

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Строительство и архитектура»

М.М. Малороев, М.Ш. Саламанова, М.Х. Аушев, М.Ш. Гатиев

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ
по дисциплине «Строительные материалы»
раздел «Гидровлические вяжущие вещества»**

(направление подготовки 08.03.01 Строительство,
направленность (профиль) – Промышленное и гражданское строительство)



г. Магас 2026

Составители:

к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Строительство и Архитектура» Ингушского государственного университета М.М. Малороев;

д.т.н., профессор кафедры «Технология строительного производства» Грозненского государственного технического университета М.Ш. Саламанова;

к.т.н., доцент кафедры «Строительство и Архитектура» Ингушского государственного университета М.Ш. Гатиев

к.т.н., доцент кафедры «Строительство и Архитектура» Ингушского государственного университета М.Х. Аушев

Рецензент:

к.т.н., зав. каф. «Строительные дисциплины» Ингушского государственного университета И.С. Ульбиева

Методические указания предназначены для ознакомления студентов, обучающихся по направлению 08.03.01 – Строительство, направленность (профиль) Промышленное и гражданское строительство.

Методические рекомендации рассмотрены и утверждены:

на заседании редакционно-издательского совета ИнгГУ
Протокол № 05/26 от «15» мая 2026г;

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ингушский государственный институт», 2026г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ	4
1. ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ГИПСОВЫХ ВЯЖУЩИХ	6
1.1. Определение тонкости помола гипсовых вяжущих	7
1.2. Определение стандартной консистенции гипсового теста	9
1.3. Определение сроков схватывания гипсовых вяжущих	10
1.4. Определение марки гипсовых вяжущих (по прочности)	13
1.5. Определение водопоглощения гипсовых вяжущих	17
2. ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ СТРОИТЕЛЬНОЙ ВОЗДУШНОЙ ИЗВЕСТИ	18
2.1 Отбор и подготовка проб	19
2.2 Определение степени дисперсности порошкообразной извести	19
2.3 Определение содержания в извести не погасившихся зерен	20
2.4 Определение влажности гидратной извести	20
2.5 Определение времени гашения извести	21
2.6 Определение вида гидравлической извести	22
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	24

ВВЕДЕНИЕ

Минеральные вяжущие — порошкообразные материалы, которые при смешивании с водой образуют пластичную легко формующуюся массу (вяжущее тесто), постепенно затвердевающую до камневидного состояния; этот процесс иногда ускоряют или замедляют. Вяжущие материалы обычно используют в бетонах или растворах. Поэтому некоторые испытания вяжущих проводят с заполнителями.

Прочность — основной показатель качества вяжущих. Так как прочность вяжущих изменяется во времени, то их качество оценивается по прочности, достигнутой за определенное время твердения в условиях, установленных стандартом, этот показатель называют маркой вяжущего.

Скорость твердения — другая не менее важная характеристика вяжущих. Наибольшей быстротой твердения обладают гипсовые вяжущие — они полностью затвердевают за несколько часов. Очень медленно твердеет известь; процесс ее твердения длится годы.

Сроки схватывания характеризуют, сколько времени вяжущее тесто сохраняет пластичность. Схватыванием называют процесс потери пластичности вяжущим тестом: при этом оно становится жестким и приобретает начальную прочность.

Тонкость помола влияет на скорость твердения и прочность вяжущего: чем тоньше оно размолото, тем больше суммарная поверхность его частиц и тем активнее оно взаимодействует с водой, быстрее набирая прочность. Кроме того, более тонкий помол увеличивает пластичность вяжущего теста и соответственно бетонных и растворных смесей на его основе.

Необходимое количество воды для каждого вида вяжущего определяется не из расчета полного химического взаимодействия вяжущего с водой, а из условия получения вяжущего теста (или растворной смеси) стандартной консистенции (нормальной густоты). Для разных вяжущих стандартную консистенцию определяют различными методами, что объясняется неодинаковыми способами укладки смесей, например на основе гипса —

заливкой, а на основе цемента — с применением механического уплотнения. Определение нормальной густоты вяжущего теста или растворной смеси предшествует определению сроков схватывания, прочности и некоторых других свойств и служит для установления стандартного водовяжущего (водоцементного, водогипсового и т. п.) отношения.

1. ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ГИПСОВЫХ ВЯЖУЩИХ

Гипсовые вяжущие — воздушные вяжущие вещества, получаемые путем термической обработки природного двуводного гипса $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ при температуре 140 – 180 °С до превращения его в полугидрат сульфата кальция $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$. Твердение гипсовых вяжущих заключается в обратимом присоединении воды (гидратации) до образования двугидрата сульфата кальция



Характерные свойства гипсовых вяжущих — быстрое схватывание и твердение. Поскольку гипсовые вяжущие твердеют быстро, то образцы испытывают на прочность через 2 ч после затворения. За это время гидратация и кристаллизация гипсового вяжущего заканчиваются.

При приготовлении гипсового теста берут в 2 – 3 раза больше воды, чем необходимо для гидратации гипса. Поэтому после затвердевания в гипсовом камне остается значительное количество воды. В таком состоянии он обладает пониженной прочностью. После сушки прочность гипсового камня возрастает в 1,5 – 2 раза. Однако испарившаяся вода оставляет в гипсовом камне много пор, поэтому средняя плотность гипсового камня довольно низкая (1200 – 1500 кг/м³). Гипс — одно из немногих вяжущих, расширяющихся при твердении: увеличение в объеме достигает 0,2 %.

