

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОТКРЫТЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
МИНИСТЕРСТВА ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

24/1/10

Одобрено кафедрой
«Здания и сооружения
на транспорте»

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Технология бетона и вяжущие средства

Руководство № 1 и 2
к выполнению лабораторных работ
для студентов III, IV курсов

специальности

290300 ПРОМЫШЛЕННОЕ И ГРАЖДАНСКОЕ
СТРОИТЕЛЬСТВО (ПГС)

290800 ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ (ВК)

290900 СТРОИТЕЛЬСТВО ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ, ПУТЬ
И ПУТЕВОЕ ХОЗЯЙСТВО (С)

291100 МОСТЫ И ТРАНСПОРТНЫЕ ТОННЕЛИ (МТ)

Факультет _____ группа _____

Студент _____

(фамилия, имя, отчество)



Москва – 2004

Составители: канд. техн. наук, доц. В.К. Баженов
канд. техн. наук, доц. Т.И. Милых

Рецензент — доц. М.П. Гольшкова

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ
ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

ТЕХНОЛОГИЯ БЕТОНА И ВЯЖУЩИЕ СРЕДСТВА

Руководство № 1 и 2
к выполнению лабораторных работ

Редактор *Д.Н. Тихонычев*
Корректор *В.В. Игнатова*
Компьютерная верстка *Е.Ю. Русалева*

Тип. зак.	Изд. зак. 310	Тираж 4 000 экз.
Подписано в печать	Гарнитура Times.	Офсет
Усл. печ. л. 6,5		Формат 60×90 ¹ / ₁₆

Издательский центр РГОТУПС,
125993, Москва, Часовая ул., 22/2

Типография РГОТУПС, 125993, Москва, Часовая ул., 22/2

© Российский государственный открытый технический
университет путей сообщения Министерства путей сообщения
Российской Федерации, 2004

РУКОВОДСТВО № 1

Материалы различаются по составу, структуре, форме, техническим свойствам, исходному сырью, технологии производства и предназначаются для применения в различных областях строительства.

Курс дисциплин — материаловедение, технология конструкционных материалов и технология бетона и вяжущих средств включает: технологию производства материалов, способы их получения; классификацию свойств материалов, требования, предъявляемые к ним; методы испытаний материалов; виды изделий и области применения в строительстве.

Цель курса — подготовить студента для решения практических задач в области строительства.

Для того чтобы каждое сооружение было прочным и долговечным, необходимо строительные материалы применять рационально, в соответствии с их назначением. Так, каменные материалы использовать как стеновые; плотные, особенно природные камни — для возведения фундаментов и т.д. Применяя тот или иной материал, следует учитывать его поведение в различных средах и постоянно следить за его качеством. Прочность и другие характеристики материалов определяются испытаниями их в лабораторных условиях. По результатам испытаний, которые сопоставляются с требованиями ГОСТа, имеющих на каждый материал, судят о качестве материала и возможности его применения в строительном деле. Поэтому необходимо очень внимательно относиться к испытаниям материалов в лабораториях.

Раздел I

ОСНОВНЫЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ

1. ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Истинная плотность — масса единицы объема материала в абсолютно плотном состоянии, т.е. без пустот и пор. *Пустоты* — пространства между зернами (кусками) материала. *Поры* — капилляры (каналы) внутри зерен (кусков) материала.

Истинная плотность

$$\rho = \frac{m}{V_{\text{абс}}}, \text{ г/см}^3,$$

где m — масса материала, г, кг;

$V_{\text{абс}}$ — абсолютный объем материала, см³, м³.

Средняя плотность материала (в куске) — масса единицы объема материала без пустот, но с порами.

Средняя плотность зерен материала

$$\rho_0^{\text{к}} = \frac{m}{V^{\text{к}}}, \text{ г/см}^3,$$

где $V^{\text{к}}$ — объем материала в куске (с порами, но без пустот), см³, м³.

Насыпная плотность — масса единицы объема материала с пустотами и порами.

Насыпная плотность

$$\rho^{\text{нас}} = \frac{m}{V^{\text{н}}}, \text{ г/см}^3,$$

где $V^{\text{н}}$ — объем рыхлого материала с порами и пустотами, см³, м³.

Все три величины представляют массу единицы объема материала (см³, м³), но различаются между собой степенью заполнения объема веществом:

Истинная плотность — без пустот и пор; *средняя плотность в куске* — с порами; *насыпная плотность* — с порами и пустотами между зерен.

Средняя плотность материалов используется для расчетов их пористости, теплопроводности. Истинная плотность нужна для вычисления пористости материалов. Значения истинной и средней плотности даны в табл. 1.

Таблица 1

Истинная и средняя плотность, пористость и водопоглощение материалов

Материал	Плотность, г/см ³	Средняя плотность, г/см ³	Пористость, %	Водопоглощение, %	
				по массе	объемное
Сталь	7,86	7,86	0	0	0
Бетон:					
тяжелый	2,7	2,45	10	2,5	6,0
легкий	2,6	1,40	46	10,7	15,0
Кирпич	2,6	1,80	32	11,0	20,0
Древесина (сосна)	1,55	0,55	65	132	59
Минераловатная плита	2,65	3,50	88	60	21

Пористость (объем пор — $V_{\text{пор}}$) — степень заполнения объема материала порами.

Пористость

$$\Pi_0 = \frac{V_{\text{пор}}}{V^{\text{к}}} = 1 - \frac{\rho_0^{\text{к}}}{\rho} = \frac{\rho - \rho_0^{\text{к}}}{\rho},$$

где $V_{\text{пор}}$ — объем пор;

$V^{\text{к}}$ — объем пористого материала.

Пористость в процентах

$$\Pi_0 = \frac{\rho - \rho_0^{\text{к}}}{\rho} \cdot 100\%.$$

Прочность некоторых строительных материалов

Материал	Предел прочности, МПа		
	при сжатии	при изгибе	при растяжении
Гравий	150–250	–	3–5
Тяжелый бетон	10–50	2–8	1–4
Кирпич	7,5–30	1,8–4,4	–
Сталь	210–600	–	380–900
Древесина (вдоль волокон)	30–65	70–120	55–150

Различают истинную (общую) и кажущуюся (открытую) пористость. От пористости зависят средняя плотность, прочность, теплопроводность, морозостойкость, водопроницаемость и пр.

Водопоглощение — способность материалов поглощать и удерживать воду. Различают водопоглощение по массе и по объему.

Водопоглощение по массе в процентах

$$W_b = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \cdot 100,$$

где m_1 — масса сухого материала;

m_2 — масса материала, насыщенного водой.

Объемное водопоглощение в процентах

$$W_0 = \frac{m_2 - m_1}{V^k} \cdot 100,$$

где V^k — объем зерен материала (в куске).

Можно перейти от одной величины к другой по следующей зависимости:

$$W_0 = P_0^k W_b.$$

2. МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Прочность — способность материала сопротивляться разрушению от действия внешних сил. Прочность — основной показатель материалов, от ее значения зависит нагрузка, которую может воспринять данный материал. Под воздействием различных нагрузок в материале возникают различные напряжения (сжатие, растяжение, изгиб, срез и др.). Прочность материала характеризуется пределом прочности (табл. 2).

Пределом прочности называется напряжение, соответствующее разрушающей нагрузке.

Предел прочности на сжатие, Н/м²,

$$R_{сж} = \frac{P_p}{F},$$

где P_p — разрушающая сила, Н;

F — первоначальная площадь поперечного сечения испытуемого образца, м².

Предел прочности на изгиб $R_{изг} = \frac{3P_p l}{2bh^2}$, Н/м² —

при одном сосредоточенном грузе в середине пролета балки прямоугольного сечения.

То же при двух сосредоточенных грузах, лежащих симметрично оси балки, Н/м²:

$$R_{изг} = \frac{P_p(l-a)}{bh^2},$$

где l — пролет между опорами (в свету), м;

a — расстояние между силами, м;

b, h — соответственно ширина и высота поперечного сечения балки, м.

Признаками разрушения являются: появление трещин на образце, отслаивание и деформации. Образцы для испытания на сжатие обычно имеют форму кубиков со сторонами от 2

до 30 см. Предел прочности определяют нагружением испытуемых образцов материала до их разрушения на прессах или разрывных машинах.

Раздел II

НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА

Неорганическими (минеральными) вяжущими веществами называются тонкоизмельченные порошки, образующие при смешивании с водой пластичную массу, которая под влиянием физико-химических процессов постепенно затвердевает и переходит в камневидное состояние. Это свойство вяжущих веществ используют для приготовления на их основе растворов, бетонов, безобжиговых искусственных каменных материалов и изделий.

ВОЗДУШНЫЕ ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА

Воздушные вяжущие вещества характеризуются тем, что, при смешении с водой, способны твердеть, т.е. переходить в камневидное состояние, долго сохранять и повышать свою прочность только на воздухе. Представителями воздушных вяжущих веществ являются гипсовые и магнезиальные, а также воздушная известь.

1. СТРОИТЕЛЬНЫЙ ГИПС

Строительный гипс — быстросхватывающееся и быстро твердеющее вяжущее вещество. Его получают в результате обжига $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (природного двухводного гипса) при температуре 130–160 °С. В результате обжига образуется полуводный гипс $\text{CaSO} \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$. При взаимодействии с водой происходит присоединение воды и образование двухводного гипса.

Испытания строительного гипса

Определение нормальной густоты

Нормальная густота гипсового теста определяется при помощи вискозиметра Суттарда (рис. 1).

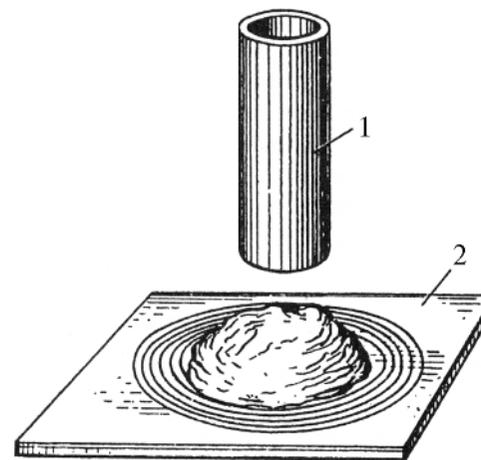


Рис. 1. Вискозиметр Суттарда:

1 — цилиндр; 2 — подставка

Навеска гипса 300 г всыпается в металлическую чашку с водой и размешивается в течение 1 минуты до получения однородной массы. Полученное тесто выливается в цилиндр прибора и поверхность его быстро выравнивается ножом. Точным движением цилиндр поднимается вверх; тесто при этом расплывается по стеклу в конусообразную лепешку, диаметр которой зависит от консистенции теста.

За нормальную густоту гипсового теста принимается такая его консистенция, при которой диаметр лепешки будет равен примерно 12 см. В процентах содержания воды, приходящейся на вес сухого гипса выражается нормальная густота.

Для определения нормальной густоты производится несколько замесов с различным содержанием воды до тех пор, пока не будет подобрано такое количество воды, которое обеспечит необходимый (12 см) диаметр лепешки.

Определение нормальной густоты проводится для получения сравнимых результатов при определении сроков схватывания и механических свойств.

Определение сроков схватывания

Определение сроков схватывания производится при помощи прибора Вика (рис. 2), в котором масса всей перемещающейся части прибора должна быть равна 120 г. В металлическую или фарфоровую чашечку наливается вода в количестве, требующемся для получения теста нормальной густоты, затем туда всыпают 200 г гипса. Гипс всыпают в течение 30 с. Полученное тесто наливают в кольцо прибора, поверхность его выравнивают, а кольцо с тестом уста-

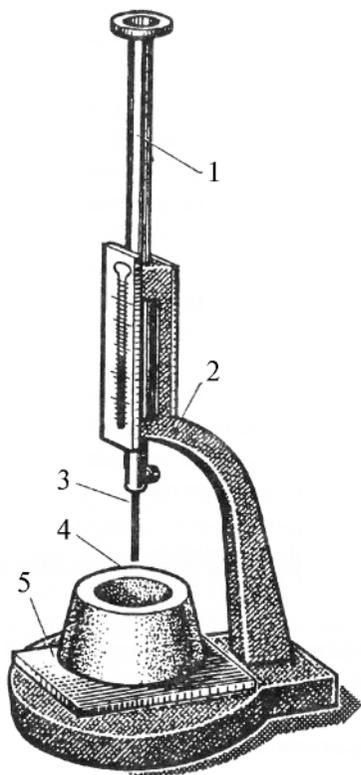


Рис. 2. Прибор Вика:

1 — стержень; 2 — кронштейн; 3 — игла; 4 — кольцо; 5 — стекло

навливают на столик прибора Вика. Игла прибора доводится до поверхности теста и опускается в него под действием собственной тяжести. Испытания повторяют через каждые 30 с.

За начало схватывания принимается время от момента затворения до того момента, когда игла Вика перестает касаться дна.

За конец схватывания принимается время от момента затворения до того момента, пока игла Вика погрузится в тесто не более чем на 0,5 мм.

Определение тонкости помола

Навеску предварительно высушенного гипса весом 50 г просеивают сквозь сито № 02. Просеивание гипса считается законченным, если в течение 1 мин сквозь сито проходит не более 0,1 г гипса.

Тонкость помола гипса в процентах вычисляют как удвоенную массу остатка гипса на сите.

Определение предела прочности при сжатии

Изготавливают три образца балочек размером $4 \times 4 \times 16$ см. Для этого берут навеску гипса, равную примерно 1,2 кг. Гипс в течение 30 с засыпают в чашку с водой, взятой в количестве, соответствующем нормальной густоте, перемешивают в течение 1 мин ложкой до получения однородной массы, которую затем немедленно заливают в металлические формы, смазанные машинным маслом.

Наполнение всех форм производится одновременно, для чего чашку с гипсом все время водят над формами, разливая гипс тонкой струей. После наполнения форм поверхность образцов сглаживают. Образцы вынимают из форм через 1 ч от начала затворения.

