

ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
«КОЛЛЕДЖ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА»

**ПРАКТИКУМ
И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

ОП.04 Материаловедение

Специальность: 08.02.02 Строительство и эксплуатация
инженерных сооружений

Москва, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

№1. Определение истинной плотности, средней плотности материала правильной геометрической формы материала.....	4.
№2. Определение пористости материала.....	7
№3. Определение свойств деревянных материалов, определение плотности деревянного материала	8
№4. Определение влажности деревянного материала.....	9
№5. Определение пригодности песка для бетона по зерновому составу... ..	10
№6. Определение модуля крупности песка	12
№7. Определение зернового состава щебня	14
№8. Определение пригодности щебня для тяжелого бетона	15
№№9, 10. Оценка качества кирпича, определение марки кирпича	16
№11. Испытание строительного гипса. Определение тонкости помола гипса, стандартной консистенции, сроков схватывания, прочности и марки гипсового вяжущего.....	18
№12. Испытание строительного раствора. Определение подвижности, средней плотности растворной смеси	22
№13. Определение водоудерживающей способности растворной смеси, а также свойств затвердевшего раствора	26
№№14, 15. Определение прочности бетона на сжатие и растяжение при изгибе.....	31
№№16, 17 Испытание арматурной стали на растяжение	32
№18. Определение свойств битума	34

Лабораторная работа №1

Определение истинной и средней плотности горной породы

Истинной плотностью называется масса единицы объёма материалов в плотном состоянии (без пор). Чтобы получить материал в абсолютно плотном состоянии, нужно измельчить его так, чтобы каждая частица не имела внутри себя пор. Истинную плотность определяют пикнометрическим способом или с помощью прибора Ле-Шателье.

Ускоренный способ

Аппаратура. Прибор Ле-Шателье (рис. 2) весы настольные гиревые или циферблатные, стакан для взвешивания или фарфоровая чашка, эксикатор, сушильный шкаф, сито с размером отверстий 5 мм, металлическая щётка.

Испытание. Проба для испытания готовится аналогично изложенному в п. 1.1. Подготовленную пробу насыпают в стакан для взвешивания или в фарфоровую чашку, высушивают до постоянной массы и охлаждают до комнатной температуры в эксикаторе, отбирают две навески массой по 50 г каждая.

Прибор наполняют водой до нижней нулевой риски (уровень воды определяют по нижнему мениску). Каждую навеску всыпают через воронку прибора мелкими порциями до тех пор, пока уровень жидкости в приборе, определяемый по нижнему мениску, не поднимется до риски с делением 20 мл. Для удаления пузырьков воздуха прибор рекомендуется повернуть несколько раз вокруг его вертикальной оси.

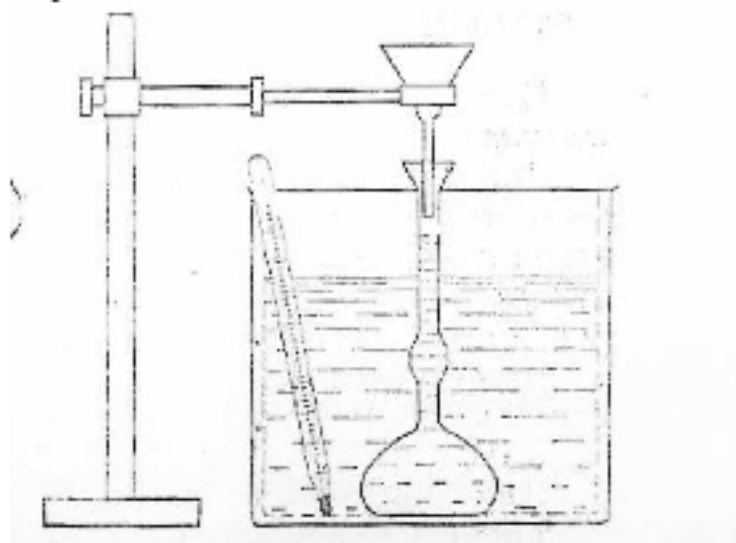


Рис. 2. Объемомер

Остаток измельчённой пробы щебня, не вошедший в прибор, взвешивают и определяют истинную плотность

$$\rho = \frac{m_1 - m_2}{V}$$

где m_1 -первоначальная масса порошка со стаканчиком, г; m_2 -масса остатка порошка со стаканчиком, г; V -объём воды, вытесненной порошком, см³.

Расхождение между результатами двух определений должно быть не более 0,02 г/см³. В случаях больших расхождений производят третье определение и вычисляют среднее арифметическое двух ближайших значений.

СРЕДНЯЯ ПЛОТНОСТЬ

Средняя плотность - плотность материала с порами и пустотами.

Аппаратура. Весы настольные гиревые или циферблатные, весы технические с приспособлением для гидростатического взвешивания (рис. 3), сушильный шкаф, сосуд для насыщения щебня и образцов водой или парафинирования образцов, сито из стандартного набора, образец горной породы правильной формы, металлическая щётка.

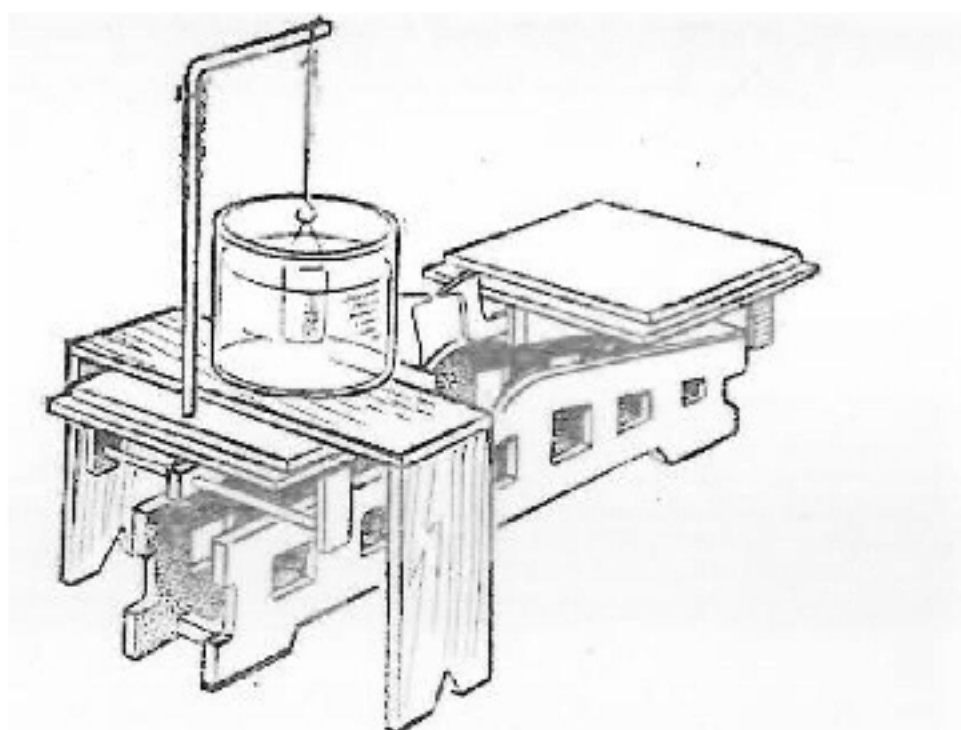


Рис. 3. Весы, приспособленные для гидростатического взвешивания

Испытание. Берут пять образцов камня размером 40-70 мм, очищают из металлической щётки от рыхлых частиц, пыли, нумеруют краской и высушивают до постоянной массы (m).

Для определения средней плотности зёрен щебня крупностью до 40 мм берут пробу массой около 2,5 кг, крупнее 40 мм-около 5 кг. Зерна крупнее 40 мм дробят до получения частиц размером не более 40 мм и пробу сокращают вдвое. Ее высушивают до постоянной массы, просеивают через сито размером отверстий, соответствующим наименьшему размеру зёрен данной фракции щебня, и из остатка на сите отвешивают две навески по 1000 г каждая. Образцы исходной горной породы произвольной формы или навеску щебня насыщают водой, погружая их в воду комнатной температуры на 2 ч так, чтобы уровень воды в сосуде был выше образцов или щебня не менее чем на 20 мм. Насыщенные образцы породы или пробу щебня вынимают из воды, вытирают мягкой влажной тканью и сразу же взвешивают на технических весах (m_1). После этого пробу помещают в сетчатый стакан и взвешивают на гидростатических весах (см. рис. 3), при этом вся проба должна находиться в воде (m_2).

Средняя плотность исходной горной породы или зёрен щебня

$$\rho_c = \frac{m \rho_B}{m_1 - m_2}$$

Образцы горной породы произвольной формы с мелкими открытыми порами вместо насыщения водой разрешается покрывать плёнкой парафина толщиной около 1 мм. Высушенные до постоянной массы образец (m) погружают в разогретый парафин и охлаждают на воздухе. Если при остывании на парафиновой плёнке образуются пузырьки или повреждения, их заглаживают горячей металлической пластинкой или проволокой.

Подготовленный образец взвешивают сначала на технических весах (m'_1), а затем на гидростатических (m'_2).

Средняя плотность

$$\rho_c = \frac{m}{\frac{m'_1 - m'_2}{\delta_B} - \frac{m'_1 - m}{\rho_{\Pi}}}$$

где ρ_{Π} -плотность парафина, равная 0,93 г/см³.

При определении средней плотности образцов горной породы правильной формы измеряют их размеры определяют объем и вычисляют среднюю плотность каждого образца:

$$\rho_c = \frac{m}{V}$$

где m - масса образца, г; V -объём образца, см^3 .

Среднюю плотность зерен минерального материала вычисляют как среднее арифметическое результатов испытания двух навесок. Расхождение между результатами двух определений не должно превышать $0,02 \text{ г/см}^3$. При больших расхождениях производят третье определение и вычисляют среднее арифметическое двух ближайших значений. Окончательно среднюю плотность выражают в кг/ м^3 .

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Что называется истинной плотностью?
2. Назовите способы для определения истинной плотности. Какие приборы используются?
3. Назовите единицы измерения истинной плотности.
4. Дайте определение средней плотности.
5. На сколько погружают образцы в воду для насыщения?

Лабораторная работа №2

Определение пористости горной породы

Пористость определяют после установления истинной и средней плотности горной породы или зерен щебня.

