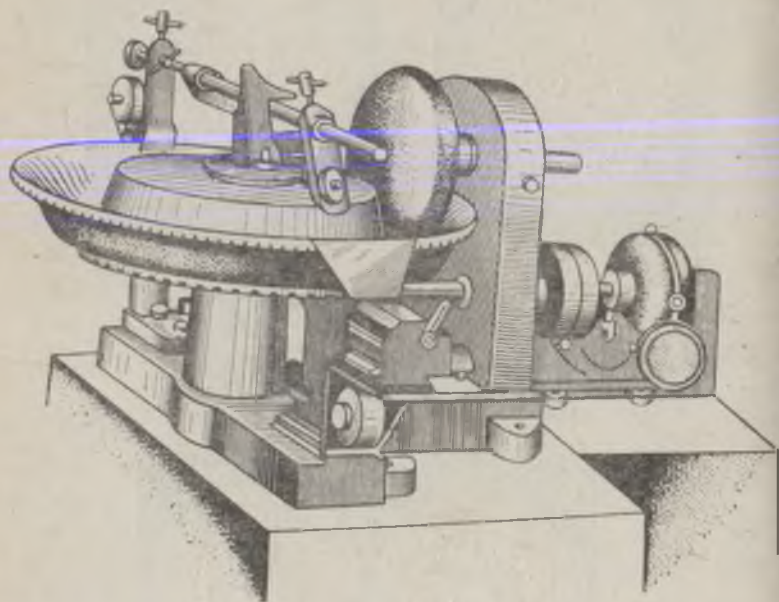


Рис. 26. Лабораторная мешалка для перемешивания раствора

Нормальную густоту раствора пластичной консистенции определяют по распылу конуса на встряхивающем столике.

Для установления необходимого количества воды затворения раствора нормальной густоты отвешивают

500 г цемента и 1 500 г нормального вольского песка, помещают в сферическую чашку и перемешивают всухую смесь в течение 1 мин. Затем в центре сухой смеси делают лунку и вливают в нее воду в количестве 40% от веса цемента, после чего снова в течение 1 мин перемешивают

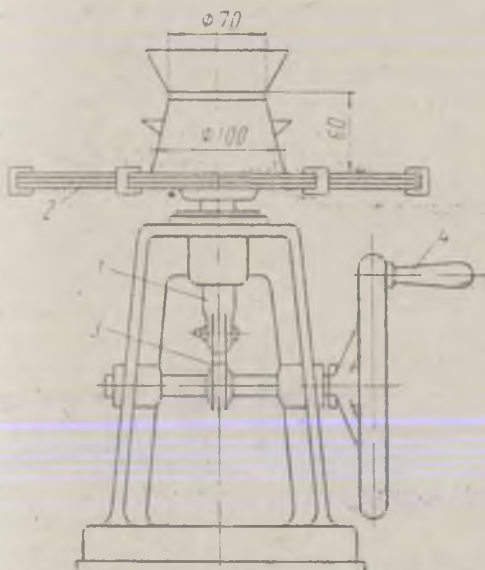


Рис. 27. Встряхивающий столик с конусом для определения нормальной густоты пластичного раствора:

1 — толчок; 2 — площадка; 3 — подъемный кулачок; 4 — рукоятка для вращения подъемного кулачка

смесь. Раствор переносят в мешалку (рис. 26) и перемешивают в ней в течение 2,5 мин, что соответствует 20 оборотам мешалки.

Приготовленный раствор переносят в конус, установленный на встряхивающем столике (рис. 27). Наполнение конуса производят в два приема слоями равной толщины, причем нижний слой уплотняют 15 нажимами шпателя, а верхний — 10 нажимами. После уплотнения излишек раствора удаляют, а конус медленно поднимают вертикально вверх, после чего делают 30 встряхиваний столика за 30 сек и производят измерение величины расплыва конуса в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

За нормальную густоту пластичного раствора принимается такая его консистенция, при которой расплыв конуса после 30 встряхиваний столика составляет 105—110 мм. Если расплыв конуса меньше 105 мм или больше 110 мм, то готовится новый раствор с большим или соответственно меньшим количеством воды.

Предел прочности при сжатии и изгибе определяется на образцах-балочках размером 40×40×160 мм. На каждый срок испытания изготавливают три образца, для чего

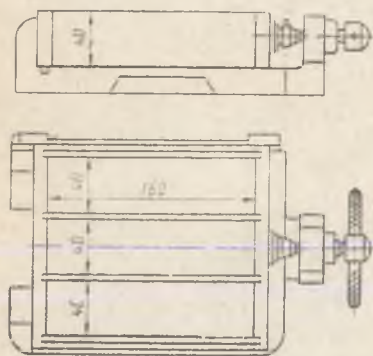


Рис. 28. Разъемная форма для изготовления образцов-балочек

используют форму, изображенную на рис. 28. Форму тщательно собирают, смазывая ее внутри машинным маслом. Затем закрепляют на форме специальную насадку.

Раствор для трех образцов изготавливается так же и в таком же количестве, как и для определения нормальной густоты.

Для уплотнения раствора подготовленные формы закрепляют на стандартной виброплощадке.

Формы наполняют приблизительно на 1 см раствором и включают виброплощадку, а затем в течение 2 мин вибрации все три гнезда формы равномерно, небольшими порциями заполняют с некоторым избытком раствора. По истечении 3 мин (от начала вибрации) виброплощадка выключается и с нее снимается форма. Затем срезают ножом излишек раствора, заглаживают поверхность образцов вровень с краями формы и маркируют их.

Формы в течение 24 ± 2 ч хранят в ванне с гидравлическим затвором, а затем образцы извлекают из форм и опускают в воду, где их хранят до момента испытания. Воду в ванне меняют через каждые 14 дней.

По истечении срока хранения образцы вынимают из воды, вытирают и немедленно подвергают испытанию.

Испытание образцов-балочек на изгиб осуществляется на рычажном приборе типа Михаэлиса (рис. 29), у которого захваты для восьмерок заменены

специальным приспособлением. Это приспособление для испытания образцов на изгиб должно быть таким, чтобы опорные и передающие нагрузку валики были между собой параллельны. Передающий нагрузку валик располагается в средней плоскости между опорами.

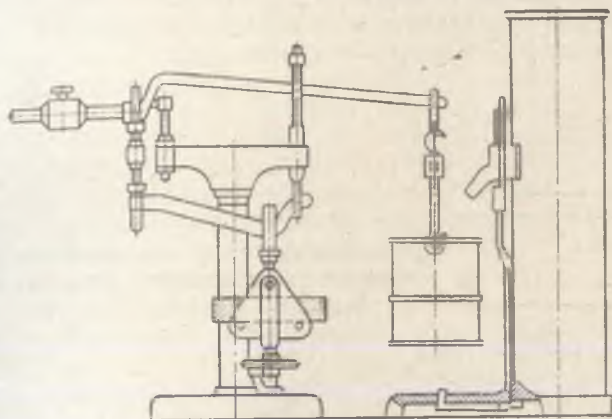


Рис. 29. Рычажный прибор с приспособлением для испытания балочек на изгиб

Расстояние между центрами опорных валиков 100 мм, а их диаметр — 10 мм. Приспособление для удерживания передающего нагрузку валика должно иметь шаровую опору. Образцы-балочки помещают на опорах изгибающего устройства таким образом, чтобы те грани, которые были при изготовлении горизонтальными, в приборе находились в вертикальном положении.

После установки образца нагружают ведро дробью из бункера прибора, при этом скорость нагружения (количество дроби, высыпавшейся из бункера в сек) должна быть 100 ± 10 г. Когда вес дроби вместе с ведром достигнет величины разрушающего груза, образец ломается, а ведро, упав на педаль бункера, прекращает поступление дроби. Ведро с дробью взвешивают с точностью до 10 г.

Предел прочности при изгибе $R_{изг}$ каждого образца в $кг/см^2$ вычисляют по формуле

$$R_{изг} = \frac{3Pl}{2bh^2} k,$$

где P — вес ведерка с дробью, кг ;
 l — расстояние между опорами, см ;
 b — ширина образца, см ;
 h — высота образца, см ;
 k — коэффициент, определяемый соотношением плеч рычагов прибора.

Предел прочности при изгибе цементного раствора вычисляют как среднее арифметическое из двух наибольших результатов испытания трех образцов.

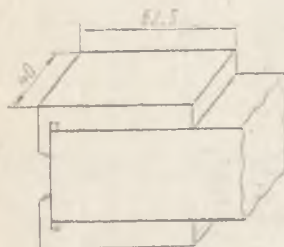


Рис. 30. Расположение металлических пластинок при испытании половинок балочек на сжатие

Испытание половинок балочек на сжатие осуществляется на гидравлическом прессе с максимальным усилием не более 15 Т. Для передачи нагрузки на половинки балочек принимают плоские стальные шлифованные пластинки размером $40 \times 62,5 \text{ мм}$ с площадью 25 см^2 .

Каждую половину балочки помещают между двумя пластинками таким образом, чтобы боковые грани, которые при изготовлении прилегали к продольным стенкам формы, совпадали с рабочими поверхностями пластинок (рис. 30), а упоры пластинок плотно прилегали к торцовой гладкой стенке образца. При испытании образца на сжатие скорость увеличения нагрузки должна быть около 500 кг в сек .

Предел прочности при сжатии $R_{\text{сж}}$ ($\text{кг}/\text{см}^2$) каждого образца вычисляют по формуле

$$R_{\text{сж}} = \frac{P}{F},$$

где P — разрушающая нагрузка, кг ;
 F — площадь грани, см^2 (в данном случае 25 см^2).

Предел прочности при сжатии цементного раствора вычисляют как среднее арифметическое значение из четырех наибольших результатов испытания трех образцов.

Предел прочности при сжатии образцов раствора жесткой консистенции. Многие лаборатории институтов и строительных организаций оснащены оборудованием для определения предела прочности при сжатии образцов из

раствора жесткой консистенции, поэтому студентов необходимо ознакомить с этим испытанием.

Для этого изготавливают образцы из цементного раствора жесткой консистенции состава 1 : 3 (цемент и стандартный вольский песок) по весу в виде кубиков размером $70,7 \times 70,7 \times 70,7$ мм — для испытания на сжатие.

Аппаратура для физико-механических испытаний цемента должна соответствовать указаниям действующего стандарта и проверяться не реже одного раза в 6 месяцев.

Отвешивают 500 г цемента и 1500 г стандартного вольского песка и насухо перемешивают в стальной чаше в течение 1 мин, затем в смесь добавляют воду, количество которой (нормальную густоту) подсчитывают по формулам:

для портландцемента $B = \frac{P}{4} + 0,2$,

для пуццоланового портландцемента $B = \frac{P}{4} + 0,8$,

для шлакопортландцемента $B = \frac{P}{4} + 1$,

где B — количество воды (%) для нормальной густоты цементного раствора (процент воды от смеси цемента и песка в сухом состоянии);

P — количество воды (%) для нормальной густоты цементного теста (процент воды от веса цемента).

Раствор вновь перемешивают в течение 1 мин и переносят в мешалку (рис. 26), где еще перемешивают 2,5 мин при скорости вращения чаши 8 об/мин. Перемешивание автоматически прекращается после 20 оборотов мешалки.

Обычно образцы изготавливают на три срока испытания по 3 куба на каждый срок. Приготовленный раствор распределяют в металлические формы с насадками для кубов (рис. 31) порциями по 860 г.

Уплотняют образцы трамбованием на копрах (рис. 32) из расчета 1 кГм работы на 10 Г сухой смеси. Трамбование при изготовлении кубов производится 53 ударами бабы весом 3 кГ при высоте падения 0,5 м.

После окончания трамбования поверхность образцов выравнивают ножом с верхними краями формы. Затем формы с образцами осторожно снимают с подставки, помещают на стеклянные или металлические пластинки,

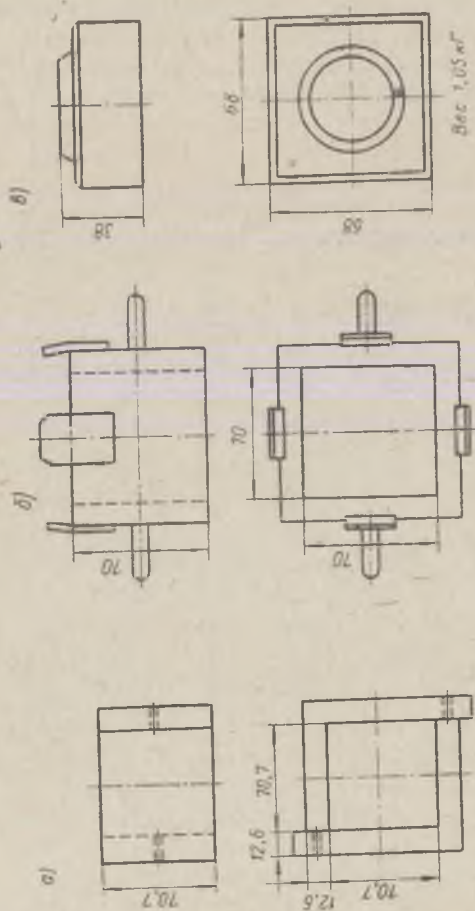


Рис. 31. Форма для изготовления образцов-кубов:
а — форма; б — насадка; в — сердечник

слегка протертые машинным маслом, нумеруют тушью и немедленно погружают в ванну с гидравлическим затвором. После суточного хранения в ванне образцы вынимают из форм и помещают в бассейн или ящик с водой. Вода, в которой хранятся образцы, должна иметь температуру $20 \pm 3^\circ\text{C}$; смена воды производится не реже 1 раза в 14 дней.

По истечении срока хранения образцы вынимают из воды, насухо вытирают и немедленно испытывают.

Испытание на сжатие производят на гидравлическом прессе мощностью не более 60 Т, причем скорость нарастания нагрузки должна быть в среднем 20 кг/см^2 в сек.

Предел прочности при сжатии определяют как среднее арифметическое из двух наибольших результатов испытания. Расчет производится по формуле

$$R_{\text{сж}} = \frac{P}{F},$$

где $R_{\text{сж}}$ — предел прочности при сжатии,
 кг/см^2 ;

P — разрушающая нагрузка, кг ;

F — площадь сечения образца (в данном случае 50 см^2), см^2 .

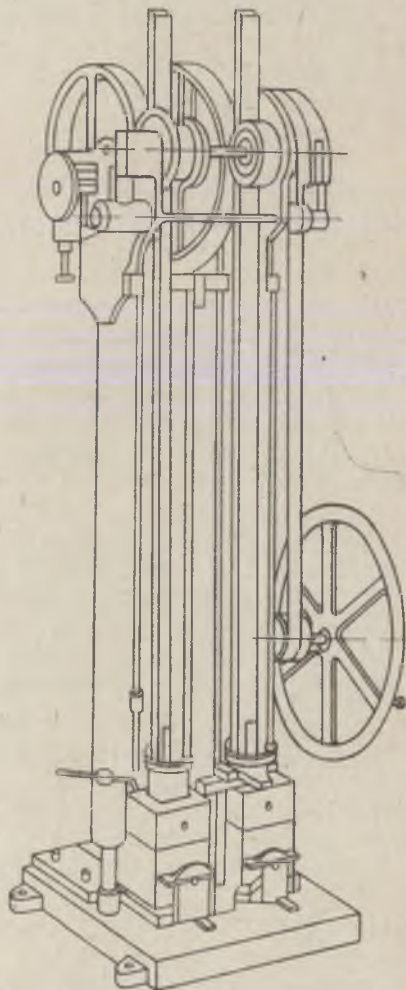


Рис. 32. Двубойный копер для трамбования цементно-песчаных образцов

Предел прочности при сжатии образцов из цементного раствора состава 1 : 3, испытанных в возрасте 28 суток, определяет марку цемента (активность).

Ускоренное определение активности цемента (Метод ЦНИПС-2). При отсутствии оборудования для стандартного испытания или при необходимости срочного определения активности цемента можно применять ускоренный метод ЦНИПС-2, но он не может заменить испытания цемента по ГОСТ 310—60.

Вид цемента устанавливают путем сопоставления пробы доставленного в строительную лабораторию цемента с основными характеристиками наиболее распространенных цементах, пользуясь табл. 14.

Нормальную густоту, сроки схватывания и равномерность изменения объема цемента определяют согласно ГОСТ 310—60.

Для определения активности цемента отвешивают 200 г его и готовят тесто нормальной густоты, которое укладывают в 2 формы, имеющие по 6 ячеек размером $20 \times 20 \times 20$ (рис. 33). Каждую форму устанавливают на встряхивающий столик, производят 25 встряхиваний, после чего поверхность кубиков сглаживают ножом, а форму накрывают крышкой, которую стягивают с основанием формы болтами. Обе заполненные цементным тестом формы помещают во влажную среду с температурой $20 \pm 2^\circ\text{C}$ и выдерживают в ней в течение 20 ч. Через 20 ч одну из форм помещают в бак с водой комнатной температуры на специальную подставку, расположенную выше уровня поверхности воды. Воду в баке доводят до кипения и производят пропаривание в течение 4 ч, после чего форму извлекают из бака и охлаждают при комнатной температуре в течение 1 ч; затем раскрывают и образцы после измерения и взвешивания испытывают на сжатие. Одновременно извлекают образцы из другой формы, хранившейся во влажной среде, которые после обмера и взвешивания также испытывают на сжатие.

Испытание на сжатие должно производиться на гидравлическом прессе небольшой мощности (до 10 Т) со скоростью нарастания нагрузки не более $2\text{—}3 \text{ кг/см}^2$ в сек; кубики при испытании устанавливают так, чтобы направление разрушающего усилия было параллельно слою укладки.

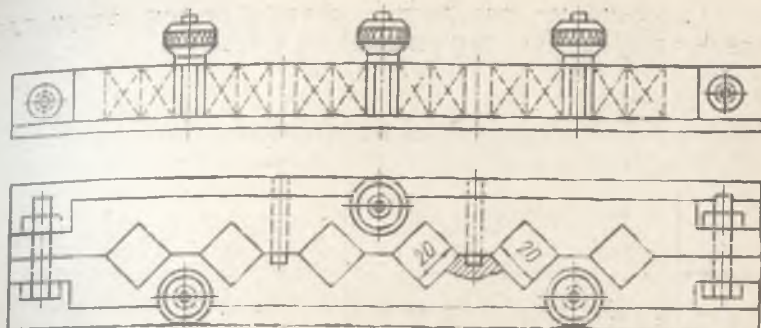


Рис. 33. Форма для изготовления цементных образцов размером 20×20×20 мм

Для каждой серии образцов (6 кубиков) средний предел прочности при сжатии вычисляют из 4 наибольших в данной серии результатов. Из средних результатов испытания пропаренных образцов $R_{\text{проп}}$ и образцов, хранившихся во влажной среде $R_{\text{норм}}$, выводят отношение

$$\eta = \frac{R_{\text{проп}}}{R_{\text{норм}}},$$

в соответствии с которым по графику (рис. 34) устанавливают переходной коэффициент от ускоренного испытания к испытаниям по ГОСТу.

Таким образом, приближенное значение активности (марки) цемента определяют по формуле

$$R_{\text{ц}}^{\text{гост}} = k R_{\text{проп}}^*.$$

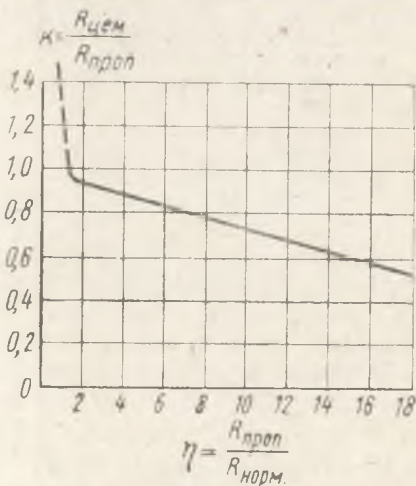


Рис. 34. График для определения переходного коэффициента от ускоренного испытания к нормальному

* Для установления активности цемента по ГОСТ 10178 полученное значение следует умножить на 0,8 (для портландцементов) и на 0,7 (для пуццолановых портландцементов и шлакопортландцементов).

насыпают в бюкс или фарфоровую чашку, высушивают в сушильном шкафу до постоянного веса при температуре $110 \pm 5^\circ\text{C}$. Затем бюкс с песком охлаждают до комнатной температуры в эксикаторе над концентрированной серной кислотой или над безводным хлористым кальцием. Из высушенного песка отвешивают две навески весом по 10 г каждая (g), всыпают их в два чистых высушенных пикнометра.

Оба пикнометра с навесками заливают до половины дистиллированной водой, переносят в песчаную или в водяную баню, устанавливают в несколько наклонном положении и нагревают до слабого кипения, которое поддерживают в течение 20 мин. После этого, охладив пикнометры с их содержимым, вливают в каждый из них до метки дистиллированную воду, а затем взвешивают. Далее пикнометры очищают от всего содержимого, наполняют только дистиллированной водой точно до метки и опять взвешивают. Зная вес навески g , вес пикнометра с навеской и водой g_1 и вес пикнометра только с водой g_2 , вычисляют величину удельного веса песка γ_y (г/см^3) с точностью до $0,01 \text{ г/см}^3$ по формуле

$$\gamma_y = \frac{g}{g - g_1 + g_2}.$$

Определение считают законченным, если расхождение между двумя результатами не превысит $0,02 \text{ г/см}^3$. При больших расхождениях удельный вес песка определяют вторично.

Удельный вес песка вычисляют как среднее арифметическое определение удельного веса обеих навесок.

Объемный насыпной вес песка. Объемный насыпной вес песка следует определять при расчете состава бетона, а также для расчетов, связанных с перевозкой песка, проектирования складов и т. д.

Объемный вес песка в сухом состоянии определяют следующим образом.

Среднюю пробу в количестве около 5 кг высушивают в сушильном шкафу при температуре $110 \pm 5^\circ\text{C}$ до постоянного веса и просеивают сквозь сито с круглыми отверстиями размером 5 мм. Затем охлажденный песок всыпают при помощи металлического совка с высоты 10 см в предварительно взвешенный мерный сосуд емкостью 1 л.

Когда сосуд полностью заполнен, избыток песка осторожно удаляют деревянной или металлической линейкой без толчков и встряхиваний. После этого сосуд с песком взвешивают и вычисляют объемный насыпной вес γ_n (кг/м³) по формуле

$$\gamma_n = \frac{g_1 - g_2}{V},$$

где g_1 — вес мерного сосуда с песком, кг;
 g_2 — вес сосуда, кг;
 V — объем сосуда, м³.

Испытание повторяют не менее трех раз и окончательный результат вычисляют как среднее арифметическое из показаний трех определений.

Насыпной вес песка в состоянии естественной влажности определяют так же, как и сухого песка, только не производят предварительного просушивания средней пробы.

Объем пустот в песке. При определении пустотности песка в расчет принимают объемный насыпной и удельный вес его.

Пустотность $V_{\text{пуст}}$ вычисляют по следующей формуле, %:

$$V_{\text{пуст}} = \left(1 - \frac{\gamma_n}{\gamma_y \cdot 1000} \right) \cdot 100,$$

где γ_n — объемный насыпной вес песка в сухом состоянии, кг/м³;

γ_y — удельный вес песка, г/см³.

Влажность. Для определения влажности отвешивают 1 кг песка с точностью до 1 г, помещают на плоский сосуд и высушивают в сушильном шкафу при температуре $110 \pm 5^\circ\text{C}$ до постоянного веса. В процессе высушивания необходимо через каждые 30 мин песок перемешивать.

После достижения постоянного веса песок охлаждают и взвешивают. Влажность песка W вычисляют по формуле, %:

$$W = \frac{g_1 - g_2}{g_2} \cdot 100,$$

где g_1 — вес влажного песка, г;
 g_2 — вес сухого песка, г.

Очень удобно определение влажности песка производить электрическим влагомером типа ВП-2, разработанным в институте ВНИИжелезобетон.

Зерновой состав песка. Для определения зернового состава песка от средней пробы предварительно высушенного песка отбирают часть и просеивают сквозь сита с круглыми отверстиями размером 10 и 5 мм. Остатки на этих ситах взвешивают и вычисляют процентное содержание в песке зерен гравия крупностью 5—10 мм и выше.

Из пробы песка, прошедшего сквозь указанные выше сита, отвешивают 1 кг песка и просеивают его последовательно сквозь набор сит с отверстиями размером 2,5 мм и с сетками 1,25; 0,63; 0,315 и 0,14.

Остаток на каждом сите взвешивают и вычисляют его величину в процентах по отношению к навеске — такие остатки называются **частными**; затем вычисляют так называемые полные остатки для каждого сита, которые складываются из суммы частных остатков на всех более крупных ситах плюс частный остаток на данном сите. Запись ведут по следующей форме (табл. 16).

Т а б л и ц а 16

Форма записи при определении зернового состава песка

Остатки на ситах, %	Размеры ячеек, мм					Прошло через сито № 014
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	
Частные . . .	20,1	19,3	31,6	19,9	9,2	0,9
Полные . . .	20,1	39,4	70,0	89,9	99,1	—

Для оценки зернового состава песка и его пригодности для изготовления бетона результаты просеивания (по полным остаткам) наносят на график (рис. 35), установленный ГОСТ 10268—62 «Заполнители для тяжелого бетона».

Песок считается пригодным для приготовления бетона, если кривая зернового состава его располагается в пределах заштрихованной площади.

Для числовой характеристики крупности песка применяют модуль крупности M_k , означающий сумму полных остатков в процентах на ситах, деленную на 100.

$$M_k = \frac{A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,63} + A_{0,315} + A_{0,14}}{100},$$

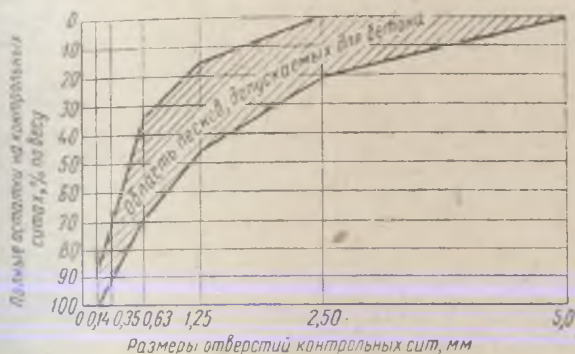


Рис. 35. График зернового состава песка

где $A_{2,5}$, $A_{1,25}$, $A_{0,63}$, $A_{0,315}$, $A_{0,14}$ — полные остатки на ситах, %.

Для указанного выше зернового состава песка модуль крупности

$$M_k = \frac{20,1 + 39,4 + 70,0 + 89,9 + 99,1}{100} = 3,18.$$

Кроме модуля крупности, качество песка характеризуют полный остаток на сите № 063, его удельная поверхность S и проход через сито № 014.

Природный песок в зависимости от зернового состава согласно ГОСТ 8736—62 «Песок для строительных работ» разделяется на 4 группы (см. табл. 17).

Характеризуя по зерновому составу качество песка, необходимо учитывать следующее: в песке, предназначенном для бетонов и растворов, наличие зерен гравия или щебня размером более 10 мм не допускается, а наличие зерен размером от 5 до 10 мм допустимо в количестве не более 5% по весу; в песке, предназначенном для бетонов, содержание зерен, проходящих сквозь сито № 014, не должно превышать 10%, а для растворов — 20% по весу.

Т а б л и ц а 17

Характеристика зернового состава песка

Группа песка	Полный остаток на сите № 063, % по весу	Модуль крупности, M_k	Удельная поверх- ность, s , $см^2/г$	Проход че- рез сито № 014, % по весу
Крупный .	Более 50	Более 2,5	—	До 10
Средний . .	От 35 до 50	2,5÷2,0	—	До 10
Мелкий . .	—	Менее 2,0	100—200	До 15
Очень мел- кий	—	—	201—300	До 20

Содержание в песке глинистых и пылевидных частиц.

Для определения в песке суммарного содержания глинистых, илистых и пылевидных частиц отвешивают 1 кг песка, высушенного до постоянного веса и просеянного через сито с отверстиями размером 5 мм. Эту навеску помещают в стеклянный или металлический сосуд и заливают водой с таким расчетом, чтобы в сосуде над песком был слой воды высотой не менее 20 см. Затем стеклянной палочкой энергично перемешивают содержимое сосуда, дают отстояться 2 мин и осторожно сливают мутную воду, после чего наливают новую порцию воды, перемешивают, дают отстояться в течение 2 мин и снова осторожно сливают воду. Эти операции повторяют до тех пор, пока вода после перемешивания не станет чистой и прозрачной; тогда воду сливают, песок высушивают и до постоянного веса и взвешивают.

Содержание в песке глины, ила и пыли, $P(\%)$ вычисляют по формуле

$$P = \frac{g_1 - g_2}{g_1} \cdot 100,$$

где g_1 — вес песка до промывки, г;

g_2 — вес песка после промывки, г.

Определение следует проводить дважды и за окончательный результат принимать среднее арифметическое двух определений.

Количество глинистых, илистых и пылевидных частиц, определяемых отмучиванием, не должно превышать (по весу) в песке для бетонов 3%, а для кладочных растворов — 10%.

Содержание в песке органических примесей. Наличие в песке органических примесей (гумусовых и др.) оказывает отрицательное воздействие на качество бетона, так как эти примеси выделяют органические кислоты, которые разрушают цементный камень и тем самым снижают прочность бетона.

Степень загрязненности песка органическими примесями определяют методом окрашивания (колориметрическая проба).

Испытываемый песок в воздушносухом состоянии насыпают при легком постукивании в стеклянный мерный цилиндр емкостью 250 мл до отметки 130 мл и заливают 3-процентным раствором едкого натрия NaOH до отметки 200 мл. После энергичного взбалтывания содержимое цилиндра оставляют в покое на 24 ч и по истечении этого срока сравнивают цвет раствора над песком с цветом эталона.

В сомнительных случаях рекомендуется испытываемую пробу подогреть (в цилиндре) на водяной бане в течение 2—3 ч при температуре $60 \div 70^\circ\text{C}$ и после охлаждения снова сравнить с эталоном.

Эталон изготавливают следующим образом. Приготавливают 2-процентный раствор танина в 1-процентном растворе алкоголя и берут 2,5 мл этого раствора на 97,5 мл 3-процентного раствора едкого натра. Полученную смесь наливают в мерный цилиндр емкостью 250 мл, взбалтывают и оставляют в покое на 24 ч. Эталон должен применяться в свежеприготовленном виде.

В случае получения окраски темнее цвета эталона необходимо произвести механическое испытание раствора или бетона с испытуемым заполнителем, взятым без промывки, и с заполнителем, промытым известковым молоком, а затем водой.

2. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЩЕБНЯ И ГРАВИЯ

Удельный вес. Удельный вес щебня (гравия) определяют по исходной горной породе. Для этого из средней пробы берут два куска, наиболее типичных для всей

породы, весом не менее 100 г каждый. Эти куски очищают от пыли и поверхностных загрязнений, а затем измельчают и перемешивают.

Из полученной смеси на технических весах отвешивают навеску в 30 г, которую измельчают в чугунной или фарфоровой ступке в порошок и просеивают через сито № 014. Просев помещают в бюкс и высушивают до постоянного веса.

Из высушенного порошка отвешивают две навески по 10 г каждая и производят определение удельного веса по методике, изложенной на стр. 87.

Объемный насыпной вес щебня (гравия). Для определения объемного насыпного веса щебня или гравия его высушивают до постоянного веса, после чего насыпают совком с высоты 10 см в предварительно взвешенный мерный цилиндр до образования над верхом цилиндра некоторого избытка в виде конуса. Для щебня и гравия крупностью до 40 мм берут цилиндр емкостью 10 л, а при крупности их более 40 мм — емкостью 20 л.

Затем избыток щебня (гравия) срезают вровень с краями цилиндра металлической линейкой и взвешивают цилиндр с заполнителем.

Объемный насыпной вес γ_n щебня (гравия) определяют по формуле

$$\gamma_n = \frac{g_2 - g_1}{V} \text{ кг/м}^3,$$

где g_1 — вес цилиндра, кг;

g_2 — вес цилиндра с заполнителем, кг;

V — объем цилиндра, м³.

Определение объемного насыпного веса производят три раза, при этом каждый раз берут новую порцию щебня (гравия), а его величину вычисляют как среднее арифметическое результатов трех определений.

Определение объемного веса исходной горной породы щебня производят согласно методике, изложенной в гл. I на стр. 5.

Пустотность. Определение пустотности $V_{\text{пуст}}$ крупного заполнителя в процентах производят на основании предварительно установленных удельного и объемного веса щебня (гравия) по формуле

$$V_{\text{пуст}} = \left(1 - \frac{\gamma_n}{\gamma_y \cdot 1000}\right) \cdot 100,$$

где γ_y — удельный вес щебня (гравия), $г/см^3$;
 γ_n — объемный (насыпной) вес щебня (гравия), $кг/м^3$.

Кроме того, пустотность крупного заполнителя определяют непосредственным измерением.

В металлический сосуд емкостью 10 л укладывают с избытком насыщенный водой крупный заполнитель, причем укладываемый щебень (гравий) штыкуют стальным стержнем в два слоя, примерно равные по высоте, или вибрируют на лабораторном вибростоле. Насыщение щебня (гравия) водой производят в течение одних суток. Затем избыток щебня (гравия) срезают вровень с краями сосуда, покрывают сосуд мелкой сеткой и, оставив его на 30 мин в спокойном состоянии, опрокидывают, позволяя излишней воде выливаться тоже в течение 30 мин.

После этого сосуд с щебнем (гравием) взвешивают, наливают в него воду вровень с верхним краем и снова взвешивают.

Объем пустот V_n в процентах вычисляют по формуле

$$V_n = \frac{g_1 - g_2}{V} \cdot 100,$$

где g_1 — вес сосуда с щебнем (гравием) и водой, $кг$;
 g_2 — вес сосуда с щебнем (гравием) без воды, $кг$;
 V — объем сосуда, л.

Испытание производят два раза и за окончательный результат принимают среднее арифметическое двух определений.

Влажность и водопоглощение. Влажность крупного заполнителя определяют высушиванием при температуре $110 \pm 5^\circ C$ до постоянного веса навески щебня (гравия) в количестве 3 кг.

Водопоглощение щебня (гравия) определяют следующим образом. От средней пробы щебня (гравия) отбирают навеску в количестве 3 кг, которую очищают от пыли и высушивают до постоянного веса. Затем щебень (гравий) насыщают водой при комнатной температуре в течение 48 ч и следят, чтобы уровень воды над поверхностью щебня был не менее 2 см. После насыщения удаляют излишнюю влагу мягкой тканью и пробу немедленно взвешивают.

Водопоглощение $W_{\text{полг}}$ (%) по весу определяют по формуле

$$W_{\text{полг}} = \frac{g_2 - g_1}{g_1} \cdot 100,$$

где g_1 — вес сухого щебня (гравия), кг.

g_2 — вес насыщенного водой щебня (гравия), кг.

Зерновой состав щебня (гравия). Для определения зернового состава щебня (гравия) от его средней пробы отбирают навеску весом 10 кг, которую промывают, высушивают до постоянного веса и просеивают через стандартный набор сит с отверстиями размером: 2,5; 5, 10, 20; 40 и 70 мм.

Просеивание производят механическим или ручным способом, начиная с сита с наибольшими отверстиями.

После просеивания взвешивают остатки на каждом сите, вычисляют в процентах частные и полные остатки и устанавливают наибольшую и наименьшую крупность щебня (гравия). За наибольшую крупность $D_{\text{наиб}}$ щебня (гравия) принимают размер отверстий того сита, на котором полный остаток не превышает 5% от просеиваемой навески, и наименьшую крупность $D_{\text{наи}}$ соответствующую размеру отверстий сита, через которое проходит не более 5% просеиваемой навески.

Кроме того, устанавливают половину наибольшей крупности.

Запись результатов просеивания ведут, как указано в табл. 18. В виде примера принято: наибольшая крупность гравия — 70 мм, половина наибольшей крупности — 40 мм.

Таблица 18

Форма записи результатов определения зернового состава щебня (гравия)

Остатки на ситах	Размеры ячеек, мм									
	70	40	20	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14
Частные . .	3	30	24	20	19	3	1	—	—	—
Полные . .	3	33	57	77	96	99	100	100	100	100

Для оценки зернового состава крупного заполнителя по результатам просеивания строят кривую, которую наносят на график (рис. 36).

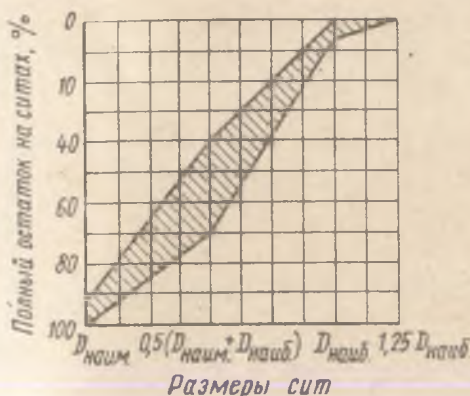


Рис. 36. График рассева щебня (гравия)

Щебень (гравий) считается пригодным для приготовления бетона, если кривая зернового состава его располагается в пределах заштрихованной площади.

Содержание в щебне (гравии) глинистых и пылевидных частиц. Определение содержания в гравии глинистых, илистых и пылевидных фракций отмучиванием производят аналогично такому же определению для песка, но только навеску гравия берут в количестве 3 кг и промывают в большом металлическом сосуде. Щебень обычно не содержит этих примесей и определение это производится для щебня только в том случае, если сомневаются в чистоте материала.

Согласно техническим требованиям ГОСТ 8268—62 гравий не должен содержать более 1% глинистых, илистых и пылевидных частиц, определяемых отмучиванием.

Содержание в щебне (гравии) органических примесей. Этому определению подвергают фракции щебня или гравия с наибольшей крупностью 20 мм. Для испытания отбирают от средней пробы воздушносухого щебня или гравия навеску весом около 1 кг и просеивают ее сквозь сито с отверстиями размером 20 мм. В остальном методика испытания та же, что и при испытании песка.

При оценке качества гравия и щебня необходимо учитывать, что их проба при обработке раствором едкого натрия не должна придавать раствору окраску темнее цвета эталона.

В случае получения жидкости над гравием темнее цвета эталона необходимо провести специальные исследования для установления пригодности данного гравия в бетоне.

Содержание в гравии зерен слабых пород. Среднюю пробу гравия весом 10 кг (при наибольшей крупности до 40 мм) или 25 кг (при наибольшей крупности до 70 мм) рассеивают на четыре фракции: 5—10; 10—20; 20—40 и 40—70 мм.

Каждое зерно из указанных фракций, но не более 100 зерен одной фракции, подвергают статическому давлению на рычажном приборе (рис. 37), помещая зерно

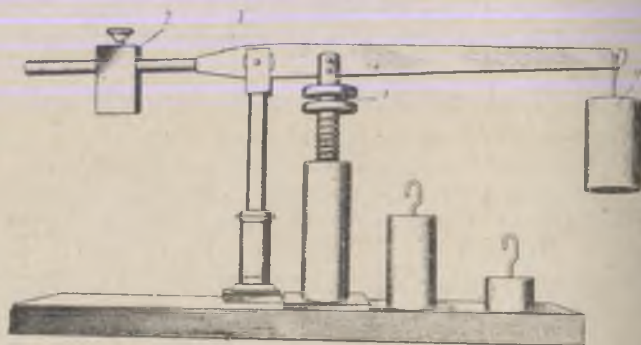


Рис. 37. Рычажный прибор для определения в гравии зерен слабых пород:

1 — образец гравия; 2 — противовес; 3 — рычаг; 4 — груз

между металлическими пластинками и давая следующую нагрузку:

зерна фракции	5—10	мм—15	кг
»	»	10—20	» —25
»	»	20—40	» —35
»	»	40—70	» —45

Давление на зерна можно производить с помощью неравноплечего рычага или иным прибором, обеспечивающим передачу на зерно заданной нагрузки.

Содержание слабых зерен в гравии определяют, подсчитывая количество и вес раздавленных зерен по отношению к начальной навеске.

Согласно техническим требованиям ГОСТ 8268—62 содержание зерен слабых пород в гравии не должно быть более 10% по весу.