Вначале балочки испытывают на изгиб, а половинки образцов — балочек — на сжатие. Предел прочности при сжатии вычисляют как частное от деления разрушающей силы на рабочую площадь грани образца, Н/м^2 ,

$$R_{\text{сж}} = \frac{P}{F},$$

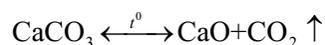
где P — разрушающая сила, Н;
 F — площадь образца, м².

За предел прочности при сжатии принимают среднее из показаний при испытании трех образцов.

2. ИЗВЕСТЬ СТРОИТЕЛЬНАЯ

Строительная известь представляет собой продукт обжига карбонатных пород или смесь этого продукта с минеральными добавками.

Химическая реакция при обжиге:



Строительная известь в зависимости от условий твердения подразделяется на *воздушную*, обеспечивающую твердение строительных растворов и бетонов, а также сохранение ими прочности в воздушно-сухих условиях и на *гидравлическую*, обеспечивающую твердение строительных растворов и бетонов и сохранение ими прочности как на воздухе, так и в воде.

Воздушную негашеную известь в зависимости от содержания в ней оксидов кальция и магния подразделяют на кальциевую, магниезиальную и доломитовую.

Воздушная известь подразделяется на негашеную и гидратную (гашеную), получаемую гашением кальциевой, магниезиальной и доломитовой извести. Химическая реакция гашения:



Гидравлическую известь подразделяют на слабогидравлическую и сильногидравлическую.

По фракционному составу известь подразделяют на *комовую*, в том числе *дробленую*, и *порошкообразную*. Порошкообразную известь, получаемую размолом или гашением (гидратацией) комовой извести подразделяют на известь без добавок и с добавками.

Строительную негашеную известь по времени гашения подразделяют на *быстрогосящуюся* — не более 8 мин, *среднегоящуюся* — не более 25 мин, *медленногоящуюся* — более 25 мин.

Материалы, применяемые при производстве строительной извести: карбонатные породы, минеральные добавки (гранулированные доменные или электротермофосфорные шлаки, активные минеральные добавки, кварцевые пески), вводят в порошкообразную строительную известь в количествах, допускаемых требованиями к содержанию в ней активных CaO + MgO.

Требования к воздушной извести приведены в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Показатели	Норма для извести, %, по массе							
	негашеной						гидратной	
	кальциевой			магниезиальной и доломитовой				
	сорт							
1	2	3	1	2	3	1	2	
Активные CaO+MgO, не менее:								
без добавок	90	80	70	85	75	65	67	60
с добавками	65	55	—	60	50	—	50	40
Активный MgO не более	5	5	5	20(40)	20(40)	20(40)	—	—
CO ₂ , не более:								
без добавок	3	5	7	5	8	11	3	5
с добавками	4	6	—	6	9	—	2	4
Непогасившиеся зерна, не более	7	11	14	10	15	20	—	—

Примечание. В скобках указано содержание MgO для доломитовой извести. Влажность гидратной извести не должна быть более 5 %.

Гидравлическая известь по химическому составу должна соответствовать требованиям, указанным в табл. 4.

Таблица 4

Химический состав	Норма для извести, %, по массе	
	слабогидравлической	сильногидравлической
Активные CaO + MgO:		
не более	65	55
не менее	50	40

Степень дисперсности порошкообразной воздушной и гидравлической извести должна быть такой, чтобы при просеивании пробы извести сквозь сито с сетками № 02 и № 008 проходило соответственно не менее 98 и 85 % массы просеиваемой пробы.

Максимальный размер кусков дробленой извести должен быть не более 20 мм.

Воздушная и гидравлическая известь должны выдерживать испытания на равномерность изменения объема.

Определение скорости и температуры гашения

За скорость гашения принимается время от момента добавления воды к извести до начала снижения максимальной температуры. Определение производится в фарфоровом сосуде с двойными стеклами, пространство между которыми заполнено термоизоляционным материалом.

Навеску из 10 г тонко измельченной извести помещают в сосуд, куда предварительно наливают 20 г дистиллированной воды. Сосуд закрывают пробкой со вставленным термометром, взбалтывают и начинают наблюдение за температурой. Отсчеты по термометру берут через каждые 30 с после добавления воды до момента падения температуры. По данным наблюдений вычерчивают термограмму.

Определение степени дисперсности порошкообразной извести

Навеску массой 50 г, предварительно высушенную при

температуре 105–110 °С до постоянной массы, просеивают через сита с сетками № 02 и 008. Просеивание считают законченным, если при контрольном просеивании в течение 1 мин через указанные сита проходит не более 0,1 г извести. Степень дисперсности С.Д. в процентах вычисляют по формуле

$$С.Д. = m \cdot 100/50,$$

где m — остаток на сите, г.

Определение содержания непогасившихся зерен

Навеску известкового теста, соответствующую 1 кг негашеной извести, разбавляют водой до консистенции известкового молока и постепенно переносят на сито № 063, непрерывно промывая при этом слабой струей воды. Остаток на сите высушивают при температуре 105–110 °С до постоянной массы.

Содержание непогасившихся зерен в процентах вычисляют по формуле

$$Н.З. = m \cdot 100/1000,$$

где m — остаток на сите после высушивания, г.

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ВЯЖУЩИЕ

Гидравлические вяжущие вещества после затворения их водой способны твердеть, а после предварительного твердения на воздухе продолжать сохранять и наращивать свою прочность в воде. В группу гидравлических вяжущих веществ входят портландцемент и его разновидности, пуццолановые и шлаковые вяжущие, глиноземистый цемент и расширяющиеся цементы, гидравлическая известь и романцемент.

Портландцемент

Портландцемент — это гидравлическое вяжущее вещество, твердеющее в воде и на воздухе, получаемое путем совместного тонкого помола клинкера, необходимого количества гипса и некоторых добавок. Клинкер получается в результате об-

жига до спекания сырьевой смеси известняка с глиной или мергелистых известняков при температуре до 1450 °С.

Для улучшения некоторых свойств и снижения себестоимости разрешается при измельчении клинкера вводить до 15 % активных гидравлических добавок или до 10 % инертных добавок.

Твердение портландцемента — сложный физико-химический процесс, в результате которого в цементном камне образуются новые соединения.

В настоящее время в основном выпускают цемент следующих марок: 400, 500, 550 и 600.

Испытания портландцемента

Определение нормальной плотности цементного теста

Цементное тесто — это смесь цемента с водой. *Нормальной плотностью цементного теста* называют такую его консистенцию, при которой измеритель плотности не доходит до дна кольца на 5–7 мм.

Определение производят с помощью прибора Вика, в котором масса всей перемещающейся части прибора равна 300 г.

Для определения нормальной плотности теста отвешивают 400 г цемента, помещают его в чашку, делают в цементе углубление, в которое за один прием наливают отмеренную воду. После добавления воды немедленно заполняют углубление цементом и через 30 с сначала осторожно приливают, а затем энергично растирают тесто лопаткой в течение 5 мин, считая от момента затворения.

Полученным тестом наполняют кольцо, установленное на стекле, 5–6 раз встряхивают его и ножом выравнивают поверхность теста с краями кольца. Затем кольцо помещают на стол прибора Вика, измеритель плотности приводят в соприкосновение с поверхностью теста. Отвинчивают закрепительный винт и предоставляют пестику возможность свободно погружаться в тесто. Через 30 с производят отсчет погружения по шкале. Количество добавляемой воды для получения теста нормальной плотности выражают в процентах от веса цемента.

Определение сроков начала и конца схватывания

Определение сроков схватывания производят с помощью прибора Вика. Иглу Вика доводят до соприкосновения с поверхностью теста нормальной плотности, уложенного в кольцо. Затем освобождают стержень и дают игле свободно погружаться в тесто. Иглу погружают в тесто каждые 10 мин, передвигая кольцо после каждого погружения для того, чтобы игла не попала в прежнее место. *За начало схватывания* принимают время, прошедшее от момента затворения до того момента, когда игла не будет доходить до дна на 1–2 мм.

За конец схватывания принимают время от момента затворения до момента, когда игла будет входить в тесто не более чем на 1–2 мм.

Начало схватывания должно произойти не ранее, чем через 45 мин, а конец — не позднее, чем через 10 ч от момента затворения.

Определение тонкости помола

Предварительно высушенный цемент в количестве 50 г высыпают на сито сеткой № 008 и закрывают крышкой. После просеивания в течение 5–7 мин, высыпают прошедший через сито цемент, чтобы уменьшить забивание сетки и продолжают просеивать. Просеивание считают законченным, когда в течение 1 мин сквозь сито при ручном просеивании проходит не более 0,05 г цемента. Тонкость помола определяют как остаток на сите в процентах от веса цемента.

Согласно ГОСТу через сито № 008 должно проходить не менее 85 % массы просеиваемой пробы цемента. Тонкость помола влияет на прочность цемента.

Определение насыпной плотности

Предварительно взвешенный литровый цилиндр наполняют цементом из воронки, выравнивают уровень с краями и снова взвешивают.

Насыпная плотность

$$\rho_0 = (m_2 - m_1)/V,$$

где m_2 — масса мерного сосуда с цементом;
 m_1 — масса пустого сосуда;
 V — объем сосуда.

Определение марки цемента

Марка цемента — предел прочности при изгибе и последующем сжатии половинок балочек (образцов) $40 \times 40 \times 160$ мм, изготовленных из цементных растворов состава 1:3, В/Ц = 0,4 и выдержанных 28 сут. при нормальных условиях твердения.

Активность цемента — предел прочности при сжатии половинок балочек в возрасте 28 сут. Первые сутки образцы твердеют во влажном воздухе, 27 сут. — в воде.

Для определения прочностных характеристик (марки цемента) изготавливают образцы — балочки из цементного раствора, состоящего из одной части цемента и трех весовых частей песка (1 : 3) по массе при водоцементном отношении не менее 0,40 консистенции раствора, характеризуемой диаметром расплыва конуса на встряхивающем столике 105–110 мм.

В качестве заполнителя для приготовления раствора применяют Вольский нормальный песок.

Для определения консистенции цементного раствора отвешивают 1500 г песка и 500 г цемента, всыпают их в сферическую чашу, после чего перемешивают цемент с песком лопаткой в течение 1 мин. Затем в центре сухой смеси делают лунку, вливают в нее воду в количестве 200 г (В/Ц = 0,40); после того как вода впитается, еще раз перемешивают смесь в продолжение 1 мин. Раствор переносят в мешалку и перемешивают в последней 2,5 мин. Затем заполняют раствором форму-конус, установленную в центре стеклянного диска встряхивающего столика, в два приема слоями равной толщины.

Внутренняя поверхность конуса и диск столика перед испытаниями должны быть слегка увлажнены.

Раствор уплотняют металлической штыковкой: нижний слой — 15-ю штыкованиями; верхний — 10-ю.

Во время укладки и уплотнения раствора конус прижимают рукой к стеклянному диску. После уплотнения верхнего слоя раствора излишек срезают ножом вровень с краями конуса. Затем конус медленно снимают в вертикальном направлении. После этого раствор встряхивают на столике 30 раз (приблизительно 30 с) и измеряют расплыв конуса по нижнему основанию в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Если консистенция раствора окажется ниже 105 мм, то следует повторить затворение, увеличив количество воды настолько, чтобы расплыв конуса находился в пределах $105 \div 110$ мм. Если расплыв конуса окажется более 110 мм количество воды уменьшают для получения расплыв конуса $105 \div 110$ мм. Количество воды записывают в виде водоцементного отношения.

Изготовление образцов

Приготовленным раствором заполняют формы на 3 балочки. Стенки форм предварительно смазывают маслом.

Для уплотнения раствора подготовленные формы закрепляют на виброплощадке.

Формы наполняют приблизительно на 1 см и включают вибрационную площадку, затем в течение 2 мин вибрации все 3 гнезда формы равномерно до верха заполняют раствором. По истечении 3 мин вибрация заканчивается. Форму снимают, срезают излишек раствора и переносят в ванну с гидравлическим затвором на 1 сутки, после чего образцы распалубливают и укладывают в воду еще на 27 сут. Итого образец выдерживается 28 сут.

Испытания проводятся (по истечении срока хранения) не позже, чем через 30 мин после извлечения балочек из воды.

Определение предела прочности образцов при изгибе и сжатии

Образцы-балочки сначала испытываются на изгиб, а затем половинки балочек — на осевое сжатие.

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. Каждую половинку балочки помещают между двумя пластинками таким образом, чтобы боковые грани, которые при изготовлении прилегали к продольным стенкам формы, находились на плоскостях пластинок, а упоры пластинок плотно прилегали к торцевой гладкой стенке образца. Образец вместе с пластинками подвергают сжатию на прессе и определяют предел прочности при сжатии, МПа,

$$R_{сж} = \frac{P_p}{F},$$

где F — рабочая площадь пластинки, 24 см².

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

Раздел III БЕТОН

Бетонами называются искусственные каменные материалы, получаемые в результате затвердевания рационально подобранной, тщательно перемешанной и хорошо уплотненной бетонной смеси, состоящей из вяжущего вещества, воды и заполнителей.

Бетон классифицируется по применению (гидротехнический, обычный, теплоизоляционный и т.д.), по виду вяжущего вещества (цементный, гипсовый и т.д.), по плотности (особо тяжелый, тяжелый, легкий и т.д.). Качество бетона зависит от качества входящих в него компонентов. Поэтому к каждому из компонентов предъявляют определенные требования.

ЦЕМЕНТ И ВОДА

Для приготовления бетонов применяют различные виды цемента (портландцемент, БТЦ, пластифицированный и пуццолановый портландцементы, шлакопортландцемент и др.) при условии, что они отвечают требованиям соответствующих ГОСТов. Выбор вида и марки цемента определяется заданной прочностью бетона, условиями его твердения, а также условиями эксплуатации бетонных конструкций.

Рекомендуемые марки цемента для тяжелых бетонов приведены в табл. 5.

Таблица 5

Класс бетона по прочности (марка бетона)	B7.5 (M 100)	B10-B12.5 (M150)	B15 (M 200)	B22.5 (M 300)	B30 (M 400)	B40 (M 500)	B45 (M 600)
Марка цемента	300	300	300-400	400	500	600	600

Для затворения бетона пригодна любая питьевая вода. **Не может применяться вода, содержащая минеральные соли более 5000 мг на литр, соли серной кислоты в пересчете на SO₄ более 2700 мг на литр, свободные кислоты и органические вещества в большом количестве. Реакция воды не должна быть сильно кислой.**

МЕЛКИЙ ЗАПОЛНИТЕЛЬ

В качестве мелкого заполнителя используются природные и искусственные пески. Песок должен состоять из зерен различного размера (от 0,14 до 5,0 мм). Для получения оптимального зернового состава песок следует фракционировать.