Пористость исходной горной породы или зерен щебня вычисляют в процентах по объёму:

$$V_{\text{пор}} = \left(1 - \frac{\rho_c}{\rho}\right) 100$$

где ρ - истинная плотность горной породы, г/см³, ρ_c - средняя плотность горной породы, г/см³.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. После чего определяют пористость?
2. Что называют пористостью?

Лабораторная работа №3

Определение плотности древесины

Различные древесные породы имеют разную плотность. Для одной и той же древесной породы плотность также может колебаться в широких пределах в зависимости от места выреза образца

Аппаратура. Технические весы, штангенциркуль.

Испытание. Образцы готовят в форме бруса размерами 20x20x30мм с прямыми углами и гладко выструганными поверхностями, с допустимыми отклонениями от указанных размеров в поперечном сечении ± 5 мм и по длине ± 1 мм.

Штангенциркулем измеряют размеры поперечного сечения a и b , длину L с точностью до 0,05мм в трёх местах по длине. По средним арифметическим значениям для каждого размера (a , b и L) вычисляют объём образца.

Плотность при влажности в момент испытания

$$\rho_w = \frac{m^w}{a^w \cdot b^w \cdot L^w}$$

Где m^w -масса образца, кг.

Плотность пересчитывают на влажность 12%

$$\rho_w = \frac{\rho^w}{K_{12}}$$

где K_{12} -коэффициент пересчета при влажности образцов, равной 10% принимают для березы и лиственницы 0,995, для других пород 0,993.

Коэффициент пересчета при влажности образцов больше 30% определяют по формулам: для древесины белой акации, бука, граба и лиственницы

$$K_{12} = \frac{100+W}{127}$$

Для остальных пород

$$K_{12} = \frac{100+W}{124};$$

где W -влажность образцов %.

Вычисление производят с округлением до 5 кг/м³. В зависимости от плотности при 12% влажности древесные породы делят на три группы: лёгкие, имеющие плотность до 540 кг/м³-сосна, ель, пихта, кедр, липа и др.; средней плотности 550-740 кг/м³-лиственница, береза, бук, вяз, и др.; тяжёлые породы с плотностью более 740 кг/м³- граб, береза железная, саксаул, кизил и др. Древесину с большой плотностью ценят за высокую прочность и хорошую износостойкость.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Образцы готовят в форме бруса размерами?
2. Что такое влажность?
3. В чём измеряется влажность?

Лабораторная работа №4

Определение влажности

Аппаратура. Аналитические весы, стеклянная бюкса, сушильный шкаф, эксикатор.

Испытание. Для испытания готовят образцы призматической формы размерами 20x20x30мм. Изготовленный образец очищают от заусенцев и опилок, закладывают в бюксу и взвешивают с точностью до 0,001 г (m_1). Затем образец совместно с бюксой ставят в сушильный шкаф при температуре (103 ± 2) °С. Высушивание проверяют повторными взвешиваниями двух-трёх проб. Первое взвешивание при высушивании мягких пород выполняют не ранее чем через 6 ч после начала высушивания, а при высушивании твёрдых пород - не ранее 10 ч. Повторные взвешивания выполняют через 2 ч. Высушивание считается законченным, если разность между двумя последними взвешиваниями будет не более 0,002 г. Перед взвешиванием бюксы с пробами закрывают крышками и охлаждают до комнатной температуры в эксикаторе. Пробы из смолистых хвойных пород не следует сушить в шкафу свыше 20 ч.

Влажность пробы вычисляют с округлением до 0,1%

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m} * 100$$

где m_1 - масса бюксы с пробой до высушивания, г; m_2 - масса бюксы с пробой после высушивания, г; m - масса бюксы, г.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. При какой температуре ставят бюксы в сушильный шкаф?
2. Формула влажности.
3. Сколько раз взвешивают пробу?

Лабораторная работа №5
Определение зернового состава песка

Аппаратура. Весы технические, настольные, гиревые или циферблатные, набор сит с сетками 1,25; 0,63; 0,315; 0,14 и с круглыми отверстиями диаметром 10,5 и 2,5 мм, сушильный шкаф.

Испытание. Пробу песка (2 кг) высушивают до постоянной массы и просеивают сквозь сито с отверстиями диаметром 10 и 5мм. Остатки на ситах взвешивают и вычисляют содержание в песке фракции гравия с размерами зёрен 5-10 мм (Гр₅) и выше 10 мм (Гр₁₀) в процентах по массе:

$$Gr_{10} = \frac{M_{10}}{M} 100; Gr_5 = \frac{M_5}{M} 100.$$

Из пробы песка, прошедшего сквозь указанные выше сита, отбирают навеску массой 1000 г для определения зернового состава песка без фракций гравия.

Песок просеивают механическим или ручным способом. Продолжительность просеивания должна быть такой, чтобы при контрольном интенсивном ручном встряхивании каждого сита в течение 1 минуты через него проходила не более 0,1% общей массы пробы. При ручном просеивании окончание его определяют упрощенно: каждое сито интенсивно трясут над листом бумаги. Просеивание считается законченным, если не наблюдается падения зерен песка. По результатам просеивания вычисляют:

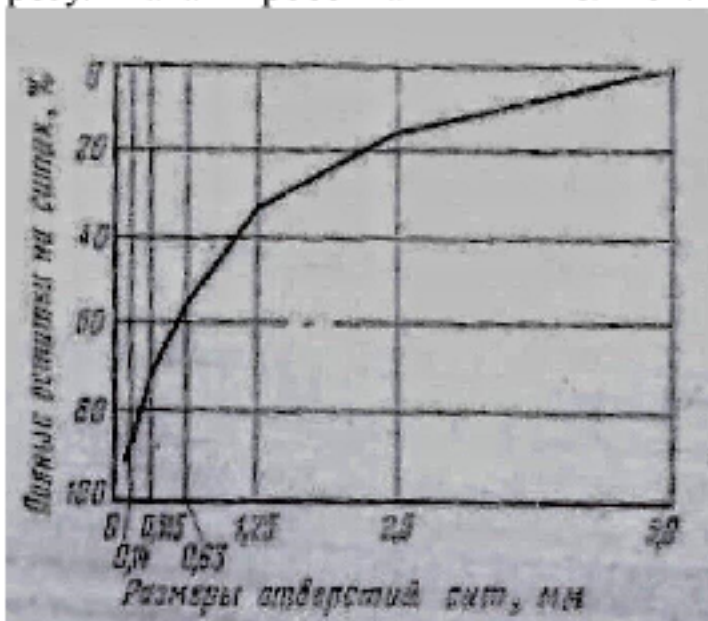


Рис. 4

а) частный остаток на каждом сите

$$a_i = \frac{m_i}{m} 100$$

где m_i -масса остатка на данном сите, г; m - масса просеиваемой навески, г;

б) полный остаток на каждом сите

$$A_i = a_{2,5} + a_{1,25} + \dots + a_i$$

где $a_{2,5}$; $a_{1,25}$ -частные остатки на ситах с размером отверстий 2,5-1,25 мм и т.д. ;
 a_i -частный остаток на данном сите, %;

Таблица 2

Остатки на ситах, %	Размер отверстий сит, мм					Проходимость сквозь сито 0,14 мм, %
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	
Частные	$a_{2,5}$	$a_{1,25}$	$a_{0,63}$	$a_{0,315}$	$a_{0,14}$	$a_{0,14}$
Полные	$A_{2,5}$	$A_{1,25}$	$A_{0,63}$	$A_{0,315}$	$A_{0,14}$	—

Результаты определения зернового состава песка записывают в формулу, приведенную в табл. 2, или изображают графически в виде кривой просеивания в линейном масштабе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Какие сита используют для определения зернового состава?
2. Каким способом просеивают песок?
3. Когда просеивание считается законченным?
4. Что вычисляют по результатам просеивания?

Лабораторная работа №6

Определение модуля крупности песка

Аппаратура. Весы технические, настольные, гиревые или циферблатные, набор сит с сетками 1,25; 0,63; 0,315; 0,14 и с круглыми отверстиями диаметром 10,5 и 2,5 мм, сушильный шкаф.

Испытание. Пробу песка (2 кг) высушивают до постоянной массы и просеивают сквозь сито с отверстиями диаметром 10 и 5 мм. Остатки на ситах взвешивают и вычисляют содержание в песке фракции гравия с размерами зёрен 5-10 мм (Gp_5) и выше 10 мм (Gp_{10}) в процентах по массе:

$$Gp_{10} = \frac{M_{10}}{M} 100; Gp_5 = \frac{M_5}{M} 100.$$

Из пробы песка, прошедшего сквозь указанные выше сита, отбирают навеску массой 1000 г для определения зернового состава песка без фракций гравия.

Песок просеивают механическим или ручным способом. Продолжительность просеивания должна быть такой, чтобы при контрольном интенсивном ручном встряхивании каждого сита в течение 1 минуты через него проходила не более 0,1% общей массы пробы. При ручном просеивании окончание его определяют упрощенно: каждое сито интенсивно трясут над листом бумаги. Просеивание считается законченным, если не наблюдается падения зерен песка. По результатам просеивания вычисляют:

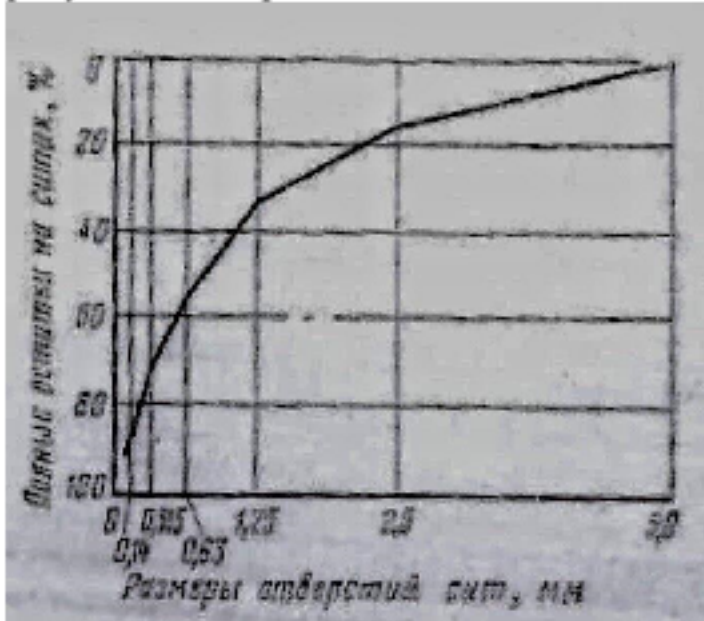


Рис. 4

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

где $A_{2,5}; A_{1,25}; A_{0,63}; A_{0,315}; A_{0,14}$ — полные остатки на сите с размером отверстий 2,5 мм и на ситах с сетками № 1,25, 0,63, 0,315, 0,14.