Содержание в щебне (гравии) пластинчатых (лещадных) и игловатых зерен. Пластинчатыми (лещадными) зернами в щебне или гравии считают такие зерна, которые по толщине имеют размер меньше любого наименьшего размера зерна более чем в 3 раза; игловатыми зернами считают такие зерна, которые по своей вытянутой оси имеют размер, превышающий любой наибольший размер зерна более чем в 3 раза.

Определение содержания таких зерен производят разборкой 3 кг щебня (гравия) предварительно высушенного до постоянного веса. Все игловатые и пластинчатые зерна взвешивают (отдельно) и вычисляют их содержание в процентах по отношению к весу взятой навески.

Щебень и гравий не должен содержать зерен пластинчатой (лещадной) и игольчатой формы более 15% по весу.

Истираемость щебня. Испытанию на истираемость обычно подвергают щебень, предназначенный для устройства дорожной одежды.

Определение истираемости производят на полочном барабане (рис. 38), который представляет собой металлический цилиндр диаметром 70 см и длиной 50 см, вращающийся вокруг горизонтальной оси. Внутри барабан имеет полку шириной 10 см, идущую по всей ширине барабана. Скорость вращения барабана 30—33 об/мин. Вместе с пробой щебня в прибор закладывают 11—12 чугунных шаров диаметром 48 мм, общим весом 5 кг.

От средней пробы отбирают около 30 кг щебня, высушивают его до постоянного веса и рассеивают на фракции с размером зерен 30—40; 20—30 и 10—20 мм для получения пробы, состоящей из 10 кг щебня фракции 30—40 мм, 5 кг щебня фракции 20—30 мм и 5 кг щебня фракции 10—20 мм. Щебень каждой фракции тщательно промывают и высушивают до постоянного веса. Затем из фракции 30—40 мм отвешивают три навески по 2500 г, а из фракций 10—20 и 20—30 мм — по три навески весом 1250 г каждая.

Взятые навески щебня соответственно смешивают, образуя для испытания три смеси щебня указанных фракций весом по 5000 г (g).

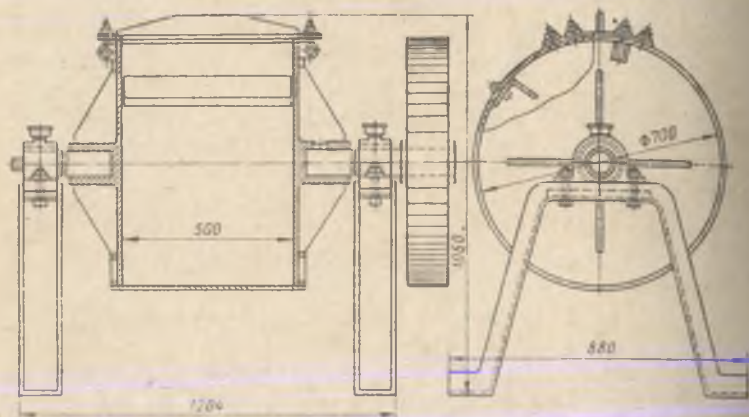


Рис. 38. Полочный барабан

Приготовленную для испытания смесь загружают в барабан вместе с двенадцатью стальными или чугунными шарами диаметром около 48 мм и весом 405—450 г каждый.

Затем барабан закрывают крышкой и приводят его во вращение со скоростью 30—33 об/мин. После 500 оборотов вращение барабана прекращают, все содержимое его подвергают просеиванию сквозь два сита: верхнее — предохраняющее сито, с ячейками размером 10 мм и нижнее сито с ячейками размером 3 мм, с одновременной промывкой струей воды. Остаток на обоих ситах высушивают до постоянного веса g_1 .

Показателем истираемости И считают потерю в весе щебня в процентах, которую вычисляют по формуле

$$И = \frac{g - g_1}{g} \cdot 100.$$

Показатель истираемости щебня определяют как среднее арифметическое результатов испытаний трех смесей.

В зависимости от истираемости в полочном барабане щебень подразделяется на пять марок: И20, И30, И45, И55 и И70.

Для каждой марки потеря в весе после испытания должна соответствовать следующим требованиям:

И20—потеря в весе (%) после испытания	до 20
И30 » » » » » » »	от 21 до 30
И45 » » » » » » »	от 31 до 45
И55 » » » » » » »	от 46 до 55
И70 » » » » » » »	от 56 до 70

Морозостойкость. Морозостойкость щебня или гравия определяют испытанием в растворе сернокислого натрия или непосредственным замораживанием.

При испытании в растворе сернокислого натрия берут навеску каждой фракции щебня или гравия следующей величины:

до 25 мм — 1 кг; до 40 мм — 1,5 кг; до 70 мм — 3 кг, более 70 мм — 10 кг (но не менее 10 зерен щебня или гравия).

Методика приготовления раствора сернокислого натрия и проведения испытания приведена в гл. I на стр. 15.

При испытании непосредственным замораживанием берут навеску материала в таком же количестве, как и при испытании в сернокислом натрии, высушивают до постоянного веса, помещают в сосуд с водой на 48 ч при температуре $20 \pm 5^\circ\text{C}$ до полного водонасыщения, после чего воду из сосуда сливают, а материал помещают в холодную камеру на 4 ч при температуре $-20 \pm 5^\circ\text{C}$.

Затем щебень помещают в ванну с водой на 2 ч при температуре $20 \pm 5^\circ\text{C}$.

После 15, 25 и каждых последующих 25 или 50 циклов попеременного замораживания и оттаивания навеску щебня (гравия) высушивают до постоянного веса и определяют потерю в весе.

Щебень (гравий) считается морозостойким, если после заданного количества циклов испытания суммарная потеря в весе зерен не будет превышать величин, приведенных в табл. I.

Прочность при сжатии. Прочность щебня обычно определяют испытанием той горной природной породы, из которой изготовлен данный щебень. Испытание проводят на образцах правильной геометрической формы (кубики, цилиндры), определяя прочность породы в сухом и водонасыщенном состоянии и после испытания на морозостойкость. Способы такого испытания природных каменных материалов изложены в гл. I.

В случае отсутствия горной породы, а также при испытании гравия определение предела прочности при сжатии крупного заполнителя следует производить испытанием его в бетоне.

Для этого принимают марку бетона на испытуемом щебне на 20 или 50% выше требуемой марки бетона. По этой принятой марке бетона устанавливают марку цемента, исходя из соотношения

$$\frac{R_u}{R_b} \geq 2,$$

где R_u — марка выбранного цемента, кг/см^2 ;

R_b — принятая марка испытуемого бетона, кг/см^2 , после чего производят расчет двух составов бетонной

смеси при $\frac{B}{Ц} = 0,5$ и $\frac{B}{Ц} = 0,8$ и с одинаковой подвижностью смеси по осадке конуса 5—7 см при ручной укладке или 2—3 см (жесткость 10—15 сек) при укладке с вибрированием.

Затем изготавливают по рассчитанным составам две бетонные смеси, проверяют их подвижность и в случае получения назначенной осадки конуса изготавливают из каждой смеси по 6 кубиков размером $20 \times 20 \times 20$ см, которые хранят в стандартных условиях в течение 28 суток и после чего испытывают на прочность при сжатии.

По результатам испытания выбирают состав бетона, удовлетворяющий намеченной прочности при наименьшем расходе цемента.

Прочность щебня считается допустимой, если намеченная (повышенная) марка бетона может быть получена при расходе цемента: не более 280 кг/м^3 для бетонов марки 200 и ниже, не более 380 кг/м^3 — для бетонов марки выше 200.

Глава V

БЕТОНЫ

Бетоном называют искусственный каменный материал, получаемый из правильно подобранной смеси (вяжущего, воды, мелкого и крупного заполнителя) после ее формования и твердения.

До формования указанная смесь носит название бетонной смеси.

Бетоны по объемному весу делятся на следующие виды:

особо тяжелые с объемным весом более 2500 кг/м^3 ;
тяжелые (обычные) с объемным весом от 1800 до 2500 кг/м^3 ;

легкие с объемным весом от 500 до 1800 кг/м^3 ;

особо легкие (ячеистые) с объемным весом менее 500 кг/м^3 .

Качество бетона зависит во многом от правильности выбора составляющих бетонной смеси и проектирования состава бетона.

Контроль качества бетонной смеси и бетона включает в себя определение следующих физико-механических свойств:

для бетонной смеси — объемного веса, подвижности или жесткости;

для бетона — объемного веса, прочности при сжатии и изгибе, морозостойкости и водонепроницаемости.

Отбор средней пробы бетонной смеси для оценки ее качества производится:

на строительстве — из доставленной к месту укладки бетонной смеси;

на заводах бетонных или железобетонных изделий —

из замеса бетономешалки при выдаче бетонной смеси или из бункера питателя при укладке ее в формы.

1. РАСЧЕТ СОСТАВА БЕТОНА

Расчет состава бетонной смеси заключается в установлении наиболее рационального соотношения между составляющими бетон материалами (цементом, водой, песком, щебнем или гравием). Такое соотношение должно обеспечить необходимую жесткость или подвижность смеси для принятого способа ее уплотнения, а также приобретение бетоном необходимой прочности в заданный срок при наименее возможном расходе цемента. В отдельных случаях вводят также требование о достаточной плотности, морозостойкости, водонепроницаемости и др.

Наиболее удобным является метод расчета состава бетона по абсолютным объемам.

Для того чтобы произвести расчет состава бетона по этому методу, необходимо иметь следующие данные: заданную прочность (марку) бетона R_b на 28 суток нормального твердения, требуемую подвижность бетонной смеси и активность цемента, качество заполнителей.

Весь ход расчета производят в следующей последовательности.

1. Определяют ориентировочный расход воды на 1 м^3 бетонной смеси заданной подвижности или жесткости по готовым графикам и таблицам (табл. 19), которые обычно составлены с учетом водопотребности разных по виду и крупности зерен заполнителей.

2. Определяют водоцементное отношение $\frac{B}{Ц}$, при котором возможно получение бетона требуемой прочности, для чего используют эмпирическую формулу

$$R_{28} = KR_{ц} \left(\frac{Ц}{B} - 0,5 \right),$$

где R_{28} — прочность бетона нормального твердения в возрасте 28 суток, кг/см^2 ;

$R_{ц}$ — активность цемента, кг/см^2 .

Величина K зависит от расхода цемента на 1 м^3 бетона и жесткости бетонной смеси: для жесткой смеси с расходом цемента, близким к минимальному $K = 0,55$ для щебня и $K = 0,50$ для гравия; при введении ГОСТ 310—61 и ГОСТ 10178—62 величина K должна быть учтена.

Примерный расход воды в зависимости от вида заполнителя и подвижности (жесткости) бетонной смеси

Подвижность, см	Жесткость, сек	Расход воды, л/м³ при наибольшей крупности заполнителей зерен, мм							
		гравий				щебень			
		10	20	40	70	10	20	40	70
9—12	—	215	200	185	170	230	215	200	185
6—8	—	205	190	175	160	220	205	190	175
3—5	—	195	180	165	150	210	195	180	165
1—2	—	185	170	155	140	200	185	170	155
—	30—50	165	160	150	—	175	170	160	—
—	60—80	155	150	140	—	165	160	150	—
—	90—120	145	140	135	—	160	155	140	—
—	120—200	135	130	128	—	150	145	135	—

Примечания.

1. Табличные данные справедливы для бетонов с расходом цемента не выше 400 кг/м³.

2. При применении пуццолановых портландцементов расход воды увеличивается на 15—20 л.

3. При использовании мелкого песка расход воды увеличивается на 10 л.

3. Вычисляют расход цемента на 1 м³ бетонной смеси по уже известным величинам $\frac{B}{Ц}$ и B :

$$Ц = \frac{B}{\frac{B}{Ц}} \text{ кг.}$$

В тех случаях, когда в результате расчета состава бетона цемента требуется меньше, чем указано в СНиПе из условий плотности бетона, должны быть введены тонкомолотые добавки или повышен расход цемента.

4. Расход крупного заполнителя щебня или гравия, кг/м³ вычисляют по формуле

$$Щ = \frac{100\gamma_{щ}}{1 + \frac{\gamma_{щ}^0}{\gamma_{щ}} \alpha V_{пуст}}$$

где $\gamma_{щ}$ — удельный вес зерна (породы) крупного заполнителя, кг/л,

$\gamma_{щ}^0$ — объемный вес крупного заполнителя, кг/л, определенный по ГОСТ 8269—56;

$V_{\text{пуст}}$ — пустотность крупного заполнителя;
 α — коэффициент увеличения объема раствора с учетом раздвижки зерен крупного заполнителя, имеющий следующие значения: для жестких смесей от 1,05—1,1 до 1,2 при мелких песках; для пластичных смесей при расходе цемента Ц-250, 300, 350, 400 кг/м³ соответственно: $\alpha = 1,3; 1,35; 1,43; 1,48$.

5. Расход песка (кг/м³) устанавливают по формуле

$$П = \left[1000 - \left(\frac{Ц}{\gamma_{ц}} + \frac{Щ}{\gamma_{щ}} + \frac{В}{1} \right) \right] \gamma_{п},$$

где Ц, Щ и В — расходы цемента, крупного заполнителя и воды, кг/м³;

$\gamma_{ц}, \gamma_{щ}, \gamma_{п}$ — удельные веса соответственно цемента, крупного заполнителя и песка, кг/л.

6. Вычисляют объемный вес бетонной смеси.

$$\gamma_{б. см} = Ц + В + Щ + П \text{ кг/м}^3.$$

7. Рассчитывают коэффициент выхода бетона лабораторного состава

$$\beta = \frac{1000}{\frac{Ц}{\gamma_{ц}^0} + \frac{Щ}{\gamma_{щ}^0} + \frac{П}{\gamma_{п}^0}}.$$

Пример

Подобрать состав бетона марки 200 с подвижностью бетонной смеси (осадка конуса) $OK = 5 \div 7$ см на гравии с наибольшей крупностью $D_{\text{наиб}} = 40$ мм.

Характеристика материалов

портландцемент $R_{ц} = 410 \text{ кг/см}^2$; $\gamma_{ц} = 3,1 \text{ г/см}^3$; $\gamma_{ц}^0 = 1,3$.

песок $\gamma_{п} = 2,62 \text{ г/см}^3$; $\gamma_{п}^0 = 1,5 \text{ г/см}^3$; $W_{\text{вл}} = 5\%$;

гравий $\gamma_{гр} = 2,60 \text{ г/см}^3$; $\gamma_{гр}^0 = 1,51 \text{ г/см}^3$; $W_{\text{пуст}} = 0,42$;

$W_{\text{вл}} = 1\%$.

1. Определяем водоцементное отношение

$$\frac{В}{Ц} = \frac{k R_{ц}}{R_{28} + 0,5 k R_{ц}} = \frac{0,50 \cdot 410}{200 + 0,5 \cdot 0,50 \cdot 410} = 0,67.$$

2. Определяем водопотребность бетонной смеси в соответствии с заданной $OK=5 \div 7$ см, $HK=40$ мм и показателями табл. 19.

$$B = 175 \text{ кг (л)}.$$

Расход цемента на 1 м³ бетонной смеси составит

$$Ц = \frac{B}{\frac{B}{Ц}} = \frac{175}{0,67} = 262 \text{ кг}.$$

4. Расход крупного заполнителя

$$Г_p = \frac{1000}{1 + \frac{\gamma_{гр}}{\gamma_{п}} \alpha V_{пуст}} = \frac{1000 \cdot 2,60}{1 + \frac{2,60}{1,51} \cdot 1,3 \cdot 0,42} = 1340 \text{ кг}.$$

5. Расход песка

$$\begin{aligned} П &= \left[1000 - \left(\frac{Ц}{\gamma_{п}} + \frac{Г_p}{\gamma_{гр}} + \frac{B}{1} \right) \right] \gamma_{п} = \\ &= \left[1000 - \left(\frac{262}{3,1} + \frac{1340}{2,6} + \frac{175}{1} \right) \right] 2,62 = 590 \text{ кг}. \end{aligned}$$

Таким образом, номинальный (лабораторный) состав бетона будет следующим:

цемент	262 кг/м ³
вода	175 »
песок	590 »
гравий	1340 »
Всего	2367 кг/м ³

Затем рассчитываем потребное количество материалов на 50 л бетонной смеси для замеса

$$\text{цемента } 262 \times 0,050 = 13,1 \text{ кг}$$

$$\text{воды } 175 \times 0,050 = 8,75 \text{ »}$$

$$\text{песка } 590 \times 0,050 = 29,5 \text{ »}$$

$$\text{гравия } 1340 \times 0,050 = 66,0 \text{ »}$$

Из этих материалов готовят бетонную смесь и проверяют ее подвижность с помощью конуса. Если осадка конуса получилась 4 см, т. е. менее заданной, то для увеличения подвижности бетонной смеси добавляют 10% цемента и воды:

$$\text{цемента } 13,1 \times 0,1 = 1,31 \text{ кг};$$

$$\text{воды } 8,75 \times 0,1 = 0,875 \text{ кг}.$$

Бетонную смесь дополнительно хорошо перемешивают и проверяют подвижность.

Если осадка конуса $OK = 6$ см, т. е. находится в заданных пределах ($OK = 5 \div 7$ см), опыт заканчивают, однако производят перерасчет по установлению действительного расхода материалов с учетом добавления 10% цемента и воды:

$$\text{абсолютный объем цемента} \quad \frac{13,1 + 1,31}{3,1} = 4,66 \text{ л;}$$

$$\text{абсолютный объем воды} \quad \frac{8,75 + 0,875}{1} = 9,63 \text{ л;}$$

$$\text{абсолютный объем песка} \quad \frac{29,5}{2,62} = 11,26 \text{ л;}$$

$$\text{абсолютный объем гравия} \quad \frac{67,0}{2,6} = 25,77 \text{ л;}$$

$$\text{Всего} \dots\dots\dots 51,32 \text{ л} \approx 51,3 \text{ л}$$

Вносят поправку в лабораторный состав бетона:

$$\text{цемента} \quad \frac{14,41}{51,3} \times 1000 = 280 \text{ кг/м}^3,$$

$$\text{воды} \quad \frac{9,63}{51,3} \times 1000 = 188$$

$$\text{песка} \quad \frac{29,5}{51,3} \times 1000 = 585$$

$$\text{гравия} \quad \frac{67,0}{51,3} \times 1000 = 1308$$

$$\text{Всего} \dots\dots\dots 2361 \text{ кг/м}^3$$

С учетом влажности заполнителя, например, влажности песка 5%, а гравия 1%, потребное количество воды составит $188 - (0,05 \times 585 \text{ кг} + 0,01 \times 1308) = 188 - (29,3 + 13,1) = 146 \text{ кг}$.

В данном случае расход заполнителя будет

$$\text{песка} \quad 585 \text{ кг} + 29 \text{ кг} = 614 \text{ кг;}$$

$$\text{гравия} \quad 1308 \text{ кг} + 13 \text{ кг} = 1321 \text{ кг.}$$

Коэффициент выхода бетона производственного состава будет

$$\beta = \frac{1000}{\frac{Ц}{\gamma_{ц}^0} + \frac{Г_p}{\gamma_{гр}^0} + \frac{П}{\gamma_{п}^0}} = \frac{1000}{\frac{262}{1,3} + \frac{1321}{1,51} + \frac{614}{1,5}} = 0,67.$$

При расчете материалов на замес бетономешалки емкостью 1000 л необходимо исходить из того условия, что сумма насыпных объемов материалов цемента, песка и гравия соответствует емкости барабана бетономешалки.

Расход материалов на 1 замес бетономешалки с емкостью барабана 1000 л и с учетом коэффициента выхода бетона $\beta = 0,67$ будет:

цемента	$280 \times 0,67 = 188$ кг
воды	$146 \times 0,67 = 98$ »
песка	$614 \times 0,67 = 411$ »
гравия	$1321 \times 0,67 = 884$ »

Производственный состав бетона (по весу) может быть выражен так:

$$\frac{280}{280} + \frac{614}{280} + \frac{1321}{280} = 1 : 2,19 : 4,72.$$

Приготовление пробного замеса. Пробные замесы объемом от 15 до 50 л готовят для проверки объемного веса и подвижности бетонной смеси (осадки конуса), а также изготовления контрольных образцов в количестве 6 шт, на два срока испытания.

Для опытных затворений принимают значение $\frac{Ц}{В}$, найденное расчетное и на 20% больше и меньше его.

По данным опытных замесов исправляют подвижность путем изменения содержания цемента и воды при сохранении $\frac{Ц}{В}$ и определяют окончательные значения $Ц$ и $В$, а также объемный вес в уплотненном состоянии.

После приготовления бетонных смесей изготавливают из каждого замеса по 3 образца на каждый срок испытания и выдерживают их в нормальных условиях установленное время, затем образцы испытывают и результаты испытаний наносят на график. По графику выбирают $\frac{Ц}{В}$, обеспечивающее проектную прочность бетона.

Лабораторное приготовление бетонной смеси производят в закрытом помещении с температурой воздуха $20^\circ \pm 5^\circ \text{C}$.

Методика приготовления пробного замеса в условиях строительной лаборатории состоит в следующем.

Цемент перед употреблением тщательно перемешивают и просеивают через сито с 64 отв/см^2 , остаток на сите удаляют. Заполнители должны быть высушены до постоянного веса при температуре не выше 80°C . Дозировка материалов производится по весу, с точностью взвешивания $\pm 0,1\%$.

Перемешивание бетонной смеси производят либо вручную, либо механическим способом.

Объем бетонной смеси одного замеса при ручном перемешивании (лопатами) не должен превышать 50 л.

Перемешивание производят в следующей последовательности: отвешенное количество песка помещают на металлический боек размером 1×2 м, добавляют требуемое количество цемента и перемешивают до получения смеси однородного цвета; затем добавляют крупный заполнитель и всю смесь перемешивают до тех пор, пока щебень (гравий) не будет равномерно распределен в сухой смеси; в середине перемешанной смеси делают углубление, куда вливают половину отвешенной воды, осторожно перемешав, собирают материалы в кучу и добавляют остальную часть воды. После этого энергично перелопачивают бетонную смесь до достижения ею однородности; длительность перемешивания (от момента приливания воды) должна составлять при объеме замеса до 30 л — 5 мин, а при объеме замеса до 50 л — 10 мин.

При механическом перемешивании в бетономешалку загружают материалы в следующей последовательности: песок, цемент, крупный заполнитель, вода; длительность перемешивания должна составлять 2 мин, считая с момента окончания загрузки всех материалов.

2. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА БЕТОННОЙ СМЕСИ

Объемный вес. Объемным весом бетонной смеси называют все единицы объема свежеуложенной бетонной смеси, уплотненной при укладке способом, принятым на строительстве. Объемный вес смеси определяют в мерном цилиндре емкостью 5 или 15 л (в зависимости от наибольшей крупности заполнителя соответственно 40 и 70 мм) укладкой и уплотнением ее с последующим взвешиванием.

При уплотнении штыкованием мерный цилиндр наполняют бетонной смесью приблизительно равными порциями в три слоя. Каждый слой бетонной смеси штыкуют равномерно по всей площади стальным стержнем, причем число штыкований на один слой для сосудов емкостью 5 и 15 л соответственно равно 16 и 35. Штыкование нижнего слоя бетонной смеси производят на всю толщину слоя, при штыковании следующих слоев стержень должен проникать в нижележащий слой на глубину не более 2—3 см.

При уплотнении вибрированием к сосуду прикрепляют насадку, заполняют его бетонной смесью с некоторым избытком, устанавливают и закрепляют на лабораторной площадке и вибрируют до момента появления на поверхности бетонной смеси цементного молока. После уплотнения избыток бетонной смеси срезают металлической линейкой вровень с краями сосуда. Снаружи сосуд тщательно очищают от приставшего бетона и взвешивают с точностью до 1 г. Для каждой пробы бетонной смеси производят два определения объемного веса.

За величину объемного веса принимают среднее из двух определений по каждой пробе бетонной смеси.

Подвижность и жесткость. Подвижность бетонной смеси определяют с помощью стандартного усеченного конуса (рис. 39), изготовленного из листовой стали высотой 30 см, диаметром в нижнем основании 20 см и в верхнем — 10 см.

Форму конуса, предварительно смоченную изнутри водой, устанавливают на плоскую горизонтальную поверхность, не впитывающую влагу, например, на бетонную плиту, на деревянный щит размером $0,7 \times 1,0$ м, покрытый линолеумом или листовой сталью.

Наполнение формы конуса бетонной смесью производится тремя равными по высоте слоями с уплотнением каждого слоя 25-кратным штыкованием металлическим стержнем диаметром 16 мм, длиной 70—75 см с округленными концами. Во время штыкования бетонной смеси форма конуса должна быть прижата к основанию.

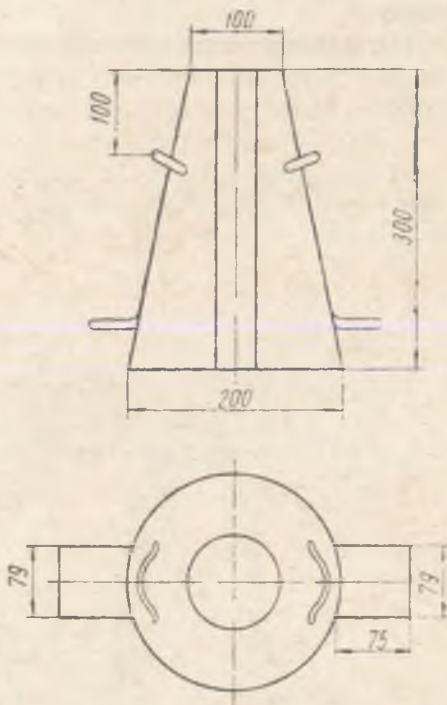


Рис. 39. Стандартный конус для определения подвижности бетонной смеси.

После укладки и штыкования последнего слоя излишек бетонной смеси срезают кельмой вровень с краями формы. Форму строго вертикально осторожно снимают, чтобы не разрушить бетонный конус. Освобожденная от формы бетонная смесь под действием собственного веса начинает оседать. После окончания осадки снятую форму конуса осторожно устанавливают рядом с осевшим бетоном.

На верхнее основание формы конуса укладывают металлическую или деревянную линейку, от нижнего ребра которой измеряют осадку бетонной смеси с точностью до 1 см (рис. 40). Осадку конуса бетонной смеси определяют дважды и берут среднее арифметическое из двух определений, отличающихся друг от друга не более чем на 2 см.

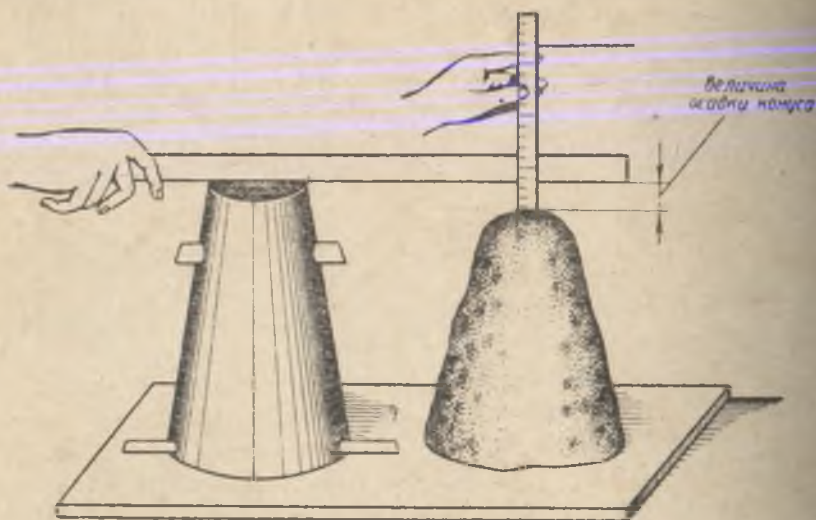


Рис. 40. Измерение осадки конуса

Величина осадки конуса характеризует подвижность бетонной смеси.

Жесткость бетонной смеси при максимальной крупности гравия (щебня) до 40 мм определяют согласно ГОСТ 10182—62 с помощью технического вискозиметра. При крупности гравия (щебня) более 40 мм определение жесткости бетонной смеси производят упрощенным способом, указанным ниже (см. стр. 115).

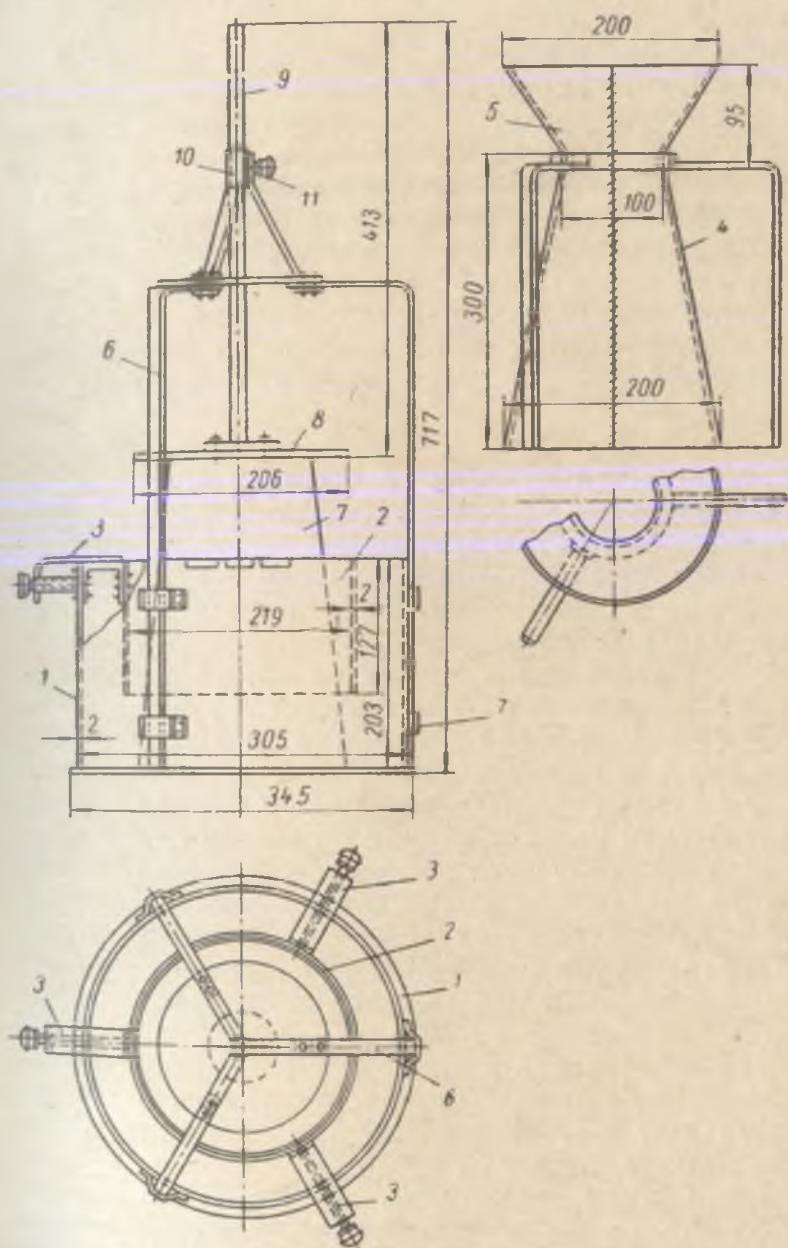


Рис. 41. Технический вискозиметр

Технический вискозиметр (рис. 41) состоит из цилиндрического сосуда 1 с плоским дном и стенкой, имеющей в трех местах ступенчатые вырезы; цилиндрического кольца 2, имеющего в верхней торцевой поверхности планки 3, посредством которых это кольцо может размещаться в цилиндрическом сосуде 1 так, чтобы расстояние между дном сосуда и нижней плоскостью кольца могло изменяться ступенями соответственно тому, на какую из прорезей в стенках сосуда будут опираться планки 3 кольца 2; металлической формы-конуса 4 с насадкой 5 штатива 6, закрепленного в петлях 7, приваренных к цилиндрическому сосуду; плоского диска 8 на штанге 9, перемещающегося вертикально в направляющем устройстве 10 и укрепленного зажимным винтом 11.

Определение жесткости бетонной смеси техническим вискозиметром производят следующим образом.

Цилиндрический сосуд устанавливают на стандартную виброплощадку и закрепляют на ней. Затем в сосуд вставляют кольцо, размещая планки так, чтобы между нижней плоскостью кольца и дном сосуда оставалась щель размером 70 мм.

После закрепления кольца на определенной высоте в нем устанавливают конус с насадкой и заполняют его бетонной смесью тремя равными по высоте слоями с штыкованием и с последующим вибрированием в течение 5—30 сек до появления цементного клея. По окончании вибрирования насадку снимают, избыток смеси срезают металлической линейкой вровень с краями конуса и затем строго вертикально снимают конус. После этого устанавливают направляющую треногу с измерительным стержнем и измеряют осадку бетонного конуса, для чего калиброванный измерительный стержень опускают вниз, до соприкосновения диска с поверхностью бетонного конуса. Затем одновременно включают вибратор и секундомер и наблюдают за опусканием штанги. Когда риска штанги совпадает с верхней плоскостью головки штатива, выключают секундомер и вибратор.

Время (в сек), прошедшее с момента включения вибратора до момента его выключения, при одновременном опускании штанги до совпадения риски с верхней плоскостью головки штатива является показателем жесткости бетонной смеси.

Определение жесткости данной бетонной смеси производят дважды, причем каждый раз с новой порцией бетонной смеси.

При упрощенном способе определения жесткости на виброплощадку устанавливают и закрепляют металлическую форму для куба размером $20 \times 20 \times 20$ см. В форму вставляют полый конус и заполняют его бетонной смесью, как указано выше. Затем конус осторожно снимают и пускают одновременно вибратор и секундомер. Вибрирование производят до тех пор, пока бетонная смесь не заполнит всех углов формы, а поверхность ее не станет горизонтальной (рис. 42).

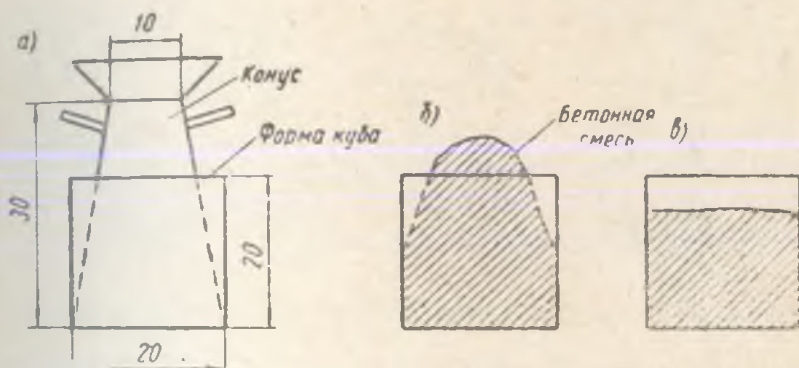


Рис. 42. Упрощенный способ определения жесткости бетонной смеси:

а — общий вид прибора с конусом и насадкой; б — вид после сжатия конуса; в — вид после вибрирования

Время (в сек), необходимое для выравнивания поверхности бетонной смеси в форме, умноженное на 1,5, характеризует жесткость бетонной смеси.

3. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА БЕТОНА

Предел прочности при сжатии. Бетонную смесь для изготовления контрольных образцов отбирают одновременно из одного и того же замеса или из бункера питателя, автомашины и т. д. в количестве трех серий образцов от каждого изделия при его объеме более 2 м^3 или от 10 м^3 при объеме одного изделия до 2 м^3 ; одной серии образцов от 50 м^3 товарного бетона каждой марки.

Предел прочности бетона при сжатии определяют на образцах, имеющих форму куба с размерами, зависящими от наибольшей крупности примененного заполнителя:

100×100×100 мм	при	наибольшей	крупности	заполнителя	до	20 мм
150×150×150	»	»	»	»	»	40
200×200×200	»	»	»	»	»	70
300×300×300	»	»	»	»	»	150

Формы для изготовления образцов должны быть разборными из чугуна или стали (рис. 43). Размеры форм необходимо строго выдерживать, не допуская отклонения более $\pm 1\%$ по граням; углы между гранями должны быть строго перпендикулярны.

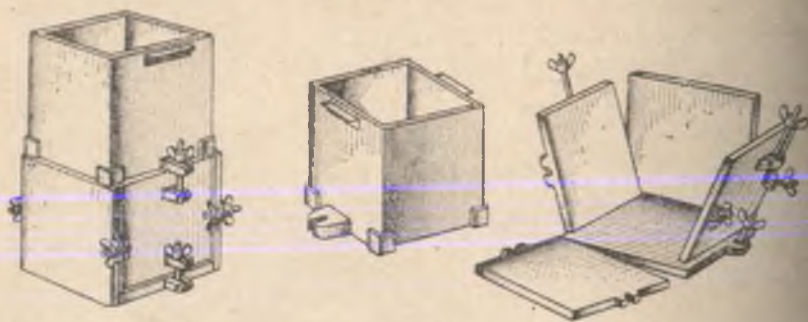


Рис. 43. Формы для изготовления бетонных образцов-кубов

Укладка бетона в формы должна быть закончена не позднее чем через полчаса после его изготовления.

Формы перед укладкой в них бетонной смеси необходимо очищать, а внутреннюю поверхность смазывать отработанным минеральным маслом.

Укладку особо подвижной бетонной смеси в формы производят в два слоя равной толщины и каждый слой уплотняют штыкованием металлическим стержнем диаметром 16 мм по спирали от краев к центру образцов. При штыковании нижнего слоя стержень должен достигать днища формы. После заполнения всего объема формы бетонной смесью производят штыкование не до дна, а на глубину 2—3 см в нижележащий слой.

Число штыкований каждого слоя бетонной смеси должно составлять: 12; 25; 50 и 75 соответственно для образцов с ребром куба 100, 150, 200 и 300 мм.

После окончания штыкования верхнего слоя избыток бетона срезают металлической линейкой вровень с краями формы, а поверхность образца заглаживают.

Для пластичных и жестких бетонных смесей, уплотняемых вибрированием, изготовление образцов также производится с применением вибрирования. Форму заполняют бетонной смесью с некоторым избытком, затем прорезают кельмой по граням формы и подвергают вибрированию на лабораторной виброплощадке (с частотой колебаний в минуту около 3000 при амплитуде 0,35 мм). Вибрирование продолжается до прекращения оседания бетонной смеси, выравнивания ее поверхности и появления на ней цементного раствора, но не менее времени (сек), соответствующего показателю жесткости по ГОСТ 10181—62, увеличенному на 30 сек.

После изготовления образцы в течение двух суток хранят в формах в помещении с температурой воздуха 15—20°C, затем освобождают из форм, маркируют и до момента испытания хранят при той же температуре в атмосфере с относительной влажностью не менее 90%.

В том случае, если бетонные конструкции изготавливаются с применением тепловой обработки, все образцы в формах подвергают одновременному обогреву в одних и тех же условиях, что и сами конструкции, после чего освобождают из форм и хранят в нормальных условиях вплоть до момента испытания.

Перед испытанием необходимо образцы тщательно осматривать, производить измерение граней (с точностью до 1 мм) и взвешивание. При обнаружении на образцах дефектов в виде раковин последние заливают густым цементным тестом.

Образец при испытании прочности укладывают боковой поверхностью на нижнюю опорную плиту пресса. Нагрузка при испытании должна возрастать непрерывно и равномерно со скоростью 2—3 кг/см² в сек до разрушения образца.

Предел прочности при сжатии бетона определяют как отношение разрушающей силы к первоначальной площади поперечного сечения образца и вычисляют по формуле

$$R_6 = \frac{P}{F} \text{ кг/см}^2,$$

где R_6 — предел прочности при сжатии, кг/см²;
 P — разрушающая нагрузка, кг;
 F — площадь поперечного сечения образца, см².

Предел прочности при сжатии бетона вычисляют по среднему арифметическому значению результатов испытания трех образцов при условии, что наименьший результат испытания одного из трех образцов отличается от следующего показателя не более чем на 20%.

Марку бетона определяют как предел прочности при сжатии бетонного образца-куба с ребром 200 мм. При длине ребра куба 100, 150 и 300 мм необходимо произвести пересчет, пользуясь соответственно следующими коэффициентами: 0,85; 0,9 и 1,1.