Песок не должен содержать:

а) глинистых и пылевидных примесей более 3 и 5% для песка из отсевов дробления, поскольку эти примеси уменьшают сцепление песка с цементным камнем и повышают водопотребность, в результате чего снижается прочность бетона;

б) органические вещества в большом количестве, так как они нарушают процессы твердения вяжущих и снижают прочность бетона;

в) сернистых и сернокислых соединений более 1% в пересчете на SO_3 , так как они вызывают коррозию бетона;

г) слюды более 0,5%, так как слюда плохо сцепляется с цементным камнем, снижая тем самым прочность бетона;

д) глинистых и пылевидных частиц не более 3%, а для дробленых песков не более 5%.

КРУПНЫЙ ЗАПОЛНИТЕЛЬ

В качестве крупного заполнителя применяется гравий или щебень из различных горных пород. Используется также щебень, полученный дроблением кирпича, доменных и мартеновских шлаков.

Качество крупного заполнителя характеризуется зерновым составом, формой зерен и содержанием вредных примесей. При выборе зернового состава крупного заполнителя необходимо исходить из основного требования — получить наименьший объем пустот в крупном заполнителе, а следовательно, снизить расход цемента в бетоне заданной марки. В зависимости от размера зерен гравий и щебень выпускают в виде следующих основных фракций: 5(3)–10, 10–20, 20–40, 40–80(70) мм, а также смеси фракций от 5(3) до 20 мм.

Щебень и гравий не должны содержать большого количества органических веществ. Глинистых и пылевидных частиц должно быть не более 1%.

Форму зерен щебня и гравия характеризуют содержанием зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой форм. В зависимости от формы зерен устанавливается три группы щебня: кубовидная, улучшенная и обычная. Содержание зерен пластинчатой и игловой формы в них не превышает соответственно 15, 25 и 35% по массе.

Прочность и морозостойкость устанавливают в зависимости от назначения.

Зерновой состав должен быть рациональным.

Расчет состава бетона по методу «абсолютных объемов»

Цель расчета состава бетона заключается в подборе такого соотношения между составляющими бетона и в определении их расхода на 1 м³ бетона, чтобы обеспечить:

- 1) проектную марку бетона (техническое требование);
- 2) заданную удобоукладываемость (технология);
- 3) минимальный расход цемента (экономика).

Прочность бетона в проектном возрасте характеризуется классами прочности на сжатие, осевое растяжение, растяжение при изгибе. Предел прочности на сжатие определяют на образцах — кубах с размером ребра 100, 150, 200, 300 мм, выдержанных 28 сут. в условиях нормального твердения (90–100 % относительной влажности и 15–20 °С температуры). За базовый образец при всех видах испытаний следует принимать образец с размером рабочего сечения 150 × 150 мм.

СНиП 2.03.01-84* «Бетонные и железобетонные конструкции» устанавливает для тяжелых и мелкозернистых бетонов следующие классы по прочности на сжатие: В3,5; В5; В7,5; В10; В12,5; В15; В20; В25; В30; В35; В40; В45; В50; В55; В60; В65; В70; В75; В80. Удобоукладываемость (подвижность) бетонной смеси, выражающаяся осадкой конуса (см) по стандартному конусу (для пластичных смесей) или жесткостью (с) по техническому вискозиметру (для жестких смесей), выбирается в зависимости от размеров конструкции и способа укладки бетонной смеси.

Состав бетонной смеси выражают расходом материалов на 1 м³ бетона:

- 1) по массе;
- 2) по объему;
- 3) весовым или объемным соотношением составляющих (принимая количество цемента за единицу).

Различают два состава бетона: *номинальный* (лабораторный) — для материалов в сухом состоянии и *производственный* (полевой) — для материалов в состоянии естественной влажно-

сти. Расчет ведется на объем в 1 м³ для сухих заполнителей (лабораторный состав) с последующим пересчетом на полевой (производственный состав). Расчет состава бетона производится по методу «абсолютных» объемов. Основные принципы расчета состава бетона по этому методу следующие:

1) закон зависимости прочности (марки) бетона от Ц/В отношения и активности цемента

$$R_6^{28} = AR_{\text{ц}}^{28} (\text{Ц/В} - 0,5); \text{ при } \text{В/Ц} \geq 0,4;$$

$$R_6^{28} = AR_{\text{ц}}^{28} (\text{Ц/В} + 0,5); \text{ при } \text{В/Ц} < 0,4;$$

где R_6^{28} — проектная прочность бетона;

A — коэффициент, зависящий от качества заполнителей;

$R_{\text{ц}}^{28}$ — активность цемента;

Ц/В — цементно-водное отношение;

2) метод абсолютных объемов заключается в том, что бетонная смесь, уплотненная вибрацией, приобретает «абсолютную» плотность, т.е. не имеет пустот и пор: все пустоты в крупном заполнителе заполняются цементно-песчаным раствором, а в мелком — цементным тестом.

Из метода абсолютных объемов следуют два уравнения:

а) сумма абсолютных объемов всех составляющих бетона равна 1 м³ (1000 л) абсолютно плотного бетона

$$\frac{\text{Ц}}{\rho^{\text{ц}}} + \frac{\text{П}}{\rho^{\text{п}}} + \frac{\text{В}}{\rho^{\text{в}}} + \frac{\text{Щ}}{\rho^{\text{щ}}} = 1000 \text{ л}, \quad (1)$$

б) в абсолютно-плотной бетонной смеси цементно-песчаный раствор заполняет объем пустот в крупном заполнителе с некоторой раздвижкой зерен

$$\frac{\text{Ц}}{\rho^{\text{ц}}} + \frac{\text{П}}{\rho^{\text{п}}} + \frac{\text{В}}{\rho^{\text{в}}} = \frac{\text{Щ}}{\rho_{\text{нас}}^{\text{щ}}} \cdot \alpha_{\text{щ}} \cdot K_p. \quad (2)$$

Здесь Ц, П, В, Щ — расход составляющих бетона в кг/м³ (кг/л) соответственно цемента, песка, воды, щебня;

$\rho^{\text{ц}}, \rho^{\text{п}}, \rho^{\text{в}}, \rho^{\text{щ}}$ — истинная плотность (соответственно) вышеуказанных составляющих кг/л (г/см³);

$\rho_{\text{нас}}^{\text{щ}}$ — насыпная плотность щебня, кг/л;

$\alpha_{\text{щ}}$ — относительная пустотность щебня (в долях от единицы);

$K_p = \frac{V_{\text{щпр}}}{V_{\text{пуст}}}$ — коэффициент раздвижки зерен щебня, зависящий от количества цементного теста (1,05–1,1 — жесткие смеси; 1,2–1,45 — подвижные смеси).

$V_{\text{щпр}}, V_{\text{пуст}}$ — объемы соответственно цементно-песчаного раствора и пустот в л, м³.

Раздвижка зерен необходима для улучшения удобоукладываемости смеси и прочности бетона.

Решая совместно (1) и (2) и подставляя в них уравнение

$$\rho^{\text{щ}} = \frac{\rho_{\text{нас}}^{\text{щ}}}{1 - \alpha_{\text{щ}}}, \quad (3)$$

получим формулу расхода щебня, кг/м³,

$$\text{Щ} = \frac{1000 \cdot \rho_{\text{нас}}^{\text{щ}}}{1 + \alpha_{\text{щ}} (K_p - 1)}. \quad (4)$$

Расход песка, кг/м³ определим как разность между объемами бетонной смеси (1000 л) и суммой абсолютных расходов прочих составляющих, помноженной на истинную плотность песка, кг/л.

$$\text{П} = 1000 - \left(\frac{\text{Ц}}{\rho^{\text{ц}}} + \frac{\text{Щ}}{\rho^{\text{щ}}} + \frac{\text{В}}{\rho^{\text{в}}} \right) \rho^{\text{п}}. \quad (5)$$

Перед подбором состава бетона дается задание, в котором указываются: класс бетона и марка цемента, требуемая удобоукладываемость бетонной смеси и характеристика материалов (плотности истинные и средние) заполнителей и цемента.

Последовательность расчетов и подбора состава бетона

Определение необходимого В/Ц отношения, обеспечивающего получение заданной проектной прочности бетона,

исходя из формулы $R_6^{28} = AR_{ц} \left(\frac{Ц}{В} \pm 0,5 \right)$:

$$\frac{В}{Ц} = \frac{AR_{ц}^{28}}{R_6^{28} + 0,5AR_{ц}^{28}} \text{ при } \frac{В}{Ц} \geq 0,4;$$

$$\frac{В}{Ц} = \frac{AR_{ц}^{28}}{R_6^{28} - 0,5A_1R_{ц}^{28}} \text{ при } \frac{В}{Ц} < 0,4.$$

Значения A и A_1 приведены в табл. 5.

Таблица 5

Заполнители	A	A_1
Высокого качества	0,65	0,43
Низкого качества	0,55	0,37
Рядовые	0,6	0,4

Ориентировочный расход воды (водопотребность) для бетонной смеси (л/м³) определяется по табл. 6, исходя из заданных удобоукладываемости и крупности заполнителей.

Таблица 6

Ориентировочная водопотребность бетонной смеси

Удобоукладываемость бетонной смеси		Расход воды, л/м ³ при наибольшей крупности заполнителя гравия, мм		
осадка конуса, см	жесткость, с	10	20	40
0	60–80	160	145	130
0	30–50	165	150	135
0	15–30	175	160	145
1–2	–	185	175	155
3–4	–	195	180	165
5–6	–	200	185	170
7–8	–	205	190	175

Примечание. В случае применения щебня водопотребность увеличится на 10 л/м³.

Расход цемента по известным В/Ц отношениям и расходу воды определяется по формуле, кг/м³,

$$Ц = \frac{В}{В/Ц}.$$

Расход щебня рассчитывается по формуле

$$Щ = \frac{1000\rho_{нас}^{щ}}{1 + \alpha_{щ}(K_p - 1)} \text{ кг/м}^3,$$

где K_p — коэффициент раздвижки зерен (табл. 7).

Таблица 7

Значение коэффициента раздвижки зерен (избытка раствора) K_p

Характеристика бетонной смеси	Расход цемента, кг/м ³	Значения K_p	
		Для гравия	Для щебня
Пластичная	250	1,3	1,34
	300	1,42	1,48
	350	1,36	1,42
	400	1,52	1,47
Жесткая	любой	1,05–0,1	

Расход песка рассчитывается по формуле (5).

Приготовление пробного замеса и проверка удобоукладываемости бетонной смеси необходимы вследствие использования ориентировочного расхода воды и усредненных характеристик материалов.

Для организации такой проверки необходимо произвести:

- подсчет расхода материалов на замес;
- приготовление пробного замеса;
- проверку удобоукладываемости смеси;
- внесение добавок материалов (при необходимости) в случае несоответствия полученной удобоукладываемости заданной.

Уточнение расхода составляющих материалов:

а) определение фактической средней плотности бетонной смеси

$$\rho_{\text{оф}}^{\text{бс}} = \frac{m_1 - m_2}{V_c},$$

где m_1 — масса мерного сосуда с бетонной смесью, кг;
 m_2 — масса пустого мерного сосуда, кг;
 V_c — объем мерного сосуда, л;

б) определение фактического объема бетона пробного замеса

$$V_6 = \frac{\sum m}{\rho_{\text{оф}}},$$

где $\sum m$ — сумма весов материалов в пробном замесе, кг.

в) определение окончательного (уточненного) расхода материалов

$$B = \frac{B_3}{V_6} \cdot 1000 \text{ (кг/м}^3\text{); } \Pi = \frac{\Pi_3}{V_6} \cdot 1000 \text{ (кг/м}^3\text{);}$$

$$\Pi = \frac{\Pi_3}{V_6} \cdot 1000 \text{ (кг/м}^3\text{); } \text{Щ} = \frac{\text{Щ}_3}{V_6} \cdot 1000 \text{ (кг/м}^3\text{),}$$

где B_3 , Π_3 , Щ_3 — расход соответственно воды, цемента, песка, щебня в пробном замесе, кг;

г) вычисление состава бетона в виде соотношения (принимая за единицу массу или объем цемента) — см. Руководство № 2 к выполнению лабораторных работ.

Коэффициент выхода бетона, который используется для дозировки составляющих на замес в бетономешалке или в форме (он связывает насыпной объем исходных сухих материалов с полученным объемом бетона),

$$\beta = \frac{1000}{V_0^u + V_0^п + V_0^щ} < 1; \beta = 0,55 \div 0,75,$$

где V_0^u , $V_0^п$, $V_0^щ$ — насыпной объем соответственно цемента, песка и щебня.

При подборе состава бетона в лаборатории применяют сухие заполнители (лабораторный состав). При применении на производстве влажных заполнителей надо пересчитать лабораторный состав на производственный. При этом учесть количество влаги в заполнителях и соответственно скорректировать дозировку воды по формулам:

$$\Pi_{\text{пр}} = \Pi_{\text{л}} + W_{\text{п}} \Pi_{\text{л}};$$

$$\text{Щ}_{\text{пр}} = \text{Щ}_{\text{л}} + W_{\text{щ}} \text{Щ}_{\text{л}};$$

$$B_{\text{пр}} = B_{\text{л}} - (W_{\text{п}} \Pi_{\text{л}} + W_{\text{щ}} \text{Щ}_{\text{л}}),$$

где $\Pi_{\text{пр}}$, $\text{Щ}_{\text{пр}}$, $B_{\text{пр}}$ — соответственно производственные расходы песка, щебня, воды;

$\Pi_{\text{л}}$, $\text{Щ}_{\text{л}}$, $B_{\text{л}}$ — соответственно лабораторные расходы песка, щебня, воды;

$W_{\text{п}}$, $W_{\text{щ}}$ — соответственно водопоглощение песка и щебня.