Остатки на ситах, %	Размер отверстий сит, мм					Проходит сквозь сито 0,14 мм, %
	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	
Частные	$a_{2,5}$	$a_{1,25}$	$a_{0,63}$	$a_{0,315}$	$a_{0,14}$	$a_{0,14}$
Полные	$A_{2,5}$	$A_{1,25}$	$A_{0,63}$	$A_{0,315}$	$A_{0,14}$	—

Результаты определения зернового состава песка записывают в формулу, приведенную в табл. 2, или изображают графически в виде кривой просеивания в линейном масштабе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Какие сита используют для определения модуля крупности?
2. Каким способом просеивают песок?
3. Когда просеивание считается законченным?
4. Что вычисляют по результатам просеивания?

Лабораторная работа №7

Определение зернового состава щебня.

Для определения зернового состава используют лабораторную пробу, высушенную до постоянной массы, от 5 до 40 кг в зависимости от номинального размера зерен D , мм.

Пробу щебня (гравия) просеивают через стандартный набор сит с круглыми отверстиями размером, мм: 2,2; 5; 7,5; 10; 12,5; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 70. Для определения зерен размером более 70 мм используют кольца-калибры: 90; 100; 110; 120 и более. Пробу просеивают ручным или механическим способом. Продолжительность просеивания должна быть такой, чтобы при контрольном интенсивном ручном встряхивании каждого сита в течении 1 минуты через него проходит не более 0,1% просеянной пробы. По результатам просеивания определяют частные остатки в %:

$$a_i = \frac{m_i}{m} \times 100,$$

Где m_i – масса остатка на данном сите, г;

m – масса взятой пробы, г.

Полные остатки A_i в % на каждом сите рассчитывают как сумму частных остатков на данном сите, и всех вышележащих ситах с большим размером отверстий. По полным остаткам A_i строят кривую просеивания по которой определяют $D_{наим}$ и $D_{наиб}$. Результаты определения зернового состава сравнивают с требованиями стандарта (табл. 6.3) и делают выводы о пригодности крупного заполнителя для бетона.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Что такое зерновой состав?
2. Какой набор сит используют для определения зернового состава щебня?

Лабораторная работа №8

Определение содержания зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой форм

Игловатыми называются такие зерна, у которых длина в три и более раза превышает толщину, пластинчатыми – такие, у которых ширина в три и более раза превышает толщину.

Наличие в щебне значительного количества игловатых и пластинчатых зерен отрицательно сказывается на качестве бетона, так как такие зерна ухудшают удобоукладываемость бетонной смеси и, обладая низкой прочностью при изгибе, снижают прочность бетона. Кроме того, большое содержание таких зерен придает бетону анизотропность, что также отрицательно сказывается на свойствах бетонных и железобетонных конструкций.

Для определения содержания зерен пластинчатой и игловатой формы взвешивают пробу щебня массой 1,0 кг. Чтобы не вовлекать большое количество мелких зерен, рекомендуется взять щебень после определения зернового состава из наиболее представительной фракции (в данном случае под фракцией подразумеваются частные остатки на контрольных ситах). Из взвешенной пробы выбирают зерна, толщина которых меньше длины и ширины в три раза и более.

Соотношение размеров зерен определяют при помощи передвижного шаблона или штангенциркуля. Измеряемое зерно вкладывают наибольшим размером между губками, положение шаблона (штангенциркуля) фиксируют стопорным винтом и измеряют размер зерна, затем зерно пропускают наименьшим размером между губками шаблона (штангенциркуля), установленными на расстоянии в три раза меньшем. Если зерно пройдет между губками, то его относят к зернам пластинчатой или игловатой формы.

Зерна пластинчатой и игловатой формы взвешивают и вычисляют процентное содержание их в пробе с точностью до 1 % по формуле

$$И = \frac{m_1}{m} * 100$$

где m – масса пробы щебня, г; m_1 – масса игловатых и пластинчатых зерен, г.

Щебень в зависимости от содержания зерен пластинчатой и игловатой формы относят к одной из групп, указанных в табл. 2.

Таблица 2

Группа щебня	Содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы, %масс.
1	До 10 % включительно
2	Свыше 10 до 15
3	Свыше 15 до 25
4	Свыше 25 до 35
5	Свыше 30 до 50

Примечание. По согласованию изготовителя с потребителем допускается выпуск щебня из изверженных горных пород, содержащего св. 50 %, но не более 65 % зерен пластинчатой и игловатой формы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Какие зерна называют игловатыми?
2. Какие зерна называют лещадными?

Лабораторные работы №№9-10

Определение марки кирпича

Аппаратура. Пресс гидравлический с максимальным усилием 250...50 кН, разрывная машина или пресс с приспособлением для испытания на изгиб с максимальным усилием 10...50 кН, чаша и лопаточка для приготовления раствора.

Испытание. Образцы испытывают в воздушно-сухом состоянии. Работа по определению марки кирпича складывается из двух этапов: приготовление образцов и испытание образцов.

Для испытания на сжатие образец готовят следующим образом. Полнотельный кирпич распиливают (раскалывают) строго пополам, а затем из этих половинок на быстротвердеющем растворе (марки не ниже 100 кгс/см.) изготавливают как бы модель стены (рис. 3, а). При испытании пустотелого кирпича образец готовят из двух целых кирпичей, уложенных постелями друг на друга. Подготовку опорных поверхностей кирпича производят шлифованием, для образцов из клинкерного кирпича применяют выравнивание цементным раствором. Допускаются иные способы выравнивания опорных поверхностей образцов.

При выравнивании поверхностей кирпича цементным раствором на ровном горизонтальном основании укладывают стеклянную пластинку со смоченным листом тонкой бумаги и на неё наносят слой раствора толщиной 3.5 мм. На раствор укладывают смоченную половинку кирпича, на кирпич снова наносят слой раствора и укладывают вторую половинку так, чтобы грани, образовавшиеся при распиливании кирпича, были обращены в противоположные стороны. Сверху на кирпич наносят слой раствора толщиной 3...5 мм, который накрывают стеклянной пластинкой со смоченным листом бумаги. Стеклянные пластины должны выровнять поверхность кирпича так, чтобы плиты пресса плотно прилегали к образцу во время испытаний, что, в свою очередь, обеспечит равномерную передачу нагрузки на образец. Смоченный лист бумаги предотвратит сцепление раствора со стеклом.

После затвердевания раствора образец вынимают из стеклянных пластин и испытывают на сжатие. Образец устанавливают в центре опорной плиты машины для испытаний на сжатие, совмещая геометрические оси образца и плиты, и прижимают верхней плитой машины. При испытаниях нагрузка на образец должна возрастать следующим образом: до достижения примерно половины ожидаемого значения разрушающей нагрузки-произвольно, затем поддерживают такую скорость нагружения, чтобы разрушение образца произошло не ранее чем через одну минуту. Значение разрушающей нагрузки регистрируют.

Предел прочности при сжатии изделий. МПа (кгс/см²), определяют по формуле

$$R_{сж} = \frac{P}{F}$$

где P-наибольшая нагрузка, установленная при испытании образца, Н (кгс); F-площадь поперечного сечения образца (без вычета площади пустот), вычисляют как среднеарифметическое значение площадей верхней и нижней поверхностей (см²).

Значение предела прочности при сжатии образцов кирпича вычисляют с точностью до 0,1 МПа как среднеарифметическое значение результатов испытаний пяти образцов.

Для испытания на изгиб на широкие грани (постели) кирпича наносят выравнивающие полоски из быстротвердеющего раствора шириной 20..30 мм и толщиной 3..5 мм по схеме, указанной на рис. 3, 6. Плоскость полосок выравнивают стеклом.

После затвердевания раствора образец устанавливают в испытательную машину (пресс) с максимальной нагрузкой 10..50кН на опоры по стандартной схеме. Опоры- цилиндрические катки диаметром 20..30 мм или треугольные призмы с закругленным ребром располагают по центрам выравнивающих полосок раствора. Нагрузка также передается через каток или призму.

Предел прочности образца (МПа) при изгибе вычисляют по формуле

$$R_{и} = \frac{30P_{разр} L}{2bh^2}$$

где $P_{разр}$ - разрушающая нагрузка; кН; L - длина пролета между опорами, равная 20 см; b - ширина кирпича, см; h - высота (толщина) кирпича, см.

Предел прочности кирпича при изгибе определяют, как среднее арифметическое результатов испытаний пяти образцов.

Марку кирпича по прочности устанавливают по значениям пределов прочности кирпича при сжатии и изгибе в соответствии с требованиями ГОСТа к прочности кирпича той или иной марки.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Описать испытание кирпича на сжатие и изгиб.
2. Как устанавливают марку кирпича по прочности?
3. Какой кирпич называется полнотелым?
4. Какой кирпич называется пустотелым?
5. Какой кирпич называют клинкерным?

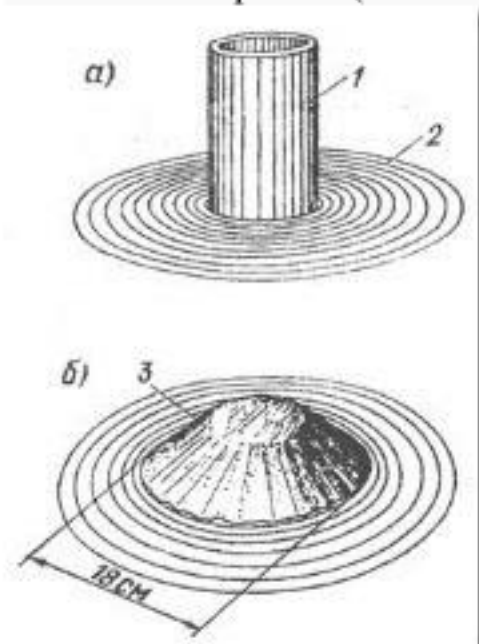
Лабораторная работа №11

Испытание строительного гипса. Определение тонкости помола гипса, стандартной консистенции, сроков схватывания, прочности и марки гипсового вяжущего.

Определение нормальной густоты и текучести гипсового теста

Аппаратура. Прибор вискозиметра Суттарда,

Испытание. Стекло и внутреннюю поверхность цилиндра протирают влажной тканью, цилиндр ставят в центре стекла. В чистую резиновую чашку, предварительно протертую влажной тканью, вливают воду затворения. Затем в нее в течение 2...5 секунд засыпают 300 г гипсового вяжущего вещества. Массу перемешивают ручной мешалкой в течение 30 с, начиная отсчет времени от начала затворения (всыпания гипса).