Для оценки качества гипса от каждой партии вяжущего, подлежащего испытанию, отбирают пробу массой от 10 до 15 кг. При поставке гипса без упаковки пробу отбирают непосредственно с транспортных средств равными частями из четырех мест. При поступлении гипса в мешках пробу отбирают из 10 мешков примерно по 1 – 1,5 кг из середины каждого мешка. Отобранные пробы тщательно смешивают и квартованием делят на две равные части по 5-7 кг каждая, одну из которых передают в лабораторию на испытание. При испытании гипса согласно ГОСТ 23789 [5] в условиях учебной лаборатории определяют тонкость помола, нормальную густоту и сроки схватывания гипсового теста, предел прочности при изгибе и сжатии образцов из затвердевшего гипсового теста.

1.1. Определение тонкости помола гипсовых вяжущих

Сущность метода заключается в определении массы гипсового вяжущего, оставшегося при просеивании на сите с ячейками размером в свету 0,2 мм.

Оборудование и материалы: навеска гипса, технические весы, сушильный шкаф сито № 02, термометр, установку для механического просеивания.

Проведение испытаний. Перед началом испытания пробу гипсового вяжущего массой 120 – 150 г насыпают в фарфоровую чашку (рис. 1.1) и высушивают в сушильном шкафу в течение 1 ч при температуре 50 ± 5 °С.

Из высушенной пробы отбирают навеску массой 50 г с погрешностью не более 0,1 г и высыпают на сито с сеткой № 02 (рис. 1.2). Просеивание производят вручную или на механической установке (рис. 1.3) в течение 5-7 мин. Просеивание считается законченным, если сквозь сито в течение 1 мин при ручном контрольном просеивании проходит не более 0,05 г вяжущего.

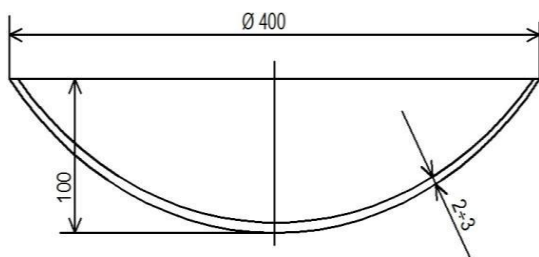


Рис. 1.1. Чашка затворения

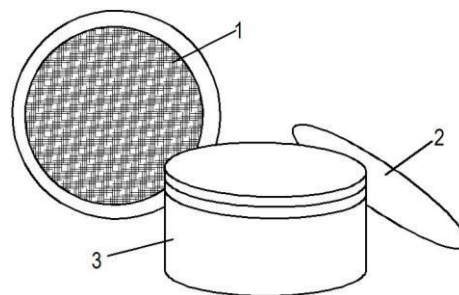


Рис. 1.2. Сито для просеивания

Обработка результатов. Тонкость помола T_{II} определяют в процентах с погрешностью не более 0,2 % по формуле:

$$T_{II} = \frac{m_1}{m} \times 100$$

где m_1 – остаток на сите, г; m – первоначальная масса пробы гипса (50 г), г.

За тонкость помола гипсового вяжущего принимают среднее

арифметическое результатов двух испытаний. Результаты испытания записывают в табл. 1.1.

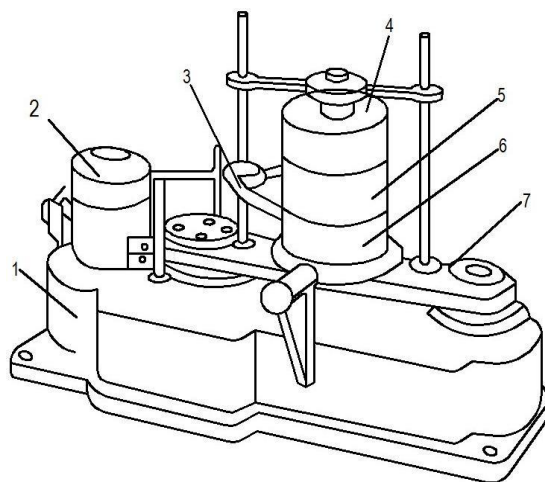


Рис. 1.3. Ситовый анализатор:
1 – станина; 2 – электродвигатель;
3 – кулачки; 4 – крышка; 5 – набор сит; 6 – шатунно-эксцентриковый механизм

Таблица 1.1

Определение тонкости помола

Показатель	Значение
Масса гипса до просеивания, m , г	
Масса гипса после просеивания, m_1 , г	
Тонкость помола (остаток на сите), T_{II} , %	

В зависимости от степени помола различают вяжущие видов, приведенных в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Требования к гипсу по тонкости помола

Вид вяжущего	Индекс степени помола	Максимальный остаток на сите с размерами ячеек в свету 0,2 мм, %, не более
Грубого помола	I	23
Среднего помола	II	14
Тонкого помола	III	2

1.2. Определение стандартной консистенции гипсового теста

Стандартная консистенция (нормальная густота) характеризуется диаметром расплыва гипсового теста, вытекающего из цилиндра при его поднятии, который должен быть равен 180 ± 5 мм.