Предел прочности на растяжение при изгибе. Для определения предела прочности бетона на растяжение при изгибе готовят по приведенной выше методике бетонные образцы-балочки размером 100×100×400 мм; 150×150×550 мм и 200×200×800 мм из бетонных смесей с максимальной крупностью

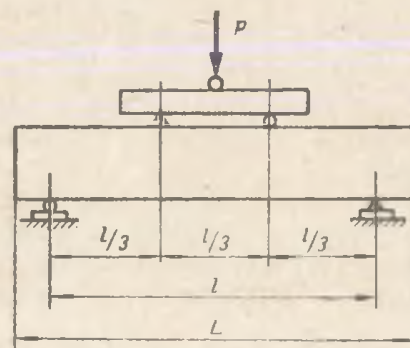


Рис. 44. Схема испытания балок на изгиб

заполнителя соответственно 20, 40 и 70 мм. Перед испытанием измеряют в сантиметрах с точностью до 1 мм рабочую высоту (h) и ширину (b) образца и вычисляют как среднее арифметическое из трех измерений каждого элемента сечения: в рабочем положении балочки, в середине ее длины и на расстоянии $1/3$ ее длины от каждого конца.

На опорных поверхностях балочек размечают карандашом места опирания концов балочки и точки приложения нагрузки по схеме испытания (рис. 44). Расстояние между опорами и точками приложения нагрузки при испытании балочек различной длины двумя нагрузками следующие:

Длина балочки, L , мм . . .	400	550	800
Расстояние между опорами, l , мм	300	450	600
Расстояние между точками приложения нагрузки, $l/3$, мм	100	150	200

Образец-балочку укладывают так, чтобы изгибающая сила при испытании была направлена параллельно слоям укладки бетонной смеси в форму.

Испытание образцов-балочек рекомендуется производить на прессе мощностью 5 Т при скорости загрузки образца не более 25 кг в сек.

Предел прочности бетона на растяжение при изгибе $R_{изг}$ в кг/см² вычисляют по формуле

$$R_{изг} = k \frac{M}{W},$$

где M — изгибающий момент, кг/см;

W — момент сопротивления сечения, см³;

k — коэффициент приведения результатов испытаний к пределу прочности образца-балочки размером 150×150×550 мм, значение которого следующее:

Размер образцов балочек, мм	Коэффициент
100×100×400	1,05
150×150×550	1,00
200×200×800	0,95

Для балочек размером 150×150×550 мм

$$R_{изг} = \frac{67,5P}{bh^2} \text{ кг/см}^2,$$

где P — разрушающая нагрузка, кг;

b — ширина образца, см;

h — высота образца, см.

Предел прочности бетона на растяжение при изгибе вычисляют с точностью до 1 кг/см² как среднее арифметическое предела прочности трех образцов одной серии.

Для перехода от предела прочности бетона на растяжение при изгибе к осевому растяжению среднее значение умножают на коэффициент 0,5.

Морозостойкость. Морозостойкость бетона определяют методом попеременного замораживания и оттаивания бетонных образцов согласно методике ГОСТ 10060—62 «Бетон тяжелый. Метод определения морозостойкости».

Размеры образцов-кубов в зависимости от наибольшей крупности зерен заполнителя 20, 40 и 70 мм назначают соответственно следующие: 100×100×100, 150×150×150 и 200×200×200 мм.

Для определения морозостойкости формируют по приведенной выше методике основные и контрольные образцы-кубы в количестве 6 или 15 шт. (см. табл. 20).

Таблица 20

Нормы морозостойкости

Марка бетона по морозостойкости	Мрз25	Мрз50	Мрз100	Мрз150	Мрз200
Необходимые данные					
Число циклов, после которых образцы испытываются на сжатие . . .	25	50	50 и 100	100 и 150	150 и 200
Количество замораживаемых образцов . . .	3	3	6	6	6
Количество контрольных образцов . . .	3	3	9	9	9
Количество образцов, которые нужно изготовить	6	6	15	15	15

До испытания образцы хранят в нормальных влажностных условиях в течение 28 суток, а затем насыщают водой путем погружения их в воду с температурой 15—20°C на 48 ч. При этом уровень воды в ванне на образцами должен быть не менее 20 мм.

Насыщенные водой основные образцы помещают в морозильную камеру на специальные стеллажи так, чтобы расстояние между образцами было бы не менее 20 мм, а общий объем загруженных образцов составлял примерно 50% от объема камеры.

Замораживание образцов в камере производится при температуре не выше —15°C, и начало цикла считается с момента установления в камере этой температуры. Продолжительность одного замораживания образцов при установившейся температуре —15°C должна составлять: для образцов размерами 100×100×100 и 150×150×150 мм не менее 4 ч и образцов размером 200×200×200 мм — не менее 6 ч.

После окончания замораживания образцы погружают для оттаивания в ванну с водой, температуру которой поддерживают в пределах 15—20°C.

Длительность оттаивания для образцов размером 100×100×100 мм и 150×150×150 мм должна быть не менее 2 ч, а для образцов размером 200×200×200 мм — не менее 4 ч.

Перерыв в процессе одного цикла замораживания не допускается.

Количество циклов замораживания и оттаивания принимают 25, 50, 100, 150 и 200 в зависимости от технических требований, предъявляемых к данному бетону.

Через каждые 10 циклов попеременного замораживания и оттаивания образцы осматривают и взвешивают.

После прохождения заданного количества циклов образцы вынимают из ванны, осматривают, измеряют площадь поврежденной поверхности граней и взвешивают. Для каждого из трех образцов, предназначенных для испытания на сжатие, вычисляют потерю в весе, а затем вычисляют ее среднюю величину как среднее арифметическое двух наименьших значений потери в весе, полученных из трех образцов.

Определение величины предела прочности при сжатии подвергшихся испытанию на морозостойкость образцов производят сразу после их оттаивания.

Если величина повреждения грани, прилегающей к плитам пресса, составит 10—12% от ее первоначальной площади, то такую грань исправляют густым цементным тестом. В этом случае образец после исправления грани одни сутки хранят во влажной среде, а двое суток — в воде, после чего подвергают сжатию на гидравлическом прессе.

Контрольные образцы бетона Мрз25 и Мрз50 испытывают на сжатие в насыщенном водой состоянии перед началом замораживания основных образцов.

Контрольные образцы бетона морозостойкости более Мрз50 испытывают в возрасте, эквивалентном возрасту образцов, подвергаемых замораживанию. Кроме того, испытывают три контрольных образца в возрасте, соответствующем началу замораживания основных образцов.

Эквивалентный возраст T_e определяют по формулам:

$$T_e = a + 0,1n \text{ (при четырех циклах в сутки);}$$

$$T_e = a + 0,2n \text{ (при двух циклах в сутки),}$$

где a — продолжительность твердения в сутках образцов до начала замораживания;

n — намеченное число циклов попеременного замораживания и оттаивания образцов до их испытания на сжатие.

Перед испытанием на сжатие контрольные образцы также следует подвергнуть насыщению водой в течение 48 ч, как это проводилось с образцами, подвергавшимися испытанию на морозостойкость.

В том случае, когда прочность части подвергаемых испытанию на морозостойкость образцов после промежуточных циклов замораживания и оттаивания по сравнению с контрольными образцами в эквивалентном возрасте снизится на 25% или на 25% с потерей в весе на 5%, то испытание на морозостойкость этих образцов прекращают, а оставшиеся образцы испытывают на сжатие для подтверждения правильности оценки.

Для установления степени морозостойкости бетона прочность образцов, подвергавшихся замораживанию, сравнивают с прочностью контрольных образцов в эквивалентном возрасте.

Бетон признают морозостойким, если образцы его после заданного количества циклов попеременного замораживания и оттаивания показали потерю в весе не более 5%, а снижение прочности — не более 25% по сравнению с контрольными образцами в эквивалентном возрасте, но не подвергавшимися замораживанию.

Водонепроницаемость. Степень водонепроницаемости бетона характеризуется наибольшим давлением воды, при котором она еще не просачивается через образцы, имеющие форму цилиндра диаметром 150 мм и высотой 150 мм.

Образцы в количестве 6 шт. изготовляют согласно ГОСТ 4800—59 «Бетон гидротехнический. Методы испытания бетона» в стальных формах.

Уплотняют образцы штыкованием или вибрированием так же, как и при изготовлении образцов-кубов, но число штыкований каждого слоя должно быть равно 25. Хранение образцов-цилиндров аналогично хранению образцов-кубов.

За 1—2 дня до испытания образцы помещают в специальные формы с внутренним диаметром 155 мм и высотой 150 мм. Зазор между формой и образцом зали-

вают расплавленным уплотняющим составом (воск, битум и т. д.), что исключает возможность фильтрации.

Перед испытанием удаляют цементную пленку с торцов поверхностей бетонных образцов и испытывают их на приборе любой конструкции, позволяющем повышать давление воды и вести наблюдение за прохождением воды на противоположный торец образца. Испытание начинается при давлении воды, равном 1 кг/см^2 , а затем через каждые 8 ч повышается ступенями на 1 кг/см^2 .

В момент появления на торцовой поверхности образцов просачивания воды отмечают соответствующее давление воды (в кг/см^2), при этом за степень водопроницаемости принимается наибольшее давление воды, при котором на четырех из шести испытываемых образцах еще не наблюдается просачивание воды.

Бетоны (для гидротехнических сооружений) по степени водонепроницаемости делятся на выдерживающие контрольное давление воды не менее 2 кг/см^2 (B_2), 4 кг/см^2 (B_4), 6 кг/см^2 (B_6) и 8 кг/см^2 (B_8).

4. ЛЕГКИЕ БЕТОНЫ

Заполнители для легких бетонов. Наиболее широкое распространение имеют легкие бетоны на пористых заполнителях.

Для изготовления таких бетонов применяют:

природные пористые материалы — пемзу, вулканические туфы и лавы, известняковые туфы и др.;

отходы промышленности — топливные (котельные) шлаки, гранулированные доменные шлаки;

искусственные пористые заполнители — керамзит, перлит, термозит, аглопорит и др.

Оценку качества заполнителей для легких бетонов производят в строительной лаборатории путем испытания их основных свойств.

Объемный и удельный вес заполнителей, их влажность, водопоглощение, зерновой (гранулометрический) состав, пустотность и морозостойкость определяют согласно методике, приведенной в предыдущей главе, а также с учетом требований ГОСТ 9758—61 «Заполнители пористые неорганические для легких бетонов. Методы испытаний».

Прочность исходной горной породы природных легки заполнителей и коэффициент размягчения устанавливают по методике, приведенной в гл. I.

Определение прочности пористого заполнителя производят сдавливанием зерен данной фракции в стальном цилиндре пуансоном (рис. 45).

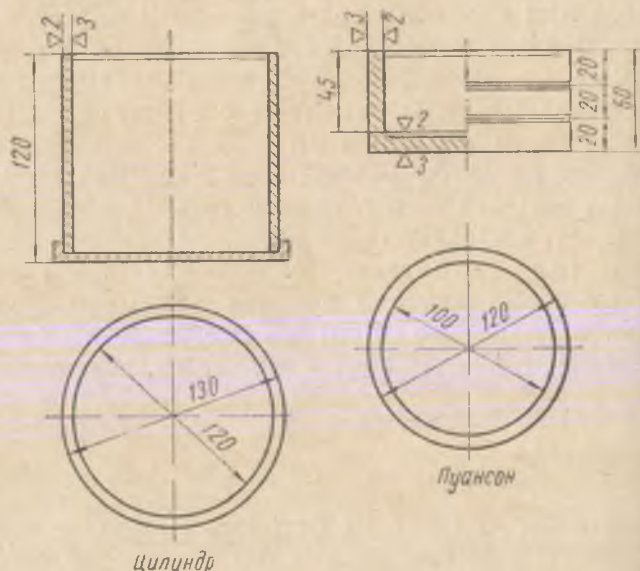


Рис. 45. Прибор для определения прочности пористого заполнителя

При подготовке пробы для испытания отсеивают зерна всех размеров, выходящих за пределы данной фракции; затем пробу заполнителя засыпают в стальной цилиндр с внутренним диаметром 120 мм так, чтобы после разравнивания верхний уровень заполнителя примерно на 20 мм не доходил до верхнего края цилиндра.

При этом нижняя риска на пуансоне должна совпадать с верхним краем цилиндра. В том случае, когда риска не совпадает с краем цилиндра, следует отобрать или добавить несколько зерен заполнителя с тем, чтобы обеспечить точное совпадение нижней риски с верхним краем цилиндра.

Затем цилиндр с пробой помещают на подушку гидравлического пресса и сдавливают заполнитель до тех

пор, пока пуансон погрузится в цилиндр до верхней риски.

При этом отмечают показание стрелки манометра. Вдавливание пуансона должно производиться без перекоса со скоростью 0,5—1 мм в сек.

Предел прочности при сжатии заполнителя в цилиндре $R_{сж. з}$ кг/см² вычисляют по формуле

$$R_{сж. з} = \frac{P}{F},$$

где P — нагрузка при сдавливании заполнителя в момент погружения пуансона до верхней риски, кг;

F — площадь поперечного сечения цилиндра, равная 113 см² для цилиндра диаметром 120 мм.

Прочность заполнителя в цилиндре вычисляют как среднее арифметическое результатов трех определений, каждое из которых производят из новой порции заполнителя.

Содержание в легком заполнителе сернистых и сернокислых соединений, определяемое по методике, приведенной в предыдущей главе, должно быть не более 1% по весу при пересчете на SO₃.

Определение потери в весе при прокаливании легкого заполнителя производят по методике, рекомендованной ГОСТ 9758—61. В строительной лаборатории из дробленной до крупности 2,5 мм средней пробы заполнителя объемом 2 л отбирают методом квартования навеску весом около 200 г, которую затем рассыпают на листе бумаги слоем 4—5 мм, делят на 20 квадратов и из каждого квадрата отбирают шпателем 1 г.

Полученную пробу весом около 20—25 г растирают в фарфоровой ступке и высушивают до постоянного веса. От этой пробы берут навеску около 20 г порошка заполнителя, помещают ее в предварительно прокаленный и взвешенный фарфоровый тигель, а затем прокаливают в течение 2 ч в муфельной печи при температуре 1000 ± 50°С. После прокаливания тигель охлаждают в эксикаторе и взвешивают.

Потерю в весе при прокаливании (п. п. п.) в процентах вычисляют с точностью до 0,01% по формуле

$$\text{п.п.п.} = \frac{g - g_1}{g - g_2} \cdot 100,$$

где g — вес порошка заполнителя с тиглем до прока-
ливания, г;

g_1 — вес порошка заполнителя с тиглем после про-
каливания, г;

g_2 — вес прокаленного тигля, г;

Подбор состава легкого бетона. Состав легкого бетона подбирают опытным путем, так как разнообразие видов пористых заполнителей и значительные колебания их основных свойств исключает возможность использовать расчетные формулы или табличные данные.

Подбор состава легкого бетона, разработанный проф. Н. А. Поповым, основывается на результатах многочисленных экспериментальных данных и исследований. Последовательность подбора состава легкого бетона следующая: определение оптимального зернового состава смеси заполнителей, установление оптимального расхода воды в бетонной смеси и назначение расхода цемента на 1 м³ бетона.

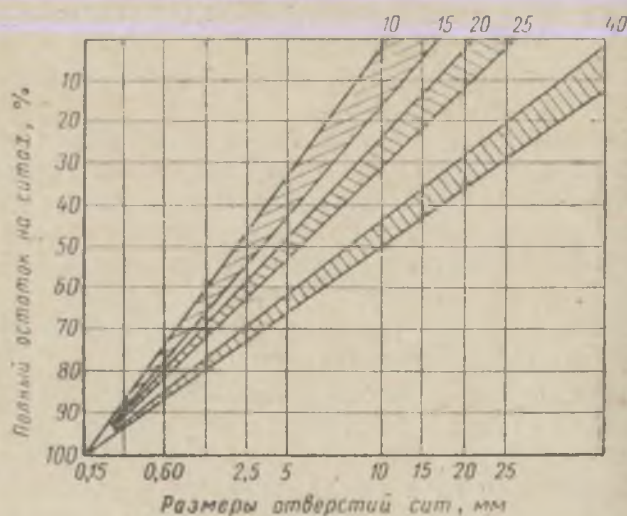


Рис. 46. Оптимальный зерновой состав мелкого и крупного заполнителя в легких бетонах для наибольшей крупности 10—15 мм, 20—25 мм, 40—50 мм

Наилучшее соотношение между мелким и крупным заполнителем определяют по графику проф. Н. А. Попова (рис. 46). Рекомендуемые зерновые составы смеси по-

ристых заполнителей для легких бетонов среднего объемного веса приведены в табл. 21.

Таблица 21

Рекомендуемые зерновые составы легких заполнителей (% по объему)

Вид пористого заполнителя	Наиболь- шая круп- ность, мм	Размеры фракций, мм					
		до 1,2	1,2—5	5—10	5—20	10—20	20—40
Особо легкий за- полнитель при объемном весе смеси менее 800 кг/м ³	20	$\frac{40 \div 60}{35 \div 55}$	$\frac{5 \div 25}{5 \div 25}$	—	$\frac{35 \div 55}{40 \div 60}$	—	—
Заполнитель среднего веса при объемном весе смеси 1100—1400 кг/м ³	40	$\frac{5 \div 10}{\text{до } 5}$	$\frac{10 \div 15}{10 \div 15}$	$\frac{15}{15}$	—	$\frac{25}{25}$	$\frac{40}{45}$

Примечание. В числителе приведены данные для щебня, а в знаменателе — для гравия.

Оптимальную величину водной добавки определяют исходя из положения, что оптимальное количество воды, потребное для получения бетона наибольшей прочности и требуемой пластичности, соответствует наименьшему выходу бетонной смеси или наибольшему объемному весу свежееизготовленных образцов. В лаборатории приготавливают три серии пробных замесов с различным расходом вяжущего вещества (цемент и добавка), например, в количестве 125, 175 и 225 кг в расчете на 1 м³ бетона марки 50 или 200, 250 и 300 кг на 1 м³ бетона марки 100, и в каждой из этих серий—по три замеса с разными расходами воды. Из каждого замеса готовят бетонные образцы-кубы, производя уплотнение бетонной смеси способом, аналогичным производственному; затем определяют объемный вес бетонной смеси и коэффициент выхода бетона. Результаты полученных определений наносят на график (см. рис. 74). За оптимальный расход воды принимается тот, при котором получен наименьший коэффициент выхода бетона.

Образцы из каждого состава бетонной смеси с оптимальным расходом воды испытывают на сжатие в заданный срок твердения. Результаты испытаний наносят на

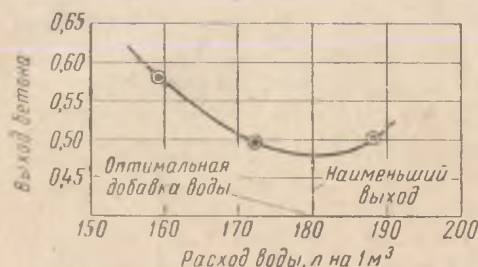


Рис. 47. Графическое определение наименьшего выхода бетона при разных расходах воды

график, но устанавливают расход цемента, обеспечивающий получение бетона заданной прочности (рис. 48).

Для достоверного выбора состава легкого бетона необходимо проверить также коэффициент теплопроводности, объемный вес отвердевшего и высушенного бетона.

Контроль качества легкого бетона. При оценке качества легкого бетона необходимо контролировать объемный вес и влажность бетона, предел прочности при сжатии, морозостойкость.

Объемный вес легкого бетона определяют на образцах, изготовленных в процессе его приготовления или укладки, а также на специально изготовленных образцах-кубах, линейные размеры которых превышают не менее

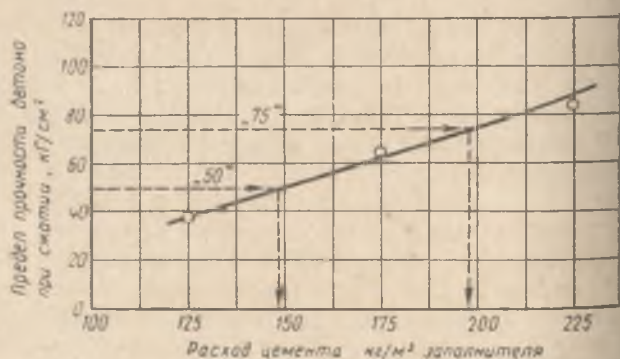


Рис. 48. Графическое определение расхода вяжущего для получения бетона заданной марки

чем в три раза наибольшую крупность зерен легкого заполнителя данного бетона.

Для определения объемного веса бетона естественной влажности вес образца при данной влажности относят к его объему.

Для определения объемного веса бетона в сухом состоянии его контрольные образцы-кубы высушивают до постоянного веса в сушильном шкафу при температуре $110 \pm 5^\circ\text{C}$ и после остывания до комнатной температуры взвешивают с точностью до 1 г.

Обмер образца производят при помощи металлической линейки с точностью до 1 мм. Каждый из трех размеров образца вычисляют как среднее арифметическое из размеров двух параллельных друг другу ребер, лежащих в плоскости одной грани.

Объемный вес образца вычисляют как среднее арифметическое значение объемного веса трех образцов.

Взвешивая каждый образец до и после высушивания, по приведенной ранее формуле вычисляют влажность легкого бетона.

Предел прочности при сжатии определяют на образце в высушенном до постоянного веса состоянии, после определения влажности и объемного веса.

Марка легких бетонов на природных пористых заполнителях устанавливается путем испытания на сжатие контрольных бетонных образцов кубов размером $20 \times 20 \times 20$ см после 28-дневного хранения их в нормальных условиях. При испытании образцов-кубов другого размера принимают переводные коэффициенты, приведенные выше (см. стр. 118).

Морозостойкость и водопроницаемость легких бетонов (если это необходимо) определяют по приведенной выше методике.

Определение коэффициентов теплопроводности образцов легких бетонов на пористых заполнителях, если это предусмотрено ТУ, рекомендуется производить в технической лаборатории согласно ГОСТ 7076—54 «Материалы строительные. Метод определения коэффициента теплопроводности».

Основные требования, предъявляемые к легким бетонам на природных пористых заполнителях, в зависимости от их назначения приведены в табл. 22.

Образцы из каждого состава бетонной смеси с оптимальным расходом воды испытывают на сжатие в заданный срок твердения. Результаты испытаний наносят на график, но устанавливают расход цемента, обеспечивающий получение бетона заданной прочности (рис. 48).

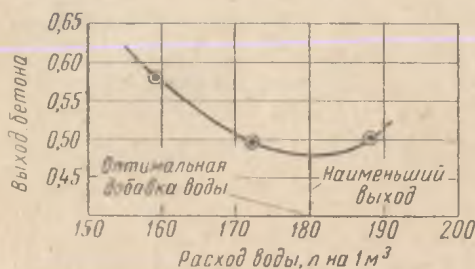


Рис. 47. Графическое определение наименьшего выхода бетона при разных расходах воды

Контроль качества легкого бетона. При оценке качества легкого бетона необходимо контролировать объемный вес и влажность бетона, предел прочности при сжатии, морозостойкость.

Объемный вес легкого бетона определяют на образцах, изготовленных в процессе его приготовления или укладки, а также на специально изготовленных образцах-кубах, линейные размеры которых превышают не менее

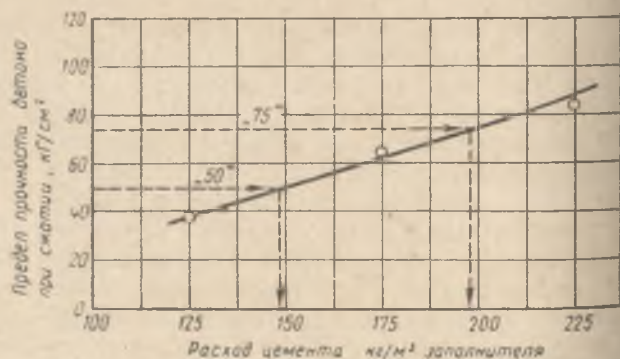


Рис. 48. Графическое определение расхода вяжущего для получения бетона заданной марки

чем в три раза наибольшую крупность зерен легкого заполнителя данного бетона.

Для определения объемного веса бетона естественной влажности вес образца при данной влажности относят к его объему.

Для определения объемного веса бетона в сухом состоянии его контрольные образцы-кубы высушивают до постоянного веса в сушильном шкафу при температуре $110 \pm 5^\circ\text{C}$ и после остывания до комнатной температуры взвешивают с точностью до 1 г.

Обмер образца производят при помощи металлической линейки с точностью до 1 мм. Каждый из трех размеров образца вычисляют как среднее арифметическое из размеров двух параллельных друг другу ребер, лежащих в плоскости одной грани.

Объемный вес образца вычисляют как среднее арифметическое значение объемного веса трех образцов.

Взвешивая каждый образец до и после высушивания, по приведенной ранее формуле вычисляют влажность легкого бетона.

Предел прочности при сжатии определяют на образце в высушенном до постоянного веса состоянии, после определения влажности и объемного веса.

Марка легких бетонов на природных пористых заполнителях устанавливается путем испытания на сжатие контрольных бетонных образцов кубов размером $20 \times 20 \times 20$ см после 28-дневного хранения их в нормальных условиях. При испытании образцов-кубов другого размера принимают переводные коэффициенты, приведенные выше (см. стр. 118).

Морозостойкость и водопроницаемость легких бетонов (если это необходимо) определяют по приведенной выше методике.

Определение коэффициентов теплопроводности образцов легких бетонов на пористых заполнителях, если это предусмотрено ТУ, рекомендуется производить в технической лаборатории согласно ГОСТ 7076—54 «Материалы строительные. Метод определения коэффициента теплопроводности».

Основные требования, предъявляемые к легким бетонам на природных пористых заполнителях, в зависимости от их назначения приведены в табл. 22.

Таблица 22

Основные требования, предъявляемые к легким бетонам различного назначения на природных пористых заполнителях*

Наименование видов легкого бетона по назначению	Объемные веса в высушенном до постоянного веса состоянии, кг/м ³	Марка бетона	Морозостойкость ¹⁾ (число выдерживаемых циклов попеременного замораживания и оттаивания)	Водопроницаемость (давление воды); ат	Предельное значение коэффициента теплопроводности, $\text{ккал/м} \cdot \text{ч} \cdot \text{град}$ (в сухом состоянии)
Теплоизоляционные	500—800	10, 15, 25	Не нормируется	Не нормируется	0,12—0,2
Конструктивно-теплоизоляционные	900—1400	35, 50, 75, 100	10, 15, 25, 35	То же	0,25—0,4
Конструктивные	1400—1800	50, 75, 100, 150, 200, 300, 400	15, 25, 35, 50, 100	То же	0,35—0,7
Конструктивные высокоплотные	1500—1800	100, 150, 200, 300, 400	25, 50, 100, 150, 200	B-2, B-4, B-6, B-8	0,5—0,7

Примечания:

1) К отдельным видам легких бетонов могут предъявляться дополнительные требования (по износостойкости, коррозионной стойкости и т. д.), специально указываемые в проекте.

2) При марках бетона 300 и выше допускается изготовление конструктивных высокоплотных бетонов с объемным весом до 2000 кг/м³.

Глава VI

СТРОИТЕЛЬНЫЕ РАСТВОРЫ

Строительным раствором называют искусственный каменный материал, получаемый в результате затвердевания растворной смеси, в состав которой входят: вяжущее вещество, мелкий заполнитель (песок) и вода. В строительные растворы в процессе их приготовления обычно вводят различные добавки—дисперсные (глины), активные минеральные добавки (золы, диатамиты и пр.) или поверхностно-активные (ССБ, подмыльный щелок и др.).

Строительные растворы применяют для соединения отдельных камней кладки в одно целое (монолит), для оштукатуривания поверхностей стен и потолков, для нанесения теплоизоляционных, звукоизоляционных, огнезащитных, стойких в условиях агрессивных вод, декоративных и других штукатурок, инъецирования каналов преднапряженных железобетонных конструкций и изготовления искусственных безобжиговых материалов на основе вяжущих веществ.

По виду вяжущих веществ и добавок различают растворы: цементные, известковые, цементно-известковые, цементно-глиняные и др.

По составу растворы бывают: простые — с одним вяжущим (цементные, известковые и др.) и сложные — из нескольких вяжущих (цементно-известковые и др.).

По виду используемых мелких заполнителей растворы разделяют: на тяжелые — с объемным весом от 1500 до 2200 кг/м³ и легкие — с объемным весом менее 1500 кг/м³.

По прочности на сжатие в кг/см² растворы бывают следующих марок: 4, 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200 и 300.

1. ПОДБОР СОСТАВА РАСТВОРА

Состав строительного раствора выбирают, исходя из заданной марки раствора и степени подвижности растворной смеси, необходимой по условиям производства работ.

Подбор составов кладочных растворов можно производить по готовым таблицам и графикам, а также использовать аналитический метод.

Для смешанных и цементных растворов заданной марки расход цемента на 1 м³ песка определяют по эмпирической формуле

$$Q_{\text{ц}} = \frac{R}{0,7R_{\text{ц}}} \cdot 1000,$$

где $Q_{\text{ц}}$ — расход цемента на 1 м³ песка, кг;

$R_{\text{р}}$ — марка раствора, кг/см²;

$R_{\text{ц}}$ — активность цемента, кг/см².

Количество известкового или глиняного теста $V_{\text{д}}$ на 1 м³ песка устанавливают по эмпирической формуле

$$V_{\text{д}} = 0,17 (1 - 0,002 Q_{\text{ц}}).$$

Объемный вес известкового теста принимают для I сорта 1260 и для II — 1400.

Воды берут в таком количестве, чтобы обеспечить заданную консистенцию раствора. Так, консистенция (подвижность) раствора для кирпичной кладки характеризуется погружением конуса СтройЦНИЛа 6—10 см.

Для обеспечения заданной подвижности раствора принимается водовяжущее отношение

$$\frac{B}{\text{Ц} + \text{Д}} = 0,8 \div 0,9.$$

В случае получения более жесткого раствора, чем требовалось, добавляют воду в количестве 5% от принятого водовяжущего отношения.

Состав смешанного раствора в объемных частях устанавливают путем деления объемных частей составляющих раствора

$$V_{\text{ц}} : V_{\text{д}} : 1 \text{ на } V_{\text{п}},$$

в результате получаем

$$\frac{V_{\text{п}}}{V_{\text{ц}}} : \frac{V_{\text{д}}}{V_{\text{п}}} : \frac{1}{V_{\text{ц}}}.$$

Пример

Требуется подобрать состав смешанного раствора марки 50 подвижностью (по погружению конуса 7—8 см) на портландцементе активностью 420 кг/см².

Объемный вес цемента 1100 кг/м³.

Пластифицирующая добавка — известковое тесто.

1. Определяем расход цемента на 1 м³ песка по формуле

$$Q_{\text{ц}} = \frac{R_p}{0,7 R_{\text{ц}}} \cdot 100 = \frac{50}{0,7 \cdot 420} = 170 \text{ кг}$$

или

$$\frac{170}{1100} = 0,154 \text{ м}^3.$$

2. Определяем расход известкового теста на 1 м³ песка по формуле

$$V_{\text{д}} = 0,17 (1 - 0,002 Q_{\text{ц}}) = 0,17 (1 - 0,002 \cdot 170) = 0,112 \text{ м}^3.$$

3. Составляем пропорцию объемных частей раствора $V_{\text{ц}} : V_{\text{д}} : 1$ и, поделив все члены отношения на $V_{\text{ц}}$, получим искомый состав раствора

$$\frac{V_{\text{ц}}}{V_{\text{ц}}} : \frac{V_{\text{д}}}{V_{\text{ц}}} : \frac{1}{V_{\text{ц}}} = \frac{0,154}{0,154} : \frac{0,112}{0,154} : \frac{1}{0,154} =$$

$$= 1 : 0,73 : 6,5 \text{ (цемент: известковое тесто — песок).}$$

4. Количество воды подбираем из расчета получения раствора с подвижностью 7—8 см.

Первоначально принимаем количество воды из расчета водовязющего отношения $\frac{B}{Ц + Д} = 0,8$, а затем в пробных замесах в

случае необходимости добавляем воды в количестве по 5% от водовязущего отношения до получения растворной смеси требуемой подвижности. При окончательном установлении состава раствора необходимо учитывать влажность песка.

Подбор состава кладочного раствора требуемой марки можно производить по табл. 23 с обязательной корректировкой пробными замесами, исходя из вида применяемого цемента и качества заполнителя и пластифицирующих добавок.

При установлении приведенных в табл. 23 составов растворов принято, что цементы марок 300—600 имеют объемный вес 1100 кг/м³, а цементы марок 200—250 имеют объемный вес 900 кг/м³. Если объемный вес имеющегося цемента отличается от вышеуказанного более чем на 10%, то состав растворов должен быть пересчитан. Песок принят в рыхло насыпанном состоянии с естественной влажностью 1—3%, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 6426—52 «Песок природный для кладочных и шту-

Таблица 23

Составы растворов для кладки зданий

Марка цемента	Составы в объемной дозировке для растворов марок				
	100	75	50	25	10
Цементно-известковые растворы					
600	1:0,4:4,5	1:0,7:6	—	—	—
500	1:0,3:4	1:0,5:5	1:1:8	—	—
400	1:0,2:3	1:0,3:4	1:0,7:6	1:1,7:12	—
300	—	1:0,2:3	1:0,4:4,5	1:1,2:9	—
250	—	—	1:0,2:3	1:0,7:6	—
200	—	—	1:0,1:2,5	1:0,5:5	1:1,7:12
Цементно-глиняные растворы					
600	1:0,4:4,5	1:0,7:6	—	—	—
500	1:0,3:4	1:0,5:5	1:1:8	—	—
400	1:0,2:3	1:0,3:4	1:0,7:6	1:1:11	—
300	—	1:0,2:3	1:0,4:4,5	1:1:9	—
250	—	—	1:0,2:3	1:0,7:6	—
200	—	—	1:0,1:2,5	1:0,5:5	1:1:9
Цементные растворы					
600	1:4,5	1:6	—	—	—
500	1:4	1:5	—	—	—
400	1:3	1:4	1:6	—	—
300	—	1:3	1:4,5	—	—
250	—	—	1:3	1:6	—
200	—	—	1:2,5	1:5	—

катурных растворов», при применении песков, не удовлетворяющих требованиям ГОСТ 6426—52, расход цемента устанавливается на основании лабораторных испытаний. Известь принята II сорта с объемным весом 1400 кг/м^3 , при применении известкового теста I сорта количество теста уменьшается на 10%. Глина принята в виде теста с глубиной погружения стандартного конуса на 13—14 см.

2. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ

Отбор средней пробы растворной смеси для оценки ее качества производят:

в строительной лаборатории при приготовлении опытных замесов;

при выпуске замеса из растворомешалки или бункера (в начале, середине и конце выпуска смеси);
из автомашин или расходных ящиков каменщика в трех местах с глубины 10—15 см лопатами или совками. В двух последних случаях размер каждой пробы должен быть не менее 1—2 л.

Перемешивая отдельные пробы, получают среднюю пробу раствора в количестве не менее 3—5 л, которую направляют в лабораторию.

Контроль качества раствора включает в себя определение его подвижности, расслаиваемости, объемного веса, предела прочности при сжатии, морозостойкости.

Подвижность. Подвижность растворной смеси определяют при помощи прибора СтройЦНИЛ, изображенного на рис 49, и измеряют по глубине погружения (см) в растворную смесь специального стального конуса.

Прибор состоит из штатива, на стойке 1 которого закрепляется держатель 2. На конце передвигного держателя 2 имеется пружинная кнопка 4, удерживающая скользящий стержень 5 конуса 6.

На другом держателе 3 закреплены штанга 7 и циферблат 8, имеющий две шкалы, по которым отсчитывается глубина погружения конуса в растворную смесь и объем (см^3) погруженной части конуса. Вес конуса со стержнем 5 и балластом должен составлять 300 г. Высота конуса 145 мм, диаметр основания 75 мм.

Сосуд для растворной смеси изготавливается из листовой стали в виде усеченного конуса высотой 180 мм и диаметром основания 150 мм. Для определения подвижности раствора сосуд 9 наполняют примерно на 1 см ниже краев. Уложенный раствор штыкуют 25 раз стержнем

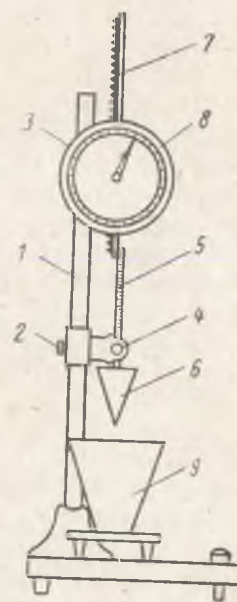


Рис. 49. Конус СтройЦНИЛ для определения подвижности растворной смеси

диаметром 10—12 мм и встряхивают 5—6 раз легким постукиванием сосуда о стол. Острые конуса приводят в соприкосновение с поверхностью раствора в сосуде, опускают штангу 7 до соприкосновения со стержнем конуса и устанавливают стрелки на нулевое деление циферблата. Затем нажимают пружинную кнопку, представляя конусу свободно погружаться в раствор. Через 10 сек опускают штангу до соприкосновения со стержнем конуса и производят отсчет с точностью до 2 мм.

Величина подвижности определяется как среднее арифметическое двух испытаний.

Для определения подвижности раствора в условиях строительной площадки допускается применять конус этого же веса без штатива с укороченным стержнем. Острые конуса приводят в соприкосновение с раствором, придают конусу отвесное положение и дают ему возможность свободно погружаться в растворную смесь. Величина подвижности (см) определяется по делениям на конусе.

Рабочая подвижность раствора в зависимости от его назначения в летних и зимних условиях принимается следующей:

а) для заполнения горизонтальных швов при монтаже стен из бетонных и виброкирпичных панелей, а также для расшивки горизонтальных и вертикальных швов в стенах из панелей и крупных блоков от 5 до 7 см;

б) для обычной кладки из сплошного кирпича, а также кладки из бетонных камней блоков и природных камней легких пород — от 9 до 13 см;

в) для обычной кладки из дырчатого кирпича или керамических камней с щелевыми пустотами — от 7 до 8 см;

г) для бутовой кладки: для кладки — от 4 до 6 см; для заливки пустот — от 13 до 15 см;

д) для вибрированной бутовой кладки — от 1 до 3 см.

Примечание. Большие величины погружения конуса следует принимать при сухих и пористых каменных материалах, а меньшие величины — при влажных, а также плотных каменных материалах.

Расслаиваемость. Расслаиваемостью растворной смеси называют неоднородность ее по толщине слоя, образующуюся при транспортировании и хранении растворной смеси.

Для определения расслаиваемости растворной смеси используют прибор (рис. 50), состоящий из двух стальных колец 1 и 2 и цилиндра 3 с дном.

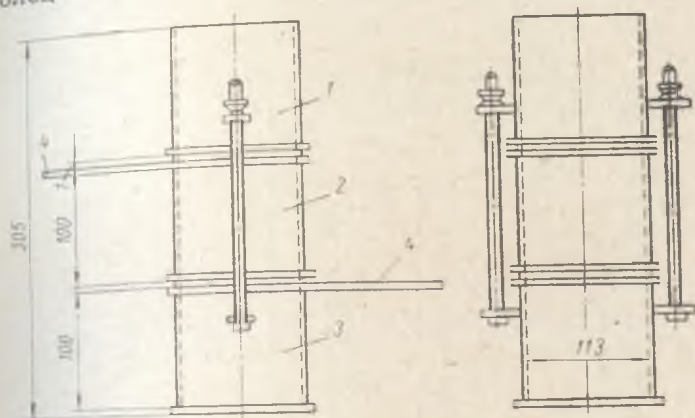


Рис. 50. Прибор для определения расслаиваемости растворной смеси

Прибор наполняют растворной смесью вровень с краями, закрывают крышкой и устанавливают на вибростол. После вибрации в течение 30 сек растворную смесь из верхнего кольца 1 и нижнего цилиндра 3 выкладывают в отдельные чаши, сдвинув кольца 1 и 2 в стороны по платформам 4 и определяют подвижность раствора. Объем погруженной части конуса в см^3 определяют по табл. 24.

За величину расслаиваемости принимают среднее арифметическое разности объемов погружения конуса в растворную смесь кольца 1 и цилиндра 3 из результатов двух испытаний. Для удобоукладываемых растворов величина расслаиваемости обычно не превышает 30 см^3 .