После окончания перемешивания цилиндр вискозиметра заполняют гипсовым тестом, излишки которого срезают металлической линейкой. Через 45 секунд, считая от начала затворения, или через 15 секунд после окончания перемешивания цилиндр быстрым правильным движением поднимают вертикально на высоту 15...20 см и отводят в сторону. Диаметр расплыва полученной лепешки 3 измеряют металлической линейкой сразу после поднятия цилиндра в двух перпендикулярных направлениях с погрешностью 5 мм и вычисляют среднее арифметическое.

Величина диаметра расплыва лепешки служит критерием текучести гипсового теста (рис. 11б). Нормальной густотой гипсового теста считают такую его консистенцию, при которой тесто, вытекая из цилиндра вискозиметра, расплывается в лепешку до диаметра 175...185 мм. Если диаметр не соответствует стандартному значению, то испытание повторяют с измененной дозировкой воды.

Нормальная густота выражается в процентах как отношение массы воды к массе гипсового вяжущего вещества в граммах. По результатам испытаний строят график зависимости диаметра расплыва (текучести теста) от количества воды затворения.

Определение сроков схватывания

Аппаратура. Прибор Вика

Испытание. Для определения сроков схватывания готовят тесто из 300 г гипса, которое всыпают в воду в течение 2...5 с. Тесто перемешивают ручной мешалкой в течение 30 с, заливают в кольцо прибора Вика, предварительно протертое и смазанное минеральным маслом и установленное на металлическую пластинку. Для удаления воздуха, попавшего в тесто, кольцо с пластинкой встряхивают. Излишки теста срезают линейкой и выравнивают поверхность. Кольцо на пластинке устанавливают на основание прибора Вика под иглой.

Подвижную часть прибора с иглой устанавливают в такое положение, при котором конец иглы касается поверхности гипсового теста, а затем иглу свободно опускают в кольцо с тестом, отпуская винт-стопор. Погружение производят один раз каждые 30 с, начиная с целого числа минут. После каждого погружения иглу тщательно вытирают, а пластинку с кольцом передвигают так, чтобы игла при новом погружении попадала в другое место. Начало схватывания определяется числом минут, истекших от момента добавления вяжущего к воде, до момента, когда игла первый раз не доходит до дна кольца на 1 мм, а конец схватывания – от начала затворения до момента, когда игла погружается в тесто не глубже чем на 1 мм.

Марка гипсового вяжущего вещества по срокам схватывания устанавливается на тесте нормальной густоты в соответствии с техническими требованиями ГОСТ 125

По результатам испытаний, полученным всей подгруппой студентов, строится график зависимости сроков схватывания от количества воды, взятой при затворении гипсового вяжущего каждым звеном, и делается вывод о ее влиянии на сроки схватывания гипса.

Определение тонкости помола

Тонкость помола гипсовых вяжущих определяют просеиванием высушенной при 50...55 °С пробы массой 50 г через сито № 02 на приборе для механического просеивания. Тонкость помола характеризуется остатком на сите в процентах к первоначальной массе пробы, вычисленной с погрешностью 0,1 %. За величину тонкости помола принимают среднее арифметическое двух испытаний. Марку гипсового вяжущего по тонкости помола устанавливают с учетом технических требований ГОСТ 125 (табл. 18).

Таблица 18

Классификация гипсовых вяжущих веществ по тонкости помола.

Виды гипсовых вяжущих веществ	Индекс степени помола	Максимальный остаток на сите № 02, %, не более
Грубый помол	1	23
Средний помол	2	14
Тонкий помол	3	2

Определение марки гипсового вяжущего вещества по прочности

Для изготовления трех образцов-балочек размером 4x4x16 см отвешивают по 1200 г гипсового вяжущего вещества для каждого звена, а количество воды берут по вариантам, предлагаемым для каждого звена отдельно. Вяжущее вещество в течение 5...20 секунд засыпают в сферическую чашу с уже залитой водой, и интенсивно перемешивают ручной мешалкой в течение 60 секунд до получения однородной массы. Готовую смесь заливают в слегка смазанную минеральным маслом металлическую форму, отсеки которой наполняют одновременно. Для удаления вовлеченного воздуха форму, заполненную гипсовым тестом, встряхивают 3...5 раз, для чего ее поднимают за торцовую сторону на высоту 8...10 мм и опускают. После наступления начала схватывания излишки гипсового теста срезают металлической линейкой, передвигая ее по верхним граням формы перпендикулярно к поверхности образцов от их середины к краям. Через 10...20 минут после конца схватывания образцы извлекают из формы, маркируют и хранят в помещении до испытания.

Через 2 часа после контакта вяжущего с водой при затворении теста, образцы-балочки, подвергаются испытанию на изгиб на испытательной машине МИИ-100 (рис. 13).

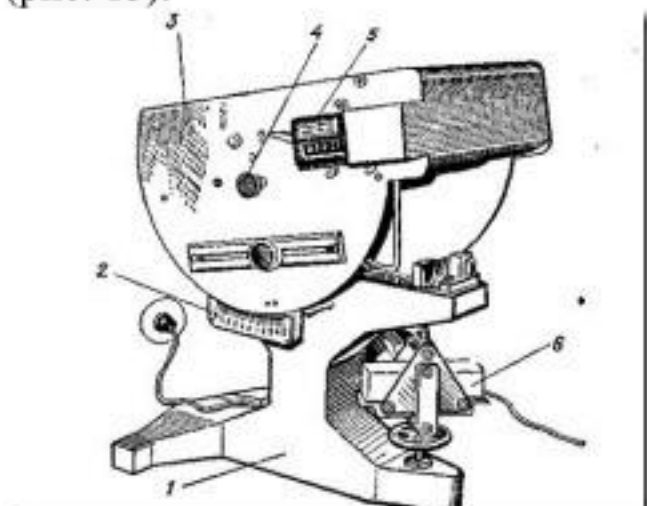


Рис. 13. Испытательная машина МИИ-100 для определения предела прочности при изгибе: 1 – станина; 2 – шкала; 3 – коромысло; 4 – рукоятка тумблера; 5 – счетчик; 6 — испытываемый образец

На рис. 14 показана схема расположения образца 3 при испытании. Образец устанавливают на опоры 1 обоймы так, чтобы направление действия нагрузки от нагружающего валика 2 прибора было параллельно слоям укладки гипсового теста.

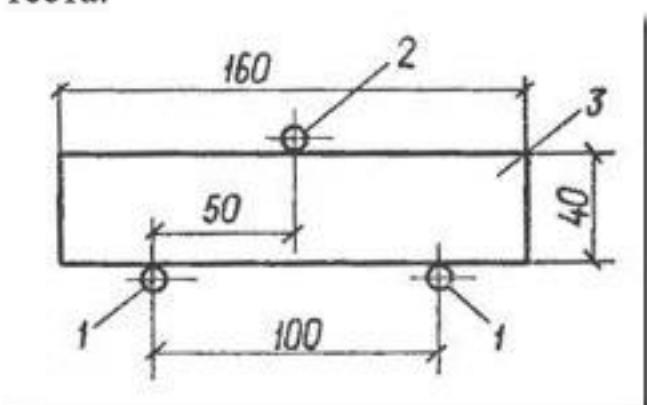


Рис. 14. Схема испытания образцов-балочек на изгиб

Предел прочности при изгибе вычисляют в МПа как среднее арифметическое результатов испытания трех образцов одной серии. Полученные после испытания на изгиб шесть половинок балочек сразу же подвергают испытанию на сжатие. Половинку балочки 2 помещают между двумя стальными пластинами 1 с рабочей площадью 25 см², таким образом, чтобы направление нагрузки было параллельно слоям укладки гипсового теста (рис. 15).

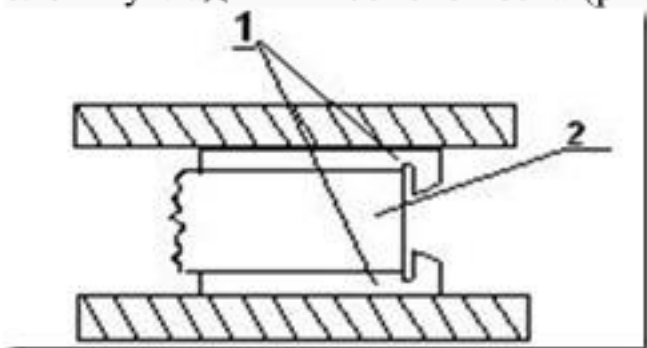


Рис. 15. Схема испытания образцов-половинок балочек на сжатие

Марка гипсового вяжущего вещества по прочности устанавливается по результатам испытания образцов, изготовленных из теста нормальной густоты с учетом требований ГОСТ 125 (табл. 19). Предел прочности при сжатии для образцов одной серии вычисляют как среднее арифметическое испытаний шести образцов без максимального и минимального результатов. По результатам испытаний всех серий образцов строятся графики зависимости пределов прочности при изгибе и при сжатии гипсового камня от количества воды, взятой

при затворении теста, устанавливается комплексная марка гипсового вяжущего по срокам схватывания, тонкости помола и прочности.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. В чем выражается показатель нормальной густоты гипсового теста?
2. Каким периодом времени характеризуется начало схватывания гипса?
3. Чем характеризуют тонкость помола гипсового вяжущего?
4. В каком возрасте испытывают стандартные образцы для определения марки гипса по прочности?

Лабораторная работа №12

12.Определение нормальной густоты цементного теста

Нормальной густотой цементного теста считают такую консистенцию, при которой персти прибора Вика, погруженный в кольцо, заполненное тестом, не доходит на 5-7 мм. до пластинки, на которой установлено кольцо. Нормальную густоту цементного теста характеризуют количеством воды за твердения, выраженным в процентах от массы.

Аппаратура. Прибор Вика, торговые циферблатные весы, сферическая чаша, секундомер, стандартная лопатка, мерный цилиндр.

Испытание. Перед началом испытания проверяют, свободно ли опускается стержень прибора Вика, а также нулевое показание прибора. Кольцо и пластинку смазывают тонким слоем машинного масла.