Определение подвижности бетонных смесей

Консистенция бетонной смеси определяется следующими способами:

1. Пластичных смесей — по стандартному конусу (рис. 3). Стандартный конус Абрамса высотой 30 см, имеющий диаметр нижнего основания 20 см, верхнего — 10 см, заполняется бетонной смесью в три слоя. Каждый слой при укладке штыкуется 25 раз по всей площади металлическим стержнем, диаметр которого 1,6 см и длина 60 см. По окончании укладки верхний слой выравнивается вровень с краями конуса, после этого бетонная смесь освобождается от формы, которая осторожно поднимается в вертикальном направлении, снимается и устанавливается на площадке рядом с конусом бетонной смеси. Осадка бетонной смеси определяется измерением по вертикали между линейкой, наложенной на верх конуса, и верхом бетонной смеси.

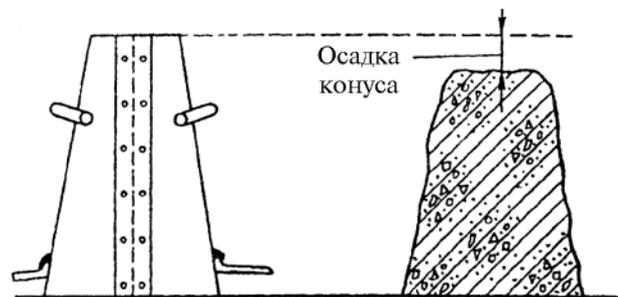


Рис. 3. Стандартный конус Абрамса для определения подвижности бетонной смеси

Определение осадки проводится 2–3 раза. За величину осадки берется среднее из двух определений, отличающихся друг от друга не более чем на 2 см.

Жесткая смесь — осадка 1–3 см.

Пластичная смесь — осадка 12 см.

Полулитая смесь — осадка более 12 см.

2. Жестких бетонных смесей — при помощи вискозиметра под действием вибрации (рис. 4).

Время в секундах, прошедшее с момента включения вибратора до момента его выключения при одновременном опускании штанги до совпадения риски с верхней плоскостью головки штатива, является *показателем удобоукладываемости*.

Определение предела прочности бетона при сжатии

Определение прочности бетона состоит в измерении минимальных усилий, разрушающих специально изготовленные контрольные образцы бетона при их статическом нагружении с постоянной скоростью роста нагрузки и последующем вычислении напряжений при этих усилиях в предположении упругой работы материала. Предел прочности, МПа,

$$R_{\text{сж}} = \frac{MF}{S},$$

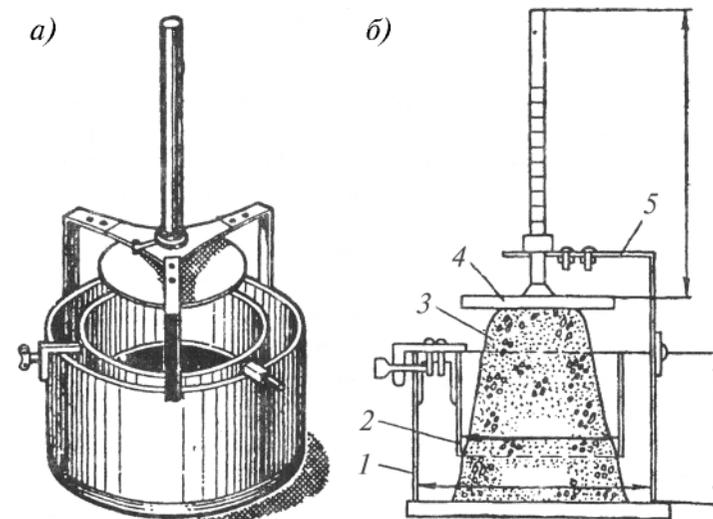


Рис. 4. Технический вискозиметр для определения жесткости бетонной смеси:

a — общий вид; *б* — разрез: 1 — сосуд; 2 — внутреннее кольцо; 3 — бетонный образец в виде конуса; 4 — диск со штангой; 5 — штатив

где *M* — показание манометра, Н/м²;

F — площадь поршня, м²;

S — площадь поперечного сечения образца, м².

Испытания производят на образцах — кубах, размеры которых выбирают в зависимости от наибольшей номинальной крупности заполнителя в пробе бетонной смеси. Образцы изготавливают и испытывают сериями. Число образцов в серии принимают в зависимости от среднего внутрисерийного коэффициента вариации прочности бетона. Оно колеблется от 2 до 6 штук, не менее. Прочность бетона в серии образцов определяют как среднее арифметическое значение в серии согласно ГОСТ 10180-90:

- из двух образцов — по двум образцам;

- из трех образцов — по двум наибольшим по прочности образцам;
- из четырех образцов — по трем наибольшим по прочности образцам;
- из шести образцов — по четырем наибольшим по прочности образцам.

Раздел IV

СТРОИТЕЛЬНЫЕ РАСТВОРЫ

Строительным раствором называют искусственный каменный материал, полученный в результате затвердевания рационально подобранной смеси вяжущего вещества, воды, мелкого заполнителя (песка) и, в необходимых случаях, различных добавок.

По прочности на сжатие кгс/см² строительные растворы бывают следующих марок: 4, 10, 25, 75, 100, 150, 200 и 300.

По своему составу раствор является мелкозернистым бетоном и ему свойственны закономерности, которые присущи бетонам. Требования к качеству вяжущих веществ, заполнителей, добавок и воды, применяемых для растворов, такие же, как и для приготовления бетонов.

Важнейшими свойствами строительных растворов являются прочность, а растворных смесей — подвижность и водонепроницающая способность.

По виду вяжущего вещества различают строительные растворы:

- цементные, приготовленные на портландцементе или его разновидностях;
- известковые, вяжущим веществом в которых является воздушная или гидравлическая известь;
- гипсовые, получаемые на основе гипсовых вяжущих веществ.

По техническим или экономическим соображениям в цементных растворах часть цемента заменяют известью или глиной. Такие растворы получили название *смешанных*:

цементно-известковые, цементно-глиняные. Смешанные растворы получают, смешивая, например, известь и гипс, что ускоряет твердение известковых растворов.

Расчет состава смешанного раствора

Для расчета состава смешанного раствора необходимо иметь следующие данные: марку раствора R_p , подвижность растворной смеси, активность цемента $R_{ц}$, насыпную плотность цемента $\rho_{нас}^{ц}$, минеральную добавку и ее плотность $\rho^д$.

Состав раствора рассчитывают в такой последовательности: сначала определяют количество цемента на м³ песка, необходимое для получения раствора заданной марки, затем устанавливают количество минеральной добавки (известкового или глиняного теста), необходимое для получения удобоукладываемой и нераспадающейся растворной смеси, после этого вычисляют ориентировочный расход воды.

1. Расход цемента по весу $Q_{ц}$, кг, на 1 м³ песка в рыхлом состоянии вычисляют по формуле

$$Q_{ц} = \frac{R_p}{0,7R_{ц}} 1000,$$

где R_p — заданная марка раствора, Н/м²;
 $R_{ц}$ — активность цемента, Н/м².

Расход цемента по объему $V_{ц}$, м³, на 1 м³ песка подсчитывают по формуле

$$V_{ц} = \frac{Q_{ц}}{\rho_{нас}^{ц}},$$

где $\rho_{нас}^{ц}$ — насыпная плотность цемента, кг/м³.

2. Расход известкового или глиняного теста по весу Q_g , кг, на 1 м³ песка определяют по формуле

$$Q_g = V_g \rho_{нас}^{доб}.$$

Расход известкового или глиняного теста по объему V_g , м³, на 1 м³ песка определяют по формуле

$$V_g = 0,17(1 - 0,002 \cdot Q_{ц}).$$

Среднюю плотность известкового теста принимают равной 1400 кг/м³, а глиняного теста из пластичной глины с содержанием песка 5 % — 1350 кг/м³, из глины средней пластичности с содержанием песка до 15 % — 1450 кг/м³.

3. Состав сложного раствора в частях по объему устанавливают путем деления расхода каждого компонента растворной смеси на расход цемента на объем:

$$\frac{V_{ц}}{V_{ц}} : \frac{V_g}{V_{ц}} : \frac{1}{V_{ц}} = 1 : \frac{V_g}{V_{ц}} : \frac{1}{V_{ц}}.$$

4. Ориентировочный расход воды на 1 м³ песка для получения растворной смеси заданной подвижности вычисляют по формуле

$$B = 0,65(Q_{ц} + Q_g),$$

где $Q_{ц}$ и Q_g — расход цемента, извести или глины, кг, на 1 м³ песка.

Найденный по расчету расход воды, уточняют опытным путем при приготовлении пробных замесов.

Приготовление пробного замеса

Рассчитав расход материалов по приведенным выше формулам, приступают к приготовлению пробного замеса объемом 5 л. Для этого отвешивают компоненты из расчета на 5 л. Песок высыпают на противень, к нему добавляют цемент и тщательно перемешивают вручную в течение 5 мин, затем вводят известковое тесто и снова перемешивают. После этого добавляют воду и перемешивают смесь в течение 3–5 мин.

Подвижность растворной смеси определяют по погружению конуса Стройцнила. Если погружение конуса оказалось

большим, чем заданное, то добавляют песок в количестве 5–10 %. Если погружение меньше заданного, добавляют воды в количестве 5–10 %.

Для определения марки раствора изготавливают образцы — кубики размером 7,07 × 7,07 × 7,07 см. В результате испытания контрольных образцов в возрасте 28 сут. определяют марку раствора.

Раздел V

КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Керамическими называют искусственные каменные материалы, получаемые из глиняных масс путем формования, сушки и последующего обжига. После обжига керамические материалы приобретают значительную прочность, водостойкость, морозостойкость и ряд других ценных свойств. Изготавливают керамические кирпич и камни способом полусухого прессования или пластического формования из глинистых и кремнеземистых осадочных пород и промышленных отходов. Кирпич и камни применяют для кладки каменных и армокаменных наружных и внутренних стен зданий и сооружений, а также для кладки фундаментов из полнотелого кирпича.

В учебной лаборатории студенты знакомятся с испытанием глиняного кирпича. Для оценки качества этого кирпича, согласно ГОСТ 530-95, отбирают среднюю пробу от каждой партии кирпича в количестве 24 шт.

Определение качества кирпича по внешнему осмотру и обмеру

Внешним осмотром устанавливают наличие недожога в контролируемом кирпиче, для чего сравнивают отобранные образцы с эталоном. Более светлый цвет, чем у эталона, и глухой звук при ударе по кирпичу молотком указывают на наличие недожога. Пережженный кирпич характеризуется оплавлением и вспучиванием, имеет бурый цвет и, как правило, искривлен.

После внешнего осмотра кирпич замеряют по длине, ширине и толщине, а также определяют искривление поверхностей и ребер, длину трещин. Линейные размеры кирпича и размеры трещин проверяют металлической линейкой с точностью до 1 мм.

По форме и внешнему виду кирпича стандартом допускаются следующие отклонения:

а) закругления вертикальных ребер с радиусом закругления не более 15 мм;

б) трещины протяженностью до 30 мм по постели полнотелого кирпича и пустотелых изделий не более, чем до первого ряда пустот, не более одной;

в) отбитости или притупленности ребер и углов не более 15 мм — не свыше двух.

Определение марки кирпича

Марку камня по прочности устанавливают по значению предела прочности при сжатии, а кирпича — по пределу прочности при сжатии и изгибе.

Для испытания кирпича при сжатии его распиливают на две равные части. Обе половинки постелями накладывают одна на другую так, чтобы поверхности распила были направлены в противоположные стороны и склеивают цементным тестом из портландцемента марки 300, при этом толщина слоя цементного теста не должна превышать 5 мм. Кроме того, цементным тестом слоем 3 мм выравнивают обе внешние поверхности, параллельные соединительному шву.

Изготовленный таким образом образец должен быть близок по форме к кубу. Образцы выдерживают во влажностных условиях 3–4 суток для затвердения цементного теста, после чего их испытывают на сжатие.

Предел прочности при изгибе определяют путем установки целого кирпича на две опоры, расположенные на расстоянии 200 мм одна от другой. Опоры должны иметь закругления радиусом 10–15 мм. Предел прочности при изгибе $R_{изг}$, МПа, вычисляют по формуле

$$R_{изг} = \frac{3Pl}{2bh^2},$$

где P — разрушающая сила, Н;

l — расстояние между опорами, м;

b — ширина кирпича, м;

h — высота кирпича посередине пролета, м.

За окончательный результат принимают среднее арифметическое из пяти определений.

Раздел VI

ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА

Органические вяжущие вещества разделяются на две группы: *битумные* и *дегтевые*.

БИТУМ

По *химическому составу* битум представляет собой смесь жидких и твердых углеводородов и их неметаллических производных (кислородных, сернистых и азотистых).

По *агрегатному состоянию* битум является сложной коллоидной системой, которая состоит из следующих компонентов:

1) масла, являющиеся растворяющей средой для остальных компонентов и обуславливающие консистенцию битума;

2) смолы — твердые и пластичные вещества, придающие пластичность битуму;

3) асфальтены, обуславливающие твердость битума.

По отношению к температуре битум является термопластичным веществом. Основными константами, по которым производится маркировка битумов, являются: температура размягчения, глубина проникания и растяжимость.

В зависимости от применения нефтяные битумы делятся на строительные битумы (марка БН), дорожные битумы (БНД) и кровельные битумы (БНК) трех марок: БНК-45/180, БНК-90/40, БНК-90/30.

Определение температуры размягчения битума

При нагревании битумы вначале размягчаются, приобретают определенную пластичность и подвижность, а затем переходят в жидкое состояние. Это свойство битумов имеет большое практическое значение.

Температура размягчения позволяет установить предел рабочей температуры для различных битумов.

В эксплуатационных условиях применяются битумы с температурным запасом до 25 °С. Определение температуры размягчения производят на приборе, который называется «кольцо и шар» (рис. 5).