Объемный вес. Определение объемного веса растворной смеси производят с помощью цилиндрического сосуда емкостью 1 л с насадкой. Сосуд наполняют раствором с некоторым избытком, удерживаемым насадкой, и уплотняют 25-кратным штыкованием. Затем срезают избыток раствора и взвешивают с точностью до 5 г, вычитая вес сосуда.

Величину объемного веса принимают как среднее арифметическое из результатов двух испытаний.

Таблица 24

Показания стандартного конуса					
Погружения конуса в растворную смесь					
см	см ³	см	см ³	см	см ³
1	0	6,5	19,2	11,5	106
2	0,5	7	23,9	12	120,4
2,5	1	7,5	29,5	12,5	135,9
3	1,9	8	35,7	13	153,5
3,5	3	8,5	42,9	13,5	171,9
4	4,4	9	50,6	14	191,8
4,5	6,4	9,5	59,8	14,5	213,2
5	8,7	10	70		
5,5	11,6	10,5	80,5		
6	15	11	92,7		

Предел прочности при сжатии. Определение предела прочности при сжатии (марки) раствора производят путем испытания трех стандартных образцов размером $70,7 \times 70,7 \times 70,7$ мм.

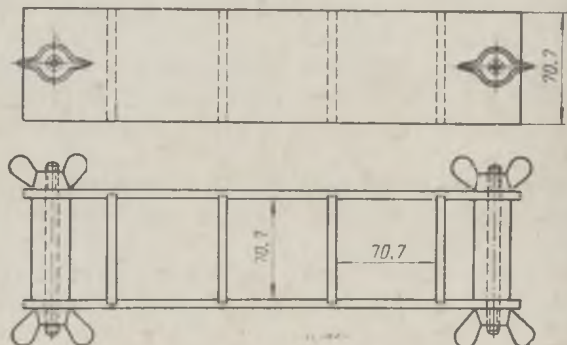


Рис. 51. Форма для изготовления из растворной смеси образцов-кубов (без дна)

Образцы изготовляют из растворной смеси рабочей подвижности в металлических формах без дна (рис. 51).

Основанием служит кирпич влажностью не более 2% и водопоглощением не менее 10% по весу.

Форму устанавливают на глиняный кирпич, предварительно покрытый хорошо смоченным водой листом газетной бумаги.

Растворную смесь в один прием укладывают в форму и уплотняют 25-кратным штыкованием стержнем диаметром 10—12 мм. После того как часть воды отсосется кирпичом и поверхность раствора станет матовой, избыток раствора срезается вровень с краями формы.

Образцы выдерживают в формах в течение 1 суток в воздушных условиях, затем после снятия форм до 7-дневного возраста хранят во влажных условиях (во влажной камере, влажном песке или опилках), а остальное время до 28-дневного возраста — в воздушных условиях (для растворов, твердеющих на воздухе) при температуре от +15 до +25°C. Для установления марки раствора по прочностным показателям образцов, испытанных в 7-дневном возрасте, необходимо полученные результаты разделить на коэффициент 0,5.

Перед испытанием образцы очищают щеткой от опилок и песка, затем помещают на опорную подушку прессы так, чтобы основанием служили грани, соприкасающиеся со стенками формы.

Предел прочности при сжатии каждого образца определяют как частное от деления величины разрушающей нагрузки в кг на рабочую площадь грани в см².

Предел прочности при сжатии раствора считают как среднее арифметическое пределов прочности двух образцов, давших наибольшие результаты.

Морозостойкость. Для испытания на морозостойкость изготавливают из растворной смеси шесть стандартных образцов: три образца подвергают замораживанию, а три остальных являются контрольными.

По истечении заданного срока твердения три образца в насыщенном водою состоянии помещают в морозильную камеру с температурой не выше —17°C. По истечении 3 ч образцы вынимают из камеры и погружают на 3 ч в ванную с водой с температурой $20 \pm 5^\circ\text{C}$. Так же проводят второй и последующие циклы замораживания и оттаивания образцов.

Образцы, твердевшие в воздушных условиях, перед испытанием выдерживают в течение 48 ч в воде.

После выполнения заданного количества циклов замораживания и оттаивания замораживаемые и контрольные

образцы подвергают испытанию на сжатие. Перед испытанием образцов, потерявших в весе более 2%, грани, прилегающие к плитам пресса, выравнивают путем подливки густого цементного теста.

Образцы, подвергавшиеся испытанию, по сравнению с контрольными образцами, должны иметь потерю прочности не более 25% и потерю в весе — не более 5%.

Глава VII

ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА И МАТЕРИАЛЫ НА ИХ ОСНОВЕ

Органические вяжущие вещества представляют собой сложные смеси различных углеводов и их производных. Они подразделяются на:

битумы, получаемые из природных битумов, асфальтовых пород и искусственным путем как остаточный продукт при переработке нефти;

дегты и пеки, получаемые при сухой перегонке твердого топлива (каменного угля, торфа, древесины).

Органические вяжущие вещества могут быть в виде вязких и твердых веществ.

Ценными строительными свойствами органических вяжущих веществ являются: водонепроницаемость, химическая стойкость, способность размягчаться при определенной температуре и сцепляться с деревом, камнем и металлом, а также быстрота нарастания вязкости при остывании.

Битумные и дегтевые вяжущие вещества применяются при приготовлении бетонов и растворов (на органическом вяжущем), изготовлении кровельных, гидроизоляционных и пароизоляционных материалов и изделий, изготовлении кровельных, гидроизоляционных и дорожных мастик и эмульсий, изготовлении кровельно-гидроизоляционных паст и т. д.

1. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА НЕФТЯНЫХ БИТУМОВ

Нефтяной битум по внешнему виду представляет собой твердую или вязкую массу черного цвета со слабым запахом минерального масла.

Для оценки качества поступившего на строительство битума, упакованного в таре, вскрывают 2% всего количества ящиков, бочек или мешков и отбирают от каждого упаковочного места один кусок весом около 1 кг. Затем каждый кусок разбивают на меньшие куски размером не более 25 мм, тщательно перемешивают, разравнивают и последовательным квартованием доводят вес средней пробы до 2—3 кг.

Если материал поступил в кусках, то из разных мест отбирают его куски в количестве 1% от веса партии. От каждого отобранного куска откалывают в трех местах по одному кусочку, а затем все отобранные пробы измельчают, перемешивают и квартованием получают среднюю пробу весом 3—8 кг, которую направляют в строительную лабораторию для испытания.

В лаборатории пробу делят на две равные части: одну из которых используют для проведения испытаний, вторую — в опечатанном виде хранят в течение двух месяцев на случай повторного испытания.

При оценке качества нефтяных битумов в лаборатории определяют вязкость, растяжимость, температуру размягчения и температуру вспышки.

Перед определением показателей физико-механических свойств нефтяного битума пробу его необходимо обезводить; для чего пробу в специальной чашке помещают в сушильный шкаф или на песчаную баню и доводят до подвижного состояния, нагревая твердые и полутвердые битумы до температуры не выше 120—180°, в зависимости от их вязкости. Затем расплавленный битум процеживают через сито с отверстиями 0,6—0,8 мм и тщательно перемешивают до полного удаления пузырьков воздуха.

После остывания проба битума считается подготовленной к проведению испытаний.

Вязкость. Вязкость битумов может условно характеризоваться глубиной проникания в них иглы стандартного прибора — пенетromетра (рис. 52) под действием груза в 100 г в течение 5 сек при температуре 25°C.

Пенетromетр имеет опорную площадку с тремя установочными винтами для приведения ее в горизонтальное положение. К опорной площадке прикреплены стойка с кронштейнами и вращающийся предметный столик для установки кристаллизатора емкостью не

менее 0,3 л и высотой 45—50 мм с металлической цилиндрической чашкой высотой 35 мм и диаметром 55 мм, содержащей испытуемый битум. На верхнем кронштейне стойки укреплен циферблат, разделенный на 360°, и контактная рейка (кремольера), движение которой передается стрелке циферблата. На нижнем кронштейне закреплен свободно падающий стержень с иглой и грузом общим весом $100 \pm 0,01$ г, удерживаемый стопорной кнопкой. Сбоку, несколько выше предметного столика, к стойке шарнирно прикреплено зеркало.

Игла — стальная, цилиндрическая длиной 50,8 мм и диаметром 1—1,02 мм должна быть закалена и тщательно отполирована. Острие иглы должно быть притуплено и иметь диаметр затупленной части 0,14—0,16 мм.

Предварительно обезвоженный и процеженный битум расплавляют на песчаной или масляной бане или в сушильном шкафу до подвижного состояния (не перегревая битум) и тщательно перемешивают до полного удаления пузырьков воздуха. Затем битум наливают в металлическую чашку на высоту не менее 30 мм и выдерживают при температуре 18—20°C в течение часа, предохраняя образец от пыли. После этого чашку с битумом помещают в ванну с водой, нагретой до 25°C, и оставляют на 1 ч до испытания. Высота слоя воды над битумом должна быть не менее 25 мм.

Температуру в ванне поддерживают постоянной, добавляя горячей или холодной воды. Колебания температуры воды в ванне не должны превышать $\pm 0,5^\circ\text{C}$. Через

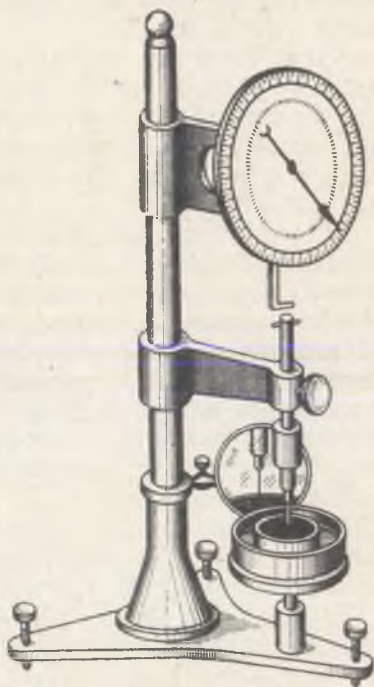


Рис. 52. Пенетромтр

час чашку с битумом помещают в кристаллизатор, наполненный водой, имеющей температуру 25°C. Кристаллизатор устанавливают на столик пенетromетра, установленный строго горизонтально. Подводят острые иглы к поверхности битума; при этом игла должна слегка касаться битума, но не входить в него. Для облегчения этой операции служит зеркало.

Кремальеру доводят до верхней площадки стержня, несущего иглу, и устанавливают стрелку на нуль или отмечают ее положение, после чего пускают секундомер и нажимают кнопку, давая игле свободно входить в образец в течение 5 сек. По истечении этого времени отпускают кнопку.

Затем доводят нижнюю часть кремальеры до верхней площадки стержня с иглой, и стрелка, передвигающаяся вместе с кремальерой, показывает в градусах (1° равен 0,1 мм) расстояние, пройденное иглой за 5 сек.

Определение повторяют 3 раза в различных точках на поверхности образца, отстоящих не менее чем на 10 мм от краев чашки и друг от друга. Среднее арифметическое из этих определений дает величину проникания в градусах, соответствующую глубине проникания иглы в десятих долях миллиметра.

После каждого погружения (определения) иглу вынимают из гнезда, обмывают бензином острие и насухо вытирают чистой сухой тряпочкой или ватой.

Расхождение между результатами определения глубины проникания, полученными в каждом из трех опытов, не должно превышать:

при глубине проникания	150—200°	10°
»» —»	75—150°	5°
»» —»	25—75°	3°
»» —»	до 25°	1°

Растяжимость. Растяжимостью (дуктильностью) называется способность битумов вытягиваться в тонкие нити под действием приложенной растягивающей нагрузки. Величина растяжимости определяется длиной нити (см) до разрыва ее при температуре 25°C и скорости вытягивания 5 см в минуту.

Растяжимость битумов определяют на приборе — дуктилометре (рис. 53), который представляет собой деревянный ящик, покрытый внутри оцинкованной жестию или эмалью. По всей длине ящика проходит чер-

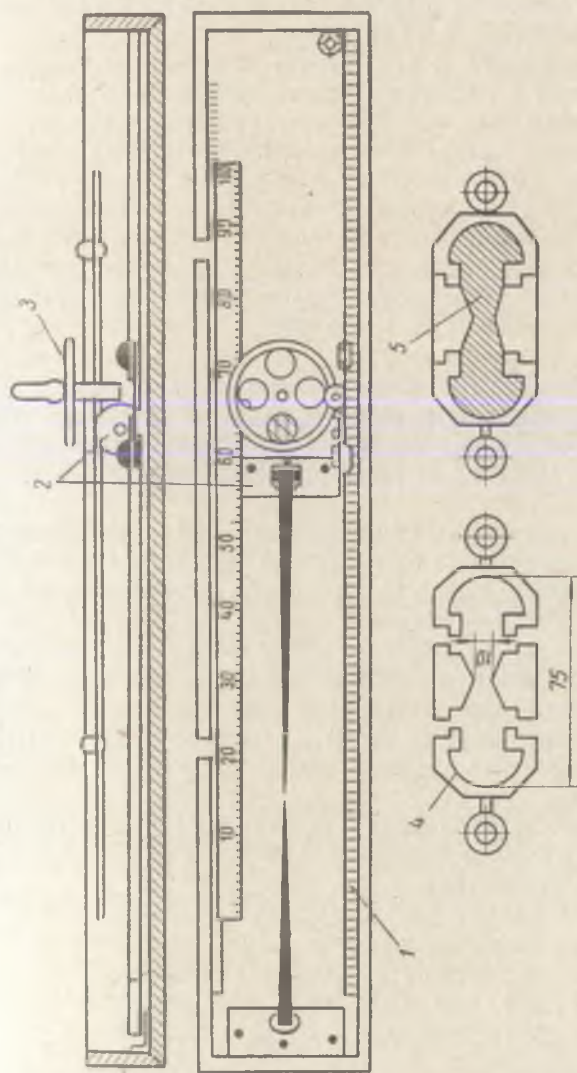


Рис. 53. Дуктилометр и формы для образцов

вячный винт 1 с насаженными на него двумя салазками 2, движение которых по винту осуществляется от электродвигателя или вручную посредством маховика 3. Ящик снабжен шкалой, по которой скользит указатель, закрепленный на салазках.

Подготовленный к испытанию битум расплавляют, перемешивают и тонкой струей наливают в формы с небольшим избытком. Формы 4 применяют латунные, сборные из четырех частей, перед заливкой битума внутренние поверхности форм смазывают смесью талька с глицерином состава 1 : 3 и устанавливают их на металлическую пластинку. Затем формы с битумом 5 охлаждают в течение 30 мин в помещении с температурой 18—20°C и после этого горячим ножом срезают избыток битума в два приема, от середины формы к краям ее.

Образец битума с формой и пластинкой помещают в ящик дуктилометра, куда предварительно налита вода с температурой 25°C и выдерживают в нем в течение 1 ч 30 мин, следя за тем, чтобы температура воды была постоянной. Слой воды над образцом должен быть не менее 25 мм.

Проверив скорость движения салазок и температуру воды, которая должна быть $25 \pm 0,5^\circ\text{C}$, форму закрепляют в дуктилометре, надев ее на штифты, укрепленные на салазках и стойке ящика.

Затем снимают боковые части формы и включают электродвигатель или начинают вращать маховик, растягивая битум со скоростью 5 см в мин.

Длину нити битума (см), отмеченную указателем в момент ее разрыва, принимают за показатель растяжимости битума.

Определение производят 3 раза, и за окончательный результат принимают среднее арифметическое трех результатов определений.

При определении растяжимости битумов, имеющих удельный вес значительно больше (или меньше) единицы, плотность воды соответственно или повышают раствором поваренной соли, или понижают добавлением спирта, чтобы нить растягиваемого битума не всплыла и не тонула.

Температура размягчения. Температура размягчения позволяет судить об относительной теплостойкости и степени размягчаемости битумов при нагревании.

Температуру размягчения определяют на приборе «кольцо и шар» (рис. 54).

Прибор «кольцо и шар» состоит из трех металлических дисков 1, скрепленных на определенном расстоянии

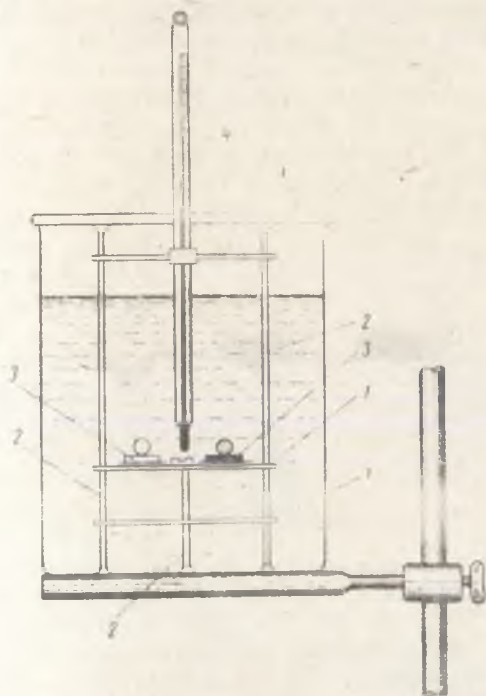


Рис. 54. Прибор для определения температуры размягчения битума «Кольцо и шар»

друг от друга проходящими через них и прикрепленными к ним металлическими стержнями 2. Расстояние между двумя нижними дисками равно 25,4 мм. В среднем диске имеются два отверстия, в каждое из которых вставляют латунные кольца 3 с внутренним диаметром 15,88 мм, высотой 6,25 мм и толщиной стенок 2,38 мм.

В середине верхнего диска имеется отверстие, в которое вставляют термометр 4.

Латунные кольца укладывают на металлическую пластинку и смазывают смесью талька с глицерином состава 1:3. Затем заполняют их с некоторым избытком расплавленным и перемешанным (в течение 15 мин)

битумом. После охлаждения избыток битума срезают нагретым ножом вровень с краями колец.

Кольца устанавливают горизонтально в отверстия на средней пластинке прибора. Термометр вставляют в среднее отверстие верхнего кружка точно по оси так, чтобы шарик его был на нижнем уровне кольца.

Прибор с кольцами ставят на 15 мин в стакан, наполненный свежепрокипяченной водой, имеющей температуру 5°C.

Через 15 мин прибор вынимают из стакана, на каждое кольцо в центре поверхности битума кладут стальной

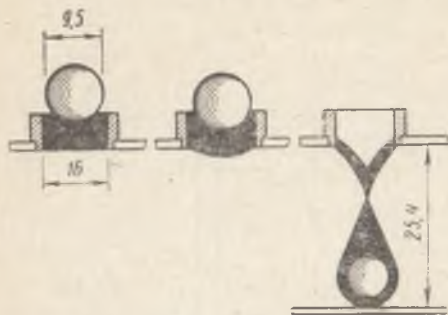


Рис. 55. Схема прохода шарика через кольцо

шарик диаметром 9,5 мм, весом 3,45—3,55 г и помещают прибор в стакан. Стакан с прибором ставят на асбестовую сетку, нагревают на газовой горелке или спиртовке так, чтобы скорость подъема температуры составляла 5°C в мин.

Температуру, при которой деформирующийся битум под

действием веса шарика коснется нижнего кружка прибора, принимают за температуру размягчения (рис. 55).

Если температура размягчения битума выше 80°C, прибор заполняют не водой, а глицерином; образец же перед испытанием выдерживают в течение 15 мин при температуре 32°C.

Испытание производят два раза, и температуру размягчения вычисляют как среднее арифметическое двух определений.

Температура вспышки. Температурой вспышки называется температура, при которой газообразные продукты, выделяющиеся из битума, при нагревании образуют с воздухом смесь, вспыхивающую на короткое время при поднесении к ней пламени.

Определение температуры вспышки битумов производят с целью установления безопасного технологического

режима расплавления их, а также смешение битумов с наполнителями.

Температуру вспышки определяют в стандартном приборе Бренкена (рис. 56), состоящем из наполненного песком большого стального тигля 1, подогреваемого газовой горелкой и внутреннего стального тигля 2 диаметром 64 мм, высотой 47 мм, толщиной стенок в 1 мм, в который наливают расплавленный битум.

До начала испытания малый тигель промывают бензином и просушивают его над зажженной горелкой, после чего помещают в большой тигель с прокаленным песком так, чтобы уровень песка был на 12 мм ниже края тигля, а между дном этого тигля и наружным тиглем был слой песка толщиной 5—8 мм.

Расплавленный битум наливают во внутренний тигель так, чтобы уровень его был на 12 мм ниже края тигля — для битумов с ожидаемой температурой вспышки до 210°C и на 18 мм — для битумов с ожидаемой температурой вспышки выше 210°C .

Большой тигель (вместе с малым тиглем) устанавливают в кольцо, закрепленное на штативе 3; под него подводят газовую горелку 4, а сверху в испытываемый битум погружают термометр 5 в вертикальном положении так, чтобы ртутный шарик его находился примерно в геометрическом центре меньшего тигля. К поверхности битума подводят зажигательное приспособление 6, состоящее из трубки, присоединенной к газопроводу. Наружный тигель нагревают пламенем газовой горелки с таким расчетом, чтобы повышение температуры в начале испытания было бы в пределах 10°C в 1 мин; за 40°C до ожидаемой температуры вспышки скорость нагрева уменьшают до 4°C в 1 мин. За 10°C до ожидаемой температуры вспышки

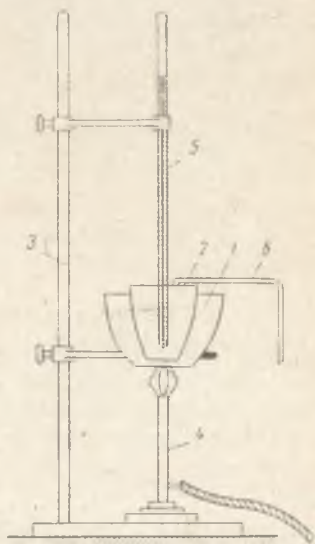


Рис. 56. Прибор для определения температуры вспышки битума

поджигают зажигательное приспособление и медленно проводят им по краю тигля на расстоянии 10—14 мм от поверхности битума. Длина пламени зажигательного приспособления должна быть около 4 мм.

Появление синего пламени над поверхностью битума принимается за момент его вспышки, а температура, отмеченная в этот момент, — за температуру вспышки.

При проведении испытания следует избегать движения воздуха и яркого освещения, что затрудняет наблюдение за моментом вспышки.

Определение следует проводить дважды, за окончательный результат принимают среднее арифметическое двух результатов определений.

Т а б л и ц а 25

Физико-механические показатели битумов

Марка битума	Температура размягчения, град, не ниже	Глубина проникания иглы в десятых долях мм, в пределах	Растяжимость, см, не менее	Температура вспышки, град, не ниже
--------------	--	--	----------------------------	------------------------------------

• Битумы нефтяные дорожные (ГОСТ 1544—52)

БН-0	Не нормируется	Не менее 200	Не нормируется	180
БН-I	25	121—200	100	200
БН-II	40	81—120	60	200
БН-II-У	45	81—120	60	200
БН-III	50	41—80	40	200
БН-III-У	50	41—80	40	200

Битумы нефтяные строительные (ГОСТ 6617—56)

БН-IV	70	21—40	3	230
БН-V	90	5—20	1	230
БН-VK	90	≥ 20	Не нормируется	230

Битумы нефтяные кровельные (ГОСТ 9548—60)

БНК-2	40	≥ 140	Не нормируется	240
БНК-5	90	≥ 20	»	240

Проведя лабораторные испытания дорожных, строительных или кровельных битумов для оценки их качества, следует руководствоваться данными, приведенными в табл. 25.

2. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА РУЛОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

В строительстве широко применяются рулонные кровельные и гидроизоляционные материалы, которые в зависимости от вида пропитки делятся на битумные рулонные материалы (пергамин, рубероид, рубероид с крупнозернистой посыпкой, гидроизол) и дегтевые рулонные материалы (толь кровельный беспокровный, толь кровельный с песочной посыпкой, толь с крупнозернистой посыпкой).

Испытывают указанные выше материалы по одной и той же методике.

При оценке качества рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов в строительной лаборатории проверяют внешний вид, размеры и вес рулонов; вид пропиточной и покровной массы; полноту пропитки и расслаиваемость картона, предел прочности при растяжении, гибкость; водонепроницаемость, содержание покровной массы.

Проверка внешнего вида, размера и веса рулона. Для внешнего осмотра, проверки ширины, площади и веса от каждой партии (размер партии 500 рулонов) отбирают 1%, т. е. 5 рулонов, которые выдерживают при температуре, указанной в стандарте, на испытуемый материал, затем разворачивают по длине. Осмотром устанавливают, нет ли на полотне бугорков, проколов, трещин, разрывов, дыр, складок и надрывов кромок.

Размеры определяют с точностью до 1 см. Для определения длины и ширины рулона производят замеры в трех местах (по краям и по середине) и вычисляют площадь, m^2 .

Среднюю общую площадь рулона проверяемой партии определяют как среднее арифметическое результатов замеров площадей всех отобранных рулонов.

Для определения веса каждый отобранный рулон освобождают от упаковки и взвешивают с точностью до 0,1 кг. Вес G (кг) рулона проверяемой партии определяют как среднее арифметическое G_1 (кг) результатов

взвешиваний всех отобранных рулонов с поправкой на фактическую среднюю общую площадь F_1 (m^2) рулона по формуле

$$G = \frac{G_1 F_1}{F},$$

где F — общая площадь рулона (без допусков), установленная стандартом на испытуемый материал, m^2 .

После проведения осмотра и взвешивания от каждого проверенного рулона на расстоянии не менее 3 м от края берут кусок материала по всей его ширине длиной не менее 1 м. Затем из каждого куска вырезают на расстоянии 20 см от кромки по три образца размером 30×30 см, которые впоследствии подвергают испытаниям.

Вид пропиточной и покровной массы. Определение вида пропиточной и покровной массы можно производить по запаху и цвету материалов.

Например, нефтяные битумы слабо пахнут минеральным маслом, дегтевые каменноугольные материалы — карболовой кислотой, древесные дегти — скипидаром.

Материалы, пропитанные нефтяными битумами, имеют черный цвет с коричневым оттенком; пропитанные дегтевыми продуктами — иссиня-черный цвет.

Полнота пропитки и расслаиваемость картона. Из каждого рулона на расстоянии не менее 5 см от кромки вырезают по одной полоске размером 50×100 мм, расщепляют ее по картону и устанавливают наличие или отсутствие светлых прослоек непропитанного картона или посторонних включений.

Слой, отделившийся при расщеплении, отрывают и измеряют площадь надрыва с точностью до 1 mm^2 .

Предел прочности при растяжении. От каждого образца вырезают по две полоски размером 220×50 мм (одну в продольном, другую в поперечном направлении) и выдерживают их перед испытанием в следующих условиях: для продукции, отобранной со склада, — 3 ч в термостате при температуре $50 \pm 2^\circ C$ — для битумных и $40 \pm 2^\circ C$ — для дегтевых материалов, а затем 0,5 ч в эксикаторе при $18 \pm 2^\circ C$. Затем полоски закрепляют по одной в зажимы разрывной машины (например, типа УДМ-250) при расстоянии между зажимами 180 мм и испытывают. При разрыве полоски на расстоянии менее 2 см от зажима результаты определения в расчет не принимают и

для испытания вырезают другую полосу из того же образца. Разрывной груз при растяжении вычисляют как среднее арифметическое значение результатов испытаний полосок, вырезанных из всех отобранных образцов.

Гибкость. Из образца вырезают в продольном направлении полосу размером 20×60 мм и помещают в воду на 10—15 мин, при температуре $18 \pm 2^\circ\text{C}$, после чего изгибают медленно по полукружности стержня, диаметр которого равен: для пергамина и толь-кожи — 10 мм; для толя и рубероида — 20 мм и для толя и рубероида с крупнозернистой посыпкой — 30 мм. При изгибании не должно наблюдаться появления трещин или осыпания посыпочно-го материала.

При испытании гидроизола полосы вырезают размером 50×100 мм и после выдержки в воде изгибают вручную на 180°C до появления сквозной трещины. Гидроизол должен выдерживать 10 двойных перегибов.

Водонепроницаемость. Водонепроницаемость рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов, как правило, определяют без применения специальных приборов по времени пропускания через образец воды при постоянном гидростатическом давлении.

Образец размером 300×300 мм осторожно сгибают, придавая ему форму коробки с площадью основания 100×100 мм и высотой 100 мм и помещают ее на горизонтальную плоскость, покрытую лакмусовой бумагой, изменяющей окраску в слабокислой среде.

При изготовлении коробки надо следить за тем, чтобы при изгибании материала не образовывалось трещин. Жесткие или толстые материалы следует предварительно слегка подогреть в сушильном шкафу (или в термостате) при температуре 40 — 50°C .

В коробку на высоту 50 мм наливают подкисленную соляной или серной кислотой воду с температурой 18 — 20°C .

Испаряющееся количество воды в коробке ежедневно пополняют до первоначального уровня. Коробку с водой выдерживают при температуре 18 — 20°C до появления признаков изменения цвета бумаги, вызванного просачиванием воды через образец, и фиксируют время, истекшее от начала испытаний.

Содержание покровной массы. Из образцов материалов с пылевидной посыпкой (рубероид, толь) вырезают

квадраты размером 100×100 мм, которые тщательно очищают щеткой от пылевидной посыпки и взвешивают с точностью до 0,01 г.

Эти образцы в течение 20 мин подогревают в термостате при температуре $50-55^{\circ}\text{C}$, снимают с них горячим ножом покровную массу и снова взвешивают.

Количество покровной массы M вычисляют в г/м² по формуле

$$M = (g - g_1) \cdot 100,$$

где g — вес образца с покровной массой, г;

g_1 — вес образца без покровной массы, г;

100 — коэффициент для перехода от 0,01 к 1 м².

3. КРОВЕЛЬНЫЕ МАСТИКИ

Кровельные мастики разделяются на битумные и дегтевые.

Мастика битумная кровельная (ГОСТ 2889—51) изготавливается из нефтяного битума одной марки или из смеси битумов разных марок с добавками пылевидных или волокнистых наполнителей.

Битумную мастику в разогретом состоянии применяют для склейки рулонных битумных материалов при устройстве кровельных или гидроизоляционных покрытий, а также в качестве окрашивающего слоя для кровель из беспокровных битумных материалов (пергамин, гидроизол).

Мастика дегтевая кровельная (ГОСТ 3580—51) изготавливается из отогнанного или составленного дегтя с добавкой пылевидных или волокнистых наполнителей.

Дегтевую мастику в разогретом состоянии применяют в качестве приклеивающего слоя при устройстве кровельных или гидроизоляционных покрытий из дегтевых рулонных материалов; кроме того, ее можно применять в качестве защитного слоя для кровель из беспокровного толя, толя с крупнозернистой посыпкой и кровельного толя.

Для проверки качества кровельных мастик из каждой партии мастики отбирают 2% упаковочных мест, но не менее двух. От каждого отобранного упаковочного места берут из разных участков пробу не менее 1,5 кг.

Отобранные пробы доставляют в строительную лабораторию, где их сплавляют в сосуде при температуре $100-130^{\circ}\text{C}$ при тщательном перемешивании. Полученный

сплав делят примерно на две равные части, весом каждая не менее 750 г. Одну из этих частей подвергают испытаниям, другую, замаркировав, оставляют на случай необходимости в повторных испытаниях.

При оценке качества мастик в лабораторных условиях проверяют их теплостойкость, гибкость и склеивающую способность.

Способы определения этих свойств битумных и дегтевых мастик одинаковы, но с разными температурами расплавления: при испытании битумных мастик расплавление их ведут при температуре 140—160°C и наносят на пергамин; дегтевые мастики расплавляют при температуре 80—100°C и наносят на беспокровный толь (толь-кожу).

Теплостойкость. Вырезают два образца пергамина (для битумных мастик) или толь-кожи (для дегтевых мастик) размером 5×10 см; на один образец наносят расплавленную при указанной выше температуре мастику слоем толщиной около 2 мм (из расчета 10 г на образец), покрывают вторым образцом и накладывают равномерно распределенный груз в 2 кг сроком на 1 ч.

После охлаждения образца до температуры 18—20°C (но не ранее 2 ч с момента нанесения мастики) его помещают на подставке под углом в 45° в термостат, где выдерживают в течение 5 ч при температуре, соответствующей марке испытываемой мастики по ГОСТу. Для битумных мастик эта температура в зависимости от марки колеблется от 65 до 90°C, для дегтевых мастик — от 50 до 70°C.

По истечении пятичасового выдерживания при намеченной температуре образец вынимают из термостата, осматривают и отмечают отсутствие или наличие потеков, оползаний и других изменений мастики.

Мастика считается выдержавшей испытание, если при осмотре не было обнаружено никаких изменений.

Гибкость. Расплавленную мастику наносят слоем толщиной около 2 мм (10 г на образец) на образец пергамина или толь-кожи размером 10×5 см. После остывания горячей мастики до температуры 18—20°C (но не ранее чем через 2 ч) образец помещают на 15 мин в воду с температурой 18—20°C. Затем образец вынимают из воды и в течение 2 сек равномерно изгибают по полуокружности стержня. Диаметр соответствующего стержня зависит от марки мастики и колеблется в пределах: для

битумных мастик — от 15 до 35 мм и для дегтевых мастик — от 25 до 40 мм. При этом устанавливают, появились ли трещины.

Выдержавшими испытание считаются образцы, которые не дали трещин в слое мастики.

Склеивающая способность. Два образца пергамина или толь-кожи размером 10×5 см каждый тщательно склеивают испытуемой мастикой по площади 8×5 см. Для этого расплавленную мастику наносят на поверхность обоих образцов общим слоем толщиной около 2 мм так, чтобы один конец каждого из образцов пергамина длиной около 2 см оставался не покрытым мастикой. Оба образца вслед за нанесением мастики складывают вместе таким образом, чтобы непокрытые концы находились друг против друга, и прижимают в течение 1 ч грузом в 2 кг через шаблон. После охлаждения склеенных образцов до температуры $18-20^\circ\text{C}$, но не ранее чем через 2 ч после склейки образцы медленно расщепляют вручную, взявшись за несклеенные концы.

Мастика имеет хорошую склеивающую способность, если расщепление происходит по материалу (пергамину или толь-коже) по крайней мере на половине склеенной площади.

Расщеплять образцы можно на разрывной машине малой мощности, при этом размер образцов должен быть 14×5 см, а нанесение слоя мастики производят по концам их на площади 6×5 см. В остальном методика проведения испытания аналогична вышеизложенной.

4. БЕТОНЫ НА ОРГАНИЧЕСКОМ ВЯЖУЩЕМ

Бетоны и смеси на органических вяжущих в зависимости от вида последних бывают асфальтовые (вяжущие — нефтяные битумы) и дегтевые (вяжущие — каменноугольные дегти).

По виду минеральных составляющих асфальто- и дегтебетоны разделяют на щебеночные или гравийные, песчаные и грунтовые.

По условиям укладки и уплотнения различают бетонные смеси, укладываемые в горячем состоянии ($150-160^\circ\text{C}$), и смеси, укладываемые в холодном состоянии при температуре не ниже $+5^\circ\text{C}$.

Бетоны и растворы на органических вяжущих применяют для устройства покрытий автомобильных дорог, для покрытия тротуаров, заводских подъездных путей, дворов и полов промышленных зданий, для устройства плоских кровель, изготовления гидроизоляции и т. д.

Качество асфальтобетонной смеси и асфальтобетона определяется свойствами средней пробы, взятой из смеси, выпускаемой с завода или из дорожного покрытия.

При изготовлении асфальтобетонной смеси горячего типа отбирают от каждых 50 т одну пробу, а для асфальтобетонной и дегтебетонной смеси холодного типа—одну пробу берут от каждых 25 т.

Количество смеси в пробе должно быть достаточным, чтобы при квартовании на чистом железном листе получить среднюю пробу весом не менее 6 кг.

При контроле качества бетонной смеси, взятой из смесителя, среднюю пробу направляют в строительную лабораторию.

Из асфальтобетонных и дегтебетонных покрытий, выполненных из смесей горячего типа, пробу отбирают после полного остывания покрытий, но не позднее 48 ч после окончания уплотнения. Из асфальтобетонных и дегтебетонных покрытий, из смесей холодного типа пробы отбирают не ранее чем через 30 дней после укладки смеси.

Пробы в виде кусков размером 30×30 см вырубают не ближе 1,5 м от края покрытия из расчета одной пробы на 3000—4000 м² покрытия.

При вырубке необходимо следить, чтобы на образце не образовывались трещины или другие деформации, нарушающие его сплошность, и чтобы проба отражала среднее качество дорожного покрытия. При наличии специального механизма пробы можно отбирать путем выверливания цилиндрических образцов.

Доставленную в лабораторию пробу асфальтобетонных и дегтебетонных покрытий подвергают визуальной оценке и составляют описание. В описании указывают толщину слоев асфальто- или дегтебетонного покрытия, структуру, расположение в общей массе крупного заполнителя и раствора, относительную степень уплотнения, наличие замкнутых воздушных пор, а также равномерность покрытия зерен каменных материалов вяжущим.

Визуальную оценку качества асфальто- и дегтебетонов дополняют лабораторными испытаниями по определению

их объемного веса, водонасыщения и набухания. Для этого вырезают три образца по форме, близкой к кубу или прямоугольному параллелепипеду с размером ребер 5—10 см.

Кроме этого, для определения свойств асфальтового и дегтевого бетонов изготавливают образцы правильной формы. В лаборатории среднюю пробу бетонной смеси или пробу из покрытия нагревают в термостате или на масляной бане до 140—170°C и в специальных формах изготавливают образцы.

Формы представляют собой полые стальные цилиндры и вкладыши, свободно перемещающиеся навстречу друг другу при прессовании.

Формы и вкладыши тщательно протирают тряпкой, смоченной в керосине, и нагревают в термостате до 140—150°C.

Отвешивают необходимое для одного образца количество (для формы с внутренним диаметром $D_v = 50,5$ мм — 220 г, для формы $D_v = 71,4$ мм — 610 г и для формы $D_v = 101$ мм — 1760 г) нагретой смеси и равномерно распределяют ее горячим ножом в форме, в которую предварительно вставлен один вкладыш.

Верхним вкладышем слегка прижимают смесь в форме. После этого форму со смесью устанавливают под пресс и постепенно уплотняют, доводя нагрузку на образец до 300 кг/см². Под этой нагрузкой выдерживают уплотняемую смесь в течение 3 мин.

Затем нагрузку снимают и образец при помощи выжимного приспособления извлекают из формы.

Для определения физико-механических свойств каждый образец должен иметь высоту, равную диаметру, с допустимыми отклонениями ± 1 мм. При непараллельности верхней и нижней плоскостей образца, обломанных кромках и других дефектах образец бракуется.

Объемный вес. Объемный вес определяют гидростатическим взвешиванием цилиндрических образцов, высота которых равна диаметру основания. Определение объемного веса должно производиться на трех образцах, которые после изготовления выдерживают при 18—20°C в течение суток, после чего каждый образец взвешивают на технических весах сначала на воздухе, а затем в воде при $20 \pm 1^\circ\text{C}$. Объем образца будет соответствовать объему вытесненной воды.

Объемный вес γ_0 каждого образца асфальтобетона определяют по формуле

$$\gamma_0 = \frac{g_1}{g_1 - g_2}.$$

где g_1 — вес образца на воздухе, г;
 g_2 — вес образца в воде, г.

За величину объемного веса принимают среднее арифметическое результатов определения на трех образцах.

Водонасыщение. Водонасыщение асфальтового или дегтевого бетона характеризует его остаточную пористость.

За величину водонасыщенных образцов, приготовленных при стандартном уплотнении, принимается количество воды, поглощенное образцом в вакууме и выраженное в процентах от первоначального веса или объема образца.

Для испытания используют образцы, на которых ранее был определен объемный вес. Эти образцы помещают в сосуд, наполненный водой при температуре 20°C.

Сосуд с образцами устанавливают в вакуум-прибор и выдерживают при остаточном давлении не более 15 мм. рт. ст. в течение 1,5 ч, затем давление доводят до нормального и выдерживают их в воде еще в течение 1 ч. После этого образцы вынимают из воды, обтирают мягкой тряпкой и взвешивают сначала на воздухе, а затем в воде (для определения набухания).