Отвешивают 400 г. цемента, высыпают в чашу, предварительно протертую влажной тканью. Затем делают в цементе углубления, в которое вливают в один приём воду; для первого затворения берут 80-120 мл, воды. Углубление засыпают цементом и через 30 с. после приливания воды сначала осторожно перемешивают, а затем энергично растирают тесто лопаткой. Продолжительность перемешивания и растирания составляет 5 мин. С момента приливания воды.

После окончания перемешивания кольцо быстро наполняют в один прием цементным тестом и 5-6 раз встряхивают его, постукивая пластинку о твердое основание. Избыток теста срезают ножом. Приводят пестик прибора в соприкосновение с поверхностью теста в центре кольца и закрепляют стержень стопорным устройством. Включая секундомер, быстро опускают зажимной винт, давая стержню с пестиком свободно опускаться в тесто. Через 30 сек. производят отчет погружения по шкале.

Густота цементного теста считается нормальной, если пестик не доходит до пластинки на 5-7 мм. При несоответствующей консистенции цементного теста изменяют количество воды. Количество воды при этом выражают в процентах по отношению к массе цемента с точностью до 0,25 %.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Чем характеризуют нормальную густоту цементного теста?
2. Какой прибор используется в опыте?
3. В какой момент производят отчет погружения по шкале?

Определение сроков схватывания и равномерности изменения объема.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРОКОВ СХВАТЫВАНИЯ ЦЕМЕНТНОГО ТЕСТА

После затворения водой цементное тесто, утрачивая пластичность, постепенно густеет, что соответствует началу схватывания, и, наконец, превращается в камневидное тело – наступает конец схватывания. Сроки схватывания имеют важное значение, так как они определяют возможные сроки перевозки, укладки и уплотнения цементобетонной смеси и строительного раствора.

Аппаратура. Автоматический прибор для определения сроков схватывания (рис.25) или аппаратура по п.8.2. При использовании прибора Вика вместо пестика на конце стержня закрепляют иглу, а пестик устанавливают сверху.

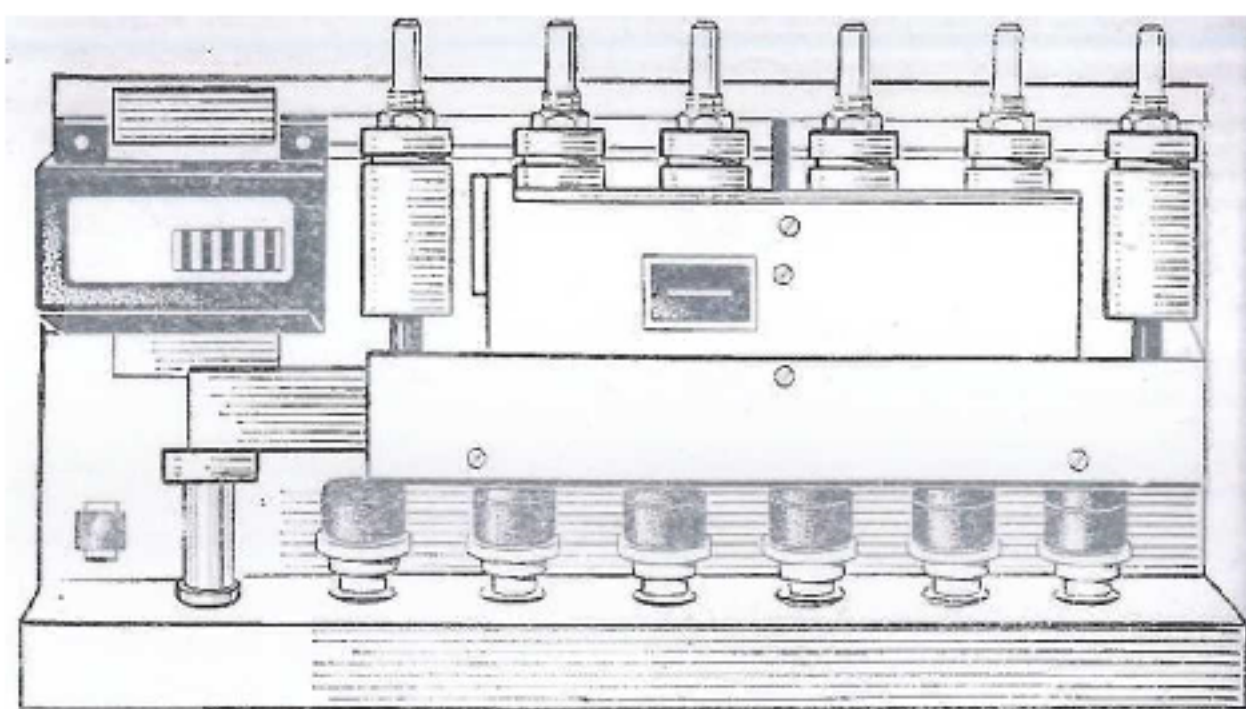


Рис. 25. Автоматический прибор АПСС-б для определения сроков схватывания
Испытание. Перед началом испытаний стержень с иглой устанавливают на стеклянную или металлическую пластинку, а стрелку прибора совмещают с нулем, проверяют также чистоту поверхности и отсутствие искривлений иглы. Цементное тесто готовят из 400 г цемента и воды, взятой в количестве, которое соответствует нормальной густоте цементного теста. Тесто, приготовленное по п. 8.2, помещают в кольцо прибора Вика и устанавливают на столик прибора. Стержень опускают до соприкосновения иглы с поверхностью теста и в этом положении закрепляют винтом. Затем винт освобождают, давая стержню с иглой свободно погружаться в тесто. В начале испытания, пока тесто находится в пластичном состоянии, во избежание сильного удара иглы о пластину рек придерживать ее при погружении в тесто. Как только тесто загустеет настолько, что опасность повреждения иглы будет исключена, игле дают свободно опускаться. Момент начала схватывания определяют при свободном погружении иглы. Иглу погружают в тесто через каждые 10 мин. при этом кольцо после каждого погружения передвигают таким образом, чтобы игла не попадала в прежнее место. После каждого погружения иглу вытирают. Во время испытания прибор должен находиться в затененном месте, где нет сквозняков, он не должен подвергаться сотрясениям.

Началом схватывания цементного теста считается время, прошедшее от начала затворения (момента прилива воды) теста до момента, когда игла не доходит до пластинки на 1-2 мм. концом схватывания - время от начала затворения до момента, когда игла опускается в тесто не более чем на 1-2 мм.

Определение сроков схватывания цементного теста на приборе с автоматической записью выполняют в соответствии с инструкцией, прилагаемой к прибору.

Начало схватывания для всех цементов должно наступать не ранее 45 мин, конец схватывания — не позднее 12 ч от начала затворения. Начало схватывания цементов, применяемых для приготовления бетонов при строительстве дорог, должно наступать не ранее 2 ч после их затворения.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАВНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ОБЪЕМА ЦЕМЕНТА

Неравномерность изменения объема цементного теста при твердении может быть вызвана наличием избыточного количества свободного оксида кальция СаО и магния MgO. Чаще всего неравномерность изменения объема вызывается присутствием в цементе свободного оксида кальция СаО и может быть обнаружена путем кипячения образцов-лепешек, изготовленных из цементного теста нормальной консистенции.

Аппаратура. Бачок для испытания кипячением, ванна с гидравлическим затвором, технические весы, стеклянные пластинки.

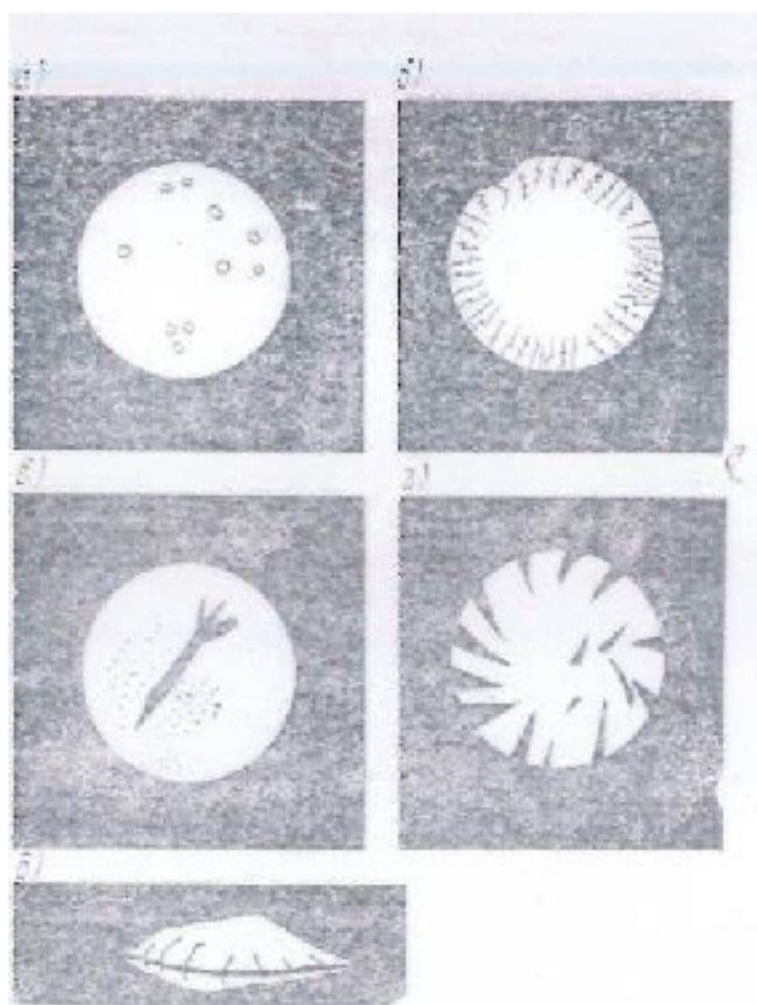


Рис. 27. Лепешки после испытания на равномерность изменения объема: а, б, в — выдержавшие испытания; д — не выдержавшие испытания; а — дефектов нет; б — разрушение; в — трещины усадки; г — радиальные трещины; е — искривление

Испытание. Для испытания готовят тесто нормальной густоты и отбирают две навески массой по 75 г каждая, формируют из них шарики, которые помещают на стеклянные пластинки, предварительно протертые машинным маслом. Постукивая пластинками о твердое основание, из шариков получают лепешки диаметром 7-8 см и толщиной в середине около 1 см. Поверхность лепешек заглаживают от наружных краев к центру смоченным водой ножом до образования острых краев к гладкой закругленной поверхности.