Оборудование и материалы: навеска гипса, вода, технические весы, чаша для затворения, стекло диаметром более 240 мм, полый цилиндр.

Перед началом испытаний на стол укладывают квадратный лист стекла размером не менее 240 мм. На стекле или бумаге под стеклом наносят ряд концентрических окружностей диаметром 150-220 мм, причем окружности диаметром от 170 до 190 мм наносят через 5 мм, а остальные – через 10 мм. Медный или латунный полый цилиндр (рис. 1.4), имеющий высоту 100 мм и внутренний диаметр 50 мм, ставят в центр стеклянной пластинки. Внутреннюю поверхность цилиндра и пластинку протирают влажной тканью.

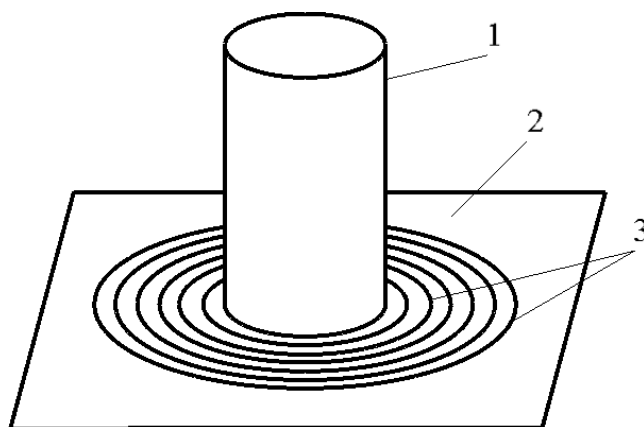


Рис. 1.4. Вискозиметр Суттарда:

1 - цилиндр, 2 - стеклянная пластинка, 3 - концентрические окружности

Проведение испытаний. Для определения стандартной консистенции отвешивают 300 г гипсового вяжущего, высыпают его в чашу для затворения (рис. 1.1) с заранее отмеренным количеством воды в пределах 150-220 мл (40-45% от массы гипсового вяжущего) и перемешивают в течение 30 с, начиная отсчет от момента всыпания гипсового вяжущего в воду. После окончания перемешивания цилиндр, установленный в центре стекла, заполняют гипсовым

тестом, излишки которого срезают линейкой. Через 45 с, считая от начала всыпания гипсового вяжущего в воду, или через 15 с после окончания перемешивания цилиндр быстро поднимают вверх на высоту 15-20 см и отводят в сторону. Время перемешивания строго соблюдают, так как вязкость гипсового теста быстро возрастает во времени и нарушение продолжительности перемешивания дает искаженные результаты испытания[1].

Диаметр расплыва измеряют непосредственно после поднятия цилиндра в двух взаимно перпендикулярных направлениях с погрешностью не более 5 мм и вычисляют его среднее арифметическое значение. Если диаметр расплыва отличается от (180 ± 5) мм, испытание повторяют с измененным количеством воды, добываясь требуемого расплыва.

Результаты испытания записывают в табл. 1.3.

Таблица 1.3

Определение нормальной густоты гипсового теста

Номер опыта	Количество воды		Диаметр расплыва гипсового теста, мм
	г	%	

1.3. Определение сроков схватывания гипсовых вяжущих

Сущность метода состоит в определении времени от начала контакта гипсового вяжущего с водой до начала и конца схватывания теста.

Оборудование и материалы: навеска гипса, чаша для затворения, вода, технические весы, прибор Вика, лопаточка, нож, секундомер.

Сроки схватывания гипсового вяжущего определяют с помощью прибора Вика (рис.1.5) с иглой сечением 1 мм^2 и длиной 50 мм на тесте стандартной консистенций.

Перед началом испытания проверяют свободное перемещение стержня прибора Вика, чистоту и прямизну иглы, положение стрелки, которая должна

быть на нуле при опирании иглы на пластинку. Кольцо и пластинку смазывают тонким слоем машинного масла. Для сохранения общей массы подвижной части прибора (300 ± 2) г на плоскую головку стержня укладывают довеску.