Водонасыщение W_B в процентах по весу образца определяют по формуле

$$W_B = \frac{g_3 - g_1}{g_1} \cdot 100,$$

где g_1 — вес сухого образца на воздухе, г;

g_3 — вес насыщенного водой образца на воздухе, г.

Водонасыщение вычисляют как среднее арифметическое результатов определения на трех образцах.

Величину водонасыщенности по объему определяют как произведение объемного веса на весовое водонасыщение:

$$W_0 = \gamma_0 W_B.$$

Набухание. Величина набухания асфальто-или дегтебетона под действием воды характеризует свойства минерального порошка и его гидрофильность.

За величину набухания принимают увеличение объема образца после насыщения его водой под вакуумом. Набухание выражают в процентах от его первоначального объема.

Для определения набухания используют данные, полученные ранее при испытании на водонасыщение.

Величину набухания H в процентах определяют по формуле

$$H = \frac{(g_3 - g_4) - (g_1 - g_2)}{g_1 - g_3} \cdot 100$$

где g_1 — вес сухого образца на воздухе, г;

g_2 — вес сухого ненасыщенного водой образца в воде, г;

g_3 — вес насыщенного водой образца на воздухе, г;

g_4 — вес насыщенного водой образца в воде, г.

Величину набухания вычисляют как среднее арифметическое результатов определения из трех образцов.

Предел прочности при сжатии. Предел прочности при сжатии асфальто- или дегтебетона определяют на образцах цилиндрической формы.

Образцы изготавливают и выдерживают в течение 45—48 ч при температуре 18—20°C, затем помещают в воду с температурой $20 \pm 1^\circ\text{C}$ на 2 ч. Водонасыщенные образцы испытывают после определения водонасыщаемости и набухания, для чего после взвешивания на воздухе и в воде их помещают снова на 10—15 мин в воду с температурой $20 \pm 1^\circ\text{C}$. После выдерживания в воде образцы обтирают мягкой тряпкой и испытывают на гидравлическом прессе.

Предел прочности при сжатии вычисляют по формуле

$$R_t = \frac{R_t}{F},$$

где R_t — предел прочности при сжатии при температуре, кг/см^2 ;

P_t — максимальная разрушающая нагрузка при температуре t , кг ;

F — первоначальная площадь образца, см^2 .

За величину предела прочности при сжатии принимают среднее арифметическое результатов определений на трех образцах. При наличии расхождений между результатами этих определений более 10% проводят повторное испытание.

Предел прочности при температуре 50°C R_{50} и предел прочности при 20°C в водонасыщенном состоянии R_v определяют аналогично изложенному выше, но расхождение между результатами параллельных определений не должно быть более 5%.

По результатам испытаний вычисляют коэффициент теплоустойчивости κ_T с точностью до 0,1 и коэффициент водоустойчивости κ_v с точностью до 0,01 по формулам

$$\kappa_T = \frac{R_{20}}{R_{50}}, \quad \kappa_v = \frac{R_v}{R_{20}}.$$

Глава VIII

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Теплоизоляционными называют материалы, применяемые в строительстве для защиты зданий, сооружений и установок от потери тепла или холода.

Теплоизоляционные материалы характеризуются малым объемным весом (не более 1000 кг/м^3) и в связи с этим имеют малый коэффициент теплопроводности (не менее $0,25 \text{ ккал/м} \cdot \text{ч} \cdot \text{град}$).

Теплоизоляционные материалы по виду исходного сырья можно разделить на две группы: органические, состоящие, как правило, из различных растительных (реже из животных) волокон (древесно-волокнистые и торфяные плиты, войлок, шевелин, камышит, фибролит и др.), и неорганические, получаемые из минерального сырья (минеральная вата и изделия из нее, стеклянное волокно и изделия из него, материалы на основе асбеста, газостекло, ячеистые бетоны и др.).

По внешнему виду теплоизоляционные материалы могут быть: сыпучие, применяемые для изготовления мастик, обмазок и для засыпок в строительных конструкциях; штучные и рулонные, выпускаемые предприятиями в виде блоков, плит, скорлуп, сегментов, листов, полотнищ и рулонов.

Теплоизоляционные материалы, как органические, так и неорганические, могут выполнять свое назначение в конструкции лишь при наличии изоляции от увлажнения, так как влажные материалы имеют значительно более высокий коэффициент теплопроводности, чем сухие; кроме того, органические теплоизоляционные материалы при увлажнении склонны к загниванию.

1. ДРЕВЕСНО-ВОЛОКНИСТЫЕ ПЛИТЫ

Древесно-волокнистые плиты (ГОСТ 4598 — 60) представляют собой материал, полученный в результате формирования и последующего высушивания или горячего прессования древесно-волокнистой массы.

Для улучшения отдельных свойств плит древесно-волокнистая масса пропитывается различными химикатами, способствующими уменьшению водопоглощения, повышению биостойкости и огнестойкости.

Плиты древесно-волокнистые в зависимости от назначения изготавливаются следующих видов: сверхтвердые, твердые, полутвердые, изоляционно-отделочные и изоляционные.

При проверке качества древесно-волокнистых плит необходимо от каждой партии отобрать образцы в количестве 5% и подвергнуть их поштучному осмотру и обмеру. Кроме того, необходимо отобрать по 3 плиты для определения физико-механических свойств.

Длину и ширину плит проверяют металлическим измерительным инструментом с точностью до 1 мм. Толщину плит измеряют штангенциркулем с точностью до 0,1 мм на расстоянии не менее 25 мм от кромки плиты в шести точках: в двух точках каждой длинной стороны плиты с расстоянием между точками замера около $\frac{1}{3}$ длины плиты и по одной точке — в середине торцовых сторон плиты.

Допускаемые отклонения от размеров плит не должны превышать следующих величин:

по длине и ширине	± 5 мм;
по толщине:	
Сверхтвердых и твердых плит	$\pm 0,3$ мм,
полутвердых и изоляционных отделочных плит	$\pm 0,7$ мм
изоляционных плит	$\pm 1,0$ мм

Плиты должны иметь правильную прямоугольную форму с параллельными кромками. На кромках плит не допускаются повреждения в виде отбитых или смятых углов и пр. Лицевая поверхность твердых отделочных плит должна быть гладкой и не иметь масляных пятен; лицевая поверхность остальных плит может иметь следы сетки.

Для определения физико-механических свойств из каждой отобранной плиты вырезают образцы, номера и размеры которых приведены на рис. 57.

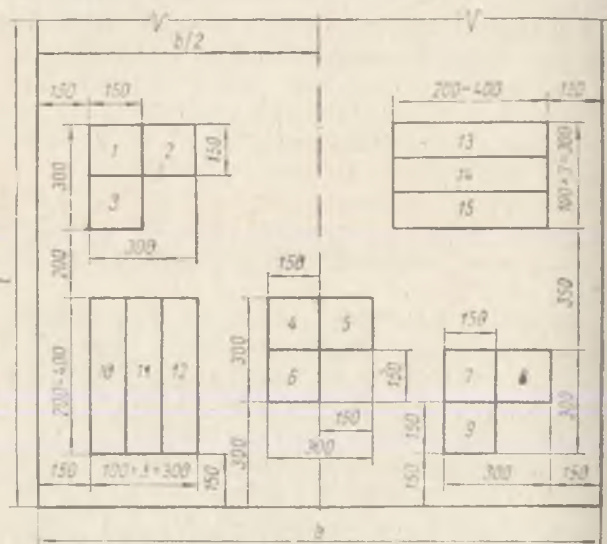


Рис. 57. Схема раскроя древесно-волоконной плиты при отборе образцов для испытаний:

образцы 1, 4 и 7 — для определения объемного веса и влажности; 2, 5 и 8 — для определения водопоглощения; 3, 6 и 9 — для определения коэффициента теплопроводности; 10, 11 и 12 — для определения предела прочности при изгибе в продольном направлении; 13, 14 и 15 — для определения предела прочности при изгибе в поперечном направлении

Определение влажности производят на образцах 1, 4 и 7, каждый из которых в отдельности взвешивают, затем высушивают в сушильном шкафу при температуре $110 \pm 5^\circ\text{C}$ до постоянного веса и вновь взвешивают.

Содержание влаги W в процентах в каждом образце определяют по формуле

$$W = \frac{g - g_1}{g_1} \cdot 100,$$

где g — вес образца до высушивания, г;

g_1 — вес образца, высушенного до постоянного веса, г;

Влажность древесно-волокнутой плиты вычисляют как среднее арифметическое значение результатов испытаний трех образцов.

Определение объемного веса производят на высушенных до постоянного веса образцах 1, 4 и 7 (от предыдущего опыта), которые измеряют с точностью до 1 мм, вычисляют их объем, а затем взвешивают с точностью до 1 г.

Объемный вес γ_0 (кг/м³) каждого образца определяют по формуле

$$\gamma_0 = \frac{g_1}{V} \cdot 1000,$$

где g_1 — вес образца, высушенного до постоянного веса, г;

V — объем образца, см³.

Объемный вес плиты вычисляют как среднее арифметическое значение результатов испытания трех образцов.

Определение водопоглощения производят на образцах 2, 5 и 8, которые каждый в отдельности взвешивают с точностью до 0,1 г. Образцы укладывают горизонтально на дно сосуда и закрепляют их там. Затем сосуд заполняют чистой водой с температурой $20 \pm 2^\circ\text{C}$ до такого уровня, чтобы верхние кромки были ниже уровня воды на 2 см.

Образцы прессованных плит выдерживают в воде в течение 24 ч, а образцы непрессованных плит 2 ч, после чего их вынимают из воды и устанавливают на 10 мин на ребро для свободного стекания воды, а затем осторожно обтирают фильтровальной бумагой и взвешивают.

Водопоглощение W_v (%) каждого образца определяют по формуле

$$W_v = \frac{g_2 - g_1}{g_1} \cdot 100,$$

где g_2 — вес образца перед погружением в воду, г;

g_3 — вес образца после погружения в воду, г.

Водопоглощение плиты вычисляют как среднее арифметическое значение результатов испытания трех образцов.

Определение величины набухания прессованных плит производят на образцах 2, 5 и 8 одновременно с определением водопоглощения, для чего одно-

временно со взвешиванием измеряют толщину образцов перед погружением их в воду и после нахождения в воде в течение 24 ч.

Измерение толщины образца производят штангенциркулем в четырех точках посередине каждой стороны образца.

Толщину образца вычисляют как среднее арифметическое четырех указанных измерений.

Величину набухания H определяют в процентах по формуле

$$H = \frac{B_1 - B}{B} \cdot 100,$$

где B — толщина образца до погружения в воду, мм;

B_1 — толщина образца после пребывания его в воде в течение 24 ч, мм.

Величину набухания плиты вычисляют как среднее арифметическое значение результатов испытаний трех образцов.

Определение предела прочности при изгибе производят на образцах № 10, 11, 12, 13, 14 и 15, которые каждый в отдельности укладывают концами на две опоры, высотой 600—700 мм специального приспособления. Каждая опора должна иметь закругление радиусом 10 мм.

Расстояние между центрами опор принимают:

для плит толщиной 3 и 4 мм	.	.	.	.	.	100 мм
» » 5 и 6 мм	.	.	.	.	.	150 мм
» » 8 мм	.	.	.	.	.	200 мм
» » 12,5; 16 и 25 мм	.	.	.	.	.	300 мм

При стреле прогиба, превышающей 50 мм (образцов плит толщиной 12,5; 16 и 25 мм), расстояния между опорами уменьшают до 240 мм.

На образец сверху параллельно опорам устанавливают посередине пролета рамку с подвешенным сосудом, куда равномерно засыпают дробь или песок до момента излома образца.

Предел прочности при изгибе $R_{изг}$ определяют с точностью до 1 кг/см² по формуле

$$R_{изг} = \frac{1,5Pl}{b\eta^2},$$

где P — разрушающий груз (вес сосуда с сыпучим материалом и вес скобы), кг;

l — расстояние между опорами, см;

b — ширина образца, см;

h — толщина образца, см.

Предел прочности при изгибе плиты в продольном направлении вычисляют как среднее арифметическое результатов испытания образцов № 10, 11 и 12.

Предел прочности при изгибе плиты в поперечном направлении вычисляют как среднее арифметическое результатов испытания образцов 13, 14 и 15.

Т а б л и ц а 26

Показатели физико-механических свойств древесно-волоконистых плит

Наименование показателей	Виды плит				
	сверх-твердые	твердые	полу-твердые	изоляционно-отделочные	изоляционные
Объемный вес, кг/м ³	Не менее 950	Не менее 850	Не менее 400	От 250 до 350	До 250
Влажность, %	От 6 до 10	От 6 до 10	От 6 до 10	Не более 12	Не более 12
Водопоглощение за 2 ч, %, не более	—	—	—	30	30
То же, за 24 ч	15	30	40	—	—
Величина набухания от первоначальной толщины образцов после 24 ч пребывания в воде, %, не более	12	20	20	—	—
Предел прочности при изгибе, кг/см ² , не менее	500	400	150	20	12
Коэффициент теплопроводности в ккал/ч·град·м при испытании образцов в сухом состоянии, не более	Не нормируется			0,08	0,06

Предел прочности при изгибе в обоих направлениях $R_{изг. ср}$ определяют по формуле

$$R_{изг. ср} = \frac{R_{изг. пр} + R_{изг. попер}}{2},$$

где $R_{изг. пр}$ — предел прочности при изгибе в продольном направлении, $кг/см^2$.

$R_{изг. попер}$ — предел прочности при изгибе в поперечном направлении, $кг/см^2$.

Определение коэффициента теплопроводности изоляционных и изоляционно-отделочных плит следует производить в специальной теплотехнической лаборатории согласно ГОСТ 7076—56 «Материалы строительные. Метод определения коэффициента теплопроводности».

Проведя лабораторные испытания древесно-волоконистых плит для оценки их качества, необходимо руководствоваться данными, приведенными в табл. 26.

2. МИНЕРАЛЬНАЯ ВАТА

Минеральная вата (ГОСТ 4640—61) представляет собой рыхлый материал, состоящий из хаотически расположенных тонких стекловидных волокон, получаемых из расплава горных пород (доломита, известняка и др.).

Минеральная вата применяется для тепловой изоляции в виде сырой волокнистой массы или в виде различных изделий из нее: гранулированной ваты, минерального войлока, матов и минеральной пробки.

При проверке качества минеральной ваты отбирают из пяти упакованных мест пробы весом по 1 кг каждая и направляют в строительную лабораторию для определения величины объемного веса, влажности, содержания «корольков», диаметра волокон, содержания битума или минеральных масел.

Объемный вес минеральной ваты определяют с помощью прибора, изображенного на рис. 58. Навеску ваты в 1 кг укладывают горизонтальными слоями в металлический цилиндр 1. Сверху на вату опускают при помощи подъемного устройства 4 металлический диск 2 весом 7 кг, что соответствует давлению $0,02 кг/см^2$. Вату выдерживают под нагрузкой в течение 5 мин. Высоту сжатого слоя ваты в цилиндре определяют по шкале, находящейся на стержне 3.

Объемный вес ваты γ_0 ($\text{кг}/\text{м}^3$) вычисляют по формуле

$$\gamma_0 = \frac{G}{V},$$

где G — вес ваты, равный 1 кг;

V — объем ваты, находящийся под нагрузкой, м^3 .

Объемный вес ваты вычисляют как среднее арифметическое результатов испытаний трех проб ваты.

Влажность минеральной ваты определяют следующим образом. От любых трех доставленных в лабораторию проб берут по три навески весом 10 г каждая. Навеску ваты g высушивают в сушильном шкафу при температуре $110 \pm 5^\circ\text{C}$ до постоянного веса g_1 , взвешивание производят с точностью до 0,01 г.

Влажность навески ваты в процентах вычисляют по формуле

$$W = \frac{g - g_1}{g_1} \cdot 100.$$

Влажность ваты данной партии вычисляют как среднее арифметическое определений для девяти навесок ваты.

Содержание в минеральной вате «корольков» размером свыше 0,5 мм определяют при помощи специального прибора, в цилиндр которого помещают 300 г ваты, взятой из любых трех проб.

В течение 15 мин работы прибора от электромотора часть ваты гранулируется (скатывается в комочки) и остается в цилиндре, другая часть, в виде измельченных волокон и «корольков», проходит через сетчатое дно.

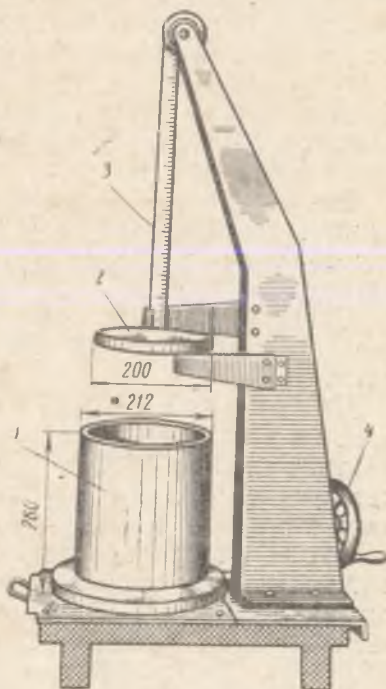


Рис. 58. Прибор для определения объемного веса минеральной ваты

прибора и собирается в приемник, расположенный под цилиндром прибора. Измельченные волокна ваты удаляют из приемника при помощи мехов, а «корольки» выгружают, просеивают через сито с отверстиями в 0,5 мм и остаток взвешивают на сите с точностью до 0,1 г. Вес остатка на сите (g) представляет собой содержание в навеске ваты «корольков» размером свыше 0,5 мм (%).

Содержание «корольков» размером свыше 0,5 мм в вате данной партии вычисляют как среднее арифметическое определений для трех навесок ваты.

Диаметр волокон минеральной ваты определяют при помощи микроскопа (увеличение в 450—600 раз) с окулярмикрометром; цена деления окулярной шкалы должна быть не менее 5 мк. От каждого из пяти доставленных в лабораторию проб берут по 4 образца ваты, весом около 1 г каждый.

Все отобранные образцы перемешивают, и общую пробу ваты разделяют на 10 частей. Из каждой части определяют под микроскопом диаметр десяти волокон ваты.

Средний диаметр волокон ваты вычисляют как среднее арифметическое 100 измерений диаметра волокон ваты.

Содержание битума или минеральных масел в минеральной вате определяют следующим образом. От любых трех доставленных проб берут по три навески ваты весом 5 г каждая. Навеску ваты высушивают в сушильном шкафу при температуре $110 \pm 5^\circ\text{C}$ до постоянного веса и взвешивают g_1 , затем ее прокаливают в муфельной печи при температуре 450°C до полного выгорания битума или минеральных масел и снова взвешивают вес g_2 . Взвешивание производят с точностью до 0,01 г.

Содержание битума или минеральных масел B (%) вычисляют по формуле

$$B = \frac{g_1 - g_2}{g_2} \cdot 100.$$

Содержание битума или минеральных масел в вате вычисляют как среднее арифметическое для девяти навесок ваты.

Кoeffициент теплопроводности минеральной ваты следует определять в специальной теплотехнической лабо-

ратории согласно ГОСТ 7076—56 «Материалы строительные. Метод определения коэффициента теплопроводности».

Проведя лабораторные испытания минеральной ваты для оценки ее качества, необходимо руководствоваться данными, приведенными в табл. 27.

Таблица 27

Показатели физико-механических свойств минеральной ваты

Наименование показателей	Марки	
	100	150
Объемный вес под удельной нагрузкой $0,02 \text{ кг/см}^2$, не более	100	150
Коэффициент теплопроводности в высушенном до постоянного веса состоянии, $\text{ккал/м} \cdot \text{ч} \cdot \text{град}$, не более:		
при температуре 30°C	0,038	0,04
» 100°C	0,048	0,05
Содержание «корольков» размером свыше $0,5 \text{ мм}$ (%), не более	7	10
Средний диаметр волокон, мк , не более	10	10
Влажность, %, не более	2	2
Содержание битума или минеральных масел, %, не более . .	1	1

3. ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ ПЛИТЫ ИЗ ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА

Плиты теплоизоляционные из ячеистого бетона автоклавного и неавтоклавного твердения (ГОСТ 5742—61) представляют собой искусственные камневидные изделия, с равномерно распределенными в них замкнутыми воздушными порами диаметром до 2—3 мм.

Эти плиты применяют для тепловой изоляции ограждающих строительных конструкций и поверхностей промышленного оборудования при температуре поверхностей до 400°C .

При проверке качества теплоизоляционных плит отбирают от каждой поступившей партии не менее 10 шт. и подвергают их поштучному осмотру и обмеру.

Размеры плит определяют с точностью до 1 мм металлическим измерительным инструментом. Длину и ширину каждой плиты измеряют в трех местах: на расстоянии

100 мм от каждого края и посередине плиты, а толщину ее — в четырех местах на расстоянии 100 мм от каждого края.

Размеры плит вычисляют как среднее арифметическое из указанных измерений.

Плиты должны иметь следующие размеры: длину — 1000 мм, ширину 500 мм и толщину 80—200 мм, с градацией через 20 мм.

Допускаемые отклонения по всем размерам не должны превышать ± 5 мм.

Плиты должны иметь правильную прямоугольную форму, местные отбитости или притупленности ребер и углов не должны превышать 10 мм, впадины и выпуклости на поверхности плит допускаются не более 5 мм.

В изломе плиты должны иметь однородную структуру с равномерно распределенными порами. Из числа подвергнутых осмотру плит отбирают три плиты и направляют в лабораторию для определения физико-механических испытаний. Из каждой плиты на расстоянии не менее 100 мм от края выпиливают по два образца размером $100 \times 100 \times 100$ мм, а из плит толщиной 80 мм — размером $70 \times 70 \times 70$ мм.

Определение влажности и объемного веса образцов ячеистого бетона производят путем высушивания в сушильном шкафу при температуре $110 \pm 5^\circ\text{C}$ до постоянного веса и взвешивания каждого из шести образцов до и после высушивания, а также измерение размеров образцов. Величину влажности и объемного веса каждого образца вычисляют по приведенным выше формулам.

Определение предела прочности при сжатии производят на образцах в высушенном до постоянного веса состоянии, после определения объемного веса и влажности. При этом необходимо две противоположные грани образцов, соответствующие верхней и нижней плоскостям плиты, выровнять пришлифовкой на абразивном круге. Образцы устанавливают на прессе таким образом, чтобы направление давления было параллельно направлению заливки бетона в форму.

Нагрузка пресса на образец во время испытаний должна возрастать непрерывно и равномерно со скоростью не более 1 кг/см^2 в сек до разрушения образца.

Величину предела прочности при сжатии $R_{сж}^{свх}$ ($\text{кг}/\text{см}^2$) вычисляют по формуле

$$R_{сж}^{свх} = \frac{P}{F},$$

где P — разрушающая нагрузка, кг ;
 F — площадь сечения образца, см^2 .

За величину предела прочности при сжатии принимают среднее арифметическое из шести определений.

Определение коэффициента теплопроводности плит теплоизоляционных из ячеистого бетона следует производить в специальной теплотехнической лаборатории, согласно ГОСТ 7076—54 «Материалы строительные. Метод определения коэффициента теплопроводности».

Проведя лабораторные испытания теплоизоляционных плит из ячеистого бетона для оценки их качества, необходимо руководствоваться данными, приведенными в табл. 28.

Т а б л и ц а 28

Показатели физико-механических свойств теплоизоляционных плит из ячеистого бетона

Наименование показателей	Марки плит	
	А	Б
Объемный вес в высушенном до постоянного веса состоянии: $\text{кг}/\text{м}^3$	До 400	До 500
Предел прочности при сжатии в высушенном до постоянного веса состоянии, $\text{кг}/\text{см}^2$, не менее	8	12
Коэффициент теплопроводности в высушенном до постоянного веса состоянии при температуре $25 \pm 5^\circ\text{C}$; $\text{ккал}/\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{град}$, не более	0,095	0,110
Коэффициент теплопроводности при влажности по весу 15% при температуре $25 \pm 5^\circ\text{C}$, $\text{ккал}/\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{град}$, не более	0,13	0,16

Примечание. В зависимости от объемного веса плиты делятся на две марки А и Б.

Глава IX

ЛЕСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Наличие в нашей стране больших запасов древесины, характеризующейся рядом ценных свойств, обусловили ее широкое применение в строительстве.

К основным положительным свойствам древесины относятся: малый объемный вес, высокая прочность, малый коэффициент теплопроводности, долговечность при нормальных условиях эксплуатации, возможность получения сборно-разборных конструкций, простота и легкость обработки. Недостатками древесины являются: неоднородность ряда свойств в различных направлениях, легкая загниваемость и возгораемость, высокая гигроскопичность, множественность пороков.

Качество древесины определяется принадлежностью ее к той или иной породе дерева, наличием пороков, состоянием и свойствами и подлежит контролю в строительной лаборатории.

Изучение студентами макро- и микроструктуры древесины рекомендуется осуществлять в лаборатории с использованием специально подготовленных образцов. Рекомендуется предварительно ознакомиться с соответствующим разделом учебника «Строительные материалы», где эти вопросы подробно освещены.

1. ОСНОВНЫЕ ПОРОКИ ДРЕВЕСИНЫ

Пороками древесины называют всякое отклонение от нормы, выражающееся в изменении внешнего вида, нарушении правильности строения, цельности тканей или клеточных оболочек древесины.

Оценка качества и сортировка лесоматериалов основана главным образом на допустимости различных пороков в зависимости от назначения материалов.

Лабораторные занятия по изучению пороков древесины позволят дать студентам некоторые навыки в оценке качества древесины по внешнему виду.

Полная характеристика встречающихся в древесине пороков приведена в ГОСТ 2140—43. Ниже приведено краткое описание наиболее распространенных из них.

Пороки строения древесины. Косослой выражается в косом (винтообразном) направлении волокон. Косослой обнаруживается на боковой поверхности круглых лесоматериалов и на тангентальной боковой поверхности пиленых в продольном направлении лесоматериалов. Косослой значительно ухудшает физико-механические свойства древесины, а также способствует увеличению продольного коробления материалов.

Величину косослоя определяют отклонением волокон от прямого направления на протяжении 1 м длины сортамента. В круглом лесе это отклонение выражают в долях диаметра верхнего отреза или в сантиметрах, а в пиломатериалах — в сантиметрах. Отклонение волокон в сантиметрах на 1 м длины составляет процент косослойности (рис. 59).

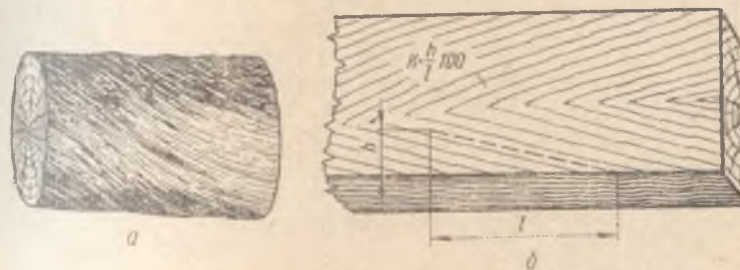


Рис. 59. Косослой:

а — косослойное бревно; б — измерение косослойности доски

Свилеватость — неправильность в строении древесины, выражающаяся в резко волнистом или путаном расположении волокон в древесине.

Завиток — местное искривление годовых слоев из-за наличия сучков или проростей. На поверхности пиломатериала завиток имеет вид скобообразных изогну-

тых частичек прорезанных или замкнутых концентрических контуров, образованных искривленными годовыми слоями.

Завиток снижает прочность древесины при сжатии вдоль волокна, при статическом и ударном изгибе.

В пиломатериалах величину завитка определяют по наибольшей ширине полосы с перерезанными годовыми слоями, выраженной в процентах, по отношению ко всей ширине материала (рис. 60).



Рис. 60. Определение размера завитка на доске:
а) радиальной; б) тангентальной распиловки

Крень (рис. 61) — ненормальное утолщение летней древесины годовичного слоя со значительным повышением его твердости на более узкой стороне и смещением сердцевины. Степень этого порока определяют в процентах по отношению к общей площади торца.



Рис. 61. Крень

Сбежистость — уменьшение диаметра ствола древесины от комля к вершине (свыше 1 см на 1 м ствола).



Рис. 62. Метик:

а — крестовый; б — простой; в — звездчатый

Трещины. Метик (рис. 62) представляет собой продольные трещины, видимые на торце дерева и идущие от комля дерева вверх и от центра до поверхности ствола.

Различают простой согласный и несогласный, крестовый или звездный метик. В зависимости от вида метика

и его размеров устанавливается сортность бревна. Особенно понижается качество бревен, предназначенных для распиловки, если на бревнах есть крестовый метик.

Отлуп — внутренняя трещина, идущая по годовому слою и распространяющаяся на некотором протяжении вдоль волокна. Отлуп можно видеть на торце крупных лесоматериалов в виде кольцеобразной трещины — полный отлуп и в виде дугообразной трещины — частичный отлуп. Нарушая цельность древесины, отлуп портит доски и понижает их сортность.

Морозобоина (рис. 63) — наружная продольная трещина, более направленная к центру растущего дерева. Образуется вследствие резкого уменьшения объема ствола дерева при резких снижениях температуры в зимнее время.



Морозобоина снижает сортность древесины.

Рис. 63. Морозобоина

Трещины усушки — наружные трещины, появляющиеся в бревнах и пиломатериалах при высыхании древесины. Различают следующие разновидности трещин усушки: торцовые, наблюдающиеся только на торце без вывода на боковую поверхность, торцовые односторонние, наблюдающиеся на торце и выходящие на один пласт (боковую поверхность) сортамента; торцовые сквозные, наблюдающиеся на торце, причем трещина выходит на оба пласта (противоположные боковые поверхности), пластовые (боковые), не выходящие на торец.

Трещины усушки нарушают цельность древесины и могут снижать ее сортность.

Сучки. Сучками называют заключенные в древесине ствола живые или отмершие при жизни дерева основания ветвей. Количество, размеры и состояние сучков влияют на качество бревен, предназначенных для распиловки.

В зависимости от положения на стволе дерева и плоскости разреза при распиловке сучки могут выходить на поверхность пиломатериала в виде круга, овала, клина.

Сучки, занимающие участок древесины округлой или овальной формы с самостоятельными concentрическими годовыми слоями, называют округло-овальными.

Мебельный или домовый точильщик поражает деревянные элементы зданий и сооружений. Признаком наличия точильщика является наличие большого числа мелких круглых отверстий, из которых высыпается древесная мука желтого цвета.

Морской червь — шашель очень быстро разрушает подводные части деревянных портовых сооружений. Проникая в древесину, он проделывает в ней большое количество ходов, в результате чего древесина за короткий срок почти полностью теряет свою прочность.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ

С целью наилучшего использования древесины в строительстве следует определять ее основные физико-механические свойства. Для определения физико-механических свойств древесины изготавливают из кряжей образцы.

Выбор модельных деревьев и вырезание из них кряжей производится по указаниям ОСТ НКЛес 196, а изготовление образцов — по требованиям ГОСТ 6336—52.

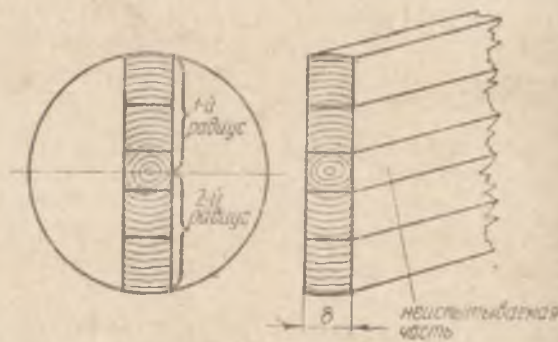


Рис. 68. Схема распиливания доски на рейки

Из кряжей сначала выпиливают середовые доски, которые затем распиливают на рейки (рис. 68).

Форма и размеры образцов приведены в описании отдельных видов испытаний древесины.

При изготовлении образцов необходимо соблюдать следующие требования:

— образцы не должны содержать никаких пороков древесины;

— торцовые поверхности должны быть параллельными между собой и перпендикулярными боковым поверхностям;

— годовые слои на торцовых противоположных ребрах должны иметь тангентальные направления;

— грани образцов следует гладко обстругать и выполнить точно под угольник;

— высота образцов должна иметь направление по образующей годовых слоев, кроме образцов для испытания на растяжение поперек волокон;

— отклонения в размерах допускаются в пределах $\pm 0,5$ мм.

Влажность. Влажность древесины определяют в процентах по отношению к весу абсолютно сухого образца.

Определение влажности производят на образце размером $20 \times 20 \times 30$ мм. Образец после изготовления незамедлительно очищают от опилок и пыли и помещают в предварительно взвешенную бюксу. Бюксу с образцом взвешивают, а затем ее со снятой крышкой ставят в сушильный шкаф с температурой $100 \pm 5^\circ\text{C}$ для высушивания до постоянного веса. Через 6—10 ч производят первое контрольное взвешивание бюксы с образцом. Последующие контрольные взвешивания производят через каждые 2 ч.

Высушивание считается законченным, если разность между результатами последних двух взвешиваний будет не больше 0,002 г.

Контрольные взвешивания производят в бюксе с закрытой крышкой после охлаждения ее (с образцом) в эксикаторе до комнатной температуры.

Все взвешивания производят с точностью до 0,001 г. Вычисление влажности производят с точностью до 0,1% по формуле

$$W = \frac{g_1 - g_2}{g_2 - g} \cdot 100,$$

где g — вес бюксы, г;

g_1 — вес бюксы с образцом до высушивания, г;

g_2 — вес бюксы с образцом после высушивания, г;

По степени влажности древесина бывает: свежесрубленная с влажностью 35% и выше; воздушносухая с влажностью 15—20%; комнатно-сухая с влажностью 8—10%.

Линейная и объемная усушка. При высыхании древесины и изменении влажности от 30% и менее (точка насыщения волокон влагой) начинается усушка древесины, уменьшаются ее линейные размеры и, следовательно, объем.

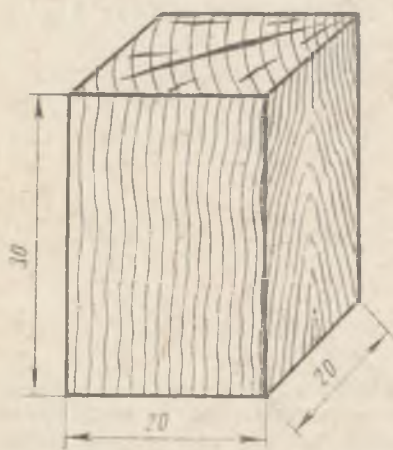


Рис 69. Образец для определения линейной усушки

Линейной усушкой называют уменьшение размера образца, выраженное в процентах по отношению к размеру образца после высушивания.

Для определения величины линейной усушки образцов древесины их вырезают в форме прямоугольной призмы с основанием 20×20 и высотой 30 мм. Отклонения от указанных размеров допускаются не более чем на 5 мм.

Образец должен быть изготовлен так, чтобы годовые слои на торцовых поверхностях были параллельны одной паре противоположных граней и перпендикулярны другой (рис. 69).

На торце образца проводят карандашом две взаимно перпендикулярные линии, которые делят торцовую поверхность образца на четыре примерно равных квадрата. Дальнейшее измерение производят уже по этим линиям микрометром с точностью до 0,01 мм.

После обмера образец взвешивают в бюксе и высушивают в сушильном шкафу до постоянного веса, причем образцы с влажностью выше 12% во избежание растрескивания сначала осторожно подсушивают при температуре около 50°C , а затем повышают температуру до $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$. По достижении постоянного веса образцы снова взвешивают и вычисляют влажность. Одновременно (немедленно после взвешивания) производят возможно быстрое измерение размеров образцов по тем же направлениям и в тех же местах, что и в первый раз.

Линейную усушку вычисляют с точностью до 0,1% по формулам

по тангентальному направлению

$$Y_T = \frac{a - a_1}{a_1} \cdot 100;$$

по радиальному направлению

$$Y_P = \frac{b - b_1}{b_1} \cdot 100,$$

где a, b — размеры образца по тангентальному и радиальному направлениям до высушивания;

a_1, b_1 — размеры образца по тем же направлениям после высушивания.

Коэффициенты линейной усушки κ_T и κ_P вычисляют с точностью до 0,01 % по формулам

$$\kappa_T = \frac{Y_T}{W} \quad \text{и} \quad \kappa_P = \frac{Y_P}{W},$$

где Y_T и Y_P — усушка по тангентальному и радиальному направлениям, %;

W — влажность образца, %.

Объемной усушкой называют уменьшение объема образца при изменении влажности древесины от точки насыщения волокон до нулевой влажности.

Определение объемной усушки производят одновременно с определением линейной усушки на тех же образцах, при этом кроме размеров a и b измеряют также размер l , который является высотой (длиной) образца.

Объемную усушку (%) вычисляют по формулам: объем образца до высушивания

$$V_1 = \frac{abl}{1000} \text{ см}^3;$$

объем образца после высушивания

$$V_2 = \frac{a_1 b_1 - l}{1000} \text{ см}^3;$$

объемная усушка

$$Y_0 = \frac{V_1 - V_2}{V_2} \cdot 100.$$

Коэффициент объемной усушки κ_0 вычисляют с точностью до 0,01 % по формуле

$$\kappa_0 = \frac{Y_0}{W},$$

где W — влажность образца, % (не более 30%).

Объемный вес. Объемный вес древесины чаще всего определяют параллельно с определением линейной и объемной усушки на тех же образцах.

Размеры поперечного сечения образца a и b измеряют микрометром или штангенциркулем с точностью до $0,01$ мм, а затем длину образца l с той же точностью в центре торцовых поверхностей.

Объем образца вычисляют с точностью до $0,01$ см³ по формуле

$$V_w = \frac{abl}{1000}.$$

Сразу же после измерения образец взвешивают с точностью до $0,01$ г и вычисляют объемный вес γ_w при данной влажности с точностью до $0,01$ г/см³ по формуле

$$\gamma_w = \frac{g}{V_w}.$$

Найденный объемный вес должен быть приведен к стандартной 15%-ной влажности древесины по формуле

$$\gamma_{15} = \gamma_w [1 + 0,01 (1 - k_0)(15 - W)],$$

где k_0 — коэффициент объемной усушки, %;
 W — влажность образца, %.

Коэффициент объемной усушки k_0 в расчетах может быть принят для березы, бука и лиственницы разным 0,6 и для прочих пород — 0,5.

Число годовых слоев и процент поздней древесины. Средняя ширина годовых слоев и процентное содержание летней древесины в значительной мере определяют физико-механические свойства древесины. При отсутствии возможности определения в лаборатории качества древесины путем механических испытаний можно, зная число годовых слоев в 1 см² и процент летней древесины, по существующим эмпирическим формулам, приблизительно определить прочность древесины.

Для определения числа годовых слоев и процента поздней древесины может служить любой образец при условии, что размер его в радиальном направлении был не менее 20 мм, а одна из торцовых поверхностей гладко обстругана; поэтому при определении можно пользоваться образцами, изготовленными для других определений.

Определение числа годовых слоев в 1 см производят следующим образом.

На торцовой поверхности образца отмечают две точки на расстоянии около 20 мм друг от друга, которые являются границами целых годовых слоев, измеряют это расстояние с точностью до 0,5 мм; одновременно подсчитывают число целых годовых слоев, приходящихся на этот отрезок.

Число годовых слоев в 1 см n вычисляют с точностью до половины слоя по формуле

$$n = \frac{N}{l},$$

где N — общее число годовых слоев;

l — расстояние в радиальном направлении.

Процент поздней древесины определяют следующим образом. В каждом годовом слое между отмеченными точками измеряют ширину поздней зоны α измерительной лупой с точностью до 0,1 мм (рис. 70). Затем все величины ширин поздней зоны на данном отрезке суммируют и процент поздней древесины m вычисляют по формуле

$$m = \frac{\sum \alpha}{l} \cdot 100,$$

где α — общая ширина поздних зон, мм;

l — протяженность отрезка, мм.

Зависимость предела прочности древесины при сжатии вдоль волокон от процентного содержания в ней поздней древесины устанавливают по следующим эмпирическим формулам:

$$D_{15} = 6,0m + 300 \text{ кг/см}^2 \text{ — для сосны;}$$

$$D_{15} = 3,2m + 295 \text{ кг/см}^2 \text{ — для дуба,}$$

где D_{15} — предел прочности древесины при сжатии вдоль волокон, кг/см² (при влажности ее 15%);

m — процент поздней древесины.