Приготовленные лепешки хранят в течение (24 ± 2) ч с момента изготовления в ванне с гидравлическим затвором, а затем подвергают испытанию кипячением. Для этого лепешки вынимают из ванны, снимают со стеклянных пластинок и помещают в бачок с водой (рис. 26) на решетчатую полку, находящуюся на расстоянии не менее 5 см от дна бачка. Уровень воды в бачке должен перекрывать лепешки на 4-6 см в течение всего времени кипячения. Воду в бачке за 30-45 мин доводят до кипения, которое поддерживают в течение 3 ч на любом нагревательном приборе. После этого лепешки в бачке охлаждают и сразу после извлечения из воды производят внешний осмотр.

Цемент соответствует требованиям ГОСТ 310.3-76 в отношении равномерности изменения объема, если на лицевой стороне лепешек не обнаружено радиальных, доходящих до краев трещин, видимых невооруженным глазом или в лупу, а также каких-либо искривлений и увеличения объема лепешек. Искривления обнаруживают с помощью

линейки, которую прикладывают к плоской поверхности лепешек. Образцы лепешек, выдержавших испытание на равномерность изменения объема, приведены на рис. 27.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. За что применяется начало схватывания?

2. Что определяют сроки схватывания?
3. Что закрепляют на конце стержня прибора Вика при определении сроков схватывания цементного?
4. Когда наступает начало схватывания для всех цементов?
5. Какие образцы используют для определения равномерности изменения объема цемента?

Лабораторная работа №13

Определение нормальной плотности цементного раствора и приготовление образцов-балочек.

Аппаратура. Сферическая чаша, лопатка, встряхивающий столик и форма конус, штыковка, формы для изготовления образцов-балочек с насадками, вибрационная площадка, прибор для испытания на изгиб образцов-балочек, пресс, пластинки для передачи нагрузки.

Испытание. Для определения консистенции цементного раствора отвешивают 1500 г. песка и 500 г. цемента, высыпают их в предварительно протертую мокрой тканью сферическую чашу, перемешивают цемент с песком лопатой в течении 1 мин. Затем в центре сухой смеси делают лунку, вливают в нее воду в количестве 200 г. В/Ц = 40 дают воде впитаться в течении 0,5 мин. и тщательно перемешивают смесь. Форму конус устанавливают, в центре диска встряхивающего столика. Внутреннюю поверхность конуса и диск столика перед испытанием протирают влажной тканью. По окончании перемешивания заполняют раствором форму конуса на половину высоты и уплотняют 15 штыкованиями металлической штыковкой. Затем заполняют конус раствором с небольшим избытком и штыкуют 10 раз.

После уплотнения верхнего слоя избыток раствора срезают ножом вровень с краями конуса, затем конус снимают в вертикальном направлении.

Раствор встряхивают на столике 30 раз за 25-35 сек. После чего штангенциркулем измеряют; диаметр конуса по нижнему основанию в двух направлениях и берут среднее значение.

Распływ конуса с В/Ц = 40 должен быть в пределах 106-115 мм. Если распływ конуса окажется менее 106мм. Количество воды увеличивают для получения распльва конуса 106-108мм. Если распływ конуса окажется более 115 мм. Количество воды уменьшают для получения распльва конуса 113-115 мм. Водоцементное отношение, полученное при достижении распльва конуса 106-115 мм. принимают для проведения дальнейших испытаний.

Перед изготовлением образцов внутреннюю поверхность стенок форм и поддонки слегка смазывают машинным маслом, а стыки промазывают солидолом. Для уплотнения раствора форму балочек с насадкой устанавливают на виброплощадку. Форму по высоте наполняют приблизительно на 1см. раствором и включают в вибрационную площадку. В течении первых двух минут вибрации все три гнезда формы равномерно небольшими порциями заполняют раствором. По истечении трех минут от начала вибрации виброплощадку отключают. Форму снимают с виброплощадки, срезают ножом, смоченным водой излишек раствора, заглаживают поверхность образцов вровень с краями формы и маркируют их.

После изготовления образцы в формах хранят 22-26 часов в ванне с гидравлическим затвором. Затем образцы осторожно расформовывают и укладывают в ванны с питьевой водой в горизонтальном положении так, чтобы они не соприкасались друг с другом. Вода должна покрывать образцы не менее чем на 2 см. Воду меняют через каждые 14 суток. По истечении срока хранения образцы вынимают из воды и не позднее чем через 30 мин. подвергают испытанию. Непосредственно перед испытанием образцы должны быть насухо вытерты. Образец устанавливают на опорные элементы прибора таким образом, чтобы его горизонтальные грани находились в вертикальном положении. Предел прочности при изгибе вычисляют как среднее арифметическое значение двух, наибольших результатов испытания трех образцов.

Полученные после испытания на изгиб шесть половинок балочек сразу же подвергают испытанию на сжатие. Половинку балочки помещают между двумя

пластинками таким образом, чтобы боковые грани, которые при изготовлении прилегли к гладкой торцевой плоскости образца. Предел прочности при сжатии вычисляют как частное от деления величины разрушающей нагрузки (в кгс) на рабочую площадку пластинки, т. е. на 25 см. Предел прочности при сжатии вычисляют как среднее арифметическое значение четырех наибольших результатов испытания шести образцов.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Какое В/Ц требуется для определения консистенции цементного раствора?
2. Как измеряется диаметр конуса?
3. Сколько и где требуется хранить образцы в формах после изготовления?
4. Для чего нужна виброплощадка?

Определение предела прочности при изгибе и при сжатии.

Аппаратура. Мешалка для перемешивания цементного раствора (рис.28), весы, чаша и лопатка, встряхивающий столик и форма-конус, штыковка, формы для изготовления образцов-балочек, насадка к формам, вибрационная площадка, прибор для испытания на изгиб образцов-балочек, пресс для определения предела прочности при сжатии, пластинки для передачи нагрузки, пропарочная камера.

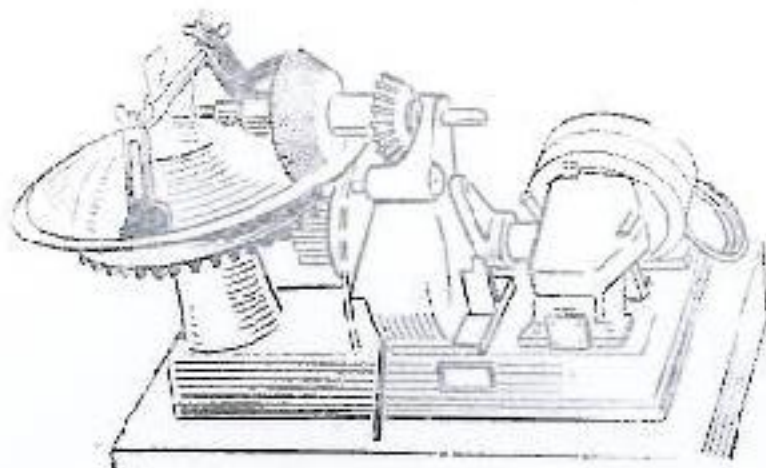


Рис. 28. Лабораторная мешалка

Испытание. Определение предела прочности при изгибе и сжатии производят на образцах-балочках размерами 40x40x160 мм, изготовленных из цементного раствора нормальной консистенции состава 1:3, т.е. одна часть цемента и три части нормального вольского песка по ГОСТ 6139-78 при водоцементном отношении не менее 0,40.

Для определения консистенции цементного раствора отвешивают 1500 г нормального песка и 500 г цемента, высыпают их в предварительно протёртую мокрой тканью или сферическую чашу, перемешивают цемент с песком лопаткой в течение 1 минуты. Температура помещения, где проводят испытания, должна быть $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ по ГОСТ 310.1-76. Затем в центре смеси делают лунку и вливают в неё 200 г воды (В/Ц=0,40), дают в течение 0,5 мин впитаться воде и перемешивают смесь 1 мин лопаткой. Для окончательного перемешивания раствор переносят в мешалку, где он перемешивается в течение 2,5 минут (20 оборотов).

Протирают влажной тканью внутреннюю поверхность конуса диска столика, форму-конус устанавливают в центре диска встряхивающего столика (рис. 29). После окончания перемешивания заполняют раствором форму-конус в два слоя одинаковой толщины. Нижний слой уплотняют 15 штыкованиями, верхний слой штыкуют 10 раз металлической штыковкой. После уплотнения верхнего слоя избыток раствора срезают ножом вровень

с краями конуса, затем конус снимают в вертикальном направлении, чтобы не сдвинуть раствор. Раствор встряхивают на столике 30 раз за (30 ± 5) с и измеряют

штангенциркулем диаметр конуса по нижнему основанию в двух взаимно перпендикулярных направлениях и берут среднее значение. Расплав конуса с $V/C=0.40$ должен быть 106-115 мм. Если расплав конуса будет меньше 106 мм, увеличивают количество воды для затворения новой смеси. Водоцементное отношение, полученное при достижении расплава конуса 106—115 мм, принимают для проведения дальнейших испытаний.

Перед изготовлением образцов внутреннюю поверхность стенок формы (рис. 30) и поддона слегка смазывают машинным маслом.