Латунные колечки прибора заливают испытуемым битумом, на поверхность битума помещают стальные шарики, а кольца с битумом вставляют в отверстия среднего диска. После этого вся подвеска помещается в стакан с дистиллиро-

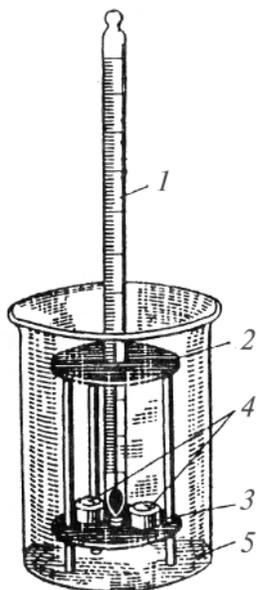


Рис. 5. Прибор «кольцо и шар»:

1 — градусник; 2 — верхний диск; 3 — кольцо; 4 — шары; 5 — нижний диск

ванной водой, температура которой должна быть не выше 25 °С. Уровень воды над поверхностью битума должен находиться выше образца не менее, чем на 5 см.

Стакан с прибором после 15-минутного выдерживания ставят на плитку и нагревают с таким расчетом, чтобы скорость повышения температуры не превышала 5 °С в минуту. За *температуру размягчения* принимается температура, при которой шарик под действием своего веса продавит размягчившийся битум и коснется вместе с ним нижнего диска прибора. При испытании тугоплавких битумов вместо воды применяется глицерин.

Определение глубины проникания битума

Глубина проникания битума определяется при помощи прибора (рис. 6), называемого *пенетрометром*. Испытуемый

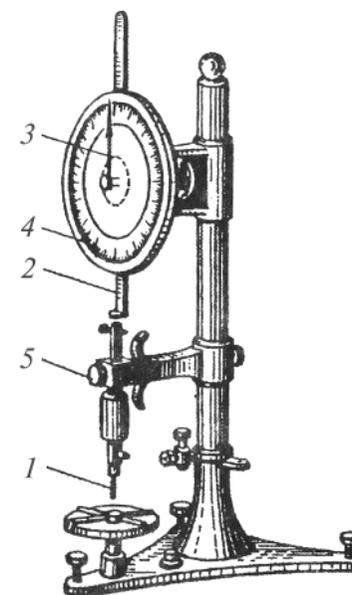


Рис. 6. Пенетрометр:

1 — игла; 2 — мерная рейка; 3 — стрелка циферблата; 4 — циферблат; 5 — стопорная кнопка

расплавленный битум заливается в стандартный металлический цилиндрик на высоту не менее 30 мм, охлаждается и затем помещается на 1 ч в воду, температура которой 25 °С.

Подготовленный таким образом образец через час переносят в маленький кристаллизатор, где температура воды также 25 °С, устанавливают на столике пенетрометра и приступают к испытаниям. Игла пенетрометра опускается до соприкосновения с поверхностью битума.

Затем одновременно пускают в ход секундомер и нажимают кнопку пенетрометра, давая игле свободно входить в битум в течение 5 с, по истечении которых отпускают кнопку прибора. Нижнюю часть рейки вновь доводят до верхней площадки грузодержателя, при этом вместе с рейкой передвигается и стрелка, показывая на круглой шкале расстояние в градусах, пройденное иглой в течение 5 с (один градус равен 0,1 мм). Определение повторяется 3–4 раза, каждый раз в точках, отстоящих друг от друга на расстоянии не менее 1 см; такое расстояние должно быть и от края сосуда.

Игла пенетрометра после каждого погружения тщательно протирается тряпкой, смоченной в бензине или керосине.

За глубину проникания берется среднее из 3–4 определений. Глубина проникания характеризует твердость и вязкость битума.

Определение растяжимости битума

Битум обладает свойством под действием силы вытягиваться в тонкие нити и образовывать тонкие пленки. Это свойство битума обуславливается его *пластичностью* — деформативностью, которая, в свою очередь, зависит от количественного и качественного содержания в битуме масел и смол.

Для определения растяжимости битума используется прибор, который называется *дуктилометром*.

Расплавленный и подготовленный для испытаний битум заливается в разборные металлические формочки в виде восьмерок и охлаждается.

Затем выдержанный в течение одного часа в воде при температуре 25 °С образец помещается в дуктилометр, наполненный водой, имеющей ту же температуру.

Одним концом восьмерка закрепляется на неподвижной стенке прибора, а другим — на подвижных салазках, снабженных указательной стрелкой. При включении мотора салазки начинают передвигаться, растягивая образец со скоростью 5 см в мин. Испытание продолжается до момента разрыва нити. Передвигающаяся указательная стрелка устанавливает длину (в см), на которую растянулся образец до момента разрыва нити.

Определение марки битума

Марка битума определяется путем сравнения опытных данных с показателями таблицы, приведенной в Руководстве № 2 (работа IX).

Раздел VII

СТРОИТЕЛЬНАЯ ДРЕВЕСИНА

Физические и химические свойства древесины определяются ее строением и структурой клеток. Клетка древесины состоит из оболочки, ядра и протоплазмы. Группа клеток, выполняющих одну и ту же биологическую роль, образует ткань древесины.

В зависимости от выполняемых функций ткани делятся на *эмбриональные, проводящие, механические, запасающие и покровные*.

Все древесные породы подразделяются на две большие группы: *хвойные и лиственные*.

Древесина хвойных пород в основном (на 95%) состоит из *трахеид* — вытянутых клеточек, сообщающихся между собой отверстиями. Трахеиды, образовавшиеся весной, характеризуются большой полостью, тонкой оболочкой и светлой окраской. Они выполняют роль проводящей ткани. Трахеиды, образовавшиеся летом, имеют малую полость, толстую

оболочку, более темную окраску и выполняют роль механической ткани.

Сердцевинные лучи узкие. Многие хвойные (но не все) имеют смоляные ходы — полости, в которых вырабатывается смола.

Особенностью лиственных пород, которые также делятся на две группы (кольцесосудистые и рассеяннососудистые), является то, что роль проводящей ткани выполняют проводящие сосуды.

У *кольцесосудистых* крупные проводящие сосуды расположены в весенней зоне, мелкие — в летней зоне.

Рассеяннососудистые характеризуются наличием мелких проводящих сосудов, рассеянных по всему годичному слою. Сердцевинные лучи у них узкие, граница годичного слоя часто слабо выражена.

МАКРОСТРУКТУРА И МИКРОСТРУКТУРА ДРЕВЕСИНЫ

Строение древесины, видимое невооруженным глазом или при помощи лупы, называется *макроструктурой*.

Для знакомства со строением ствола студенты зарисовывают торцовый (поперечный) его разрез с обозначением всех элементов: сердцевины, ядра, заболони, камбия, коры, годичных слоев, сердцевинных лучей.

Микроструктура древесины, характер клеток и особенности их расположения изучают при помощи микроскопа.

Срезы древесины помещают на столик микроскопа, изучают и зарисовывают. Структуру каждого класса рассматривают в трех плоскостях: торцовой, тангенциальной и радиальной. Каждый просмотренный препарат должен быть зарисован с отметкой весенней и летней зон, годичного слоя, сердцевинных лучей, сосудов, смоляных ходов, границ годичного слоя и других характерных признаков древесины и особенностей их расположения. Необходимо особенно отметить принадлежность каждой породы к определенному классу.

Пороки древесины

К порокам древесины относятся все отклонения от правильного строения дерева, поражения живыми организмами и прочие дефекты. Пороки снижают выход деловой древесины и ее качество. К ним относятся: сучки, трещины, пороки формы ствола, пороки строения древесины, раны, ненормальные отложения, повреждения насекомыми, ненормальные окраски и гнили. Основные виды пороков зарисовываются в тетради с краткой их характеристикой.

Физические свойства древесины

Определение влажности

Влага присутствует в древесине в трех видах: *капиллярная*, *гигроскопическая* и *химически связанная*. Наиболее сильное влияние на физико-механические свойства оказывает гигроскопическая влага, находящаяся в оболочках клеток.

Образец древесины помещают в предварительно взвешенную бюксу, взвешивают и переносят в сушильный шкаф. Древесина высушивается при $t = 105 - 110$ °С до постоянного веса. Расчет производят по формуле

$$w = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m} \cdot 100,$$

где m — масса бюксы;

m_1 — масса бюксы с образцом до высушивания;

m_2 — масса бюксы с образцом после высушивания.

Определение усушки

С изменением влажности изменяется и объем древесины. *Усушка вследствие анизотропности древесины* происходит различно, по различным направлениям.

Усушка в тангенциальном направлении происходит в пределах 6–12%, в радиальном — 3–6%, по длине волокон 0,1–0,3%.

Образцы в виде призм размером $20 \times 20 \times 30$ мм измеряют при помощи штангенциркуля по заранее нанесенным карандашом линиям в тангенциальном и радиальном направлениях, а также по длине волокон. После этого образец помещают в сушильный шкаф, высушивают до постоянного веса и измеряют по тем же линиям.

Расчет линейной и объемной усушки производят по формулам:

- по тангенциальному направлению

$$I_m = \frac{a - a_1}{a_1} \cdot 100;$$

- по радиальному направлению

$$I_p = \frac{b - b_1}{b_1} \cdot 100;$$

- по длине волокон

$$I = \frac{l - l_1}{l_1} \cdot 100.$$

Здесь

a, b, l — размеры образца до высушивания;

a_1, b_1, l_1 — размеры образца после высушивания.

Объемную усушку определяют одновременно с предварительным расчетом объема образца:

- объем образца до высушивания, см^3 ,

$$V_1 = \frac{abl}{1000};$$

- объем образца после высушивания, см^3 ,

$$V_2 = \frac{a_1 b_1 l_1}{1000};$$

- объемная усушка

$$I_0 = \frac{V_1 - V_2}{V_2} \cdot 100.$$

Коэффициенты усушки

$$K_T = \frac{I_m}{w}; \quad K_p = \frac{I_p}{w}; \quad K_0 = \frac{I_0}{w},$$

где K_T — коэффициент тангенциальной усушки;

K_p — коэффициент радиальной усушки;

K_0 — коэффициент объемной усушки.

Определение средней плотности

Среднюю плотность определяют по произведенным замерам усушки

$$\rho_w = \frac{m_w}{V_w},$$

где ρ_w — средняя плотность при данной влажности;

m_w — масса образца при данной влажности;

V_w — объем образца при данной влажности.

После этого среднюю плотность ρ_w при данной влажности приводят к стандартной 12% влажности по формуле

$$\rho_{12} = \rho_w [1 + 0,01(1 - K_0)(12 - w)],$$

где ρ_{12} — средняя плотность при 12% влажности;

ρ_w — средняя плотность при данной влажности;

K_0 — коэффициент объемной усушки.

Определение процента летней, или поздней, древесины

Летняя, или поздняя, древесина состоит в основном из механической ткани, поэтому, чем больше развита зона поздней древесины, тем выше ее прочность.

Определение процента поздней древесины производят на образцах с косым срезом, что дает возможность увеличить ширину годовичных слоев.

Берется отрезок в несколько (5–7) годовичных слоев. В каждом годовичном слое при помощи штангенциркуля измеряют ширину поздней зоны. Полученные размеры затем суммируют и процент поздней древесины рассчитывают по формуле

$$m = \frac{(\Sigma a)l}{l} 100\%,$$

где Σa — суммарная ширина поздней древесины в каждом годовичном слое;

l — длина отрезка древесины.

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ

Определение предела прочности древесины при сжатии вдоль волокна

Исследование проводят на образцах в виде призмы размером $20 \times 20 \times 30$ мм.

Образец устанавливают на плите пресса с шаровой опорой и испытывают на сжатие до разрушения образца, при этом фиксируют максимальное показание манометра.

Усилие при испытании должно быть направлено вдоль волокон образца.

Предел прочности при сжатии $R_{сж\ w}$, МПа, при данной влажности рассчитывают по формуле

$$R_{сж\ w} = \frac{P}{S},$$

где P — разрушающая сила, Н;

S — площадь сечения образца, м².

Для получения сравнимых результатов производится перерасчет на стандартную 12% влажность по формуле

$$R_{сж\ 12} = R_{сж\ w} [1 + \alpha(w - 12)],$$

где w — влажность древесины;

α — коэффициент (для сосны $\alpha = 0,05$).

Определение предела прочности древесины при сжатии (смятии) поперек волокна

Испытание на сжатие производят на образцах размером $20 \times 20 \times 30$ мм на прессе с шаровой опорой, с определенной скоростью нагрузки, которая передается через стальную призму. Стальная призма при испытании располагается посередине образца, перпендикулярно к его длине. Таким образом, здесь имеет место явление сжатия. Во время нагружения при помощи *мессуры* измеряется деформация с точностью до 0,005 мм. Испытание продолжается до явного перехода предела пропорциональности. Пользуясь двойными отсчетами, вычерчивают диаграмму сжатия, откладывая по оси абсцисс деформации, а по оси ординат — нагрузки. Точка ординаты, где построенная линия переходит из прямолинейного очертания в криволинейное, соответствует условному пределу прочности. Условный предел прочности при данной влажности w вычисляют с точностью до 1 МПа по формуле

$$R_{сж\ w} = \frac{P}{ab},$$

где P — разрушающая нагрузка, Н;

a — ширина образца, м;

b — ширина стальной призмы, м.

Для приведения условного предела прочности на сжатие к стандартной влажности пользуются формулой

$$R_{12} = R_{сж\ w} [1 + \alpha(w - 12)],$$

где $\alpha = 0,0035$.

Определение предела прочности древесины при статическом изгибе

Определение проводят на образце (балочке) размером $20 \times 20 \times 300$ мм. Испытуемый образец устанавливается на две неподвижные опоры с пролетом между их центрами, равным 240 мм. Нагрузка передается двумя ножами посередине длины образца, расстояние между которыми равно 80 мм. Опоры и ножи должны иметь закругления. Расположение образца должно быть таким, чтобы изгибающее усилие было направлено по касательной к годовым слоям, скорость нагружения — 500 кгс в минуту.

Испытание проводится до полного разрушения образца.

Предел прочности при изгибе вычисляется по формуле, МПа,

$$R_{\text{изгв}} = \frac{3P_p l}{2bh^2},$$

где P_p — разрушающая сила;

l — расстояние между опорами, равное 0,24 м;

b — ширина образца, м;

h — высота образца, м.