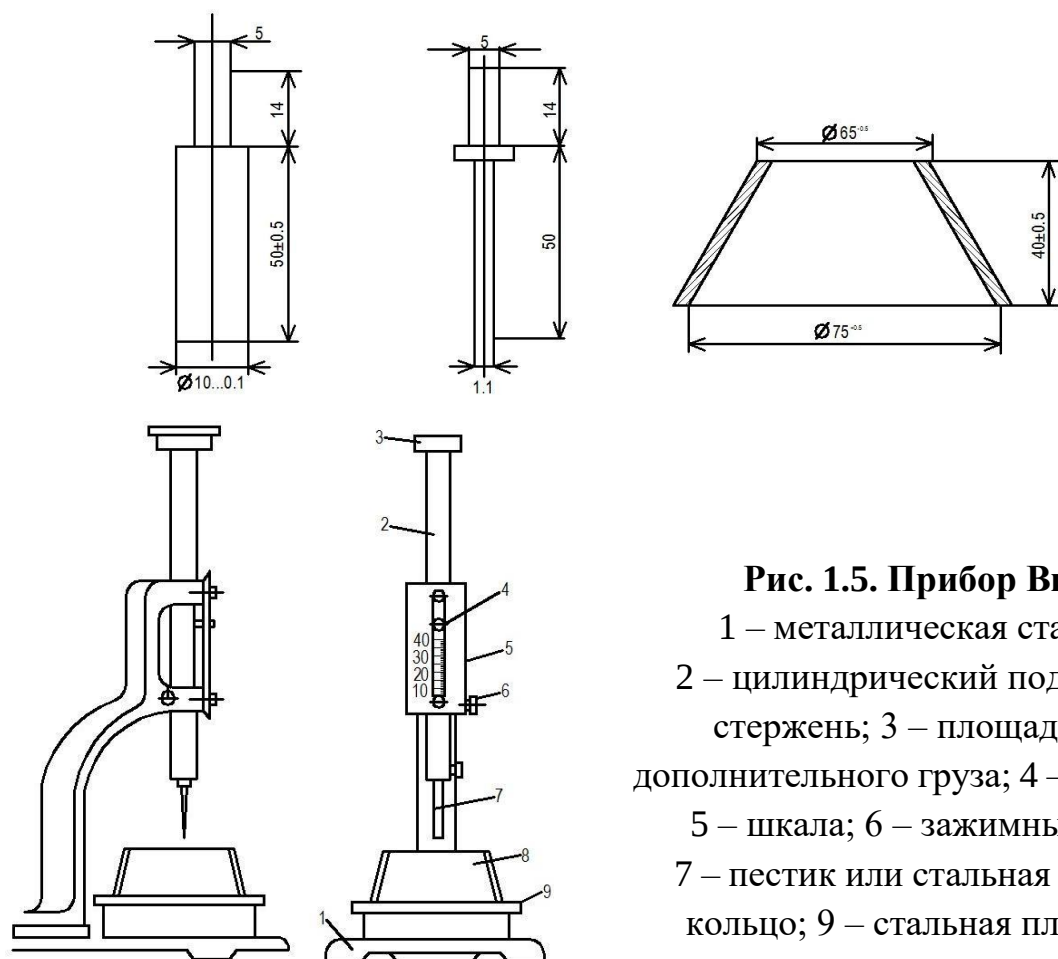


Рис. 1.5. Прибор Вика:

- 1 – металлическая станина;
- 2 – цилиндрический подвижный стержень; 3 – площадка для дополнительного груза; 4 – указатель;
- 5 – шкала; 6 – зажимный винт;
- 7 – пестик или стальная игла; 8 – кольцо; 9 – стальная пластинка

Проведение испытаний. Для испытания берут 200 г гипсового вяжущего и воду в количестве, соответствующем тесту стандартной консистенции. Отвешенную навеску всыпают в воду и перемешивают в течение 30 с, одновременно включая секундомер, до получения однородного теста. Готовое тесто выливают в коническое кольцо-форму, установленное на пластинке. Чтобы удалить попавший в тесто воздух, кольцо с пластинкой 5-6 раз встряхивают, поднимая и опуская одну из сторон пластинки на 10-15 мм. Затем излишек теста срезают ножом, одновременно заглаживая его поверхность, после чего пластинку с кольцом устанавливают на прибор Вика.

Стержень прибора устанавливают так, чтобы игла касалась поверхности

гипсового теста. Далее отпускают зажимный винт, и игла под действием силы тяжести стержня погружается в тесто. Погружения производят с интервалом 30 с, начиная с целого числа минут (обычно. 2 мин). После каждого погружения иглу тщательно вытирают, а пластинку вместе с кольцом передвигают так, чтобы игла при новом погружении попадала в другое место поверхности гипсового теста. Глубину погружения иглы в гипсовое тесто фиксируют по показанию стрелки, расположенной на подвижном стержне, и ее значение заносят в табл. 1.4

Началом схватывания считают промежуток времени от момента всыпания гипса в воду до момента, когда игла не доходит до пластинки. На 0,5 мм. Концом схватывания считается время от момента всыпания гипса в воду до момента, когда игла погрузится в тесто не более чем на 1 мм.

Таблица 1.4

Определение сроков схватывания цементного теста

Номер опыта	Показания прибора, мм	Время	
		ч	мин

В зависимости от сроков схватывания различают вяжущие видов, приведенных в табл. 1.5.

Таблица 1.5

Определение сроков схватывания гипсового теста

Вид вяжущего	Индекс сроков твердения	Сроки схватывания, мин	
		начало, не ранее	конец, не позднее
Быстро твердеющий	А	2	15
Нормально твердеющий	Б	6	30
Медленно твердеющий	В	20	Не нормируется

1.4. Определение марки гипсовых вяжущих (по прочности)

Сущность испытания заключается в определении напряжений, разрушающих стандартный образец-балочку размером 40х40х160 мм, которую испытывают на изгиб, а образовавшиеся половинки балочки — на сжатие.

Оборудование и материалы: навеска гипса, вода, чаша для затворения, технические весы, лопатка, нож, форма для образцов-балочек, пресс для определения предела прочности на изгиб и на сжатие.