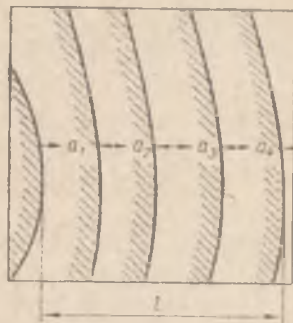


Рис. 70. Схема определения содержания поздней древесины

Предел прочности при сжатии вдоль волокон. Образцы изготовляют в виде прямоугольной призмы сечением 20×20 мм и высотой (вдоль волокон) 30 мм (рис. 71).

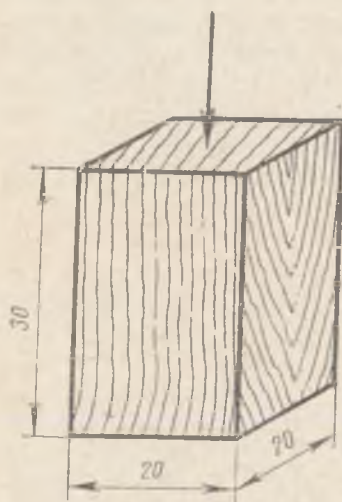


Рис. 71. Образец для испытания на сжатие вдоль волокон

Размеры образца измеряют штангенциркулем с точностью до 0,1 мм.

Образец устанавливают на опорной плите пресса, который обязательно должен иметь шаровую опору (в случае ее отсутствия применяют переносную шаровую опору). Скорость нагрузки в течение испытания должна быть в среднем 4000 кг в мин на весь образец; допустимое отклонение $\pm 25\%$.

Испытание ведут до разрушения образца, т. е. до момента, когда стрелка силоизмерителя пойдет в обратную сторону.

После разрушения немедленно определяют влажность, используя для этого целый образец.

Предел прочности при сжатии $R_{\text{пр. сж}(w)}^a$ при данной влажности вычисляют с точностью до 1 кг/см² по формуле.

$$R_{\text{пр. сж}(w)}^a = \frac{P_{\text{max}}}{ab},$$

где P_{max} — максимальная нагрузка, кг;
 a и b — размеры поперечного сечения, см.

Предел прочности при сжатии должен быть приведен к влажности древесины 15% по следующей формуле:

$$R_{\text{пр. сж}(15)}^a = R_{\text{пр. сж}(w)}^a [1 + \alpha (W - 15)],$$

где $R_{\text{пр. сж}(15)}^a$ — предел прочности при сжатии вдоль волокна при влажности 15%.

α — поправочный коэффициент на влажность, равный: для сосны, кедра, лиственницы, бука, ясеня, ильма и березы — 0,05; для ели, пихты, дуба и прочих лиственных пород — 0,04;

W — влажность образца в момент испытания, %.

Прочность при сжатии вдоль волокон для большинства древесных пород находится в пределах $350\text{—}700\text{ кг/см}^2$, а для сосны она составляет 400 кг/см^2 .

Предел прочности при сжатии поперек волокон. Образцы изготовляют в виде прямоугольной призмы с сечением $20 \times 20\text{ мм}$ и длиной (вдоль волокон) 60 мм . Направление годичных слоев должно быть параллельно длине образца.

Испытание в радиальном и тангентальном направлениях производят на разных образцах. Каждый образец измеряют с точностью до $0,1\text{ мм}$.

Образец помещают на середину нижней опоры гидравлического пресса, после чего между плоскостями пресса устанавливают индикатор для измерения деформаций.

Образец загружают равномерно со скоростью в среднем 100 кг в мин. Деформации образца измеряют при помощи индикатора с точностью до $0,005\text{ мм}$ после каждого увеличения нагрузки на 20 кг . Отсчеты по индикатору следует брать, не прекращая нагружения. Испытание производят до явного перехода условного предела прочности.

По окончании испытания определяют влажность образца.

На основании парных отсчетов нагрузки и деформации вычерчивают диаграмму сжатия (рис. 72), откладывая по оси абсцисс величину деформации, а по оси ординат— величины нагрузки. Точка ординаты, где построенная линия переходит из прямолинейного очертания в криволинейное, соответствует условному пределу прочности. Величину условного предела прочности при данной влажности W вычисляют с точностью до 1 кг/см^2 по форму-

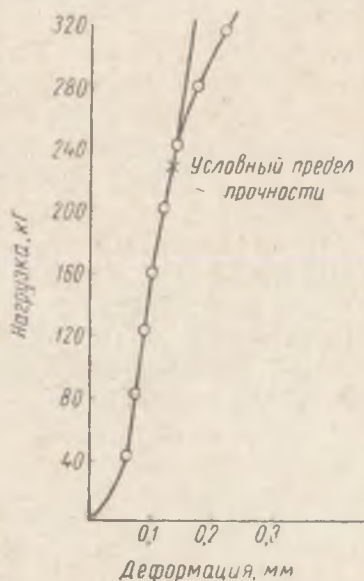


Рис. 72. Диаграмма сжатия древесины поперек волокон

лам, отдельно для тангентального и радиального направлений:

для тангентального направления

$$R_{\text{пр. сж}(w)}^t = \frac{Pt}{al} \text{ кг/см}^2;$$

для радиального направления

$$R_{\text{пр. сж}(w)}^r = \frac{Pr}{al} \text{ кг/см}^2,$$

где P^t , P^r — нагрузка в тангентальном и радиальном направлениях при условном пределе прочности, кг;

a — ширина образца, см;

l — длина образца, см.

Условный предел прочности перечисляют к влажности 15% по приведенным на стр. 188 формулам, где поправочный коэффициент на влажность α принимается равным 0,035 для всех пород.

Предел прочности при растяжении вдоль волокон. Величину сопротивления растяжению древесных пород вдоль волокон определяют на специально изготовленных

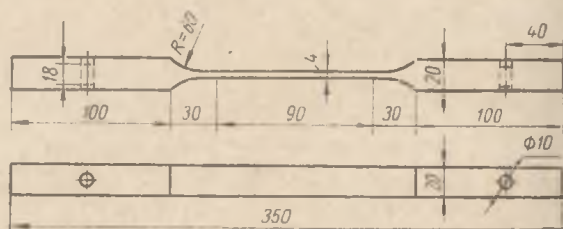


Рис. 73. Форма и размеры образца для определения предела прочности при растяжении вдоль волокон

образцах (рис. 73). Годовые слои должны быть перпендикулярны ширине рабочей (средней) части образца, боковые поверхности выструганы точно под угольник, а торцовые — гладко опилены.

В каждом образце измеряют ширину a и толщину b рабочей части образца посередине длины рабочей части, т. е. посередине общей длины образца и на расстоянии 35 мм от середины вблизи головок, отмечая эти точки линиями.

Из полученных величин вычисляют среднее арифметическое.

Испытание производят на универсальной испытательной машине или специальной разрывной машине с самоустанавливающейся головкой.

Нагружение образца следует производить равномерно со скоростью 1500 кг в мин.

По силоизмерителю машины отсчитывают максимальную нагрузку $P_{\max}$ с точностью до 5 кг.

После испытания из образца немедленно вырезают всю рабочую (среднюю) часть для определения влажности древесины в момент испытания.

Предел прочности при растяжении $R_{\text{пр}(w)}^a$ при данной влажности вычисляют с точностью до 5 кг/см² по формуле

$$R_{\text{пр}(w)}^a = \frac{P_{\max}}{ab} \text{ кг/см}^2,$$

где $P_{\max}$ — максимальная нагрузка, кг;

a — средняя ширина, см;

b — средняя толщина рабочей части образца, см.

В случае надобности предел прочности древесины лиственных пород может быть пересчитан с учетом влажности древесины в 15% по имеющейся формуле, где поправочный коэффициент на влажность α принимается равным 0,015.

Для древесины хвойных пород, ввиду незначительного влияния влажности на величину предела прочности при растяжении вдоль волокон, такой перерасчет не производится.

Предел прочности при статическом изгибе. Для определения предела прочности древесины при статическом изгибе изготавливают образцы в форме бруска размером 20×20×30 мм. Отклонения от указанных размеров образца для поперечного сечения не должны превышать 0,5 мм, а по длине образца — 1 мм. Годовые слои на торцах должны быть параллельны одной паре противоположных граней, а образующие годовых слоев — параллельны длинным ребрам образца.

Образец испытывают на изгиб таким образом, чтобы изгибающее усилие было направлено по касательной к годовым слоям тангентального изгиба (рис. 74). При испытании образец укладывают на две неподвижные

опоры с пролетом между центрами их 240 мм, нагрузка передается двумя подвижными ножами посередине длины образца. Расстояние между центрами ножей 80 мм. Неподвижные опоры и ножи должны иметь закругления радиусом 15 мм.

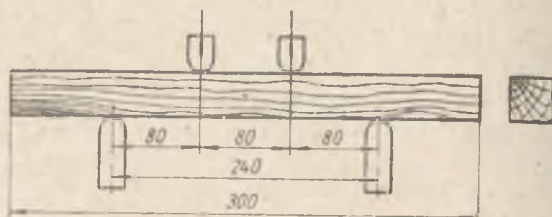


Рис. 74. Схема испытания образца древесины на статический изгиб

Нагружение производят равномерно со скоростью в среднем 700 кг в мин до полного излома образца.

После разрушения образца определяют его влажность, для чего из каждой половины образца быстро вырезают вблизи места излома по 1 кубику размерами 20×20×20 мм.

Предел прочности при изгибе $R_{пр.и(w)}^t$ образца при данной влажности вычисляют с точностью до 5 кг/см² по формуле

$$R_{пр.и(w)}^t = \frac{P_{max} l}{bh^2} \text{ кг/см}^2,$$

где P_{max} — разрушающая нагрузка, кг;

l — расстояние между опорами, равное 240 мм;

b — ширина образца, см;

h — высота образца, см.

Предел прочности должен быть пересчитан к влажности древесины 15% по имеющейся формуле, где поправочный коэффициент на влажность α принимается равным 0,04 для древесины всех пород.

Предел прочности при скалывании. Образец для определения предела прочности при скалывании вдоль волокон (рис. 75) вырезают таким образом, чтобы годовые слои на торцах были параллельны плоскости скалывания при тангентальном и перпендикулярны при радиальном скалывании. Образующие годовых слоев должны быть

параллельны длинным ребрам образца. Отклонения от указанных на рис. 75 размеров скалываемой части образца не должны превышать 0,5 мм.

Испытание проводят в специальном приспособлении, изображенном на рис. 76. Образец вставляют в приспособ-

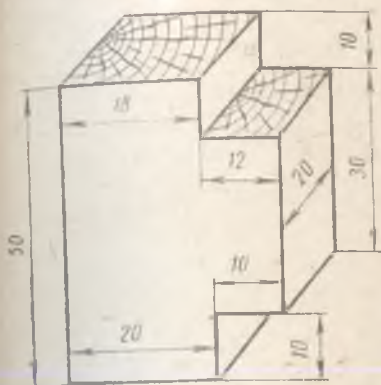


Рис. 75. Образец для определения прочности древесины при скалывании

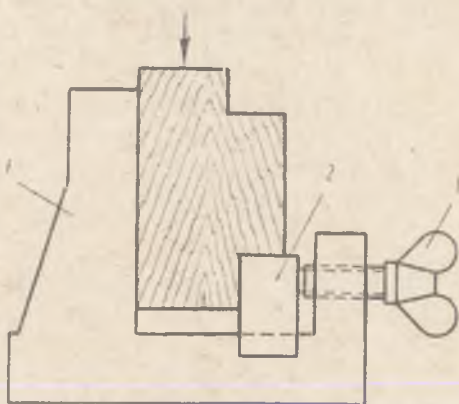


Рис. 76. Приспособление для испытания на скалывание

ление таким образом, чтобы вертикальная поверхность длинной части образца плотно прилегала к опорной стенке прибора 1, а вертикальная и горизонтальная плоскости нижнего выреза на образце плотно прилегали к поверхностям подвижной планки прибора 2, которую перемещают установочным винтом 3. Плотный зажим образца установочным винтом не допускается.

Приспособление с вставленным в него образцом устанавливают на опорную плиту пресса так, чтобы верхняя торцовая плоскость образца была в центре приложения нагрузки.

Нагружение производят равномерно со скоростью в среднем 1250 кг в мин на весь образец.

По шкале силоизмерителя отсчитывают максимальную нагрузку с точностью до 5 кг.

После испытания определяют влажность, используя для этого большую часть разрушенного образца.

Предел прочности при скалывании в тангентальной $R_{пр(w)}^{at}$ и радиальной $R_{пр(w)}^{ar}$ плоскости при влажности

в момент испытания W вычисляют с точностью до 1 кг/см² по формулам

$$R_{\text{пр}(w)}^{\text{at}} = \frac{P_{\text{max}}}{bl} \text{ и } R_{\text{пр}(w)}^{\text{ar}} = \frac{P_{\text{max}}}{bl},$$

где P_{max} — максимальная нагрузка, кг;
 b — толщина образца, см;
 l — длина площади скалывания, см.

Предел прочности при скалывании должен быть пересчитан к влажности древесины 15% по имеющейся формуле, где поправочный коэффициент на влажность α принимается равным 0,05 для древесины всех пород.

Глава X

ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Лакокрасочные материалы представляют собой составы, которые наносятся в жидком состоянии тонким слоем на окрашиваемую и лакируемую поверхность и создают после высыхания защитные плотные пленки.

Лакокрасочные материалы применяются для создания защитного покрытия на поверхности конструкций, предохраняя их от вредного воздействия окружающей среды, для обеспечения требуемых гигиенических условий в помещении, а также для придания конструкциям, зданиям и сооружениям законченного декоративного вида.

К этим материалам относятся: пигменты, связующие вещества, растворители, масляные, эмалевые, клеевые и другие краски, лаки и политура.

1. ПИГМЕНТЫ

Пигменты представляют собой тонкодисперсные сухие цветные порошки, не растворимые в воде, масле, спиртах, скипидаре, но способные равномерно смешиваться с ними, образуя красочные составы требуемого цвета.

Пигменты по происхождению бывают природные и искусственные, а по составу — минеральные и органические. В строительстве преимущественно применяют минеральные пигменты, которые обладают высокой атмосферостойкостью, химической стойкостью и светостойкостью.

При оценке качества пигментов в строительной лаборатории определяют их дисперсность, укрывистость и маслосъемкость.

Дисперсность. Дисперсность или степень измельчения пигмента может быть определена способом сухого или мокрого просеивания. Предпочтение отдают мокрому просеиванию. Сухое просеивание применяют только в случае невозможности подбора смачивающей жидкости или при наличии соответствующего указания в ГОСТе.

Для просеивания пигментов применяют набор сит с сетками по ГОСТ 3584—53, № 02, 015, 0112, 01, 0085, 0071, 0063, 006 и 0045.

Мокрое просеивание производят следующим образом. Навеску пигмента, высушенного до постоянного веса в количестве 10 г, помещают в фарфоровую чашку и перемешивают с 250 мл воды. Образующиеся при этом комочки растирают на дне чашки легким нажатием пальца и осторожно сливают образовавшуюся суспензию на сито, смоченное водой. Номер сетки для просева указывается в стандартах на пигменты. Затем, убедившись в отсутствии комочков, на сито переносят из чашки весь остаток; затем сито ставят на чашку, наполненную 250 мл воды, и проводят по нему мягкой кисточкой. При этом слипшиеся частицы распадаются. Воду несколько раз меняют, пока в чашке совершенно не будет заметно следов пигмента. Остаток на сите смачивают сначала спиртом, а затем эфиром, выдерживают на воздухе в течение 30 мин и высушивают до постоянного веса в сушильном шкафу при температуре 100—105°C.

После этого остаток на сите снимают мягкой кисточкой на часовое стекло и взвешивают.

Остаток (%) на сите x определяют по формуле

$$x = \frac{b}{a} \cdot 100,$$

где a — навеска пигмента, г;

b — остаток пигмента на сите, г.

В том случае, когда пигмент растворим в воде, используют любую другую жидкость, в которой он не растворяется бы и не разрушился.

Сухое просеивание производят следующим образом.

Навеску пигмента, высушенного до постоянного веса, в количестве 10 г (сажи — 2 г) высыпают на сито, номер которого указан в ГОСТе, на соответствующий пигмент. Затем производят просев пигмента сквозь данное сито ручным или механическим способом. Просеи-

вание считается законченным, когда на глянцевой или меловой бумаге, отличающейся по цвету от пигмента после просеивания в течение 30 сек, не будет обнаружено следов испытуемого пигмента.

Остаток пигмента на сите собирают и переносят на часовое стекло, а затем взвешивают с точностью до 0,001 г.

Остаток на сите (%) определяют по приведенной выше формуле.

Определение дисперсности пигмента мокрым или сухим способом производят два раза, причем расхождение между результатами двух определений не должно превышать 5%, считая максимальный отсев за 100%.

Укрывистость. Укрывистостью или кроющей способностью называется способность красочного состава закрывать цвет окрашиваемой поверхности непросвечивающим слоем. Укрывистость измеряется расходом пигмента, г/м² окрашиваемой поверхности.

Укрывистость определяют следующим образом.

На стеклянную пластинку размером 10×30 см и толщиной 2—2,5 мм наносят на равном расстоянии друг от друга по всей длине пластинки три цветные полосы: по краям — черные и посередине — белую; ширина каждой полосы 1,5 см.

Полосы наносят масляными красками: черную — газовой сажей, а белую — цинковыми белилами (рис. 77).

После высыхания краски пластинку взвешивают на технических весах с точностью до 0,01 г.

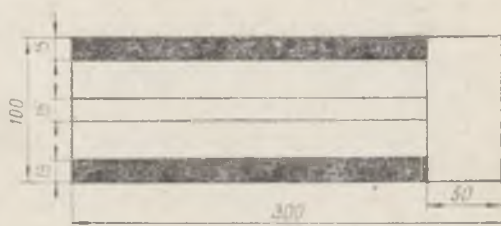


Рис. 77. Пластика для определения укрывистости

Затем готовят краску на испытуемом пигменте. Для чего отвешивают 5 г пигмента, добавляют к нему натуральной олифы и растиранием доводят до малярной консистенции.

Приготовленную краску на испытуемом пигменте тонким слоем при помощи щетиной филеиной кисти наносят на одну сторону стеклянной пластинки, обратную той, на которой нанесены цветные полосы.

Окрашивают площадь размером 10×25 см, оставляя полосу 5×10 см для того, чтобы было удобно во время окрашивания держать пластинку в руках.

Краску наносят сначала вдоль, а затем поперек пластинки до тех пор, пока у пластинки, положенной на лист белой бумаги, перестанут быть заметными в отраженном свете цветные полосы. Перед проверкой нанесенную краску разравнивают флейцем.

Пластинку с нанесенной краской взвешивают и, вычтя вес пластинки с тремя нанесенными полосами, определяют количество нанесенной краски.

Расчет укрывности производят по формулам:

а) считая на краску малярной консистенции

$$y = \frac{a}{F} \cdot 10000;$$

б) считая на сухой пигмент

$$y = \frac{a(100 - b)}{F} \cdot 100,$$

где y — укрывность, $г/м^2$;

a — количество нанесенной краски малярной консистенции, $г$;

b — содержание олифы в краске малярной консистенции, %;

F — окрашенная площадь пластинки, $см^2$.

Определение укрывности производят дважды. Расхождение в результате испытаний допускается не более 5% для красок с укрывностью до $100 г/м^2$ и не более 7% для красок с укрывностью до $300 г/м^2$, считая максимальную укрывность за 100%.

Маслоемкость. Маслоемкость пигмента определяется расходом масла в граммах для получения красочной пасты из 100 г испытуемого пигмента. Маслоемкость является важным техническим свойством пигмента и в основном зависит от степени его измельчения. Чем меньше масла требует пигмент для получения красочной пасты, тем экономичнее и долговечнее слой покраски.

Маслоемкость определяют следующим образом.

На технических весах с точностью до 0,01 г отвешивают 5 г сухого пигмента, который затем высыпают в стеклянный или фарфоровый стакан с верхним диаметром 10 см. Затем из бюретки на 2 мл с делениями до 0,01 мл

приливают отбеленное льняное масло в последовательно уменьшающемся количестве: сначала 0,3 мл, затем 2—3 капли, потом по одной капле. При этом пигмент перемешивают стеклянной палочкой с закругленным оплавленным концом. Когда весь пигмент в стакане будет смочен маслом, образуется комок. Этот момент означает, что наступило насыщение пигмента и отражает маслосъемность последнего. Количество израсходованного масла в миллилитрах определяют по разности уровней в бюретке до начала опыта и после его окончания. Маслосъемность (M) пигмента (%) вычисляют по формуле

$$M = \frac{V \gamma_m}{g} \cdot 100,$$

где V — количество израсходованного масла, мл;
 γ_m — удельный вес масла, определенный пикнометром;
 g — навеска пигмента, г.

Определение маслосъемности производят дважды. Расхождение в результатах испытаний допускается не более 4%, считая максимальную маслосъемность за 100%.

Получаемую величину маслосъемности пигмента сравнивают с требуемой по ГОСТу.

2. СВЯЗУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

Связующие вещества представляют собой жидкости с различной степенью вязкости, которые способны связывать частицы пигмента и вместе с ним, после нанесения тонким слоем на окрашиваемую поверхность, отвердевать, образуя тонкие прочно сцепленные с основанием защитные и окрашиваемые пленки.

К связующим веществам относятся: олифы натуральные, полунатуральные и искусственные, масляные лаки, а также эмульсии и клеевые вяжущие.

Для придания краскам необходимой консистенции к ним добавляют растворители (разбавители).

При оценке качества связующих веществ в лаборатории определяют цвет, вязкость и скорость высыхания.

Цвет. Определение цвета связующих (олифы, лака и др.) производят сравнением цвета испытуемого материала с цветом стандартных образцов, которыми являются растворы йодометрической шкалы.

Иодометрическая шкала состоит из растворов различных количеств йода в полунормальном растворе йодистого калия *KI*. Наиболее концентрированным раствором является раствор, содержащий в 100 мл 0,5 *N* раствора *KI* — 4000 мг йода, каждый последующий раствор содержит йода в 1,3 раза меньше предыдущего (табл. 30). Растворы содержатся в ампулах из бесцветного стекла с внутренним диаметром 7,5 мм и наружным — 9,5 мм.

Т а б л и ц а 30

Иодометрическая шкала

№ раствора	Количество йода, мг/л	№ раствора	Количество йода, мг/л	№ раствора	Количество йода, мг/л
1	4000	10	376	19	25
2	3076	11	289	20	27
3	2366	12	222	21	21
4	1820	13	170	22	16
5	1400	14	130	23	12
6	1076	15	100	24	9
7	827	16	76	25	7
8	636	17	58	26	0
9	489	18	45	—	—

П р и м е ч а н и е. Отклонение в концентрации не должно превышать $\pm 2\%$.

Ампулы йодометрической шкалы должны быть установлены на штативы и помещены в плотно закрывающийся ящик. Нахождение ампул в темноте предохраняет содержащиеся в них растворы от быстрого обесцвечивания. Срок годности шкалы — 6 месяцев.

Метод определения заключается в следующем. Испытуемый материал наливают в пробирку того же размера и из такого же стекла, что и ампулы с растворами. При этом условии сравнение производится в слоях жидкости одинаковой толщины. Затем пробирку помещают в штатив между двумя ампулами, сходными по цвету с исследуемым материалом. Выдвинутый из ящика штатив устанавливают так, чтобы свет проходил через матовое стекло, расположенное позади ампул, и освещал равномерно стандартный раствор и испытуемый материал. Если контролируемый материал окажется темнее раствора, содержащего 376 мг йода, и светлее раствора, содер-

жащего 489 мг йода, то цвет такого материала обозначают двумя цифрами: 489—376 или «не темнее 376».

Вязкость. Вязкость связующего вещества определяет способ нанесения приготовленного на нем лакокрасочного материала на окрашиваемую поверхность. При большой вязкости лакокрасочный материал трудно нанести тонким слоем на окрашиваемую поверхность, а при малой вязкости лакокрасочного материала происходит стекание его с вертикальных или наклонных окрашиваемых поверхностей.

В соответствующих ГОСТах установлены пределы вязкости олиф и лаков.

Для определения вязкости пользуются специальным прибором («вязкозиметром») — «воронкой НИЛК» (рис. 78). Метод заключается в определении времени (*сек*), необходимого для истечения 100 мл жидкости через отверстие определенного диаметра. Прибор для определения вязкости состоит из металлической воронки 1, которая укреплена в штативе 2. Верхний внутренний диаметр воронки 64 мм; высота ее 142 мм; нижний диаметр выходного отверстия 7 мм. Воронка 1 вставлена в конус 3, несколько больший по размерам и являющийся водяной рубашкой, по которой во время испытания циркулирует вода с температурой 20—25°C.

Воду впускают через штуцер 4, а выпускают через штуцер 5.

Под выходное отверстие воронки 6 помещают мерную колбу или цилиндр 7 емкостью 100 мл.

При определении воронку до краев наполняют испытуемой жидкостью и пропускают через водяную рубашку нагретую воду; когда в жидкости установится температура 20°C, открывают кран 8 и одновременно пускают секундомер.

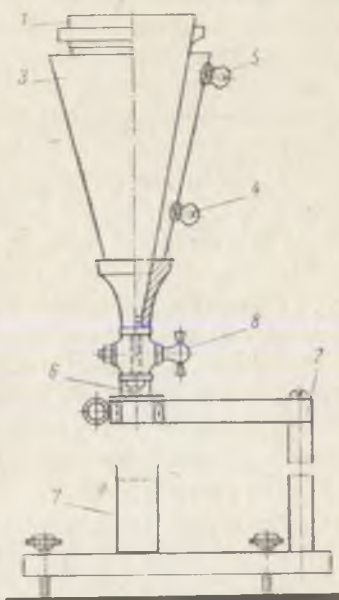


Рис. 78. Воронка НИЛК

После того как вытечет точно 100 мл жидкости, секундомер останавливают и определяют время (сек), необходимое для истечения 100 мл жидкости.

Определение повторяют 3 раза и за окончательный результат принимают среднее арифметическое из 3 определений.

Скорость высыхания. Высыханием называется процесс превращения тонкого слоя жидкого лакокрасочного состава в затвердевшую пленку. Различают две стадии высыхания: высыхание от пыли и полное высыхание.

Высыханием от пыли считают момент образования тончайшей поверхностной пленки, на которой не задерживаются пылевидные частицы.

Полным высыханием считают такое состояние пленки, когда она обладает достаточной механической прочностью и способна противостоять механическим воздействиям.

Скорость высыхания определяют в специальном шкафу, имеющем стеклянные стенки и полки. Размеры шкафа: площадь 100×60 см, высота 100 см. В верхней и нижней обвязке шкафа просверливают отверстие диаметром 1,5 см на расстоянии 5 см одно от другого. Для предохранения от проникания пыли в шкаф эти отверстия затягивают марлей.

Внизу, во всех четырех углах, для поглощения влаги устанавливают стеклянные стаканчики с хлористым кальцием, который меняют не реже одного раза в неделю.

Для поддержания в шкафу постоянной температуры в пределах $20 \pm 2^\circ\text{C}$ он должен быть оборудован электронагревателем с терморегулятором.

Скорость высыхания определяют следующим способом. На поверхность стеклянной пластинки размером 6×9 см и толщиной 2—2,5 мм пипеткой наносят 3—4 капли исследуемого материала и распределяют его ровным слоем с помощью кисти.

Для удаления избытка материала с поверхности пластинки ее ставят на 0,5 ч под углом 45° .

Затем эту пластинку помещают горизонтально в сушильный шкаф с температурой около 20°C и относительной влажностью воздуха 60—70%.

По истечении 3—4 ч, после нанесения материала, пластинку вынимают из шкафа и дышат на пленку, держа ее на расстоянии 10 см от рта. Появление матового пятна

указывает на наступление момента высыхания от пыли, а промежуток времени от начала высыхания до появления матового пятна характеризует скорость высыхания от пыли.

Затем пластинку снова помещают в шкафы, выдерживают там 2—4 ч.

Для определения момента полного высыхания на пластинку с нанесенным покрытием накладывают ватный тампон, прижимая его деревянной пластинкой площадью 1 см^2 , с грузом 200 Г. Через 30 сек груз-пластинку и тампон снимают и проверяют наличие на поверхности пленки волокон ваты или следов от них. Отсутствие прилипших волокон или следов от них характеризует момент полного высыхания покрытия.

3. МАСЛЯНЫЕ И ЭМАЛЕВЫЕ КРАСОЧНЫЕ СОСТАВЫ

Масляные красочные составы представляют собой однородные суспензии, получаемые путем тщательной переработки на краскотерочной машине смеси из пигмента, связующего вещества и наполнителя.

Эмалевые красочные составы представляют собой однородные суспензии, приготовленные из пигмента и масляного лака (глифталевого, перхлорвинилового и др.).

При оценке качества масляных и эмалевых составов в лаборатории определяют следующие свойства их пленки, твердость, прочность при ударе, прочность при изгибе и атмосферостойкость.

Твердость пленки. Твердость пленки является одним из основных свойств, определяющих качество лакокрасочного покрытия.

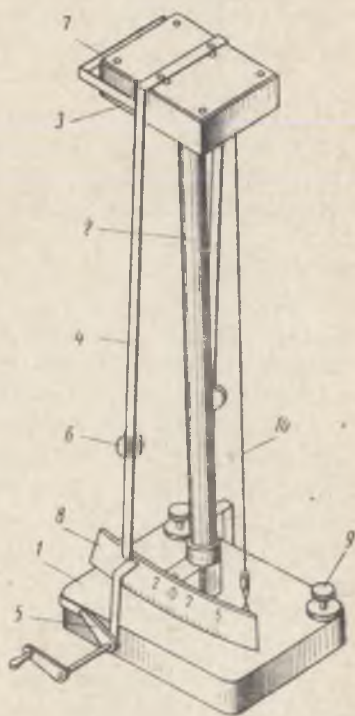


Рис. 79. Прибор М-3 для определения твердости пленки

Твердость пленки согласно ГОСТ 5233—50 определяют на маятниковом приборе М-3 (рис. 79), состоящем из основания 1, штатива 2, верхней плиты 3, маятника 4 и пускового приспособления 5. Маятник имеет вверху на плите две точки опоры в виде стальных шариков; для регулировки времени затухания колебаний маятника на нем укреплены передвижные грузики 6; установка маятника в нулевое положение производится посредством рамки 7.

Вес маятника с остальными деталями в собранном виде 120 ± 1 г, длина его 500 ± 1 мм.

Прибор снабжен шкалой 8 для отсчета, а также установочными винтами 9 и отвесом 10 для придания ему строго горизонтального положения. Во избежание влияния движения воздуха весь прибор помещается в застекленный футляр.

Проверку маятникового прибора производят не реже 1 раза в сутки «по стеклянному числу», т. е. по времени затухания колебаний маятника от 5 до 2°, точки опоры которого лежат на стекле. При этом «стеклянное число» должно равняться 440 ± 6 сек; если же оно выходит из указанных пределов, то перемещением грузиков 6 вдоль маятника доводят его до нормы. Перед испытанием шарiki протирают сначала ватой, смоченной в эфире или бензине, а затем сухой марлей.

Определение твердости пленки состоит в следующем. На стеклянную пластинку наносят лакокрасочный материал способом, указанным выше; причем количество наносимых слоев, толщина их, срок высушивания и выдержки покрытия до испытания установлены соответствующим ГОСТом на данный лакокрасочный материал.

После высыхания покрытия окрашенную стеклянную пластинку кладут на плиту прибора пленкой вверх под стальные шарiki. Шарiki устанавливают на поверхности пленки так, чтобы маятник находился вблизи нуля шкалы.

Затем поднимают рамку, прижимают к ней соединительную планку и устанавливают маятник на нуль. Придерживая соединительную планку, маятник при помощи пускового приспособления осторожно отводят влево до деления шкалы 5°; при этом следят, чтобы шарiki не сдвинулись с места.

После чего осторожно опускают рамку, освобождают маятник и дают ему свободно качаться; одновременно пускают секундомер. Когда амплитуда колебаний маятника достигнет 2° , секундомер останавливают и отмечают прошедший промежуток времени. Твердость пленки X вычисляют по формуле

$$X = \frac{t}{t_1},$$

где t — время затухания колебаний от 5 до 2° маятника, точки опоры которого лежат на испытуемой пленке, сек;

t_1 — время затухания колебаний маятника от 5 до 2° , точки опоры которого лежат на стекле, сек.

Определение твердости пленки производят дважды, причем каждый раз на новом месте.

За окончательный результат принимают среднее арифметическое из двух определений, если разница между ними не превышает 3% .

Прочность пленки при ударе. Метод определения прочности пленки лакокрасочного материала при ударе основан на установлении максимальной высоты, с которой падающий груз весом в 1 кг не вызывает разрушение пленки.

Прочность пленки при ударе определяют на приборе

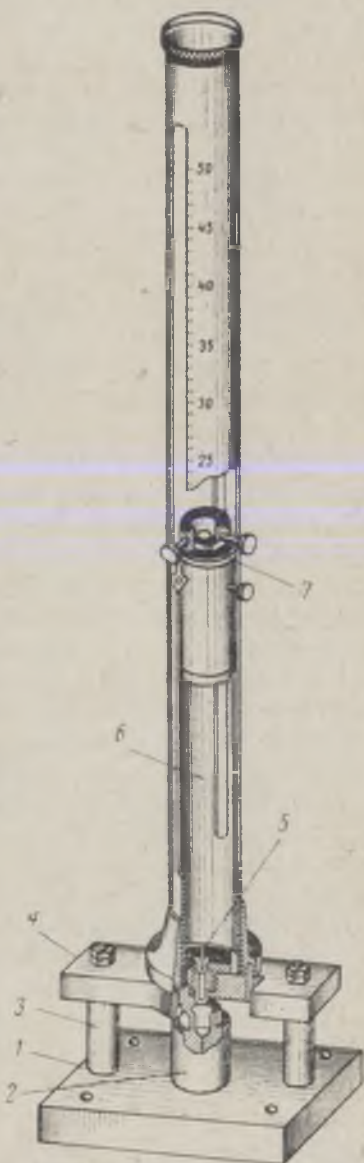


Рис. 80. Прибор для определения прочности пленки при ударе

(рис. 80), который состоит из станины 1, наковальни 2, двух стоек 3, скрепленных траверсой 4, бойка с шариком 5, направляющей трубы 6 со свободно падающим грузом и приспособления для удержания и сбрасывания груза 7.

На поверхности направляющей трубы имеется шкала длиной 50 см с делениями через 1 см, а внутри трубы свободно перемещается груз весом в 1 кг. Этот груз может быть закреплен на любой высоте с помощью специального удерживающего приспособления.

В траверсе, под центром наковальни, имеется отверстие, в котором свободно перемещается стальной боек с наконечником в виде шарика диаметром 8 мм.

Подвергаемый испытанию лакокрасочный материал наносят выше приведенным способом на металлическую пластинку. После высыхания пленки пластинку помещают на наковальню пленкой вверх. Закрепляющие винты удерживающего приспособления освобождают груз, устанавливают на заданную высоту. Затем нажимом спусковой кнопки освобождают падающий груз, который передает ударное усилие через боек на пластинку с нанесенной на ней лакокрасочной пленкой. После удара пластинку вынимают и тщательно осматривают место удара через лупу с четырехкратным увеличением.

Если после удара на пластинке не обнаружится разрушений (трещин, смятия и отслоения) пленки, то высоту падения груза увеличивают на 2—10 см; испытание проверяют до тех пор, пока не будет достигнут нужный результат. Каждый последующий удар с увеличенной высоты производится в новом месте пластинки с пленкой. Параллельные испытания проводятся два раза. Прочность пленки при ударе выражают в кг/см.

Прочность при изгибе. Под прочностью пленки понимают ее способность сохранять целостность при изгибании на стержне определенного диаметра.

Гибкость пленки определяют (рис. 81) на приборе «ШГ» (шкала гибкости), который состоит из трех стальных стержней диаметром 20, 15, 10 мм и трех стержней с радиусом закругления 2,5, 1,5 и 0,5 мм. Эти стержни укреплены на станке.

На очищенные от окалины и ржавчины пластинки из жести толщиной 0,2—0,3 мм и размером 20×100 мм наносят испытуемый материал по способу, указанному выше,

или методом, предусмотренным в стандартах на испытуемый материал.

После высыхания пленки пластинку плотно прижимают к стержню, плавно изгибают в течение 2—3 сек пленкой вверх на 180° вокруг стержня $\varnothing 20$ мм.

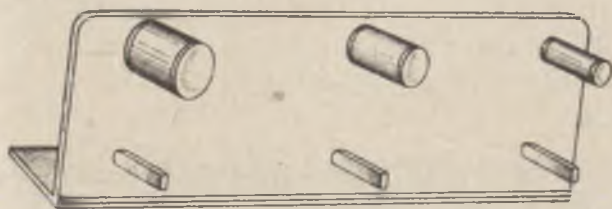


Рис. 81. Прибор ШГ (шкала гибкости)

Если после изгибания на пленке при рассматривании в лупу незаметно трещин и пленка не отслаивается, то производят изгибание пластинки в другом месте вокруг стержня $\varnothing 15$ мм, затем в новом месте вокруг стержня $\varnothing 10$ мм и т. д. до тех пор, пока на пленке не будут обнаружены указанные выше изменения.

Прочность пленки при изгибе выражается минимальным диаметром стержня, на котором лакокрасочное покрытие осталось неповрежденным.

Например, «гибкость» 10 означает, что красочная пленка не разрушилась при изгибании на стержнях $\varnothing 15$ и 10 мм, но при изгибании на стержне $\varnothing 5$ мм, пленка уже разрушается (образуются трещины).

Атмосферостойкость. Стойкость лакокрасочных материалов в атмосферных условиях определяют только в отдельных случаях.

Для этого устраивают специальные атмосферные станции в местах, которые полностью открыты для действия атмосферных явлений (солнечного света, дождя, тумана, снега, ветра и т. д.).

В зависимости от назначения лакокрасочного материала, испытание его пленки производят на окрашенных щитах из металла, дерева, штукатурки и других материалов.

Методы определения атмосфероустойчивости лакокрасочных материалов приведены в ГОСТ 6992—60 «Лаки и краски. Определение устойчивости лакокрасочных материалов в атмосферных условиях».

Глава XI

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ИЗ ПЛАСТИЧЕСКИХ МАСС

В современном строительстве все шире внедряются новые виды отделочных, теплозвуко- и гидроизоляционных материалов и изделий на основе полимеров. Эти материалы более полно отвечают современному индустриальному строительству и своими техническими и архитектурно-строительными качествами значительно превосходят традиционные материалы и изделия из бетона, керамики, металла и дерева.

В производстве пластических масс применяются полимеры двух видов: термопластичные и термореактивные.

Термопластичные полимеры обладают способностью многократно попеременно размягчаться при нагревании и отвердевать при охлаждении. К термопластичным относятся полимеры, получаемые методом полимеризации: полиэтиленовые, полистирольные, поливинилхлоридные, полимеры и др.

Термореактивные полимеры при нагревании до определенной температуры переходят в неплавкое состояние и после отвердевания уже не способны значительно размягчаться при повышении температуры. К термореактивным полимерам относятся полимеры, получаемые методом поликонденсации: фенолформальдегидные, мочевиноформальдегидные полимеры и др.

Пластические массы могут состоять полностью из полимера, например, полистирол и полиакрилат. Чаще всего пластмассы имеют сложный состав, напоминающий по составу обычные бетоны и строительные растворы. Они содержат: связующее вещество — полимерную смолу; наполнители — древесную муку, тальк, каолин, кварцевую пыль, графит, ткань, стекловолокно и др.; пластифи-

каторы — камфору, олеиновую кислоту и другие вещества, уменьшающие хрупкость продукта; стабилизаторы — повышающие термическую и химическую стойкость пластмасс; отвердители — уротропин и красящие пигменты — охра, мумию, сурик и др.