Для приведения предела прочности при статическом изгибе к стандартному, равному 12% влажности применяют формулу

$$R_{\text{изг12}} = R_{\text{изгв}} [1 + \alpha(w - 12)],$$

где $\alpha = 0,04$ — для всех пород.

Определение предела прочности древесины при скалывании вдоль волокон

Для этого испытания готовят специальной формы образцы, которые устанавливают в специальном приспособлении. Положение образцу придают такое, чтобы гладкая вертикальная плоскость его плотно прилегала к неподвижной опорной

стенке приспособления, а плоскости нижнего выреза образца плотно прилегали к соответствующим плоскостям подвижной опоры приспособления. Это достигается регулировкой установочного винта.

Нагрузка на образец передается через брусок по радиальному или тангенциальному направлению. Опорная плита прессы должна иметь шаровую опору. Скорость нарастания нагрузки должна быть равномерной и в среднем равной 1260 кгс в минуту на весь образец. Испытание продолжается до полного разрушения образца.

Предел прочности при скалывании определяется по формуле, МПа,

$$R_{\text{скалв}} = \frac{P_p}{ab},$$

где a — высота площади скалывания, м;

b — толщина образца, м.

Предел прочности при скалывании вдоль волокон при стандартной 12%-й влажности определяется по формуле

$$R_{\text{скал12}} = R_{\text{скалв}} [1 + \alpha(w - 12)],$$

где α — поправочный коэффициент, для всех пород дерева равный 0,03.

Последняя формула является справедливой в пределах до 22% влажности.

Кроме указанного способа, предел прочности при сжатии вдоль волокон можно рассчитать, зная среднюю плотность древесины или процент, а также прочность при сжатии по эмпирическим формулам

$$R_{\text{сжат}} = 920 \cdot p_{12} - 50, \quad (6)$$

где p_{12} — средняя плотность при 12% влажности;

$$R_{\text{сжат}} = 6m + 300, \quad (7)$$

где m — процент поздней древесины.

При всех испытаниях на механические свойства проба на влажность берется сразу же после испытания из разрушенного образца.

Древесина обладает высоким сопротивлением изгибу и растяжению, высоким пределом прочности при сжатии вдоль волокон. Сопротивление растяжению и предел прочности при сжатии поперек волокон, а также сопротивление скалыванию вдоль волокон значительно ниже.

РУКОВОДСТВО № 2

РАБОТА I

ОБЩИЕ СВОЙСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Определение истинной плотности

1. Наименование материала _____
2. Прибор _____
3. Жидкость _____
4. Навеска $m_1 =$ _____ г
5. Остаток от навески $m_2 =$ _____ г
6. Масса материала, погруженного в жидкость,

$$m = m_1 - m_2 = \text{_____ г}$$

7. Абсолютный объем материала, равный объему вытесненной жидкости, _____ см³

$$8. \text{ Плотность } \rho = \frac{m}{V_{\text{абс}}} = \text{_____ г/см}^3$$

Определение средней плотности зерен (в куске)

Образец правильной формы

1. Порода материала: 1) _____ 2) _____ 3) _____

Размеры образца (см)

- 1) диаметр $d =$ _____ $h =$ _____ $b =$ _____
- 2) диаметр $d =$ _____ $h =$ _____ $b =$ _____
- 3) диаметр $d =$ _____ $h =$ _____ $b =$ _____

1. Объем образца $V =$ 1) _____ 2) _____ 3) _____ см³

2. Масса образца $m =$ 1) _____ 2) _____ 3) _____ г

3. Средняя плотность $\rho_k = \frac{m}{V}$

1) _____ 2) _____ 3) _____ г/см³

Образец неправильной формы

1. Порода материала _____
2. Прибор _____
3. Масса образца сухого $m =$ _____ г
4. Масса образца, насыщенного водой, $m_1 =$ _____ г
5. Масса образца, насыщенного в воде, $m_2 =$ _____ г
6. Объем вытесненной воды $V = m_1 - m_2 =$ _____ см³

7. Средняя плотность зерен (в куске) $\rho_k = \frac{m}{V} =$ _____ г/см³

Определение насыпной плотности

1. Порода материала _____
2. Прибор _____
3. Объем сосуда, равный насыпному объему, $V =$ _____ см³
4. Масса образца $m =$ _____ г
5. Насыпная плотность $\rho_n = \frac{m}{V} =$ _____ г/см³

Определение пористости

1. Материал _____
2. Истинная плотность $\rho =$ _____ г/см³
3. Средняя плотность зерен (в куске) $\rho_k =$ _____ г/см³
4. Пористость $\Pi = \left(1 - \frac{\rho_k}{\rho}\right) 100$ _____ %

Определение водопоглощения

1. Материал _____
2. Масса сухого образца $m_1 =$ _____ г
3. Масса насыщенного водой образца $m_2 =$ _____ г
4. Объем образца $V =$ _____ см³
5. Водопоглощение по массе $W = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \cdot 100 =$ _____ %

6. Объемное водопоглощение

$$W_0 = \frac{m_2 - m_1}{V} \cdot 100 = \text{_____} \%$$

7. Средняя плотность $\rho_k = \frac{W_0}{W_g} =$ _____ г/см³

Определение предела прочности при сжатии

1. Наименование материала _____
2. Прибор _____
3. Размеры образца:
 $a =$ _____ см
 $b =$ _____ см
или
 $d =$ _____ см
 $h =$ _____ см
4. Площадь образца $F =$ _____ м² (см²)
5. Разрушающая нагрузка $P_p =$ _____ Н (кгс)
6. Предел прочности $R_{сж} = \frac{P_p}{F} =$ _____ МПа (кгс/см²)

Определение коэффициента размягчения

1. Наименование материала _____
2. Прибор _____
3. Размеры образца сухого: $a =$ _____; $b =$ _____; $h =$ _____ см
насыщенного: $a =$ _____; $b =$ _____; $h =$ _____ см
4. Площадь образца F 1) _____; 2) _____ см²

5. Предел прочности $R_{сух} = \frac{P_c}{F_c} =$ _____ кгс/см²

$$R_{сух} = \frac{P_H}{F_H} = \text{_____} \text{ кгс/см}^2$$

6. Коэффициенты размягчения $K_p = \frac{R_{нас}}{R_{сух}} =$ _____

Преподаватель _____
«_____» _____ 200 _____ г.

РАБОТА II

МИНЕРАЛЬНЫЕ ВЯЖУЩИЕ (ЦЕМЕНТ). ИСПЫТАНИЯ ЦЕМЕНТА

Определение тонкости помола цемента

1. Навеска цемента _____ г
2. Прошло через сито 4900 отверстий _____ см²
а) _____ г
б) _____ %

Определение насыпной плотности цемента

1. Прибор _____
2. Объем сосуда $V =$ _____ см³
3. Масса сосуда $m_1 =$ _____ г
4. Масса сосуда с цементом $m_2 =$ _____ г

11. Соответствующее нормальной консистенции раствора В/Ц _____

2. *Определение предела прочности при изгибе и сжатии образцов*

1. Количество образцов 40 × 40 × 160 мм _____ шт
2. Навеска цемента _____ г
3. Навеска песка _____ г
4. Продолжительность перемешивания цемента с песком _____ мин
5. Количество воды при В/Ц, соответствующем нормальной консистенции раствора _____ см³
6. Продолжительность перемешивания раствора _____ мин
7. Продолжительность вибрации образцов _____ мин
8. Условия хранения образцов:
 - а) в формах во влажном воздухе _____ суток
 - б) без форм в воде _____ суток
9. Даты: а) изготовления образцов _____
 б) испытания образцов _____
10. Возраст образцов _____ суток
11. Испытания образцов на изгиб

№ образца	Размер образцов, см		Расстояние между опорами l , см	Разрушающая нагрузка поршня, $P=MF$, кгс	Предел прочности $R_i = \frac{3Pl}{2bH^2}$, кгс/см ² (Н/м ²)
	Ширина $b=$	Высота $h=$			
1					
2					
3					

Средняя:

3. *Испытание образцов на сжатие*

№ образца	Рабочая площадь пластины F_1 , см	Показание манометра прессы M , Н/м ² (кгс/см ²)	Площадь поршня прессы F_2 , см ²	Разрушающая нагрузка $P=MF_2$, Н (кгс)	Предел прочности при сжатии $R_{сж} = \frac{P}{F_1}$, Н/м ² (кгс/см ²)
1					
2					
3					
4					
5					

Технические условия на портландцемент ГОСТ 10178-85

1. Тонкость помола цемента: через сито № 008 (размеры ячейки в свету 0,08 × 0,08 мм) должно проходить не менее 85% от массы пробы.
2. Начало схватывания цемента должно наступить не ранее, чем через 45 мин, а конец схватывания не позднее, чем через 10 ч от начала затворения цементного теста.
3. Цемент при испытании образцов-лепешек кипячением в воде должен показывать равномерность изменения объема.
4. Марка цемента по ГОСТу определяется пределом прочности при изгибе образцов — балочек 40 × 40 × 160 мм и сжатии их половинок из раствора воды с нормальным песком 1:3 (по массе) и твердевших в соответствии с требованиями ГОСТа и испытанных через 28 дней с момента изготовления.

Преподаватель

« _____ » _____ 200 _____ г.

РАБОТА III

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ БЕТОНА

МЕЛКИЙ ЗАПОЛНИТЕЛЬ (ПЕСОК)

Происхождение песка _____

Определение водопоглощения

1. Масса влажного песка $m_1 =$ _____ г
2. Масса сухого песка $m =$ _____ г
3. Водопоглощение $W_{\text{п}} = \frac{m_1 - m}{m} \cdot 100 =$ _____ %

Определение насыпной плотности

Материал	Объем сосуда V , л	Масса пустого сосуда m , кг	Масса сосуда с песком m_1 , кг	Насыпная плотность песка $\rho_{\text{п}}^{\text{н}} = \frac{m_1 - m}{V}$, кг/л
Сухой песок в стандартном состоянии				

Определение истинной плотности

1. Прибор _____
2. Навеска песка $m =$ _____
3. Абсолютный объем, занимаемый песком (по объемомеру), $V_{\text{п}} =$ _____ см³
4. Истинная плотность песка $\rho^{\text{п}} = \frac{m}{V_{\text{п}}} =$ _____ г/см³

Определение гранулометрического состава и $M_{\text{кр}}$

Сита	Размер отверстий, мм	Остатки, г	Частные остатки, %	Полные остатки А, %
Круглые	10			
	5			
	2,5			
Квадратные	1,25			
	0,63			
	0,315			
	0,14			
	Прошло через 0,14			
$M_{\text{кр}} = \frac{A_{2,5} + A_{1,25} + A_{0,63} + A_{0,315} + A_{0,14}}{100} =$				

График просеивания песка



Определение суммарного содержания пылевидных глинистых и илистых частиц отмучиванием

1. Навеска песка $m_1 =$ _____ г
2. Масса песка после отмучивания и сушки $m_2 =$ _____ г
3. Содержание отмученных частиц $\frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100 =$ _____ %

Определения содержания органических примесей

1. Количество песка _____ см³
2. Реактив _____
3. Окраска раствора над песком (по сравнению с эталонном) _____

Технические требования ГОСТ 8736-93 к песку из горных пород, применяемому в качестве мелкого заполнителя для тяжелых, легких, мелкозернистых, ячеистых и силикатных бетонов; строительных растворов; сухих смесей; оснований и покрытий автомобильных дорог и аэродромов

1. Песок в зависимости от значений нормируемых показателей качества (зернового состава, содержания пылевидных

и глинистых частиц) подразделяют на два класса. В зависимости от зернового состава песок подразделяют на *группы по крупности*.

Каждую группу песка характеризуют значением модуля крупности, указанным в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Группа песка	Модуль крупности M_k
Очень крупный	свыше 3,5
Повышенной крупности	свыше 3,0 до 3,5
Крупный	-«- 2,5 до 3,0
Средний	-«- 2,0 до 2,5
Мелкий	-«- 1,5 до 2,0
Очень мелкий	-«- 1,0 до 1,5
Тонкий	-«- 0,7 до 1,0
Очень тонкий	до 0,7

2. Полный остаток на сите с сеткой № 063 должен соответствовать значениям, указанным в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Группа песка	Полный остаток на сите № 063, % по массе
Очень крупный	свыше 75
Повышенной крупности	свыше 65 до 75
Крупный	-«- 45 до 65
Средний	-«- 30 до 45
Мелкий	-«- 10 до 30
Очень мелкий	до 10
Тонкий	не нормируется
Очень тонкий	-«-

3. Содержание зерен крупностью св. 10,0 и менее 0,16 мм не должно превышать значений, указанных в табл. 3.

Т а б л и ц а 3

Класс и группа песка	Содержание зерен крупностью, в % по массе, не более		
	свыше 10 мм	свыше 5 мм	менее 0,16 мм
<i>Первый класс</i> Повышенной крупности, крупный и средний Мелкий	0,5 0,5	5 5	5 10
<i>Второй класс</i> Очень крупный и повышенной крупности Крупный и средний Мелкий и очень мелкий Тонкий и очень тонкий	5 5 0,5 не допускается	20 15 10 не допускается	10 15 20 не нормируется

4. Содержание в песке пылевидных и глинистых частиц, а также глины в комках не должно превышать значений, указанных в табл. 4.

Т а б л и ц а 4

Класс и группа песка	Содержание пылевидных и глинистых частиц		Содержание глины в комках	
	в процентах по массе, не более			
	в песке природном	в песке из отсевов дробления	в песке природном	в песке из отсевов дробления
<i>Первый класс</i> Очень крупный Повышенной крупности, крупный и средний Мелкий	– 2 3	3 3 5	– 0,25 0,35	0,35 0,35 0,50
<i>Второй класс</i> Очень крупный Повышенной крупности, крупный и средний Мелкий и очень мелкий Тонкий и очень тонкий	– 3 5 10	10 10 10 не нормируется	– 0,5 0,5 1,0	2 2 2 0,1

5. Природный песок при обработке раствором 3%-ным раствором едкого натрия не должен придавать раствору окраску темнее цвета эталона (цвет крепкого чая).