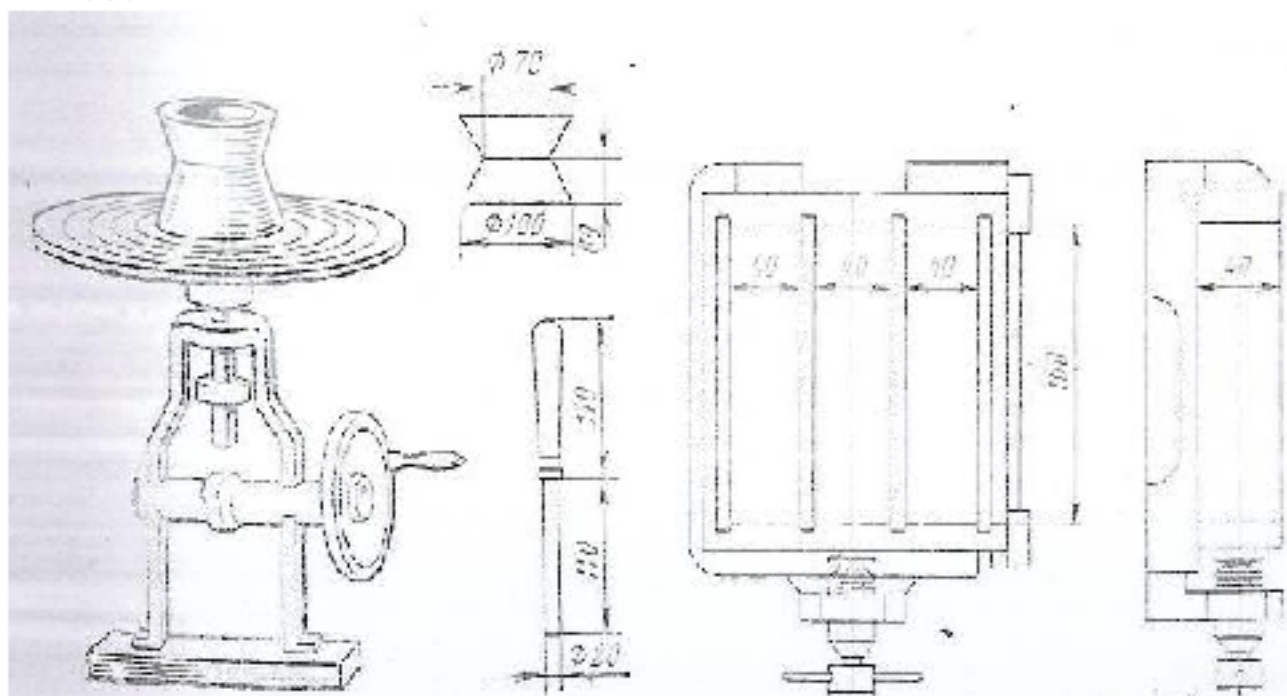


Рис. 29. Безрешивающий столик, форма конусов и цилиндриков

Рис. 30. Форма для изготовления образцов

Стыки наружных стенок друг с другом и с поддоном формы промазывают тонким слоем солидола или другой густой смазки. На собранную форму ставят насадку и промазывают снаружи густой смазкой стык между формой и насадкой. Формы с насадками жестко закрепляют в центре виброплощадки и, заполнив форму по высоте на 1 см цементным раствором, включают виброплощадку. В течение 2 мин вибрации все три гнезда формы равномерно небольшими порциями заполняют раствором. Через 3 мин от начала вибрации виброплощадку отключают, форму снимают и ножом, смоченным водой, срезают излишек раствора, заглаживают поверхность образцов вровень с краями формы и маркируют их. Образцы в формах хранят (24 ± 2) ч в ванне с гидравлическим затвором. После этого формы осторожно разбирают и укладывают образцы в ванны с питьевой водой в горизонтальном положении так, чтобы они не соприкасались друг с другом. Уровень воды над поверхностью образцов

должен быть не менее 2 см. Воду в ванне нужно менять через каждые 14 сут. Температура воды при замене должна быть (20 ± 2) °С, как и при хранении образцов.

Образцы, которые через (24 ± 2) ч нельзя извлечь из формы без повреждения, можно вынимать из форм через 48 ч, указывая этот срок в рабочем журнале.

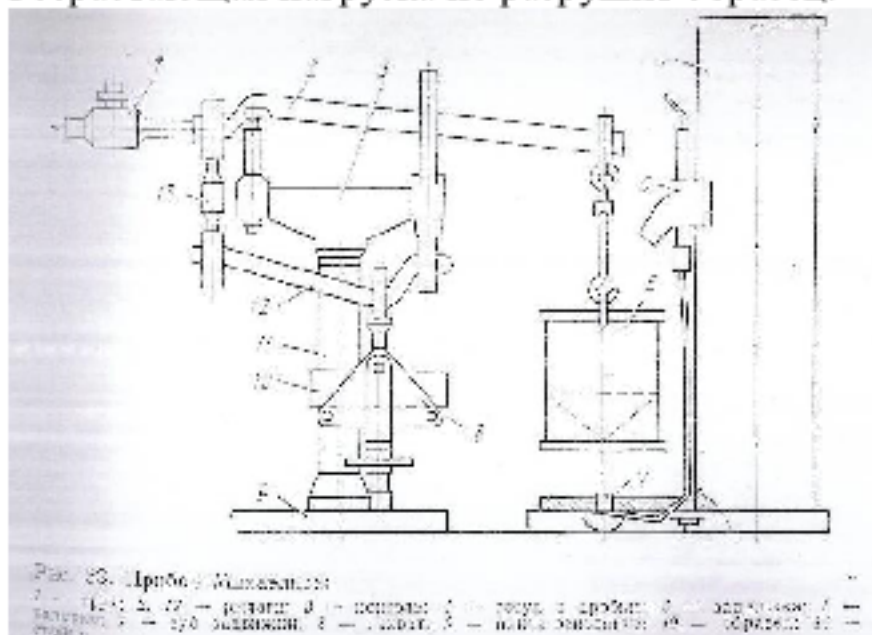
По истечении срока хранения образцы вынимают из воды и не позднее чем через 30 мин подвергают испытанию. Непосредственно перед испытанием образцы нужно насухо вытереть.

Для каждого установленного срока испытания готовят по три образца. Образец устанавливают на опорные элементы прибора таким образом, чтобы его горизонтальные грани находились в вертикальном положении. Схема расположения образца на опорных элементах показана на рис.

Для определения прочности на изгиб можно использовать прибор Михаэлиса, машину МИИ-100, а также универсальные испытательные машины, имеющие приспособления для испытания на изгиб. Машина МИИ-100 дает возможность

непосредственного определения значения предела прочности по счетчику без дополнительных расчетов, однако точность определения прочности при изгибе на приборе Михаэлиса несколько выше.

Перед началом испытания на машине МИИ-100 вставляют и закрепляют образец 8 в захвате 10, стрелку прибора 12 устанавливают на нуле шкалы 11, перемещая винт 3 с грузом вдоль прорези. Маховиком 9 создают предварительное натяжение, при отклонении стрелки 12 до деления 4.5 шкалы 11 натяжение прекращают. Затем переключают тумблер 4 в положение «вперед» и электродвигатель машины перемещают груз по направляющим коромысла. Коромысло выходит из равновесия и давит на рычажную систему, которая передает увеличенное в 50 раз усилие на установленный в захват 10 образец. Груз перемещается до тех пор, пока возрастающая нагрузка не разрушит образец.



В момент разрушения образца коромысло поворачивается на призмах так, что хвостовик микропереключателя ударяется об упорную шайбу 1 амортизатора 13 и двигатель останавливается. Машина снабжена счетчиком, который автоматически в зависимости от положения груза показывает напряжения, возникающие в образце в данный момент. При разрушении образца, счетчик фиксирует значение предела прочности при изгибе. После разрушения образца тумблер 4 ставят в положение «назад», при этом груз возвращается в начальное положение, а счетчик показывает нули.

Прибор Михаэлиса перед проведением испытаний уравнивают, перемещая груз 1 (рис. 33) таким образом, чтобы верхняя поверхность рычага 2 находилась на одном уровне со специальной риску, сделанной на внутренней поверхности вертикальной скобы. Прибор уравнивают без ведерка 6.

Скорость подачи нагрузки на образец (500 ± 5) Н/с, что соответствует поступлению в ведерко (100 ± 10) г дробы в секунду. Скорость истечения дробы измеряют так: включают секундомер и засекают время высыпания дробы в ведерко и ее массу. Регулируют скорость подачи дробы изменением сечения отверстия, из которого поступает дробь.

После уравнивания прибора Михаэлиса задвижка 5, перекрывающая желоб сосуда 4 с дробью, должна быть закрыта.

Затем устанавливают образец, подвешивают ведерко и вращением штурвала установочного винта 4 (рис. 34) добиваются того чтобы верхний рычаг занял крайнее верхнее положение. Только в этом случае в момент разрушения образца рычаг, опускаясь, окажется вблизи риски на скобе.

После этого открывают задвижку 5, опуская ее рукой за хомутик, при этом под нагружаемым ведерком поднимается зуб 7. При разрушении образца ведерко с дробью падает и, утапливая зуб закрывает задвижку. Ведерко с дробью

взвешивают на весах с точностью до 10 г и вычисляют предел прочности при изгибе образца-балочки размерами 40X40X160 мм: $R_{из} = 3Pl/2bh^2 \cdot K$
 где P — масса дробы с ведерком; l — расстояние между опорами, см; b — ширина образца, см; h — высота образца, см; K — коэффициент, зависящий от соотношения плеч рычагов прибора; при соотношении 1:50 формула $K=50$, при 1:10 $K=10$.

Для балочки размерами 40X40X160 мм при расстоянии между опорами 100 мм и соотношении плеч рычагов 1:50 формула будет иметь вид: $R_{изг} = 1,15 m$, при соотношении плеч рычагов 1 : 10 $R_{изг} = 0,23 m$, где m — масса ведерка с дробью, кг. Предел прочности при изгибе вычисляют как среднее арифметическое значение двух наибольших результатов испытания трех образцов.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛА ПРОЧНОСТИ ПРИ СЖАТИИ

Шесть половинок балочек, полученных после испытания на изгиб, сразу же подвергают испытанию на сжатие. Каждую половинку балочки помещают между двумя пластинками так, чтобы боковые грани, которые при изготовлении прилегали к стенкам формы, находились на плоскостях пластинок, а упоры пластинок плотно прилегали к торцевой гладкой поверхности образца (рис.35). Образец вместе с пластинками устанавливают на опорную плиту пресса. Средняя скорость нарастания нагрузки при испытании должны быть $(2 \pm 0,5)$ МПа. Предел прочности при сжатии $R_{сж} = PF$

где P — разрушающая нагрузка, Н; F — площадь металлических пластинок, см² т.е. 25 см².

Таблица 19

Цемент	Предел прочности при изгибе через 28 сут, МПа, не менее, для цемента марок					Предел прочности при сжатии через 28 сут, МПа, не менее, для цемента марок				
	200	300	400	500	600	200	300	400	500	600
Портландцемент	—	4,5	5,5	4,5	6,5	—	30	40	50	60
Гидрофобный	—	4,5	5,5	—	—	—	30	40	—	—
Пластифицированный	—	6,0	5,5	6,0	—	—	30	40	50	—
Сульфатостойкий	—	—	5,5	—	—	—	—	40	—	—
Шлакопортландцемент	3,5	4,5	5,5	6,0	—	20	30	40	50	—

Предел прочности при сжатии отдельного образца вычисляют как среднее арифметическое значение четырех наибольших результатов испытания шести образцов.