Проведение испытаний. Образцы формуют из теста стандартной консистенции. Для этого берут 1200 г гипсового вяжущего и количество воды, необходимое для получения теста нормальной густоты. Вяжущее всыпают в воду и интенсивно перемешивают в течение 60 с. Образцы формуют в трехгнездных формах (1.6), которые предварительно очищают и смазывают машинным маслом. Все три гнезда формы заполняют одновременно, для чего чашку с гипсовым тестом равномерно продвигают над формой. Для удаления воздуха заполненную форму встряхивают 5 – 6 раз.

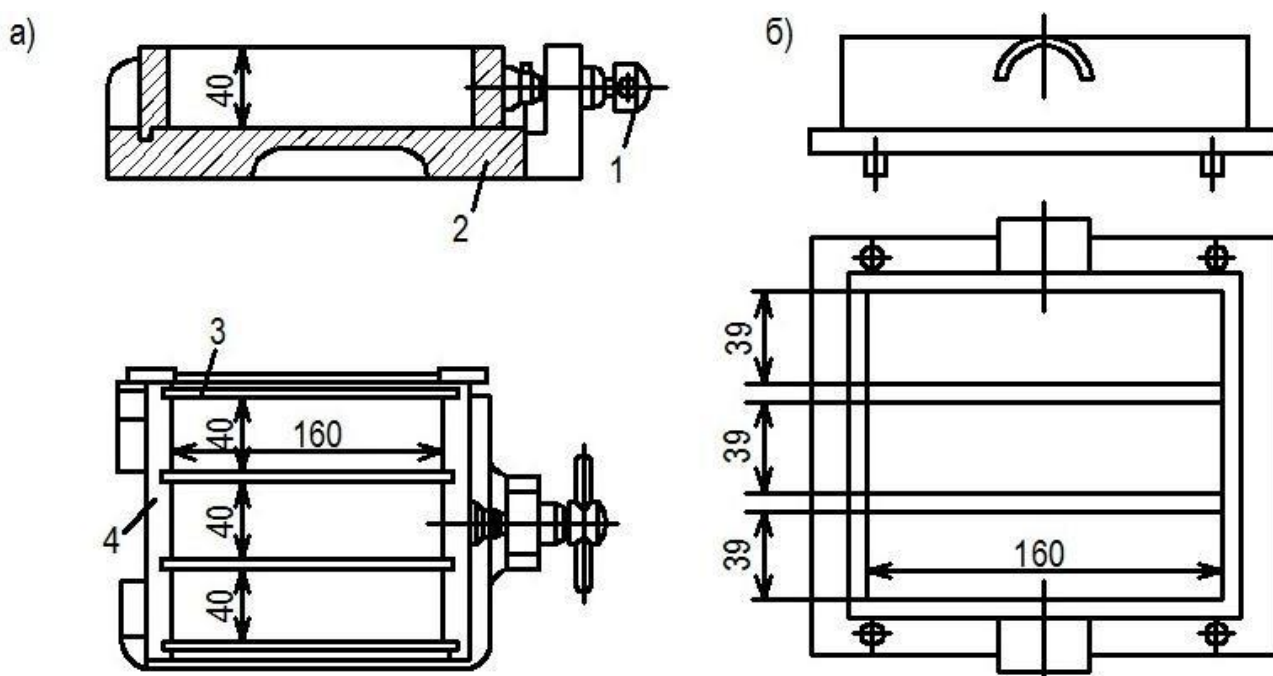


Рис 1.6. Металлическая разъемная форма (а) и насадка к ней (б):
1 – зажимной винт; 2 – поддон; 3 – боковые стенки; 4 – торцевые стенки

После наступления начала схватывания излишки гипсового теста срезают линейкой. Через 15 ± 5 мин после конца схватывания образцы извлекают из формы, маркируют и хранят в помещении для испытаний[2].

По истечении 2 ч после начала перемешивания образцы испытывают на изгиб на машине МИИ-100 или на другой испытательной машине, развивающей усилие до 5 кН. Балочки устанавливают на опоры таким образом, чтобы те грани, которые были горизонтальными при изготовлении, при испытании находились бы в вертикальном положении (1.7). Испытание и расчет предела прочности на изгиб производят так же, как и для цементных образцов.

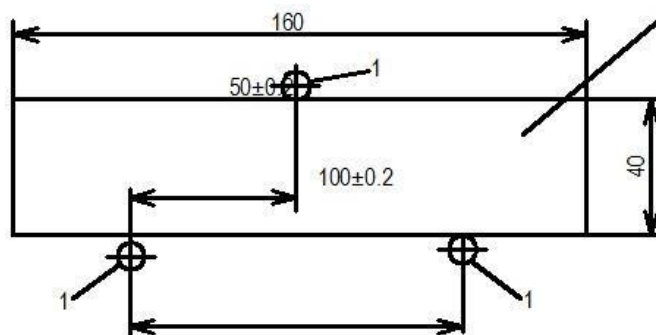


Рис. 1.7. Схема испытания цементных образцов на изгиб:
1 – опора; 2 – образец-балочка

Половинки балочек (шесть штук), получившихся после испытания на изгиб, используют для определения предела прочности при сжатии. Для этого образцы, такие же как и цементные, помещают между стальными пластинками (рис 1.8). Образец вместе с пластинками подвергается сжатию на прессе, развивающем усилие 50 кН. Время от начала нагружения образца до его разрушения должно составлять от 5 до 30 с (скорость нарастания нагрузки около 2,5 кН в секунду).