В настоящее время полимерные строительные материалы подразделяются на:

1) материалы для покрытия полов (поливинилхлоридный, глифталевый, коллоксилиновый, резиновый и другие линолеумы и поливинилхлоридные, кумароновые, фенолитовые и другие плитки);

2) материалы для внутренней отделки стен, потолков и встроенной мебели (полистирольные, поливинилхлоридные и фенолитовые облицовочные плитки; моющиеся обои, линкруст и др.; древесно-слоистые пластики, древесно-стружечные и древесно-волокнистые плиты и т. д.);

3) материалы для строительных конструкций (стеклопластики, органическое стекло, винипласт жесткий листовой, сотопласты и др.);

4) погонажные строительные изделия (поручни, плинтусы, наличники, уголки и другие фасонные изделия);

5) синтетические клеи и мастики (клей К-17, клей ФР-12 и другие клеи, битумная, кумароновая, битумно-кукерсольно-каучуковая и другие мастики);

6) кровельно-гидроизоляционные и герметизирующие материалы (изол рулонный, изол-мастика, пороизол, бризол и др.);

7) сантехническое оборудование, трубопроводы и арматура;

8) синтетические лакокрасочные материалы.

При выполнении лабораторных работ по разделу «Строительные материалы из пластических масс» студенты, пользуясь коллекцией образцов, учебником и данным учебным пособием, должны охарактеризовать материалы и изделия из пластмасс, указав при этом следующее:

а) название исходных связующих веществ, наполнителей;

б) внешний вид материала;

в) объемный вес образцов правильной геометрической формы;

г) прочность;

д) показатели прочих свойств;

е) области применения данных материалов и изделий из пластмасс в строительстве.

Кроме того, студенты должны в лаборатории произвести испытания одного из наиболее распространенных строительных материалов, например, линолеума, половой плитки, полистирольной облицовочной плитки и т. д.

1. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЛИНОЛЕУМА

Линолеум изготавливается в виде полотнищ, дорожек, ковров и ковриков и применяется для покрытия полов в жилых, общественных и промышленных зданиях и сооружениях, в железнодорожных вагонах, вагонах метрополитена, пароходах и т. д.

Линолеумы подразделяются:

по виду исходного сырья — на глифтале-вые (полиэфирные), поливинилхлоридные, коллоксилиновые, резиновые (релин) и другие синтетические линолеумы;

по структуре — на безосновные и с упрочняющей или тепло- и звукоизолирующей основой (однослойные, многослойные и ковровые покрытия);

по цвету — одноцветные и многоцветные, в том числе рисунчатые;

по фактуре лицевой поверхности — на линолеумы с гладкой, рифленой и ворсистой (для ковровых покрытий) поверхностью.

Линолеум отгружается заводом-изготовителем потребителю (строительной организации) партиями. Размер партии линолеума одного цвета, узора и толщины устанавливается в количестве 3000 м^2 , при поступлении линолеума в количестве менее 3000 м^2 партия его принимается за целую.

При оценке качества линолеума работник строительной лаборатории от поступившей партии отбирает 5% рулонов (но не менее 2 рулонов) для внешнего осмотра и определения размеров. От одного из этих рулонов отрезают в любом месте (но не ближе 3 м от конца), полосу шириной 10 см по всей ширине рулона, из которой изготавливают образцы для испытаний на упругость, хрупкость, водопоглощение, зольность, истираемость и стойкость цвета линолеума.

Проверка внешнего вида и размеров линолеума. Отобранные для проверки рулоны линолеума подвергают внешнему осмотру и обмеру.

Длину и ширину линолеума с точностью до 1 мм измеряют металлической рулеткой.

Толщину линолеума измеряют микрометром, соприкасающиеся концы которого имеют плоскую поверхность, или толщиномером. Измерение производится по ширине полотнища или дорожки в 10 местах, равномерно расположенных друг от друга. Толщину линолеума данного рулона вычисляют как среднее арифметическое 10 измерений, при этом разность между наибольшим измерением не должна превышать 0,4 мм.

Размеры линолеума должны соответствовать требованиям ГОСТ 7251—54 «Линолеум».

При осмотре внешнего вида линолеума необходимо обращать внимание на его кромки, которые должны быть параллельны друг другу и не иметь заусенцев. Допускаемое отклонение от параллельности кромок не должно превышать ± 4 мм на 1 м.

Лицевая поверхность линолеума должна быть гладкой, глянцевой или полуматовой без пятен, царапин, вмятин, раковин и бугров. Одноцветный линолеум должен иметь ровный, одинаковый тон окраски по всей поверхности. В многоцветном линолеуме рисунок должен иметь глубокую окраску в массе и быть четким, неискаженным.

Однородность строения и цвета линолеума устанавливают следующим образом.

В образце линолеума под углом 45° к его поверхности острым ножом делают в пяти местах разрезы. Поверхность свежих разрезов должна быть однородной по цвету и строению.

Цвет линолеума не должен изменяться под влиянием воздуха, света и воды.

Стойкость цвета линолеума определяют в лаборатории следующим образом.

Из полосы линолеума вырезают образец размером 50×50 мм, который подвергают в течение одного часа последовательной обработке в дистиллированной воде температуры $10-20^\circ\text{C}$ или 50°C . После обработки в дистиллированной воде температуры $10-20^\circ\text{C}$ не должно быть изменения цвета линолеума, при обработке же в

горячей воде температуры 50°C допускается незначительное изменение цвета.

Испытание на истирание. Одним из основных показателей свойств линолеума является его устойчивость к истиранию.

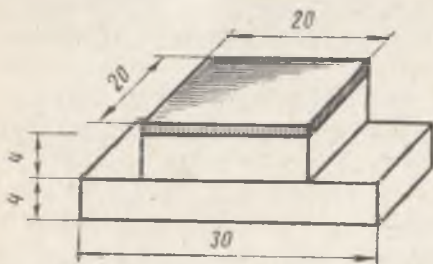


Рис. 82. Форма и размеры образца, предназначенного для испытания на машине Грассели

Испытание линолеума на истирание производится на стандартной машине типа Грассели (МИ-2).

Из подлежащего испытанию линолеума вырезают образцы площадью $20 \times 20 \text{ мм}$, которые затем наклеивают на резиновые или кожаные балласты-подкладки

с заплечиками (рис. 82), а затем выдерживают в лаборатории до полного отвердевания клея. Образцы, подлежащие испытанию на истираемость, не должны иметь на своей поверхности каких-либо видимых дефектов (трещин, царапин, посторонних включений и др.).

Схема машины Грассели (МИ-2) показана на рис. 83. Она состоит из станины 1, на которой укреплен электро-

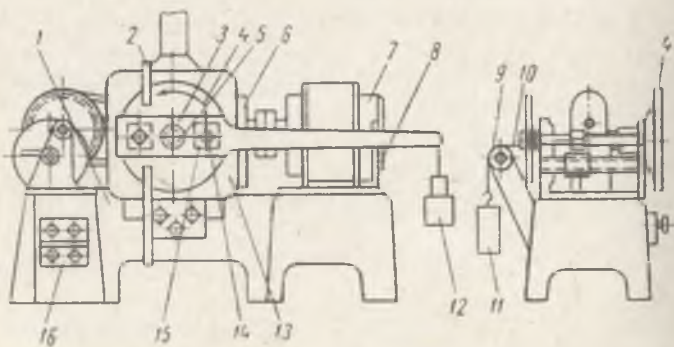


Рис. 83. Машина Грассели

двигатель 7, последний с помощью редуктора 6 приводит во вращение полый вал 5 с насаженным на него диском 4. На диск наложен круг шлифовальной бумаги

(ГОСТ 344—57), который закрепляется при помощи шайбы и специальной гайки. Диск вращается в вертикальной плоскости со скоростью 40 об/мин.

Неравноплечий рычаг 3 несет на себе две зажимные рамки 15, в которые устанавливаются образцы. Толщина рамки должна быть не менее 1 мм. При помощи винтов 14 образцы зажимаются рамками на рычаге. Посередине между зажимными рамками на рычаге 3 укреплен грузовой стержень 10, который проходит через полый вал 5 и служит для прижима рычага 3 с образцами к диску 4. Расстояние между центром каждого образца и осью стержня должно быть равно 68 мм.

Прижим осуществляется постоянным грузом 11, подвешенным к стержню 10 при помощи троса, перекинутого через ролик 9. Длинное плечо рычага 3 имеет на конце отверстие для подвешивания уравнивающего груза 12, служащего для удержания плеча от вращения в среднем положении между выемкой скобы 8.

К рабочей части диска подведен воздуховод 2, на загнутых концах которого со стороны, обращенной к диску, имеются отверстия для обдувания воздухом истирающей поверхности. Расстояние трубки с отверстиями до диска устанавливается равным 20—25 мм, и отверстия располагаются под углом 45° к рабочей поверхности диска (навстречу его движения).

Для отвода пыли и частиц шлифовальной бумаги диск помещен в кожух 13 с выводной трубкой, соединенной с вытяжной вентиляцией. Концевой выключатель 16 служит для остановки машины.

Испытание производят следующим образом.

На диск закрепляют круг шлифовальной бумаги. Испытуемые образцы взвешивают на технических весах с точностью до 0,01 г и крепят на рычаге 3 при помощи зажимных рамок и винтов 6, при этом гайки и винты нужно прижать одинаково и не слишком туго. Рычаг с образцами устанавливают на машине так, чтобы стержень 10 входил в полый вал 5, а длинное плечо лежало на внешней скобе 8. На конце стержня, входящего в полый вал, подвешивают груз из расчета 200 Г на 1 см² истираемой поверхности образца, т. е. 1600 Г (для двух образцов с общей площадью 8 см²). Затем открывают кран воздуховода для обдувания поверхности бумаги и включают мотор.

Сначала производят притирку образцов так, чтобы они равномерно прилегали к истирающей поверхности бумаги. На конец длинного плеча подвешивают груз 12, подбирая его так, чтобы рычаг находился в среднем положении в выемке скобы 8, для чего по мере надобности изменяют величину груза.

По окончании притирки выключают мотор и вентиляцию, закрывают кран воздуховода, освобождают динамометр и снимают грузы 11 и 12. Снимают рычаг с машины и освобождают образцы из зажимных рамок, при этом образцам дают тот номер места, на котором они находились во время притирки. С притертых и очищенных от пыли образцов снимают рукой бахромку; образцы взвешивают на технических весах с точностью до 0,01 г.

Взвешенные образцы помещают в зажимные рамки в тех же положениях и на тех же местах, которые они занимали во время притирки.

Затем включают электродвигатель, открывают воздуховод, подвешивают груз на конец длинного плеча рычага 3 и проводят истирание. Испытание прекращают после 200 оборотов диска.

В течение испытания примерно через равные промежутки времени не менее трех раз записывают вес груза 12 с точностью до 10 г.

От каждой партии линолеума должно быть испытано не менее трех пар образцов.

Испытание следует производить на стабилизированных кругах шлифовальной бумаги после притирки.

Результаты испытания линолеума на истирание выражают показателем истирания И, как потерю веса пары образцов за 200 оборотов диска, отнесенную к единице площади,

$$И = \frac{g_1 - g_2}{F} \text{ г/см}^2,$$

где g_1 — вес пары образцов до испытания, г;

g_2 — вес той же пары образцов после испытания, г;

F — площадь образцов, см^2 .

Допустимые величины истираемости линолеума различных видов приведены в табл. 31.

Испытание на твердость. Твердость является тем основным свойством, которое определяет долговечность и эксплуатационные качества линолеума.

Для определения твердости линолеума и плиток для полов применяют шариковый твердомер ТШР-2 (рис. 84).

Таблица 31

Физико-механические показатели линолеума

Вид линолеума	Потери веса при истирании на приборе МИ-2, Г/см ² (не более)	Водопоглощение за 24 ч (не более)	Твердость по шариковому твердомеру ТШР-2, мм (не более)	Упругость, % (не менее)
Линолеум глифталевый (полиэфирный) на тканевой основе	0,06	6	0,7	50
Линолеум поливинилхлоридный на тканевой основе	0,06	5	0,7	50
Линолеум однослойный и многослойный безосновный на тепло- и звукоизолирующей основе (войлочной или пористой).	0,05	4	0,3	50
Линолеум однослойный безосновный	0,03	4	—	50
Линолеум коллоксилиновый однослойный безосновный	0,06	6	0,3	50
Линолеум резиновый (релин): многослойный на тепло- и звукоизолирующей пористой основе	0,05	2	1,5	50
Линолеум пергаминный однослойный на бумажной основе	0,05	2	—	50
Линолеум пергаминный однослойный на бумажной основе	0,02	1	0,5	—

Из испытуемого материала вырезают образцы размером 50×100 мм, поверхность которого должна быть ровной и гладкой. Твердомер устанавливают на столе строго вертикально по уровню.

Испытуемый образец помещают под стальной шарик прибора. Вращением верхних звездочек шарик приводят в соприкосновение с поверхностью образца и устанавливают большую стрелку индикатора на нуль. Вращением нижней звездочки опускают груз на заплечики наконец-

ника, при этом величина зазора между верхней площадкой и заплечиком должна быть сведена до 4—5 мм. Стальной шарик диаметром 2 мм под нагрузкой в 1 кг погружается в испытуемый образец.

При измерении твердости следует соблюдать постоянство нагрузки и окружающей температуры (около 20°C) и снимать показатели через определенное время. Замеры глубины погружения шарика по индикатору производят спустя 60 сек после начала движения стрелки. Испытание твердости каждого образца производят в трех точках, расположенных на расстоянии 10 мм друг от друга и краев образца.

Показателем твердости линолеума и плитки для полов является глубина погружения шарика (мм), фиксируемая непосредственно по шкале прибора.

Допускаемые величины твердости линолеума различных видов приведены в табл. 31.

Испытание на упругость. Упруго-пластичные свойства линолеума и плитки для полов определяют при помощи прибора-упругомера. Упругомер состоит из стола с кронштейном, на котором помещен стержень. Нижний конец стержня оканчивается шариком диаметром 3 мм. Стержень соединен с измерительным микрометрическим устройством и в

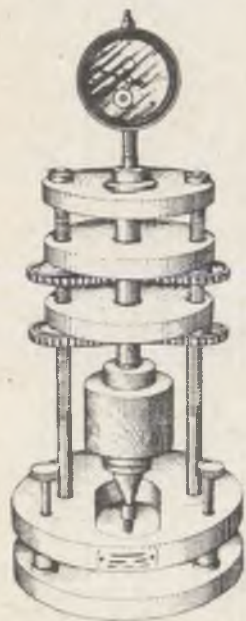


Рис. 84. Шариковый твердомер

верхней части имеет площадку для груза. Образец линолеума размером 20×20 мм выдерживают перед испытанием в течение 2 ч при температуре $20 \pm 5^\circ\text{C}$, а затем помещают на стол прибора под нижний конец стержня (под шарик). После того как стрелка на шкале займет устойчивое положение, по шкале определяют толщину образца. Затем на площадку осторожно помещают груз весом 1 кг. По истечении 60 сек на шкале фиксируют новое положение стрелки, по которому определяют глубину погружения стержня в образец линолеума. После этого груз снимают, оставляют образец в тече-

ние 60 сек незагруженным и по стрелке на шкале определяют величину остаточной деформации.

Упругость E (%) определяют по формуле

$$E = \frac{h - h_1}{h} \cdot 100,$$

где h — глубина погружения стержня в линолеум;

h_1 — величина остаточной деформации.

Упругость линолеума данной партии следует вычислять как среднее арифметическое результатов испытания 5 образцов.

Допустимые величины упругости линолеума различных видов приведены в табл. 31.

Испытание линолеума на изгиб. Испытание линолеума на изгиб и хрупкость производят следующим образом. Доставленную в лабораторию пробу предварительно выдерживают при температуре 20°C не менее 2 ч, а затем вырезают по 2 образца в виде полосок в продольном направлении шириной 30 мм.

Образцы полоски обертывают вокруг гладкого цилиндра и в таком положении закрепляют.

При толщине линолеума 2; 2,5 и 3 мм применяют цилиндр диаметром 45 мм, при толщине 4 мм — цилиндр диаметром 60 мм и при толщине 5 мм — цилиндр диаметром 75 мм.

Через 8 ч осматривают поверхность образцов. Если на поверхности образца не появляются трещины, то такой образец считается выдержавшим испытание.

Испытание на водопоглощение. Водопоглощение покровного слоя линолеума определяют следующим образом.

Из полосы линолеума шириной 10 см вырезают пять образцов размером 10×10 см, которые освобождают от основы (ткани) и тщательно зачищают со стороны гладкой поверхности, а затем взвешивают на технических весах каждый образец. Образцы погружают в воду с температурой $15\text{--}20^\circ\text{C}$ на 24 ч, после чего их вынимают из воды, обтирают фильтровальной бумагой и взвешивают.

Водопоглощение W (%) вычисляют по формуле

$$W = \frac{g_2 - g_1}{g_1} \cdot 100,$$

где g_1 — первоначальный вес образца, г.

g_2 — вес насыщенного водой образца, г.

Водопоглощение линолеума данной партии вычисляют как среднее арифметическое результатов испытаний всех 5 образцов.

Проводя испытания линолеума в лаборатории, необходимо получаемые результаты сравнивать с данными табл. 31, что дает возможность проверить качество поступившего на строительство линолеума.

2. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПОЛИСТИРОЛЬНОЙ ОБЛИЦОВОЧНОЙ ПЛИТКИ

Плитки облицовочные полистирольные ГОСТ 9589—61 применяются для отделки внутренних стен и перегородок в жилых, общественных и промышленных зданиях. Они изготавливаются из полистирола или сополимеров стирола. По форме плитки бывают квадратные и прямоугольные.

Полистирольные плитки отгружаются заводом-изготовителем потребителю партиями по 500 м², куда входят плитки одного типа, размера и цвета.

При оценке качества полистирольной облицовочной плитки работник строительной лаборатории от поступившей партии из разных мест отбирает 5 плиток, которые сначала подвергаются внешнему осмотру, а затем испытаниям на трещиностойкость и непросвечиваемость.

Проверка внешнего вида и размеров плитки. Отобранные для проверки плитки подвергают внешнему осмотру и обмеру. Длину и ширину плиток измеряют металлическим измерительным инструментом с точностью до 0,1 мм. Толщину плиток измеряют толщиномером с четырех сторон каждой плитки, при этом следует помнить, чтобы отклонения от стандартных размеров не превышали по длине и ширине $\pm 0,5$ мм, а по толщине — $\pm 0,2$ мм. Прямоугольность плиток проверяют угольником-шаблоном.

Студент, осматривая плитки, должен проверить, чтобы на их обратной стороне были бортики и бороздки. Ширина бортика должна быть 5,0 мм, а высота 0,25 мм. Бороздки образуют квадраты со стороной, равной 3 мм; высота бороздок 0,12 мм.

Качество лицевой поверхности плиток определяют осмотром невооруженным глазом на расстоянии 1 м глаза по горизонтали при вертикальном положении плитки.

Цвет и форма плиток должны соответствовать утвержденным эталонам. Лицевая поверхность должна быть гладкой, глянцевой с равномерной окраской, чистой, без наплывов, вздутий, трещин и царапин.

Кромки плиток должны быть ровными и не иметь заусенцев. По ГОСТ 9589—61 допускаются следующие отклонения по показателям внешнего вида на лицевой поверхности: включения диаметром до 0,3 мм — в количестве не более 2 шт. на площади 100 см²; мелкие заполированные царапины.

Кроме перечисленного, необходимо следить, чтобы выпуклость поверхности (стрела прогиба) не превышала 0,5 мм для плиток размером 100×100 мм и 0,8 мм — для плиток размером 150×150 мм.

Выпуклость плитки определяют путем измерения калибром наибольшего зазора между поверхностью плитки и ребром металлической линейки, поставленной по диагонали плитки.

На лицевой поверхности плиток допускается не более двух дефектов.

Определение трещиностойкости плиток. Отобранные для испытания 5 плиток предварительно тщательно осматривают, а затем подвешивают в проволочных кассетах в сосуде с керосином и выдерживают их в течение 5 мин. По истечении указанного времени плитки извлекают из сосуда, выдерживают на воздухе в течение 30 мин при температуре $20 \pm 5^\circ\text{C}$, после чего вытирают хлопчатобумажной тканью и тщательно осматривают невооруженным глазом с целью выявления мельчайших трещин.

Согласно техническим условиям плитки должны быть трещиностойкими.

Определение непросвечиваемости плиток. Каждую из пяти испытуемых плиток накладывают на бело-черную шахматную доску со стороной квадрата 50 мм.

Если черные квадраты не просвечиваются через плитку, то плитка считается непросвечивающей.

Глава XII

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКЦИЙ

В современном жилищном, гражданском, промышленном и энергетическом строительстве большое значение имеет качество применяемых бетонных и железобетонных изделий и конструкций. Для обеспечения высокого качества выпускаемой продукции на заводах сборных железобетонных конструкций, как правило, действует производственный контроль, охватывающий все стадии производства, начиная с проверки исходных материалов и кончая проверкой качества готовых изделий и конструкций.

Лаборатория завода, треста или ДСК осуществляет повседневный контроль за качеством исходных материалов и полуфабрикатов (цемент, песок, щебень или гравий, керамзит, шлак, арматурная сталь и др.), бетонных смесей и растворов, проверяют строгое соблюдение технологических режимов, а также контролирует правильность складирования и хранения материалов на складах.

Методы оценки качества основных строительных материалов изложены в предшествующих главах.

В данной главе рассматриваются методы оценки качества готовых бетонных и железобетонных изделий, поступающих на заводские склады, а также изделий, завозимых на строительные площадки: освещаются вопросы испытания отдельных видов строительных конструкций и методы их складирования.

Контроль качества готовых бетонных и железобетонных изделий включает проверку формы и размеров изделий, их внешнего вида и отделки поверхностей; кроме того, проверку фактической отпускной прочности бетона

и ее соответствие проектной, а также при необходимости определения объемного веса бетона (для ограждающих конструкций), качества арматуры и правильности ее размещения в изделиях и конструкциях.

1. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ И ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКЦИЙ

Приемка и отбор изделий для оценки их качества. Приемка готовых изделий и отпуск их потребителю производятся партиями. За партию принимают количество железобетонных изделий, последовательно изготовленное предприятием по одной технологии, в течение до 10 дней из материалов одного и того же вида, сорта и качества.

Количество изделий в одной партии устанавливается в соответствии с «Техническими условиями на изготовление и приемку сборных железобетонных и бетонных изделий» СН1—61 и обычно составляет не более:

при объеме одного изделия	до 0,1 м ³	1000 шт.
То же	от 0,1 до 0,3 м ³	700 »
То же	от 0,3 до 1,0 м ³	300 »
То же	от 1,0 до 2,0 м ³	150 »
То же	свыше 2,0 м ³	100 »

Рабочими чертежами и требованиями технических условий на изделия обуславливается вид проверки, которая может быть выборочной или поштучной, в зависимости от назначения изделия и от условий производства.

Для проведения натурных испытаний согласно ГОСТ 8829—58 отбирают две конструкции, которые должны удовлетворять требованиям ГОСТа, технических условий и проекта в отношении внешнего вида, качества отделки, формы, внешних размеров, качества армирования и марки бетона.

Контроль формы, размеров и внешнего вида изделий. Проверка формы и размеров изделия производится, как правило, по выборочной системе контроля, при которой отбираются изделия от партии в количестве не менее 5%, но не менее 5 шт.

У отобранных изделий проверяют: форму и геометрические размеры изделий — длину, ширину, высоту, толщину, углы между смежными плоскостями и гранями, прямолинейность плоскостей, ребер, и т. д.; размеры и правильность расположения отверстий, ниш, борозд и

четвертей, а также правильность расположения закладных деталей и качество монтажных петель.

Проверку формы и определение размеров изделий производят при помощи металлических линейек, стальных рулеток, измерительных скоб или шаблонов, а прямолинейность плоскостей и ребер определяют измерением зазора между ребром линейки и поверхностью изделия. Если хотя бы одно из первоначально отобранных изделий не будет отвечать требованиям формы и размеров, то производят проверку двойного количества изделий данного вида.

В том случае, когда среди вновь отобранных изделий окажется хотя бы одно изделие, не отвечающее требованиям технических условий, то приемка изделий данной партии производится поштучно.

Требования, предъявляемые к форме и размерам изделий, а также величины допускаемых отклонений указы-

Т а б л и ц а 32

Предельные допускаемые отклонения от размеров сборных железобетонных и бетонных изделий

Наименование изделий	Допускаемые отклонения, мм (не более)		
	по длине сечения	по ширине сечения	по толщине или высоте сечения
Панели, настилы и плиты перекрытий	± 10	± 5	± 5
Плиты и панели покрытий	$+10, -5$	$+5, -10$	± 5
Стеновые панели . . .	± 10	± 5	± 5
Фундаментные блоки жилых, общественных и промышленных зданий . .	± 15	± 15	± 10
Внутренние размеры стоек фундаментных блоков	$+15$	$+15$	$+20$
Колонны	± 10	± 5	± 5
Колонны от основания до верха консоли	-5	$-$	$-$
Подкрановые балки . .	± 10	± 5	± 5
Балки и фермы покрытий пролетом:			
до 18 м	± 10	± 5	± 5
более 18 м	± 20	± 5	± 5
Ригели и прогоны . . .	$+10, -5$	± 5	± 5
Лестничные марши . . .	± 5	± 5	± 5
Лестничные площадки . .	$+8, -5$	± 5	$+5, -3$

ваются в соответствующих технических условиях на данный вид изделия (см. табл. 32).

Контролируя качество стальных закладных деталей, забетонированных в теле изделия и предназначенных для монтажа или конструктивного соединения сборных элементов при помощи сварки, необходимо проверять, чтобы они были изготовлены из стали вида и класса, указанных в рабочих чертежах, размеров, отвечающих проектным с отклонениями не более ± 5 мм в плане и с отклонениями по толщине в пределах допусков на листовую или прокатную сталь, из которой эти детали изготовляются.

Закладные детали должны иметь анкеры, диаметр и профиль которых, а также их размещение в теле бетона должны отвечать проекту с отклонениями не более допускаемых для рабочей арматуры конструкции. Смещение осей закладных деталей от проектного положения допускается не более чем на 5 мм для колонн, ферм и балок покрытий и не более чем на 10 мм для остальных изделий. Рабочие плоскости закладных деталей должны быть заподлицо с плоскостью изделия или выступать над ней не более чем на 3 мм.

Проверка внешнего вида и качества отделки поверхностей железобетонных изделий в партии производится поштучно. Качество отделки лицевой поверхности изделий должно исключать необходимость дальнейшей их обработки, штукатурки, затерки и др.; на лицевой поверхности изделий не должно быть раковин, околлов, трещин, обнажений арматуры, наплывов или пятен. Все обнаруженные дефекты должны быть устранены или исправлены до момента отправки на строительную площадку.

Допускается наличие волосных поверхностных усадочных трещин, не оказывающих влияния на прочность изделия.

Проверка правильности расположения арматуры. Проверку расположения арматуры производят на изделиях, из числа ранее отобранных образцов для контроля формы, размеров и внешнего вида.

Количество изделий, предназначенное для проверки расположения арматуры, устанавливается при отсутствии соответствующих указаний в ГОСТах на данный вид изделий техническими условиями на изделия и должно быть не менее 1% при количестве изделий в партии

500 шт. и более и не менее 5 шт. при количестве изделий в партии менее 500 шт.

Для проверки размещения арматуры могут быть также использованы изделия, доведенные до разрушения при испытании их несущей способности и жесткости.

Правильность расположения арматуры проверяют путем вскрытия арматуры или вырубкой борозд в защитном слое бетона до обнаружения арматуры на обоих концах посередине пролета изделия и последующей сверкой с рабочими чертежами. В балках и плоских местах эти борозды вырубают по всей ширине сечения, в ребристых плитах — по всей ширине ребра.

Размещение арматуры в готовых изделиях рекомендуется проверять с применением магнитных или иных физических приборов, регистрирующих положение арматуры в изделиях без их разрушения, а также путем осмотра расположения стержней и их количества в торцах предварительно напряженных конструкций.

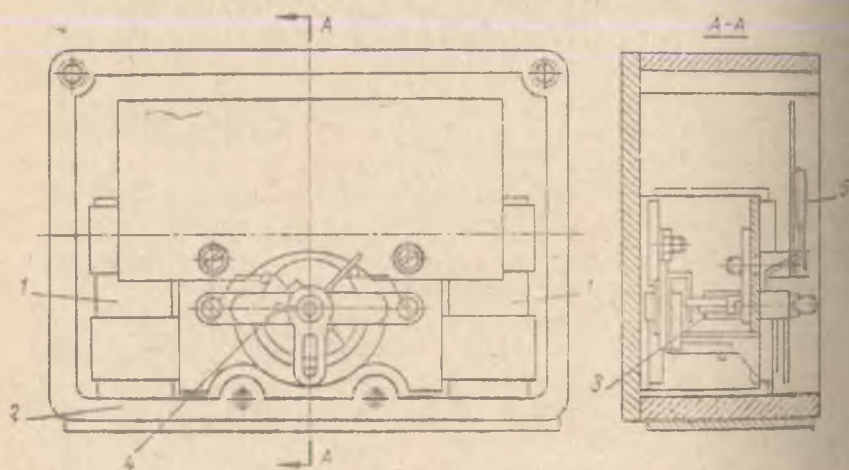


Рис. 85. Магнитный прибор для определения толщины защитного слоя бетона:

1 — магниты; 2 — оболочка; 3 — подковообразный магнит; 4 — рамка;
5 — стрелка

Отклонения установленной арматуры не должны превышать величин, указанных в СНиП III-В, 1—62 «Бетонные и железобетонные конструкции монолитные. Общие правила производства и приемки работ».

Одновременно с определением расположения арматуры устанавливают толщину защитного слоя бетона. Для этой цели можно использовать магнитный прибор (рис. 85), который позволит определить толщину защитного слоя бетона в пределах от 0 до 40 мм в конструкциях с арматурой диаметром от 4 до 24 мм. Действие прибора основано на изменении магнитного поля двух параллельно расположенных магнитов призматической формы при их приближении к арматуре в железобетонной конструкции. При отсутствии вблизи прибора металлических стержней индикаторная стрелка будет находиться в нулевом положении. В случае приближения металлического стержня стрелка под действием изменяющегося магнитного поля отклоняется и показывает в соответствии с имеющейся градуировкой расстояние от основания прибора до металлического стержня. Для определения толщины защитного слоя прибор устанавливают на ровную поверхность конструкции и передвигают по ней, наблюдая за показаниями стрелки.

Правильность показания прибора должна периодически проверяться с помощью эталонного металлического стержня, подводимого к прибору на определенное расстояние. В том случае, если показания стрелки не соответствуют принятому при проверке расстоянию, ее с помощью корректора устанавливают на соответствующее деление. Величина защитного слоя бетона для рабочей арматуры указывается в чертежах на каждый вид конструкции или изделия и должна быть в пределах, допустимых техническими условиями.

Допускаемые отклонения от толщины защитного слоя бетона для рабочей арматуры в железобетонных изделиях не должны превышать величин, приведенных в табл. 33.

Таблица 33

Допускаемые отклонения толщины защитного слоя бетона

Высота или толщина поперечного сечения изделия, см	Отклонения при толщине защитного слоя бетона, мм		
	10	15	20 и более
До 40	+3	± 3	± 5
Более 40	+3	+5, —3	+10, —5

В том случае, когда хотя бы в одном из изделий расположение арматуры (с учетом допусков) окажется не соответствующим проекту, необходимо произвести проверку двойного количества изделий. Если среди вновь отобранных изделий хотя бы одно не будет отвечать указанным требованиям, приемка изделий данной партии производится по этому признаку поштучно.

Контроль прочности бетона в готовых изделиях. Прочность бетона изделий, изготавливаемых с применением уплотнения бетонной смеси вибрированием, определяется лабораторией на образцах, изготовленных и испытанных в соответствии с указаниями ГОСТ 10180—62 «Бетон тяжелый. Методы определения прочности». Пробы бетонной смеси для изготовления образцов, подлежащих испытаниям на сжатие или изгиб, отбираются из бункера-питателя или иной емкости при укладке бетонной смеси в форму.

Данные по количеству контрольных образцов, методике их изготовления, условиям хранения до момента испытания и рекомендации по испытанию изложены в гл. V.

Большое влияние на прочность бетона изделий оказывает режим тепловой обработки, поэтому контрольные образцы рекомендуется выдерживать вместе с изготавливаемыми изделиями или в аналогичных строго контролируемых условиях (одинаковая температура и влажность окружающей среды).

Особенно важно создать аналогичные условия контрольным образцам для изделий, изготавливаемых на вибропрокатных станах и в кассетных формах.

В том случае, когда в течение одной смены из бетона данного состава изготовлены изделия, которые подвергаются тепловой обработке при различных температурных режимах, то для каждой группы изделий, твердеющих в различных условиях, необходимо готовить и испытывать свою отдельную серию контрольных образцов.

Для контроля прочности бетона предварительно напряженных изделий необходимо готовить дополнительную серию образцов, которые испытывают непосредственно перед передачей напряжения арматуры на бетон.

Испытания контрольных образцов на прочность при сжатии для каждой группы изделий производятся лабораторией перед приемкой их ОТК. Результаты испытания

распространяются на все изделия, изготовленные в рабочую смену из бетона данного состава и твердевшие в условиях, одинаковых с условиями твердения образцов контрольной серии. При изготовлении одной партии изделий в течение нескольких смен оценку прочности бетона изделий следует производить отдельно для каждой части партии, изготовленной за каждую смену.

Если результаты испытания покажут недостаточную прочность бетона, то изделия необходимо выдерживать в теплом помещении или устроить для них дополнительный обогрев в течение времени, установленного лабораторией в каждом отдельном случае на основании имеющегося опыта и таблиц роста прочности бетона во времени при различных температурах. Для проверки прочности бетона после обогрева могут служить запасные образцы-кубы, из ранее изготовленных 9 образцов-близнецов.

Отпуск изделий потребителю можно производить только по достижении бетоном отпускной прочности. Величина отпускной прочности устанавливается техническими условиями на каждый вид изделий в зависимости от назначения конструкций, времени года, условий их монтажа и срока загрузки, но не менее 70% от проектной марки бетона по прочности на сжатие в летнее время и не менее 100% — в зимнее время.

В случае отпуска потребителю изделий с прочностью ниже проектной завод-изготовитель должен гарантировать достижение бетоном изделий проектной прочности в месячный срок при твердении их в нормальных условиях.

Рассмотренный выше контроль прочности бетона по результатам испытаний на сжатие образцов-кубов не может полностью удовлетворить работников лабораторий, ОТК, проектировщиков и строителей, ибо результаты испытаний образцов не всегда отражают действительную прочность бетона в изделиях и конструкциях. Это можно объяснить прежде всего тем, что при изготовлении образцов нельзя учесть целый ряд производственных факторов: отклонение от заданной дозировки составляющих для бетона, условия его транспортирования, укладки и уплотнения, различные режимы твердения, неодинаковый объем бетона в образцах и изделиях и др.

Непосредственная проверка прочности бетона при сжатии конструкции может производиться путем выс-

верливания из бетона цилиндров диаметром не менее 50 мм.

При этом горизонтальную поверхность цилиндров необходимо заливать раствором и после шлифовки испытывать на сжатие.

Для определения марки бетона прочность цилиндров размером $d=h=50$ мм следует умножать на коэффициент, равный 0,8.

Кроме того, на заводах сборного железобетона часто возникает необходимость в определении прочности бетона не только по каждой партии, но и по каждому изделию в отдельности, а также в различных местах той или иной конструкции.

В настоящее время на заводах сборного железобетона и на строительных площадках все большее распространение получает контроль прочности бетона в изделиях без их разрушения.

Для этой цели используют различные приборы механического действия, основанные на принципе заглубления в бетон и получение величины пластической деформации, а также на принципе упругого отскока от поверхности бетона и получения величины упругой деформации.

Наиболее доступным и простым способом определения ориентировочной прочности бетона изделий без их разрушения является метод заглубления в бетон с помощью шарикового молотка системы И. А. Физделя и эталонного молотка НИИМосстроя системы К. П. Кашкарова.

Шариковый молоток (рис. 86) состоит из самого металлического молотка с заостренной частью весом 250 г, а ударный конец его оканчивается вращающимся шариком с завальцованной сферической частью гнезда и деревянной ручки длиной 300 мм и весом 100 г.

Контроль прочности бетона шариковым молотком сводится к тому, что при ударе с определенной силой шарик вминается в бетон на ту или иную глубину, в зависимости от его прочности, вернее, от прочности основного компонента бетона — цементного камня.

Чтобы обеспечить постоянство силы удара, рекомендуется* испытание производить локтевым ударом, осуществляемым частью правой руки до локтя.

* «Временные технические указания по определению прочности бетона в конструкциях и сооружениях шариковым молотком» НИИМосстрой, 1959.

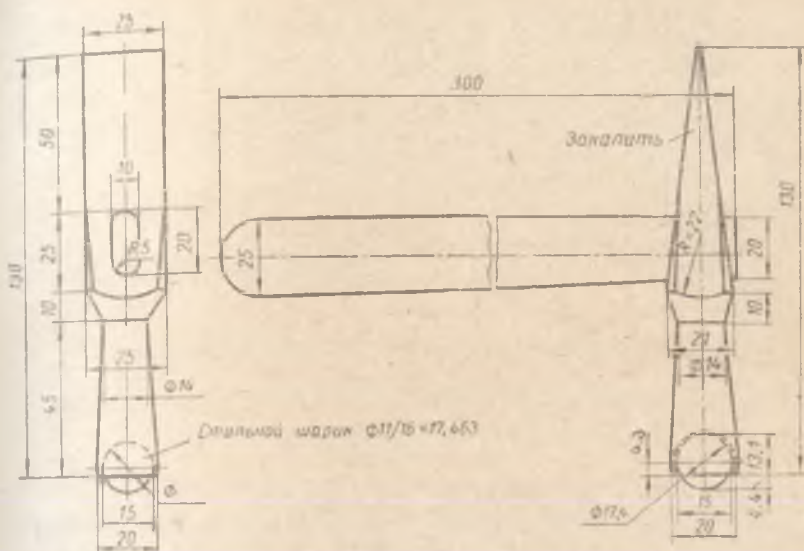


Рис. 86. Шариковый молоток

Бетон следует испытывать со стороны боковых поверхностей конструкции, предварительно очистив их от пыли и посторонних предметов. В случае испытания бетона со стороны верхней поверхности намечаемые места ударов должны быть предварительно очищены от слабой цементной пленки.

Для оценки прочности бетона в данном месте конструкции необходимо сделать не менее 6—10 ударов молотком и произвести измерения получившихся лунок штангенциркулем или увеличительной градуированной лупой с десятикратным увеличением.

Средний диаметр лунок вычисляется как среднее арифметическое диаметров близких по размерам нескольких лунок (4—6 шт.). Случайные лунки, полученные при неточном ударе, а также при попадании шарика в раковины или щебень, не принимаются во внимание.

Пользуясь графиком зависимости размера лунки от прочности (рис. 87), определяют ориентировочную прочность бетона в данном месте конструкции.

Имеется другой метод определения прочности бетона с помощью эталонного молотка конструкции К. П. Кашкарова, состоящий в том, что при ударе молотком по

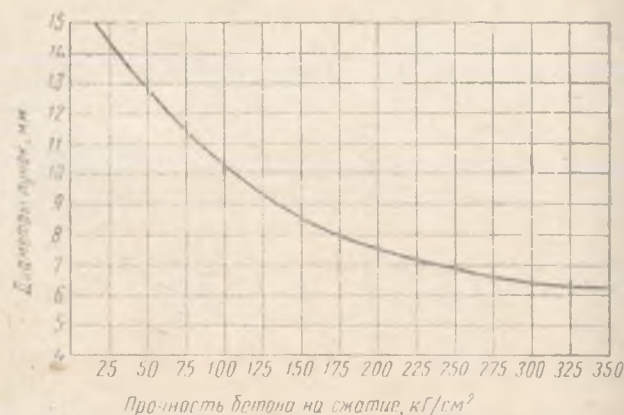


Рис. 87. График зависимости размера лунки от прочности бетона

поверхности железобетонной конструкции, одновременно образуются два отпечатка: первый диаметром d_6 на бетоне, второй диаметром d_3 на введенном в молоток эталонном стержне.

За косвенную характеристику прочности бетона принимается отношение $\frac{d_6}{d_3}$, по которому определяется прочность бетона в данном месте конструкции.