Марку цемента находят по результатам определения пределов прочности цемента при сжатии и изгибе, сравнивая эти результаты с требованиями ГОСТа на соответствующий цемент. Для каждой марки портландцемента и его разновидностей пределы прочности при изгибе и сжатии образцов, твердевших 28 сут (для быстротвердеющих цементов также и 3 сут), не должны быть ниже значений, указанных в табл. 19.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Назовите размеры балочки.
2. Какой должен быть распыл конуса с В/Ц=0.40?
3. Какой прибор используют для определения прочности на изгиб?
4. Как определяют марку цемента?

Лабораторные работы №№14-15

14, 15. Определение прочности бетона при сжатии и на растяжение при изгибе

Аппаратура. Машина для испытания на сжатие Matest C055, тензорезистор с базой 100 мм (4 шт), штангенциркуль, образцы кубов с рёбрами 150 мм, призм 150 × 150 × 600 мм.

Испытание. При испытании на сжатие образцы-кубы устанавливаются одной из граней на нижнюю опорную плиту пресса центрально относительно его продольной оси, используя риски, нанесенные на плиту пресса. Все образцы одной серии должны быть испытаны в расчетном возрасте в течение не более 1 ч. Перед установкой образца на пресс удаляют частицы бетона, оставшиеся от предыдущего испытания на опорных плитах пресса.

После установки образца на опорные плиты пресса совмещают верхнюю плиту пресса с верхней опорной гранью образца так, чтобы их плоскости полностью прилегали одна к другой. Далее начинают нагружение.

Нагружение образцов производят непрерывно со скоростью, обеспечивающей повышение расчетного напряжения в образце до его полного разрушения в пределах $(0,6 \pm 0,4)$ МПа/с. При этом время нагружения одного образца должно быть не менее 30 с.

Максимальное усилие, достигнутое в процессе испытания, принимают за разрушающую нагрузку и записывают его в журнал испытаний.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Размеры образцов кубов и призм.
2. Какой возраст должен быть у образцов?
3. Сколько проводится нагружение на приборе?
4. За что принимают разрушающую нагрузку?

Лабораторные работы №№16-17.

16, 17. Испытание арматурной стали на растяжение.

Аппаратура. Разрывная испытательная машина, образцы арматурной стали, штангенциркуль, ТНПА (ГОСТ, СТБ) с требованиями к механическим свойствам арматурных сталей.

Испытание. Образец из арматурной стали закрепляют в захваты разрывной машины и центрируют его. Стрелку силоизмерителя машины устанавливают на ноль и включают двигатель, обеспечивая плавное нарастание нагрузки со скоростью 10 МПа/с. За нарастанием нагрузки и деформации следят по движению стрелки силоизмерителя. При достижении арматурной сталью предела текучести от стрелка силоизмерителя останавливается, а затем вновь начинает перемещаться. Величину нагрузки P_t в момент остановки стрелки прибора фиксируют и принимают за нагрузку, соответствующую пределу текучести σ_t , который затем вычисляют с погрешностью до 5 МПа по формуле

$$\sigma_t = \frac{P_t}{F_0}, \text{ МПа}$$

Определение предела прочности σ_b

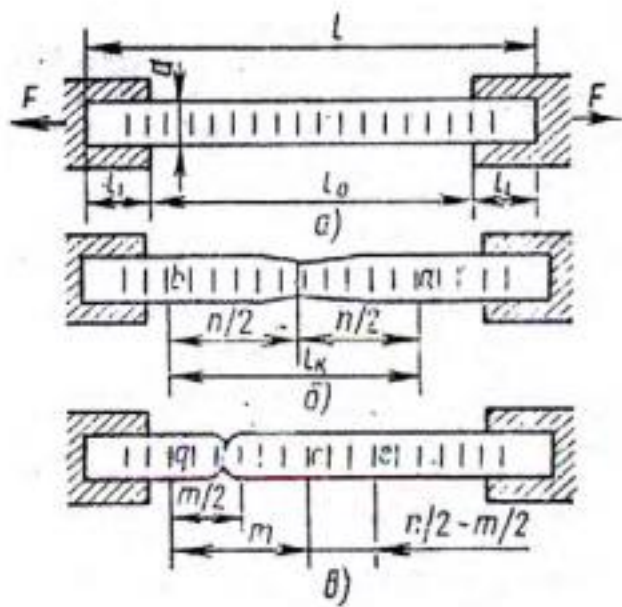
При определении предела прочности арматурной стали при растяжении σ_b скорость нагружения образца должна быть равномерной и более высокой, чем при определении предела текучести, но рост деформации образца не должен превышать 0,2 расчетной длины в минуту. Образец доводят до разрушения и по силоизмерителю устанавливают наибольшую нагрузку P_{max} , предшествующую разрушению. По величине наибольшей нагрузки вычисляют предел прочности σ_b по формуле

$$\sigma_b = \frac{P_{max}}{F_0}, \text{ МПа}$$

Определение относительного удлинения δ

После разрыва образца полученные части складывают вместе так, чтобы их оси образовали прямую линию. Если между сложенными концами имеется зазор, получившийся в результате выкрашивания арматурной стали при испытании, то его включают в длину расчетной части образца после разрыва. От места разрыва в одну сторону откладывают $n/2$ интервалов и ставят метку а. Дробную величину $n/2$ (при нечетном значении n) округляют до целого числа в большую сторону. Участок от места разрыва до первой риски принимают для расчета за полный интервал. От метки а в сторону места разрыва откладывают n интервалов и ставят вторую метку б. Отрезок аb принимают за конечную расчетную длину образца l_k .

Если место разрыва окажется ближе, чем $n/2$ к краю захвата машины, то конечную расчетную длину образца l_k , полученную после разрыва, определяют следующим образом.



Вычисляют число интервалов от места разрыва до крайней риски q и обозначают через $m/2$. Затем от точки q к месту разрыва откладывают m интервалов и ставят метку c . От метки c в том же направлении откладывают $(n/2 - m/2)$ интервалов и ставят метку e . Конечную расчетную длину образца вычисляют по формуле

$$L_k = cq + 2ce$$

Измерив конечную длину l_k , вычисляют относительное удлинение δ по формуле

$$\delta = \frac{(l_k - l_0) \cdot 100}{F_0};$$

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Как определяется предел текучести арматурной стали?
2. Как определяется предел прочности арматурной стали при растяжении?

Лабораторная работа №18 **Определение свойств битума**

Определение глубины проникания иглы в битум

Аппаратура. Пенетрометр (рис. 7), металлическая щетка, водяная баня, термостат, термометр, стеклянная палочка, секундомер, металлическое сито с сеткой № 07.

Испытание. Обезвоженный и расплавленный битум процеживают через металлическое сито и наливают металлическую чашку так, чтобы поверхность битума была не более чем на 5 мм ниже верхнего края чашки, тщательно перемешивают для полного удаления пузырьков воздуха. Чашку охлаждают на воздухе при температуре $(25 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$, предохраняя образец от пыли, в течение 60-75 мин при испытании битума с пенетрацией до 250 и 75—90 мин с пенетрацией более 250. Чашку с образцом помещают в кристаллизатор, наполненный водой так, чтобы высота над поверхностью битума была не менее 10 мм, температура воды $(25 \pm 0,1) ^\circ\text{C}$.

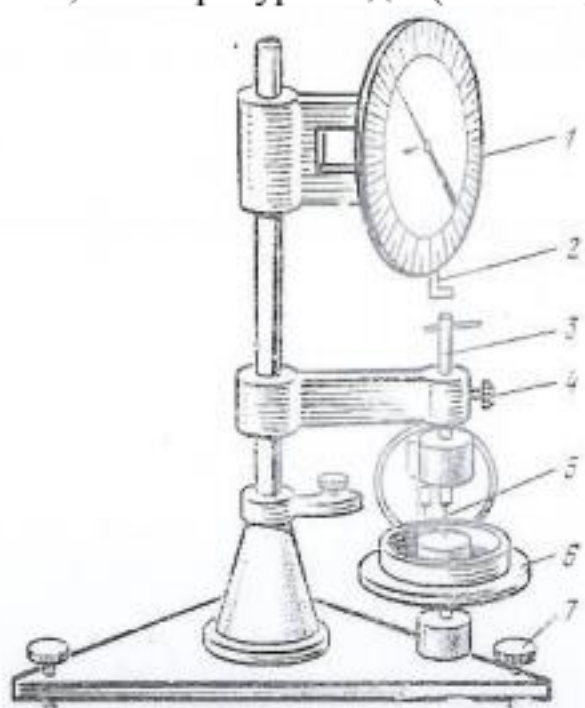


Рис. 7. Пенетрометр

18

Кристаллизатор устанавливают на столик 6 пенетрометра, который должен быть предварительно приведен в горизонтальное положение винтами 7. Подводят острые иглы 5 к поверхности битума так, чтобы игла только слегка касалась ее. Для более точного определения момента соприкосновения иглы с поверхностью битума на стойке прибора установлено зеркало, отражение которого дает видимость подхода иглы к битуму. Можно также наклеить на поверхность битума кусочек папирусной бумаги. После соприкосновения острия иглы с поверхностью битума кремальеру 2 доводят до плунжера 3, а на круге 1 берут счет. Затем одновременно включают секундомер и нажимают стопорную кнопку 4, давая игле свободно погружаться в битум в течение 5 с. Если прибор автоматический, то приводят в действие механизм, который по истечении 5 с выключается сам. После этого кремальеру вновь доводят до верхнего конца плунжера и по кругу берут новый отсчет.

Определение повторяют не менее 3 раз в различных точках на поверхности битума, отстоящих от краев чашки и друг от друга не менее чем на 10 мм. После каждого погружения иглу вынимают из гнезда, отмывают кончик ее от приставшего битума бензином или другим растворителем и насухо вытирают по направлению к острию.

За величину пенетрации принимают среднее арифметическое значение результатов трех параллельных определений. Расхождения между результатами параллельных погружений не должны превышать величин, указанных ниже

Глубина проникания иглы, мм ⁻¹	от 0 до 40		от 40 до 130		от 130 до 250		свыше 250	
Допускаемые расхождения, мм ⁻¹	2		4		6		3% от среднего арифметического результата	

Если пенетрацию определяют при $(0 \pm 0.1) ^\circ\text{C}$, то в баню с водой кладут лед, чашку с битумом выдерживают 60-90 мин. Кристаллизатор наполняют водой со льдом или 2-5%-ным раствором поваренной соли. На плунжер прибора надевают дополнительный груз-шайбу массой 100 г. Время погружения иглы 60 с.

Марки битума: БНД 40/60 60/90 90/130 130/200 200/300 (Битум Нефтяной Дорожный)

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. При помощи какого прибора проводится опыт?
2. Какие марки битума существуют?