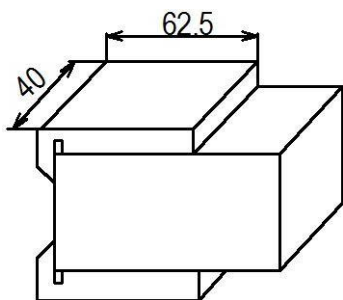


Рис. 1.8. Схема испытания половинок балок на сжатие:
1 – пластинки; 2 - образец

Обработка результатов. Расчет предела прочности при изгибе $R_{СЖ}$, МПа, производят по формуле:

$$R_{СЖ} = 0,0234F$$

где F - разрушающая нагрузка, МПа или кгс/см².

Предел прочности при изгибе вычисляют как среднее арифметическое результатов трех испытаний. Результаты испытания заносят в табл. 1.6.

Предел прочности при сжатии $R_{СЖ}$, МПа, гипсовых образцов подсчитывают по формуле:

$$R_{СЖ} = \frac{P_P}{F}$$

где P_P – разрушающая нагрузка, Н; F – первоначальная площадь поперечного образца, мм².

Предел прочности на сжатие вычисляют как среднее арифметическое результатов шести испытаний без наибольшего и наименьшего результатов. Данные результатов испытания заносят в табл. 1.7.

Марку гипсового вяжущего устанавливают по наименьшему значению предела прочности при изгибе или при сжатии.

Минимальный предел прочности вяжущей каждой марки вяжущего должен соответствовать значениям, приведенным в табл. 1.8.

Таблица 1.6

Результаты испытания балочек на изгиб

Показатель	Номер образца		
	1	2	3
Предел прочности образца $R_{И}$, МПа			
Средний предел прочности $R_{И}$, МПа			
Навеска гипса, г			
Водогипсовое отношение			

Таблица 1.7

Результаты испытания половинок балочек на сжатие

Показатель	Номер образца					
	1	2	3	4	5	6
Разрушающая нагрузка P , Н						
Площадь сечения F , мм ²						
Предел прочности образца $R_{СЖ}$, МПа						
Средний предел прочности $R_{СЖ}$, МПа						
Навеска гипса, г						
Водогипсовое отношение						

Таблица 1.8.

Марки гипсовых вяжущих

Марка вяжущего	Предел прочности образцов-балочек размерами 40х40х160 мм в возрасте 2 ч, МПа (кгс/см ²), не менее	
	при сжатии	при изгибе
Г-2	2 (20)	1,2 (12)
Г-3	3 (30)	1,8 (18)
Г-4	4 (40)	2,0 (20)
Г-5	5 (50)	2,5 (25)
Г-6	6 (60)	3,0 (30)
Г-7	7 (70)	3,5 (35)
Г-10	10 (100)	4,5 (45)
Г-13	13 (130)	5,5 (55)
Г-16	16 (160)	6,0 (60)
Г-19	19 (190)	6,5 (65)
Г-22	22 (220)	7,0 (70)
Г-25	25 (250)	8,0 (80)

1.5. Определение водопоглощения гипсовых вяжущих

Проведение испытаний. Водопоглощение гипсовых вяжущих определяют на трех образцах (половинках-балочках), предварительно высушенных до постоянной массы при температуре (45 – 55°C). Образцы взвешивают, помещают в горизонтальном положении в ванну и заливают до половины водой. Через 2 ч их заливают водой полностью и выдерживают еще 2 ч. После этого образцы извлекают из воды, обтирают влажной тканью и взвешивают.

Обработка результатов. Водопоглощение гипсовых вяжущих W , %, определяют по формуле:

$$W = \frac{m_1 - m}{m}$$

где m - первоначальная масса образца, г; m_1 - масса образца после насыщения водой, г.

Величину водопоглощения определяют, как среднее арифметическое результатов трех определений. Результаты испытаний записывают в табл. 1.9.

Таблица 1.9

Определение водопоглощения

Показатель	Номер определений		
	1	2	3
Масса образца до насыщения водой, m , г			
Масса образца после насыщения водой, m_1 , г			
Водопоглощение гипсовых вяжущих, W , %			
Среднее значение водопоглощения, W , г/см ³			

2. ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ СТРОИТЕЛЬНОЙ ВОЗДУШНОЙ ИЗВЕСТИ

Строительная известь — вяжущее, получаемое обжигом кальциевых и магниевых карбонатных пород. Основным компонентом строительной извести — оксид кальция CaO . Кроме CaO в извести могут присутствовать оксид магния MgO и низкоосновные силикаты и алюминаты кальция. В зависимости от водостойкости затвердевшего вяжущего, определяемой содержанием силикатов и алюминатов кальция, строительная известь разделяется на воздушную и гидравлическую. Воздушная известь по содержанию CaO и MgO делится на кальциевую, магниевую и доломитовую.