КРУПНЫЙ ЗАПОЛНИТЕЛЬ (ГРАВИЙ, ЩЕБЕНЬ)

Определение насыпной плотности

1. Объем сосуда $V =$ _____
2. Масса сосуда $m =$ _____ кг
3. Масса сосуда с гравием (щебнем) $m_1 =$ _____ кг
4. Масса гравия (щебня) $m_1 - m =$ _____ кг
5. Насыпная плотность сухого гравия (щебня)

$$\rho_{\text{нас}}^{\text{щ}} = \frac{m_1 - m}{V} = \text{_____ кг/см}^3$$

Определение средней плотности зерен (в куске)

1. Масса сухого гравия (щебня) $m =$ _____ кг
2. Объем воды в цилиндре до погружения насыщенного гравия (щебня) $V_1 =$ _____ см³
3. Объем воды в цилиндре после погружения насыщенного гравия (щебня) $V_2 =$ _____ см³
4. Объем гравия (щебня) $V_0 = V_2 - V_1 =$ _____ см³
5. Средняя плотность зерен (в куске)

$$\rho_k = \frac{m}{V_0} = \text{_____ кг/см}^3$$

Определение объема пустот

1. Объем сосуда $V_c =$ _____ см³
2. Масса сосуда с заполнителем $m_1 =$ _____ кг
3. Масса сосуда с заполнением и водой $m_2 =$ _____ кг
4. Масса долитой воды (объем пустот) $m = m_2 - m_1 =$ _____ см³
5. Относительный объем пустот

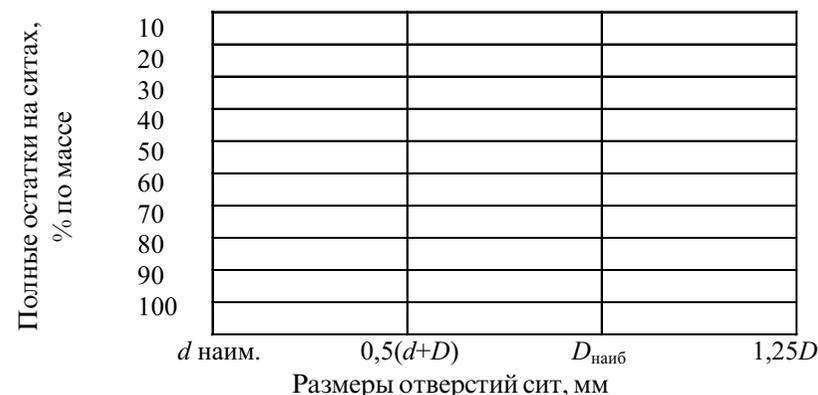
$$V_{\text{п}}^{\text{отн}} = \frac{m}{V_c} \cdot 100 = \text{_____ \%}$$

Определение гранулометрического состава

Результат просева

Сита	Размеры отверстий в свету, мм	Остатки на сите, г	Частные остатки, %	Полные остатки, %
Круглые	80			
	40			
	20			
	10			
	5			
Квадратные	2,5			
	1,25			
	0,63			
	0,315			
	0,14			
	Прошли через 0,14			
	Раструска			

График просеивания щебня (гравия)



Определение содержания пластинчатых (лещадных) и игловатых зерен

1. Масса пластинчатых (лещадных) и игловатых зерен $m_1 =$ _____ г
2. Масса всех остальных зерен пробы щебня $m_2 =$ _____ г

3. Содержание в пробе щебня пластинчатых (лещадных) и

игловатых зерен
$$П = \frac{m_1}{m_2 + m_1} \cdot 100 = \underline{\hspace{2cm}} \%$$

Некоторые технические требования к щебню и граввию из плотных горных пород для строительных работ (ГОСТ 8267-93)

1. Щебень и гравий выпускают в виде следующих основных фракций: от 5 (3) до 10 мм; свыше 10 до 20 мм; свыше 20 до 40 мм; свыше 40 до 80 (70) мм и смеси фракций от 5 (3) до 20 мм.

2. Полные остатки на контрольных ситах при отсеиве щебня и гравия указанных фракций должны соответствовать приведенным в табл. 5, где d и D — наименьшие и наибольшие номинальные размеры зерен.

Таблица 5

Диаметр отверстий контрольных сит, мм	d	$0,5(d+D)$	D	$1,25D$
Полные остатки на ситах, % по массе	от 90 до 100	от 30 до 80	до 10	до 0,5

3. Форму зерен щебня и гравия характеризуют содержанием зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы. Щебень в зависимости от содержания зерен пластинчатой и игловатой формы подразделяют на четыре группы, которые должны соответствовать указанным в табл. 6 значениям.

Таблица 6

Группа щебня	Содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы, проценты по массе
1	до 15 включительно
2	свыше 15 до 25
3	«- 25 до 35
4	«- 35 до 50

4. Гравий не должен содержать зерен пластинчатой и игловатой формы более 35% по массе.

Выводы: _____

Преподаватель _____
 «_____» _____ 200 г.

РАБОТА IV

ПОДБОР СОСТАВА ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА ПО РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМУ МЕТОДУ

Задание

1. Назначение бетона _____
2. Марка бетона R_b^{28} _____
3. Удобоукладываемость (подвижность) бетонной смеси: осадка конуса _____ см

Характеристики материалов

1. Наименование цемента _____
2. Активность цемента R_c^{28} _____ кгс/см²
3. Насыпная плотность цемента ρ_n _____ кг/л
4. Истинная плотность цемента $\rho^m =$ _____ г/см³
5. Насыпная плотность сухого песка ρ_n _____ кг/л
6. Истинная плотность песка $\rho^m =$ _____ г/см³
7. Вид крупного заполнителя _____
8. Насыпная плотность сухого щебня (гравия) ρ_n^m _____ кг/л
9. Истинная плотность щебня (гравия) $\rho^m =$ _____ г/см³
10. Пустотность щебня (гравия) $V_{пуст}^{отн}$ _____
11. Наибольшая крупность (гравия) $D =$ _____ мм
12. Качество заполнителей _____

Определение водоцементного отношения В/Ц

1. Определение Ц/В из формулы: $R_b^{28} = AR_c^{28}(Ц/В - 0,5)$,

Ц/В= _____
 где А — коэффициент, зависящий от качества заполнителей:
 0,65 — для высококачественных;
 0,6 — для рядовых
 и 0,55 — для низкокачественных заполнителей.

2. $V/C = \frac{V}{V/C}$ _____

Определение ориентировочной водопотребности (расхода воды) в бетонной смеси по графикам или таблицам

Примерный расход воды В= _____ л на 1 м³ бетона.

Определение расхода цемента на 1 м³ бетона

Расход цемента Ц= $\frac{V}{V/C}$ _____ кг/м³

Определение расхода щебня (гравия) на 1 м³ бетона состава № _____

Расход щебня (гравия) Щ = $\frac{1000\rho_{\text{н}}^{\text{щ}}}{V_{\text{пуст}}^{\text{отн}}(\alpha - 1) + 1}$ = _____ кг/м³,

где α — коэффициент раздвижки зерен щебня (гравия), выбираемый по графику или таблице:

для состава бетона № 1 α = _____

для состава бетона № 2 α = _____

для состава бетона № 3 α = _____

Определение расхода песка

на 1 м³ бетона состава № _____

Расход песка П = $\left(1000 - \left\{\frac{\text{Щ}}{\rho^{\text{щ}}} + \frac{\text{Ц}}{\rho^{\text{ц}}} + \text{В}\right\}\right)\rho^{\text{п}}$ = _____ кг/м³

Определение количества материалов для пробного замеса бетона состава № _____ и проверка удобоукладываемости (осадка конуса)

Наименование	Количество материалов		Добавки, кг			Всего, кг
	на 1 м ³ бетона	на 10 л бетона	Первая	Вторая	Третья	
Вода						В ₁ =
Цемент						Ц ₁ =
Песок						П ₁ =
Щебень (гравий)						Щ ₁ =
Осадка конуса, см						

Всего:

Если подвижность бетонной смеси окажется ниже требуемой, то добавляется вода и цемент порциями по 5 или 10 %, а если выше, добавляются заполнители по 5 или 10 %.

Определение фактической плотности и объема свежееуложенного бетона состава № _____ для уточнения и определения окончательного расхода материалов в бетоне

1. Объем формы V_c = _____ л
2. Масса формы m_2 = _____ кг
3. Масса формы со свежееуложенным бетоном m_1 = _____ кг
4. Масса свежееуложенного бетона $m_3 = m_1 - m_2$ = _____ кг
5. Фактическая плотность свежееуложенного бетона

$\rho_6 = \frac{m_3}{V_c}$ = _____ кг/л

6. Объем бетона пробного замеса $V_6 = \frac{\sum q_c}{\rho_6}$ = _____ л

Определение окончательного расхода материалов и коэффициента выхода бетона на 1 м³ бетона состава № _____

Расход материалов по массе:

Щебень (гравий) $\text{Щ} = \frac{\text{Щ}}{V_6} \cdot 1000 = \text{_____}$ кг

Песок $\text{П} = \frac{\text{П}}{V_6} \cdot 1000 = \text{_____}$ кг

Цемент $\text{Ц} = \frac{\text{Ц}}{V_6} \cdot 1000 = \text{_____}$ кг

Вода $\text{В} = \frac{\text{В}}{V_6} \cdot 1000 = \text{_____}$ кг

Всего: $\text{Щ} + \text{П} + \text{В} = \text{_____}$ кг

Расход материалов по объему:

Щебень $\text{Щ} = \frac{\text{Щ}}{\rho_{\text{ш}}} = \text{_____}$ л

Песок $\text{П} = \frac{\text{П}}{\rho_{\text{п}}} = \text{_____}$ л

Цемент $\text{Ц} = \frac{\text{Ц}}{\rho_{\text{ц}}} = \text{_____}$ л

Всего: $\text{Щ}_0 + \text{П}_0 + \text{Ц}_0 = \text{_____}$ л

Коэффициент выхода бетона $\beta = \frac{1000}{\text{Ц}_0 + \text{П}_0 + \text{Щ}_0} = \text{_____}$,

где 1000 — объем 1 м³ бетона, л.

Вычисление состава бетона в виде соотношения:

1. Номинальный состав (для сухих заполнителей) по массе:

$\frac{\text{Ц}}{\text{Ц}} \div \frac{\text{П}}{\text{Ц}} \div \frac{\text{Щ}}{\text{Ц}} = 1: \text{---} : \text{---} = \text{_____}$

2. Номинальный состав по объему:

$\frac{\text{Ц}}{\text{Ц}} \div \frac{\text{П}}{\text{Ц}} \div \frac{\text{Щ}}{\text{Ц}} = 1: \text{---} : \text{---} = \text{_____}$

при В/Ц = _____

Результаты испытания бетонных образцов-кубов на сжатие

Дата изготовления образцов _____

Дата испытания образцов _____

Возраст образцов _____

№ состава бетона	Линейные размеры, см	Площадь поперечного сечения, см ²	Объем, л	Масса, кг	Средняя плотность, кг/см ³	Разрушающая нагрузка, кгс	Предел прочности $R_{\text{сж}}$ при сжатии	
							кгс/см ²	МПа

Расход цемента на 1 м³ бетона

В составе № _____ Ц = _____ кг/м³

Расход цемента, полученного в других составах бетона другими бригадами студентов:

в составе № _____ Ц = _____ кг/м³

в составе № _____ Ц = _____ кг/м³

Выводы: из трех составов принят состав бетона № _____ как отвечающий заданной марке бетона, наиболее экономичный вследствие наименьшего расхода цемента Ц _____ кг на 1 м³ бетона и имеющий требуемую подвижность, отвечающую поставленным требованиям.

Преподаватель _____
« _____ » _____ 200 г.

РАБОТА V

ПОДБОР СОСТАВА ЛЕГКОГО БЕТОНА РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ МЕТОДОМ

Задание

1. Назначение бетона _____
2. Класс бетона В _____
3. Средняя плотность бетона _____
4. Удобоукладываемость (подвижность) бетонной смеси: жесткость (осадка конуса) _____

Характеристики материалов

1. Наименование цемента _____
2. Насыпная плотность цемента $\rho_{\text{н}}^{\text{ц}} =$ _____ г/см³
3. Истинная плотность цемента $\rho^{\text{ц}} =$ _____ г/см³
4. Вид мелкого заполнителя _____
5. Насыпная плотность песка $\rho_{\text{н}}^{\text{п}} =$ _____ кг/л
6. Истинная плотность песка $\rho^{\text{п}} =$ _____ г/см³
7. Вид крупного пористого заполнителя _____
8. Насыпная плотность крупного заполнителя $\rho_{\text{н}}^{\text{з.к.}} =$ _____ кг/л
9. Средняя плотность зерен крупного заполнителя в цементном тесте $\rho_{\text{ц.т.}}^{\text{з.к.}} =$ _____ кг/л
(ориентировочно рассчитывается по формуле:
 $\rho_{\text{ц.т.}}^{\text{з.к.}} = 1,8\rho_{\text{ц.т.}}^{\text{з.к.}} - 300$).

10. Средняя плотность зерен мелкого заполнителя в цементном тесте (для плотного песка $\rho_{\text{ц.т.}}^{\text{з.м.}}$ принимается равной $\rho^{\text{п}}$ — плотности песка: $\rho_{\text{ц.т.}}^{\text{з.м.}} = \rho^{\text{п}}$)

$\rho_{\text{ц.т.}}^{\text{з.м.}} =$ _____ кг/л

11. Водопотребность мелкого заполнителя $V_{\text{п}} =$ _____ %

(Для плотного песка принимается в зависимости от модуля крупности $M_{\text{кр}}$ по прил. 4).

Определение предварительного состава легкого бетона

1. Расход цемента Ц для заданного класса (марки) бетона определяют по прил. 3.

Ц = _____ кг на 1 м³ бетона

2. Расход крупного пористого заполнителя К, кг/м³:

$$K = 1000\phi\rho_{\text{ц.т.}}^{\text{з.к.}},$$

где ϕ — объемная концентрация крупного заполнителя, л/м³, данная на 1000 л (по прил. 5).