Рис. 88. Внешний вид молотка конструкции К. П. Кашкарова

Эталонный молоток (рис. 88) состоит из корпуса с металлической рукояткой, на которой насажена резиновая ручка; стакана с отверстиями для шарика и эталонного стержня; головки с внутренним упором; пружины для прижатия шарика к эталонному стержню и эталонного стержня к внутреннему упору головки; стального шарика диаметром 15 мм; эталонного стержня из стали Ст. 3 длиной 150 мм, диаметром 10 мм с заостренным концом.

Для измерения диаметров отпечатков на бетоне и эталонном стержне применяется угловой масштаб, состоящий из двух стальных измерительных линеек, склепанных под углом (рис. 89).

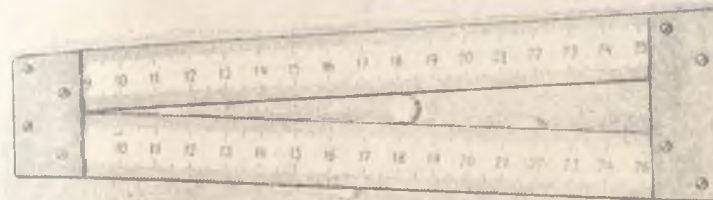


Рис. 89. Определение диаметра отпечатка на бетоне угловым масштабом

Методика проведения испытания прочности бетона в конструкциях подробно изложена в специальных «Указаниях»*, разработанных НИИ Мосстроем.

Прочность бетона в конструкциях устанавливается по графику (рис. 90) согласно вычисленного отношения $\frac{d_6}{d_3}$ сразу для всех десяти ударов молотка.

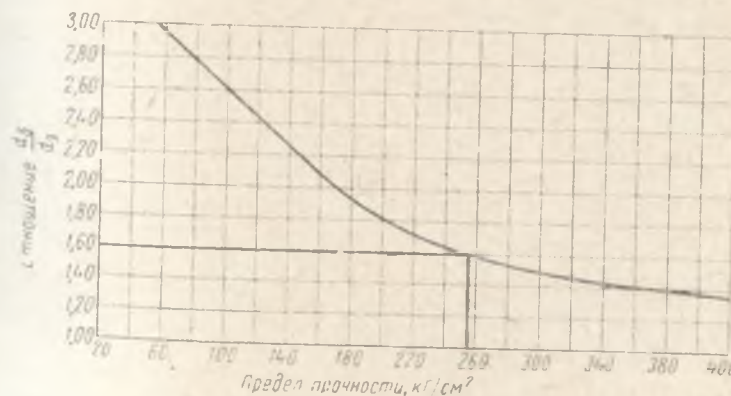


Рис. 90. График для определения предела прочности бетона при сжатии

Кроме этого метода, существуют и другие методы. Прочность бетона можно оценивать с помощью выпускного штампа системы Г. К. Хайдукова, А. И. Годера,

* «Временные указания по определению прочности бетона и раствора в конструкциях эталонным молотком» ВСН-13-61, Мосгорстрой, 1961.

Д. М. Рачевского, вдавливаемого в бетон. По диаметру отпечатков, полученных через копирку на белой бумаге, можно судить о прочности бетона.

При испытаниях прочности бетона дисковым прибором ДПГ-4 системы А. М. Губбера стальной диск падает под действием силы тяжести, оставляет после себя вмятину. По величине вмятины, используя специальную тарировочную таблицу, можно судить о прочности бетона.

Определение прочности бетона прибором системы С. Н. Борового основано на установлении величины отскока бойка, ударяющего о бетон под действием сжатой пружины.

При испытании прочности бетона с помощью прибора системы КИСИ необходимо измерять величину отскока молотка, падающего с постоянной высоты под действием пружины.

Существует еще целый ряд различных способов определения прочности бетона без разрушения изделий, однако все они дают ориентировочную прочность поверхностного слоя бетона в данном месте изделия.

Чтобы приблизить результаты испытаний прочности бетона изделий, полученных с помощью приборов механического действия, к действительной прочности бетона изделия, необходимо принимать во внимание ряд технологических факторов изготовления изделий и действительного состояния бетона в момент испытания. Например, изменение структуры поверхностного слоя бетона, вызванное различными видами примененной опалубки (металлической, деревянной и железобетонной) при испытании, в значительной степени влияет на показания приборов, наибольшую прочность приобретает бетон поверхностного слоя при применении деревянной опалубки, наименьшую — при железобетонной.

Влажность поверхностного слоя бетона свыше 2% приводит к погрешности показаний приборов, основанных на принципе заглубления и упругого отскока. В связи с этим испытания прочности бетонов следует производить при влажности не более 2% или пользоваться приближенными переводными коэффициентами, учитывающие влажность бетона изделий.

При испытании приборами механического действия крупноразмерных железобетонных конструкций необхо-

димо учитывать отклонения в прочности бетона по высоте конструкции. Обычно в верхней части прочность бетона несколько ниже, чем в нижней, что можно объяснить отжатием некоторого количества воды в верхнюю зону при длительной вибрации, сопровождающейся осадением крупного заполнителя. Прочность бетона в изделиях следует устанавливать по среднему арифметическому испытаний верхней и нижней частей изделия.

При испытании длинномерных железобетонных изделий прочность бетона определяют на каждом погонном метре длины и окончательный результат устанавливают по среднему арифметическому значению.

В последние годы начинают применяться физические методы контроля качества бетона в конструкциях. Эти методы могут быть разделены на три основных вида: импульсные, вибрационные и радиометрические.

Импульсные испытания бетона заключаются в измерении скорости распространения фронта группы упругих волн и характеристики рассеивания энергии. При этом не учитывается конструктивная форма бетона. Для этих испытаний может быть применен акустический микросекундомер АМ, разработанный А. С. Дурасовым и Н. А. Крыловым.

Контроль прочности бетона по скорости прохождения ультразвука может быть осуществлен с помощью импульсных ультразвуковых приборов различной конструкции. Наибольшее распространение на практике получили приборы ПИК-7 и ПИК-10, последние модели, разработанные институтом НИИЖелезобетон (рис. 91).

Вибрационные испытания бетона состоят в измерении частоты собственных колебаний конструктивных элемен-



Рис. 91. Ультразвуковой импульсный прибор ПИК-7 НИИЖелезобетона

тов и характеристики их затухания в установившемся процессе. При вибрационных испытаниях измеряемые параметры отражают не только физико-механические свойства бетона, но и его конструктивные и структурные особенности.

Основным прибором для проведения вибрационных испытаний может служить прибор ИАЗ — измеритель амплитудного затухания.

Радиометрические испытания дают возможность по уменьшению интенсивности проникающей радиации определять объемный вес бетона, который, как известно, является одной из основных физико-механических характеристик.

2. КОНТРОЛЬ ПРОЧНОСТИ, ЖЕСТКОСТИ И ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ ИЗДЕЛИЙ

Испытания сборных железобетонных изделий на прочность, жесткость и трещиностойкость, если такие испытания предусмотрены ГОСТами, рабочими чертежами или техническими условиями на изделия, а также вызванные необходимостью контроля качества партии изделий, при изготовлении которых не были соблюдены правила пооперационного контроля или были допущены некоторые отступления в технологии изготовления, должны производиться в соответствии с ГОСТ 8829—58 «Детали железобетонные сборные».

Для испытания отбирают не менее 2 шт. из ранее отобранных от каждой партии изделий для проверки размеров и внешнего вида.

Перед испытанием каждое изделие тщательно осматривают и все обнаруженные на поверхности дефекты и трещины фиксируют и заносят в журнал наблюдений.

Испытания производят только при положительной температуре окружающего воздуха. В случае если изделия находятся на морозе, они должны быть выдержаны в отапливаемом помещении до приобретения температуры помещения.

Схема испытания изделия должна строго соответствовать условиям работы ее в сооружении.

Прочность изделия контролируют по величине разрушающего груза; жесткость — по величине прогиба под

контрольной нагрузкой, допускаемой по расчету; трещиностойкость — по величине нагрузки в момент появления трещин.

Проверку прочности, жесткости и трещиностойкости производят контрольной нагрузкой.

Для плит, панелей и настилов при испытаниях рекомендуется применять равномерно распределенной по всей площади нагрузку; для балок, прогонов и ригелей — сосредоточенную нагрузку в виде двух грузов, . приложенных на расстоянии $1/4$ расчетного пролета от каждой опоры изделия (рис. 92). Одна из опор должна быть подвижной, состоящей из образца с двумя стальными прокладками сверху и снизу; вторая опора — неподвижной, состоящей из приваренного к нижней стальной прокладке обрезка уголка (рис. 93).

Для того чтобы приблизить условные работы изделий во время испытания к натурным, необходимо создать

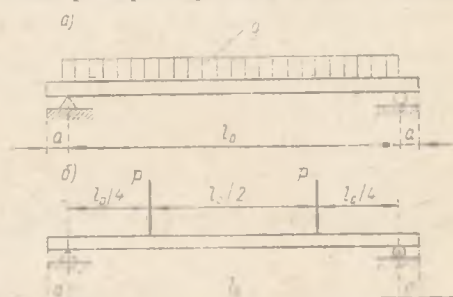


Рис. 92. Схемы испытания конструкции:

а — при равномерной распределительной нагрузке; б — при сосредоточенной нагрузке

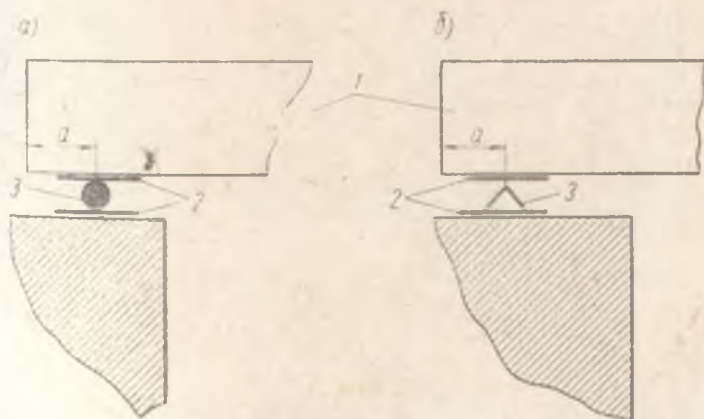


Рис. 93. Схемы опор:

а — подвижная — каток; б — неподвижная — уголок;
1 — балка; 2 — прокладки; 3 — опоры

нормальные условия их опирания. Например, расстояние от концов изделия до осей опор принимают равным половине длины опирания, но не менее следующей величины: для балок — не менее 90 мм, для настилов — 75 мм и для плит — 35 мм. Величина длины опирания a и расчетная длина l_0 принимаются с учетом указаний рабочих чертежей или технических условий.

Испытание изделий и конструкций рекомендуется производить на специальных стендах. В зависимости от способа воспроизведения испытательной нагрузки стенды бывают грузовыми, домкратными, рычажными и пневматическими.

Для испытания плит и балок определенной длины применяются стенды конструкции НИИЖБ Госстроя СССР (рис. 94). Они представляют собой две парал-

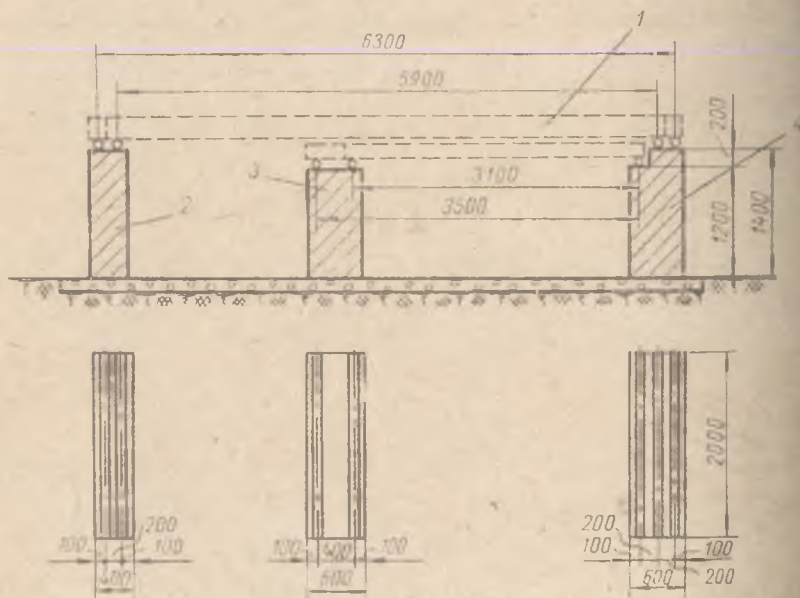


Рис. 94. Стенд для испытания изделий на изгиб с помощью штучных грузов:

1 — испытуемое изделие; 2, 3, 4 — опоры

лельные опоры, выполненные в виде ленточных фундаментов из бетона или кирпича, либо стальных или железобетонных балок, уложенных на столбах. Опоры должны быть установлены друг от друга на определенном расстоянии, соответствующем длине испытуемого изделия.

На данном стенде можно испытывать плиты и балки пролетом 3,3 и 6,1 м и шириной до 2 м, а также изделия, отличающиеся по длине от указанных размеров на ± 20 см (за счет использования ширины опор).

Изделия длиной около 6 м во время испытания укладываются на опоры (фундаменты) 2 и 4, а короткие — на опоры 3 и 4. На опоре 4 имеется уступ, позволяющий использовать его для укладки коротких плит.

В качестве нагрузки применяют штучные грузы (чугунные чушки, кирпич, бетонные блоки и т. д.) или платформы с грузом.

Сосредоточенной нагрузкой балки нагружают через стальную траверсу с двумя опорами (подвижной и непод-

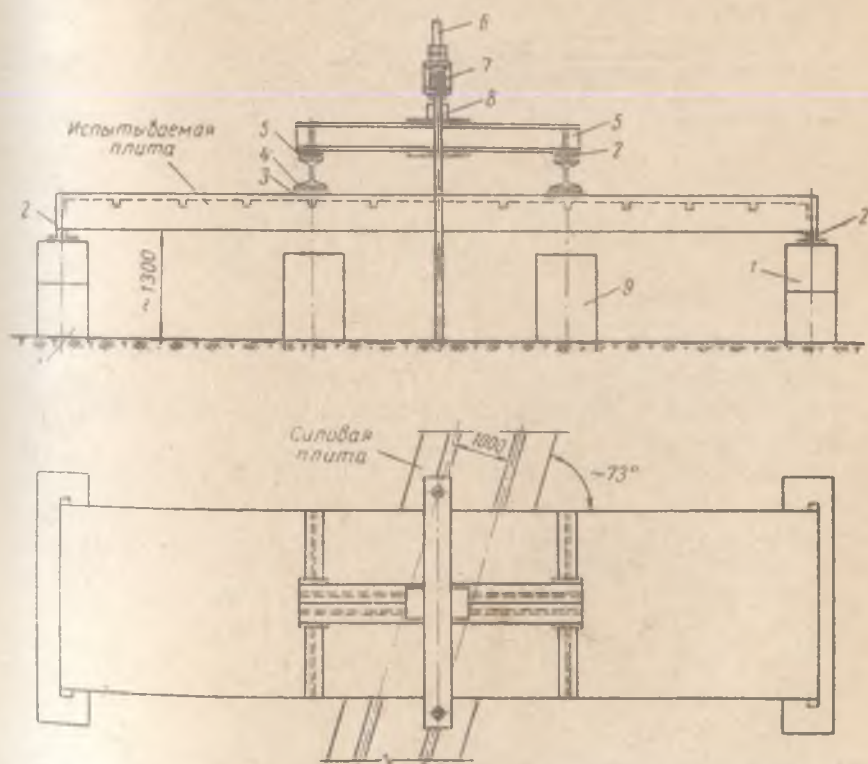


Рис. 95. Схема испытания конструкции на силовой плите с выносом опорных подушек за пределы стенда:

- 1 — опорная подушка; 2 — подвижная опора; 3 — песок; 4 — доска; 5 — распределительная балка; 6 — тяга; 7 — траверса; 8 — гидравлический домкрат; 9 — страховочное устройство

вижной) и с прокладками сверху и снизу каждой опоры.

На стенде с силовой плитой можно испытывать большинство крупноразмерных железобетонных конструкций: балки, прогоны, плиты, фермы и др.

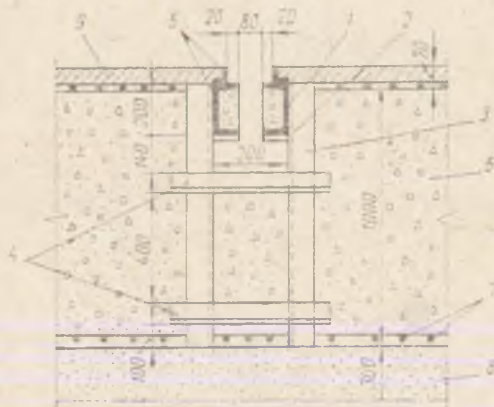


Рис. 96. Силовая плита:

- 1 — швеллеры № 20 верхнего пояса фермы;
2 — полосовая сталь 70×20 мм; 3, 4, 5 — угло-
вая сталь; 6 — бетон; 7 — стержни 20 мм;
8 — песчаная постель; 9 — пол

Силовая плита (рис. 96) представляет собой железобетонный массив, который служит опорой для изделий и конструкций, подвергаемых испытанию, и позволяющий заанкерить тяги и другие приспособления.

Для обеспечения анкеровки в плите имеются две горизонтальные борозды, расстояние между которыми 1000 мм. Эти борозды образованы в плите стальными сварными балками или фермами.

Верхние пояса ферм состоят из двух швеллеров № 20, отстоящих друг от друга на 80 мм. Это расстояние образует ширину борозды в верхней части, а под швеллерами борозда расширяется на величину полок швеллеров, т. е. до 200 мм.

Для усиления верхнего пояса и предохранения его от образования вмятин полок под анкерами между полками швеллеров вваривают ребра жесткости с шагом 200 мм и производят бетонирование внутренних полостей швеллеров бетоном марки 300.

К нижним полкам швеллеров обычно приваривают стальные полосы.

Для предохранения щелей силовой плиты от засорения их необходимо закрывать деревянными брусками или полосами из листовой стали толщиной 100 мм. Перед монтажом испытуемых конструкций бруски удаляют из мест, где производят монтаж.

При испытании изделий и конструкций на стендах с силовой плитой применяют гидравлические домкраты стаканного типа. Чтобы обеспечить равномерную подачу масла в домкраты, применяют специальные насосные установки.

Для испытания плит пролетом до 3—4 м применяют стенды, оборудованные рычагами.

Измерения усилия, развиваемого блоками, рычагами, лебедками и другими устройствами, осуществляется си-
лоизмерительными приборами-динамометрами.

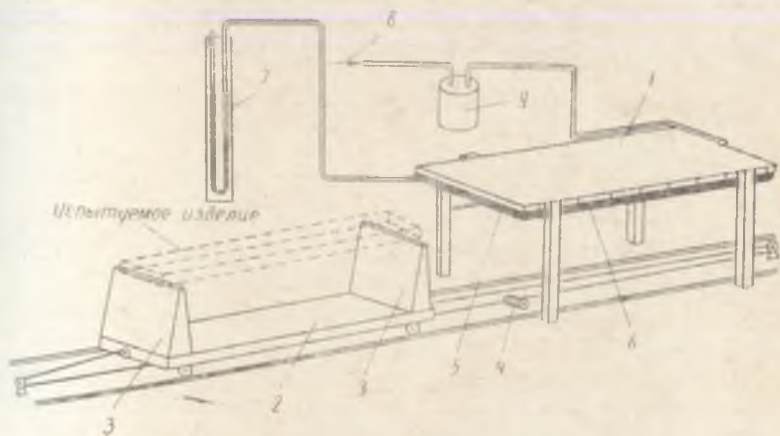


Рис. 97. Пневматический испытательный стенд

Для испытания плоских и ребристых плит рекомендуется применять пневматические стенды. На рис. 97 приведена конструкция стенда, установленного на заводе железобетонных изделий № 6 Главмоспромстройматериалов.

Стенд состоит из упорного щита 1, смонтированного на четырех опорах, стендовой тележки 2, опор стендовой тележки 3, электролебедки с бесконечным тросом 4 для передвижения тележки, рабочей камеры 5, изготавли-

мой из рулонной резины толщиной 1—1,5 мм и заключенной в брезентовый чехол, брезентовых лямок 6, обеспечивающих подвеску рабочей камеры к упорному щиту, водяного манометра 7, трубопровода для подводки воздуха от компрессорной 8 и ресивера 9.

Испытание изделий на пневматическом стенде производится следующим образом.

Стеновая тележка с установленными на ней опорами по расчетному пролету испытываемого изделия выкатывается на склад готовой продукции с помощью электролебедки. Изделие, подлежащее испытанию, устанавливается на опоры мостовым краном, после чего стеновая тележка с изделием вкатывается под упорный щит. На изделие опускается рабочая камера, в которую впускается воздух из системы. Давление воздуха в рабочей камере отсчитывается на шкале водяного манометра в кг/см^2 .

Нагружение изделия во время испытания производится ступенями, равными примерно $1/10$ нормативной нагрузки с последующей выдержкой под контрольной нагрузкой в течение 20—25 мин.

В процессе испытания производят измерение деформаций отдельных элементов конструкции с помощью специальных измерительных механических, электрических и оптических приборов.

В настоящее время широкое распространение получили прогибомеры системы Н. Н. Максимова, с помощью которых удастся измерять прогибы конструкций при испытании образцов в вертикальном или горизонтальном положении.

Для измерения малых абсолютных величин линейного укорочения или удлинения какого-либо небольшого по длине участка применяются рычажные тензометры.

Измерение деформаций можно также производить индикаторами часового типа, которые устанавливаются на конструкциях с помощью струбцин.

При испытании изделий и конструкций необходимо следить за моментом появления первых трещин и за развитием наиболее характерных из них. Для обнаружения трещин изделие перед испытанием рекомендуется покрасить водным раствором мела или извести.

На покрашенной поверхности трещины заметны невооруженным глазом. Раскрытие трещин измеряется лупой с делениями на стекле, устанавливаемой вплотную к пло-

скости конструкции (рис. 98). Такая лупа дает увеличение в 10 раз при цене одного деления и точности отсчета $1/10$ мм.

Место установки окуляра лупы (прилегающего к плоскости конструкции) обводится карандашом и нумеруется для того, чтобы измерение трещины производилось каждый раз в одном месте. При следующем измерении стекло ставится в створ ранее поставленных отметок.

Оценку результатов испытаний изделий и конструкций производят в соответствии с основными положениями расчета строительных конструкций. Устанавливаются три расчетных предельных состояния:

первое предельное состояние, определяемое несущей способностью (прочностью или устойчивостью);

второе предельное состояние, определяемое развитием недопустимых деформаций;

третье предельное состояние, определяемое образованием или раскрытием трещин или появлением местных повреждений.

Конструкция признается выдержавшей испытание, если: на всех стадиях нагружения отсутствуют косые трещины у опор и прямые — в растянутой зоне (второе предельное состояние); отсутствуют отколы бетона в сжатой зоне;

Величина прогиба (в долях пролета) элемента при расчетной нагрузке с коэффициентом перегруза $c = 1.2 \div 1.4$, менее приведенных ниже величин:

для подкрановых балок при ручных кранах	1/500
то же, при электрических кранах	1/600
для элементов перекрытий с плоскими потолками при $l < 7$ м	1/200
для элементов перекрытий с плоскими потолками при $l \geq 7$ м	1/300

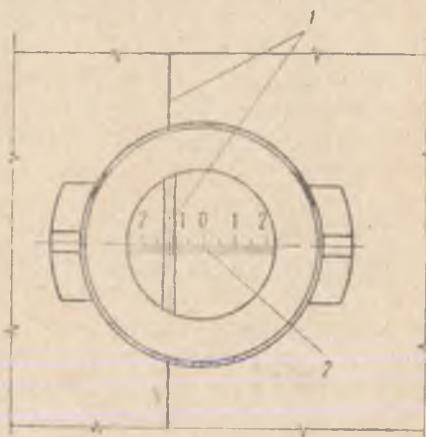


Рис. 98. Измерение ширины раскрытия трещины:

1 — трещина; 2 — деления на стекле лупы

для элементов покрытий промышленных зданий при $l \geq 7$ м	1/300
для элементов перекрытий с ребристыми потолками при $l < 5$ м	1/200
то же, при $5 \text{ м} \leq l < 7 \text{ м}$	1/300
то же, при $l \geq 7 \text{ м}$	1/400

При испытании конструкций до появления трещин (третье предельное состояние) нагрузка осуществляется до появления в растянутой зоне трещин шириной $b = 0,15—0,20$ мм. При этом конструкция считается выдержавшей испытание, если коэффициент перегруза в момент появления трещин будет $c = 1,4$.

Для напряженно-армированных конструкций, трещины в растянутой зоне допускаются только при достижении $1,1—1,2$ нормативной нагрузки.

В том случае, когда конструкции испытываются до разрушения (первое предельное состояние), то нагружение осуществляют до появления разрыва одного стержня или 5% проволок; выдергивания до 5% стержней из анкерных устройств, появления косых трещин с раскрытием в 2 мм на опорах; появления трещин с раскрытием в 2 мм в растянутой зоне; разрушения бетона сжатой зоны; появления прогиба конструкции, равным $1/75$ пролета.

Конструкция считается выдержавшей испытание, если коэффициент перегруза в момент разрушения будет более $c = 1,6$, а напряжения, определенные тензометрами, не превысят расчетных значений.

3. КОНТРОЛЬ ПРИ СКЛАДИРОВАНИИ ИЗДЕЛИЙ И КОНСТРУКЦИЙ

Хранение изделий и конструкций на складе готовой продукции должно исключать возможность их коробления, искривления, повреждения, а также неблагоприятного влияния атмосферных воздействий.

Чтобы обеспечить надлежащее хранение изделий, территория склада готовой продукции должна быть уплотнена и спланирована с небольшим уклоном, который бы обеспечил отвод атмосферных осадков. Кроме того, поверхность грунта на складских площадках обычно покрывается соответствующим дорожным покрытием, обеспечивающим восприятие давления как в летний, так и в осенне-зимний период не менее $3—4 \text{ кг/см}^2$.

Склад готовой продукции должен быть оборудован механизмами для штабелирования изделий и производст-

ва погрузочно-разгрузочных работ. Площадь склада готовой продукции устанавливается проектом, исходя из производительности предприятия установленной продолжительности хранения готовых изделий на складе, способа их хранения, принятых разрывов между отдельными штабелями, а также способа ведения погрузочно-разгрузочных работ при складских операциях.

На складе готовой продукции необходимо устраивать в продольном и поперечном направлениях проходы и проезды, требуемые для производства погрузочно-разгрузочных работ и бесперебойного движения транспорта, установленных механизмов и обслуживающего персонала.

Проходы между штабелями следует устраивать в продольном по длине штабеля направлении через каждые два смежных штабеля, а в поперечном — не реже чем через 25 м. Ширина прохода должна быть не менее 0,7 м, а зазоры смежными штабелями не менее 0,2 м.

Для определения размера площади склада готовой продукции можно пользоваться данными, приведенными в табл. 34.

Т а б л и ц а 34

Ориентировочные нормы складирования конструкций

Изделия	Вес изделия, т	Число рядов в штабеле	Высота штабеля, м	Норма складирования, $\text{м}^3/\text{м}^2$
Блоки фундамента. .	2,70	3	1,80	1,30
Блоки стен подвала	2,31	2	1,60	0,50
Крупные блоки:				
наружных стен. .	3,30	1	2,80	1,40
внутренних стен. .	1,26	3	3,0	0,65
Крупные стеновые панели (вертикальные).	4,0	1	3,50	0,60
Перегородочные панели.	1,80	1	3,80	0,80
Колонны	2,00	4	1,65	0,79

При контроле за складированием необходимо следить, чтобы изделия и конструкции хранились рассортированными по видам и маркам, чтобы при складировании из-

делий в горизонтальном положении в штабелях нижний ряд изделий укладывался на подкладки, обеспечивающие горизонтальность уложенных на них изделий. Подкладками должны служить бруски сечением от 60×60 до 100×100 мм.

Прокладки всех вышележащих рядов должны располагаться строго по вертикали одна над другой. Толщина прокладок должна быть не менее 25 мм. При наличии в изделиях петель или других выступающих частей толщина прокладок должна быть не менее высоты выступающих частей. В качестве прокладок могут быть использованы бруски сечением от 30×30 до 80×80 мм и доски сечением 40×100 мм. Наибольшая высота штабеля должна быть указана в технических условиях на изделия.

Железобетонные и бетонные изделия при укладке на складах готовой продукции следует размещать так, чтобы их заводская маркировка легко читалась со стороны прохода или проезда, а монтажные петли изделий, уложенных в штабеля, были обращены кверху.

Особое внимание следует уделять укладке железобетонных плит с односторонним армированием. На таких изделиях имеется треугольный значок, вершина которого указывает верх изделия в рабочем положении.

Работники лаборатории и ОТК завода обязаны следить за тем, чтобы способы опирания железобетонных изделий при хранении должны воспроизводить условия их работы в сооружении, не вызывать перенапряжений в бетоне и повреждений изделий и должны указываться в технических условиях на изделия.

Стеновые бетонные панели и крупнопанельные перегородки размером «на комнату» следует хранить в вертикальном или наклонном положении в специальных деревянных или металлических кассетах (рис. 99) с установкой их на опорные брусья. Для вертикального хранения панелей применяются металлические трубчатые кассеты, состоящие из однорядных или двухрядных опор, на полеречных трубах которых размещены передвижные откидные кронштейны. Опоры кассет устанавливают на расстоянии, соответствующем длине панелей, а откидные кронштейны закрепляют на расстоянии несколько больше толщины панели. Панели в кассетах следует устанавливать с зазором, достаточным для размещения между ними откидного кронштейна.



Рис. 99. Склади́рование стеновых панелей в металличе-
ских кассетах

Для наклонного хранения панелей применяют А-образные металлические или деревянные козлы. При этом величина наклона панелей не должна превышать $1:10$ — $1:7$.

Офактуренные панели наружных стен следует устанавливать в кассеты или опирать на козлы лицевой поверхностью наружу.

При хранении многослойных (с утеплителем) стеновых панелей или панелей со вставленными оконными переплетами и дверными блоками необходимо защищать их от возможного увлажнения утепляющих слоев и столярных изделий атмосферными осадками.

Правила хранения гипсобетонных панелей перегородок вследствие их значительных размеров и повышенной влагоемкости несколько специфичны и требуют установки их в кассетах в строго вертикальном положении, независимого подъема любой панели, свободной циркуляции воздуха между панелями и обязательного предохранения их от увлажнения путем укрытия брезентом или щитами.

Крупные стеновые блоки наружных и внутренних стен высотой 1,25 м и более следует устанавливать в один ряд

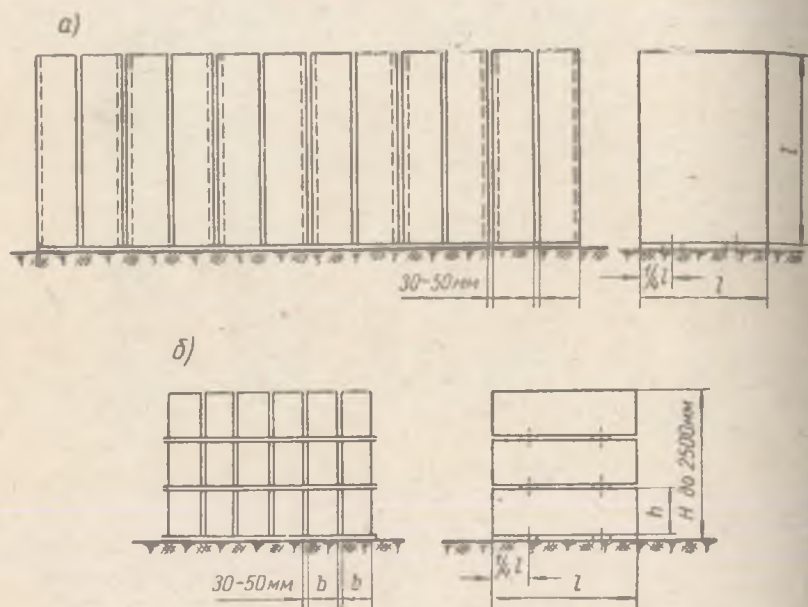


Рис. 100. Складирование стеновых бетонных блоков:
а — наружные блоки, офактуренные; б — внутренние блоки

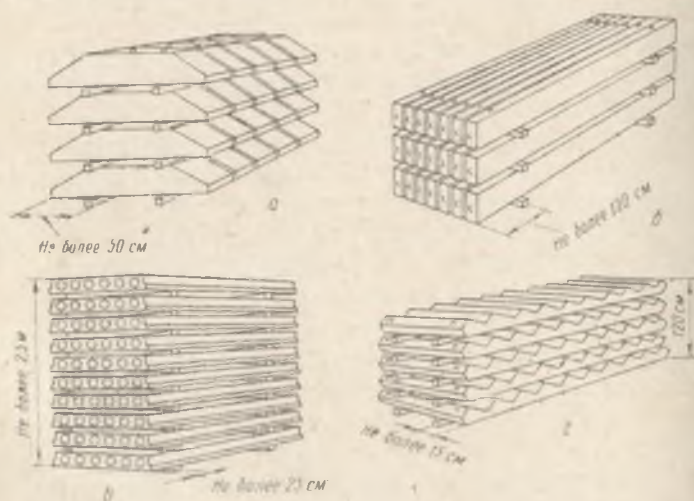


Рис. 101. Складирование сборных железобетонных конструкций:

а — фундаментные блоки; б — ригели; в — плиты перекрытий;
г — лестничные марши

вертикально в проектном положении (монтажными петлями вверх) на подкладках. При установке по два наружных блока рядом следует ставить их фактурой наружу (рис. 100, а).

Низкие горизонтальные стеновые блоки могут укладываться в несколько ярусов (рис. 100, б) на подкладках и прокладках из досок сечением 40×100 мм с отступом от концов элемента не менее 5 см (чтобы не повредить фактуры блока) и не более $\frac{1}{4}$ длины элемента; при этом общая высота штабеля блоков не должна превышать 2,5 м.

Блоки фундаментов и стен подвальных этажей следует хранить в штабелях высотой не более 2,25 м. Подкладки и прокладки размещаются на расстоянии 50 см от торцов блока (рис. 101, а).

Колонны следует укладывать в штабеля в 4 ряда. Подкладки и прокладки располагаются на расстоянии 120 см от торца колонны (при длине 6,6 м) и на расстоянии 50 см (при длине 3,3 м).

Ригели рекомендуется укладывать в штабеля на ребро не более трех рядов по высоте, с подкладками и прокладками на расстоянии не более 120 см от торцов изделий.

Верхние ригели в штабелях должны быть скреплены скрутками между собой за монтажные петли (рис. 101, б).

Многопустотные плиты перекрытий допускается укладывать в штабеля до 10—12 рядов высотой не более 2,5 м; подкладки и прокладки располагаются перпендикулярно пустотам на расстоянии не более 60 см от краев плиты (рис. 101, в).

Лестничные марши следует укладывать ступенями вверх, высота штабеля 5—6 рядов. Подкладки и прокладки располагаются вдоль маршей на расстоянии не более 15 см от их краев (рис. 101, г).

Вентиляционные и санитарно-технические блоки и плиты необходимо укладывать в штабеля общей высотой до 2,5 м с установкой подкладок и прокладок на расстоянии около 40 см от торцов.

Трубы и опоры ЛЭП круглого сечения укладываются на подкладки с упорами на концах (рис. 102) и прокладкой между рядами гибких прокладок из старых транспортерных лент или кусков пенькового каната.

При перевозке и складировании бетонных и железобетонных изделий и конструкций особо важно точно выполнять все условия, обеспечивающие безопасность ведения работ.

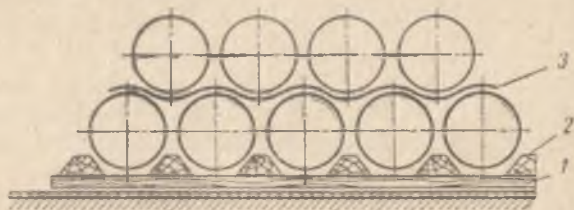


Рис. 102. Складирование изделий круглого сечения:

1 — подкладка; 2 — упор; 3 — мягкая прокладка

При отпуске изделий потребителю выдается паспорт или заверенная копия паспорта той партии, к которой принадлежат отпущенные изделия.

В паспорте должно быть указано:

- наименование и адрес предприятия-изготовителя;
- номер паспорта (партии);
- дата составления паспорта;
- наименование изделий по ГОСТу или техническим условиям и их условное обозначение (индекс);
- номер государственного стандарта или технических условий;
- количество изделий в партии;
- проектные размеры изделия;
- дата изготовления и приемки партии ОТК и номер браковщика ОТК;
- отпускная прочность бетона в кГ/см^2 и в процентах от проектной марки бетона по прочности на сжатие в момент приемки;
- вид и класс стали закладных деталей и выпусков арматуры, подлежащих сварке при монтаже, а также стали накладок.

В тексте паспорта должно быть указано, что предприятие гарантирует соответствие качества отпускаемых с данным паспортом изделий всем требованиям государственных стандартов и нормалей, а за их отсутствием — рабочих чертежей и технических условий на изделия.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	3
Глава I	
Основные физико-механические свойства материалов и природные каменные материалы	
1. Определение физических свойств материалов	5
2. Определение механических свойств материалов	17
3. Макроскопическое определение породы каменных материалов и установление их свойств	25
Глава II	
Искусственные каменные материалы (керамические и др.)	
1. Кирпич глиняный обыкновенный	31
2. Кирпич глиняный пустотелый	37
3. Камни керамические пустотелые	39
4. Кирпич силикатный	41
5. Плитки керамические для внутренней облицовки	43
6. Плитки керамические для полов	45
7. Черепица глиняная	47
8. Асбестоцементные изделия	50
Глава III	
Неорганические вяжущие вещества	
1. Известь строительная	56
2. Гипс строительный	62
3. Цементы	67
Глава IV	
Заполнители для бетонов и растворов	
1. Методы оценки качества мелкого заполнителя	
2. Методы оценки качества щебня и гравия	
Глава V	
Бетоны	104
1. Расчет состава бетона	110
2. Контроль качества бетонной смеси	115
3. Контроль качества бетона	123
4. Легкие бетоны	

Глава VI

Строительные растворы

1. Подбор состава раствора
2. Контроль качества строительных растворов

Глава VII

Органические вяжущие вещества и материалы на их основе

1. Методы оценки качества нефтяных битумов
2. Методы оценки качества рулонных материалов
3. Кровельные мастики
4. Бетоны на органическом вяжущем

Глава VIII

Теплоизоляционные материалы

1. Древесно-волокнистые плиты
2. Минеральная вата
3. Теплоизоляционные плиты из ячеистого бетона

Глава IX

Лесные материалы

1. Основные пороки древесины
2. Определение физико-механических свойств древесины

Глава X

Лакокрасочные материалы

1. Пигменты
2. Связующие вещества
3. Масляные и эмалиевые красочные составы

Глава XI

Строительные материалы из пластических масс

1. Методы оценки качества линолеума
2. Методы оценки качества полистирольной облицовочной плитки

Глава XII

Контроль качества строительных изделий и конструкций

1. Методы оценки и требования к качеству железобетонных изделий и конструкций
2. Контроль прочности, жесткости и трещиностойкости изделий
3. Контроль при складировании изделий и конструкций

132
134

141
151
154
156

163
168
171

174
182

Попов Леонид Николаевич

195
199
203

**ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ
СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ**

210
218

Редактор Ж. А. Беспалько
Худ. редактор В. М. Поздняков
Техн. редактор С. П. Передерий
Корректор И. Ф. Мистюкова

221
234
242

Т-05278. Сдано в набор 12/XI 1965 г. Подп. к печати 18/V 1966 г.
Формат 84×108^{1/32}. Объем 7,875 печ. л. 13,23 усл. п. л.
Уч.-изд. л. 11,42. Изд. № СТР-5. Тираж 13000 экз. Цена 54 коп.

Тематический план издательства «Высшая школа» (вузы и техникумы) на 1966 год. Позиция №159.

Москва, И-51, Неглинная ул., д. 29/14,
Издательство «Высшая школа»

г. Куйбышев, тип. «Волжская коммуна», ул. Сызранская, 201.
Заказ № 6275.