Воздушная известь непосредственно после изготовления имеет вид крупных кусков (20 – 200 мм) и называется комовой кипелкой. Такая известь, активно взаимодействуя с водой, выделяет значительное количество теплоты; при этом вода нагревается и может закипеть (отсюда название — «кипелка»). Куски извести при взаимодействии с водой диспергируются (распадаются) в тонкий порошок, называемый пушонкой. При избытке воды образуется известковое тесто. Процесс взаимодействия извести с водой называется гашением, а образующийся продукт — гидратной (гашеной) известью.

Воздушная известь может содержать частицы, не способные к гашению: инертные включения (песок, кусочки шлака), «недожог» — остатки CaCO_3 и MgCO_3 и «пережог» — спекшиеся и оплавленные частицы, гасящиеся очень медленно. В тех случаях, когда негашеную комовую известь не гасят, а размалывают, она называется молотой кипелкой. Гидравлическую известь всегда после обжига подвергают тонкому размолу.

Для всех видов и сортов порошкообразной строительной извести (гидратной, молотой негашеной и молотой гидравлической) степень дисперсности должна быть такой, чтобы при просеивании пробы извести через сита с сетками № 02 и 008 проходило соответственно не менее 98,5 и 85 % массы пробы.

Как воздушная, так и гидравлическая известь должны выдерживать

испытания на равномерность изменения объема при твердении.

2.1. Отбор и подготовка проб

Для испытания извести от каждой партии (размер партии устанавливается в количестве 100 т) отбирают пробу массой не менее 20 кг для комовой извести и 10 кг для гидратной. Пробу комовой извести отбирают из 10 различных мест верхнего, среднего и нижнего слоев извести примерно равными частями. При поставке молотой извести в мешках пробу отбирают из 10 мешков, взятых из разных мест штабеля по 2 кг из мешка.

Отобранную пробу делят на две равные части, одну из которых подвергают лабораторному испытанию, а вторую помещают в герметичный сосуд, опечатывают и хранят в течение 15 дней на случай необходимости повторных контрольных испытаний.

Перед проведением лабораторных испытаний пробу негашеной комовой извести измельчают до кусков размером не более 10 мм и методом квартования отбирают 1 кг для определения содержания не погасившихся зерен и 500 г для других испытаний. Пробу массой 500 г измельчают до полного прохождения через сетку № 09, тщательно перемешивают и квартованием отбирают 150 г. Эту навеску растирают до полного прохождения через сетку № 008, помещают в герметически закрытый сосуд и используют для проведения испытаний, предусмотренных ГОСТ 22688[6].

2.2. Определение степени дисперсности порошкообразной извести

Проведение испытаний. Навеску порошкообразной извести массой 50 г, предварительно высушенной при температуре 105-110 °С до постоянной массы, просеивают через сита с сетками № 02 и 008 (рис. 1.2). Просеивание считается законченным, если при контрольном просеивании вручную в течение 1 мин через указанные сита проходит не более 0,1 г извести[5].

Обработка результатов. Степень дисперсности $СД$, %, для каждого

сита вычисляют по формуле:

$$CD = \frac{m_1}{m} \times 100$$

где m_1 — остаток на соответствующем сите, г; m — первоначальная масса навески, г ($m = 50$ г).

2.3. Определение содержания в извести не погасившихся зерен

Проведение испытаний. В металлический сосуд вместимостью 8 – 10 л наливают 3,5 – 4 л воды, нагретой до температуры 85 – 90 °С, и всыпают 1 кг комовой извести, раздробленной до кусков не более 10 мм. Содержимое сосуда непрерывно перемешивают до окончания интенсивного выделения пара (кипения). Полученное тесто закрывают крышкой и выдерживают 2 ч. Затем тесто разбавляют водой до консистенции известкового молока и порциями выливают его на сито с сеткой № 063, промывая слабой непрерывной струей воды и слегка растирая мягкие кусочки стеклянной палочкой с резиновым наконечником. Частицы, оставшиеся на сите, аккуратно собирают и высушивают при температуре 140 – 150 °С до постоянной массы[4].

Обработка результатов. Содержание не погасившихся зерен $HЗ$, %, вычисляют по формуле:

$$HЗ = \frac{m}{1000} \times 100$$

Где m — остаток на сите после высушивания, г.

2.4. Определение влажности гидратной извести

Проведение испытаний. Навеску массой 10 г помещают в сухой, предварительно взвешенный стаканчик с крышкой и высушивают в сушильном шкафу при температуре 110-110°С. Во время сушки крышку стаканчика приоткрывают. В сушильном шкафу должен находиться также открытый

стаканчик с натронной известью (смесь Ca(OH)_2 с NaOH) для улавливания CO_2 из воздуха, который может вступить во взаимодействие с испытываемой известью $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ и исказить результаты испытания. Через 2 ч стаканчик с гидратной известью плотно закрывают крышкой, извлекают из сушильного шкафа, охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Высушивание повторяют до постоянной массы.

Обработка результатов. Влажность извести W ,%, вычисляют по формуле:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100$$

где m_1 -масса материала в естественно-влажном состоянии, г; m_2 - масса материала, высушенного до постоянной массы, г.

Влажность гидратной извести должна быть не более 5 %.

2.5. Определение времени гашения извести

Взаимодействие извести с водой (гашение) сопровождается интенсивным выделением теплоты, поэтому характеристикой скорости гашения может служить время достижения смесью максимальной температуры. Чтобы избежать потерь теплоты в окружающую среду, гашение при этом испытании проводят в термосе.

Массу пробы извести m , г, для этого испытания рассчитывают по формуле:

$$m = \frac{1000}{A}$$

где A — содержание активных $\text{CaO} + \text{MgO}$ в извести, %.

Пробу извести, отвешенную с погрешностью не более 0,1 г, помещают в колбу от бытового термоса вместимостью 250 – 500 мл, куда вливают 25 мл воды температурой 20 °С. Смесью быстро перемешивают деревянной

отполированной палочкой. Колбу закрывают пробкой с плотно вставленным термометром, проградуированным на 100 °С, и оставляют в покое. Ртутный шарик термометра должен быть полностью погружен в реагирующую смесь. Температуру смеси определяют через каждую минуту, начиная с момента добавления воды.

Испытание считается законченным, если в течение 4 мин температура не повышается более чем на 1 °С. За время гашения принимают время с момента добавления воды к извести до начала периода, когда рост температуры не превышает 0,25 °С в минуту,

Испытуемая известь считается быстрогасящейся, если время ее гашения составляет не более 8 мин, среднегасящейся, если время гашения — не более 25 мин, и медленногасящейся, если время гашения — более 25 мин.

2.6. Определение вида гидравлической извести

Вид извести (сильно- или слабогидравлическая) устанавливают по прочности образцов-балочек размером 40х40х160 мм, изготовленных из известково-песчаного раствора состава 1:3 стандартной консистенции. Методики приготовления образцов-балочек и образцов при определении марки цемента аналогичны. В зависимости от вида извести прочность образцов после 28 сут твердения в стандартных условиях должна быть в определенных пределах: для слабогидравлической извести предел прочности при изгибе не менее 0,4 МПа, при сжатии — не менее 1,7 МПа; для сильногидравлической извести эти величины — соответственно не менее 1 и 5 МПа[3].

Для изготовления образцов отвешивают 500 г молотой гидравлической извести и 1500 г стандартного кварцевого песка и тщательно их перемешивают. Водоизвестковое отношение, при котором раствор имеет нормальную консистенцию, колеблется в зависимости от вида извести в пределах от 0,45 до 0,6. Поэтому для начального этапа испытаний берут воду в количестве, соответствующем минимальному значению водоизвесткового отношения (В/И

= 0,45), что составляет 225 мл.

В сухую смесь извести и песка добавляют около половины отмеренного количества воды. Смесь перемешивают и оставляют охлаждаться до температуры 25 – 30°C. Когда смесь охладится, добавляют остальное количество воды и окончательно перемешивают растворную смесь вручную или на лабораторной мешалке.

Далее проверяют консистенцию растворной смеси на встряхивающем столике. Расплыв конуса смеси стандартной консистенции должен быть равен 110-115 мм. Если расплыв менее требуемого, добавляют небольшое количество воды (обычно увеличивают водоизвестковое отношение на 0,05) и после повторного перемешивания снова проверяют консистенцию. Так поступают до тех пор, пока не будет приготовлена смесь нормальной консистенции.

Из полученной смеси на вибростоле формуют образцы-балочки (рис. 1.6). Образцы маркируют и через сутки освобождают от форм.

В течение последующих 5-6 суток их хранят в ванне с гидравлическим затвором, причем образцы располагаются на подставке над поверхностью воды. Через 7 сут с момента формирования образцов их погружают в воду температурой (20 ± 2) °C так, чтобы ее уровень был на 2 см выше образцов. По истечении 28 суток с момента формирования образцы испытывают на изгиб на гидравлическом прессе, а образовавшиеся половинки — на сжатие на гидравлическом прессе с использованием стальных пластинок. Предел прочности при изгибе и сжатии известково-песчаного раствора вычисляют как среднее арифметическое результатов испытания образцов. При этом в расчет не берут наибольший и наименьший результаты испытаний на сжатие. Вычисленные значения пределов прочности испытываемой извести сравнивают с требованиями ГОСТа и определяют, к какому виду относится данная известь.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белов, В.В. Лабораторные определения свойств строительных материалов / В. В. Белов, В. Б. Петропавловская, Ю. А. Шлапаков – Москва : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2004. – 186 с.
2. Колбасов, В. М. Технология вяжущих материалов / В. М. Колбасов, Л. М. Сулименко – Москва : Стройиздат, 1987. – 291 с.
3. Алексеев, Б. В. Технология производства цемента / Б. В. Алексеев – Москва : Стройиздат, 1980. – 225 с.
4. Горчаков, Г. И. Строительные изделия / Г. И. Горчаков, Ю. М. Баженов — Москва : Стройиздат, 1986. – 348 с.
5. ГОСТ 23789 – 2018 Вяжущие гипсовые. Методы испытаний. - Москва : Стандартиформ, 2018.
6. ГОСТ 22688 Известь строительная. Методы испытаний. - Москва : ИПК Издательство стандартов, 1997.
7. ГОСТ 7.0.100-2018 Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. – Москва, 2018.