3. Расход песка П = $\rho_{\text{б.с.}} - 1,15Ц - К =$ _____ кг/м³,

где $\rho_{\text{б.с.}}$ — заданная средняя плотность бетона, кг/м³.

4. Расход воздухововлекающих добавок _____ % принимается в % от массы цемента по прил. 4.

5. Расход воды $V = V_0 + V_1 + V_2 + V_3^{\text{пл}} =$ _____ л/м³,
где V_0 — начальный расход воды, принимаемый по прил. 4,
 $V_1 = 2000(\phi - 0,37)^2 =$ _____

• поправка на объемную концентрацию крупного заполнителя;

$V_2 = 0,15(Ц - 450) =$ _____

• поправка на расход цемента при Ц > 450;

$V_3^{\text{пл}} = 0,01П(V_{\text{п}} - 7) =$ _____

• поправка на водопотребность плотного песка.

6. Объем вовлеченного воздуха $V_{\text{в}}$, рассчитываемый по формуле,

$$V_{\text{в}} = \frac{1}{10} \left(1000 - \left\{ \frac{Ц}{\rho^{\text{ц}}} + \frac{К}{\rho_{\text{ц.т.}}^{\text{з.к.}}} + \frac{П}{\rho_{\text{ц.т.}}^{\text{з.п.}}} + V \right\} \right) =$$

_____ л/м³

7. Ожидаемая расчетная средняя плотность бетона
 $\rho_{б.с} = 1,15Ц + V_{п}\rho_{п} + V_{к}\rho_{к} = \dots$ кг/м³,
 где $V_{п}$, $V_{к}$ — объем каждой фракции заполнителей, принимается по прил. 5.

Определение количества материалов для пробного замеса легкого бетона состава № _____ и проверка удобоукладываемости

Наименование	Количество материалов					
	состав № 1		состав № 2		состав № 3	
	на 1 м ³ бетона	на 10 л бетона	на 1 м ³ бетона	на 10 л бетона	на 1 м ³ бетона	на 10 л бетона
Цемент						
Крупный заполнитель						
Песок						
Вода						
Добавка						
Показатель подвижности: осадка конуса, см жесткость, с						

Для опытных замесов помимо предварительного состава, определенного вышеприведенным способом, рассчитывают еще два состава, в которых расход цемента принимается на 10–20 % меньше и больше, чем полученный в исходном составе.

Если на принятых материалах нельзя получить заданную среднюю плотность бетона при допустимых значениях ϕ , то диапазон варьирования расхода цемента следует уменьшить так, чтобы объемная концентрация крупного заполнителя оказалась в допустимых пределах или принять другие заполнители.

Определение фактической средней плотности и объема свежееуложенного легкого бетона состава № _____

1. Объем формы $V_{см} = \dots$ л
2. Масса формы $m_{\phi} = \dots$ кг
3. Масса формы со свежееуложенным бетоном $m_1 = \dots$ кг
4. Масса свежееуложенного легкого бетона
 $m_6 = m_1 - m_{\phi} = \dots$ кг

5. Фактическая средняя плотность свежееуложенного легкого бетона $\rho_6 = \frac{m_6}{V_{см}} = \dots$ кг/л

6. Объем бетона пробного замеса $V_6 = \frac{\Sigma M}{\rho_6} = \dots$ л

Определение окончательного расхода материалов на 1 м³ легкого бетона состава № _____

Расход материалов по массе

1. Крупный заполнитель $K = \frac{K_3}{K_6} \cdot 1000 = \dots$ кг

2. Мелкий заполнитель $\Pi = \frac{\Pi_3}{V_6} \cdot 1000 = \dots$ кг

3. Цемент $\text{Ц} = \frac{\text{Ц}_3}{V_6} \cdot 1000 = \dots$ кг

4. Вода $B = \frac{B_3}{V_6} \cdot 1000 = \dots$ кг

5. Всего: $K + \Pi + \text{Ц} + B = \dots$ кг

Расход материалов по объему

1. Крупный заполнитель $K_0 = \frac{K}{\rho_{н}^{3.к}} = \dots$ л

2. Мелкий заполнитель $\Pi_0 = \frac{\Pi}{\rho_{н}^{3.м}} = \dots$ л

3. Цемент $\text{Ц}_0 = \frac{\text{Ц}}{\rho_{н}} = \dots$ л

4. Всего: $K_0 + \Pi_0 + \text{Ц}_0 = \dots$ л

Результаты испытания образцов-кубов легкого бетона на сжатие

Дата изготовления образцов _____

Дата испытания образцов _____

Возраст образцов _____

№ состава бетона	Линейные размеры, см	Площадь поперечного сечения, см ²	Объем, л	Масса, кг	Средняя плотность, кг/см ³	Разрушающая нагрузка, кгс	Предел прочности при сжатии $R_{сж}$	
							кгс/см ²	МПа

Выводы: из трех составов принят состав бетона № _____ как отвечающий заданному классу легкого бетона, заданной средней плотности бетона, имеющий наименьший расход цемента $C =$ _____ кг на 1 м³ бетона и требуемый показатель по удобоукладываемости.

Преподаватель _____

« _____ » _____ 200 _____ г.

РАБОТА VI

ПОДБОР СОСТАВА ЯЧЕИСТОГО БЕТОНА РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ МЕТОДОМ

Задание

1. Назначение ячеистого бетона _____
2. Класс бетона В _____
3. Средняя плотность ячеистого бетона в сухом состоянии

$\rho_6 =$ _____

Характеристики материалов

1. Наименование вяжущего _____
2. Доля цемента в смешанном вяжущем $n =$ _____
3. Активность извести (фактическое содержание CaO)
 $A_{\phi} =$ _____
4. Наименование кремнеземистого компонента _____
5. Наименование порообразователя _____

Определение соотношения кремнеземистого компонента и вяжущего в смеси (С)

Выбирают исходное значение C по прил. 6 в зависимости от применяемого вяжущего $C =$ _____

Определение водотвердого отношения В/Т

1. Выбирают оптимальную текучесть растворной смеси, соответствующую заданной марке по средней плотности ячеистого бетона по прил. 6. Текучесть раствора выражается величиной диаметра расплыва раствора на вискозиметре Сутгарда _____ см.
2. Опытным путем определяют количество воды затворения для получения заданного значения текучести.

Наименование материала	Состав № 1		Состав № 2		Состав № 3	
	Навеска, г	Расплав лепешки, см	Навеска, г	Расплав лепешки, см	Навеска, г	Расплав лепешки, см
1. Вяжущее + + крем = неземистый компонент	300		300		300	
2. Вода						

Оптимальный расход воды V _____ л
 3. V/T _____

Определение количества порообразователя

1. Определяют пористость ячеистого бетона $\Pi_{я}$ по формуле

$$\Pi_{я} = 1 - \frac{\rho_6 (W + V/T)}{K_c},$$

где W — абсолютный объем 1 кг сухой смеси, л (принимается по прил. 7);

ρ_6 — средняя плотность ячеистого бетона в сухом состоянии, кг/м³;

K_c — коэффициент, учитывающий связанную воду в материале, для предварительных расчетов принимается $K_c = 1,1$.

2. Расход порообразователя (алюминиевый пудры или водного раствора пенообразователя) $P_{п}$ на замесе ячеистого бетона вычисляют по формуле $P_{п} = \frac{\Pi_{я}}{\alpha K} V =$ _____ кг,

где α — коэффициент использования порообразователя;

V — заданный объем ячеистобетонной смеси;

K — коэффициент выхода порообразователя.

За исходные K , α для расчетов принимают следующие:

$K = 1390$ л/кг для алюминиевой пудры (при температуре раствора 40 °С) и $K = 20$ л/кг для порообразователя; $\alpha = 0,85$.

Определение расхода материалов на каждый пробный замес объемом V

Расход вяжущего определяют по формуле

$$P_{вяж} = \frac{\rho_6}{K_c(1+C)} V =$$
 _____ кг,

где ρ_6 — заданная средняя плотность ячеистого бетона в сухом состоянии, кг/м³

2. Расход кремнеземистого компонента определяют по формуле $P_k = P_{вяж} C =$ _____ кг

3. Расход воды определяют по формуле

$$P_v = (P_{вяж} + P_k) V/T =$$
 _____ кг

Определение количества материалов для пробных замесов ячеистого бетона и проверка средней плотности бетона

Наименование	Количество материалов					
	состав № 1		состав № 2		состав № 3	
	на 1 м ³ бетона	на 10 л бетона	на 1 м ³ бетона	на 10 л бетона	на 1 м ³ бетона	на 10 л бетона
Вяжущие						
Кремнеземистый компонент						
Вода						
Порообразователь						
Средняя плотность бетона, кг/м ³						

Определение фактической средней плотности свежееуложенной ячеистобетонной смеси и растворной смеси

1. Объем формы $V_c =$ _____ л

2. Масса формы $m_{\phi} =$ _____ кг

3. Масса формы со свежееуложенной растворной смесью $m_1 =$ _____ кг

4. Масса формы со свежееуложенной ячеистобетонной смесью $m_2 =$ _____ кг

5. Масса свежееуложенной растворной смеси $m_p = m_1 - m_{\phi} =$ _____ кг

6. Масса свежееуложенной ячеистобетонной смеси $m_{я.с} = m_2 - m_{\phi} =$ _____ кг

7. Фактическая средняя плотность растворной смеси

$$\rho_p^{\phi} = \frac{m_p}{V_c} =$$
 _____ кг/м³

8. Фактическая средняя плотность ячеистобетонной смеси

$$\rho_{я.с}^{\phi} = \frac{m_{я.с}}{V_c} = \text{_____ кг/м}^3$$

Определение окончательного расхода материалов на 1 м³ ячеистого бетона

1. Устанавливают фактическую пористость P_{ϕ} по формуле

$$P_{\phi} = 1 - \frac{\rho_{я.с}^{\phi}}{\rho_p} = \text{_____}$$

2. Уточняют коэффициент использования порообразователя по формуле

$$\alpha_{\phi} = P_{\phi} / P_{п} \cdot K_c = \text{_____}$$

3. Уточняют коэффициент, учитывающий гидратную воду, по формуле

$$K_c^{\phi} = \frac{\rho_c^{\phi}}{\rho_{я.с}^{\phi}} (1 + B/T) = \text{_____}$$

где ρ_c^{ϕ} — средняя плотность ячеистого бетона в сухом состоянии, кг/м³, определяемая после высушивания образца до постоянной массы или ориентировочно принимаемая

$$\rho_c^{\phi} = 0,8\rho_{я.с}^{\phi} = \text{_____ кг/м}^3$$

4. Определяют окончательный расход материалов на замес:

$$\text{Расход вяжущего } P_{вяж} = \frac{P_c^{\phi}}{K_c^{\phi}} V = \text{_____ кг}$$

$$\text{Расход вяжущего } P_{вяж} = P_{сух} (1 + C) = \text{_____ кг}$$

$$\text{Расход воды } P_v = P_{сух} B/T = \text{_____ кг}$$

$$\text{Расход цемента } P_{ц} = P_{вяж} n = \text{_____ кг}$$

$$\text{Расход извести } P_{и} = P_{вяж} (1 - n) = \text{_____ кг}$$

$$\text{Расход товарной извести } P_{иф} = (P_{и} / A_{\phi}) \cdot 100 = \text{_____ кг}$$

Расход кремнеземистого компонента

$$P_k = P_{сух} - (P_{ц} + P_{иф}) = \text{_____ кг}$$

Здесь V — заданный объем одновременно формуемых изделий, увеличенный с учетом образования «горбушки» на 7–10% для индивидуальных форм и на 3–5% для массивов;

n — доля цемента в смешанном вяжущем;

A_{ϕ} — фактическое содержание СаО в товарной извести (активность).

5. Расчет высоты заполнения форм смесью h производят

$$\text{по формуле } h = K_r h_0 \frac{\rho_c}{\rho_p} = \text{_____ см,}$$

где K_r — коэффициент, учитывающий высоту «горбушки», принимаемый равным $K_r = 1,1$;

h_0 — высота формы, см;

ρ_c, ρ_p — средняя плотность соответственно ячеистобетонной (газобетонной) и растворной смеси.

Результаты испытания образцов-кубов ячеистого бетона на сжатие

Дата изготовления образцов _____

Дата испытания образцов _____

Возраст образцов _____

№ состава бетона	Линейные размеры, см	Площадь поперечного сечения, см ²	Объем, л	Масса, кг	Средняя плотность, кг/см ³	Разрушающая нагрузка, кгс	Предел прочности при сжатии $R_{сж}$	
							кгс/см ²	МПа

Выводы: из трех составов принят состав бетона

№ _____ как отвечающий заданному классу ячеистого бетона и заданной средней плотности (не больше).

Преподаватель _____
« _____ » _____ 200 г.

РАБОТА VII

ПОДБОР СОСТАВА СМЕШАННОГО РАСТВОРА ДЛЯ КАМЕННОЙ КЛАДКИ

Задание

Назначение раствора _____
Марка раствора $R_p =$ _____ кгс/см²
Подвижность раствора _____ см

Характеристики материалов

Наименование цемента _____
Активность цемента $R_{ц} =$ _____ кгс/см²
Насыпная плотность цемента $\rho_{н}^{ц} =$ _____ г/см³
Наименование добавки (Д) _____
Плотность добавки $\rho^д =$ _____ г/см³
Крупность песка _____ мм
Насыпная плотность песка $\rho_{н}^п =$ _____ г/см³

Расчет состава раствора

1. Определение количества цемента на 1 м³ песка

$$Q_{ц} = \frac{R_p}{KR_{ц}} \cdot 1000 = \text{_____ кг}$$

K — коэффициент, равный 0,7 : 1,4

2. Количество глиняного или известкового теста на 1 м³ песка

$$D_1 = 170(1 - 0,002Q_{ц}) = \text{_____ л}$$

$$D = D_1 \rho_d = \text{_____ кг}$$

3. Количество воды на 1 м³ песка

$$\text{Водовяжущее отношение: } \frac{B}{Ц + Д} = 0,8 : 0,9.$$

4. Принято водовяжущее отношение $\frac{B}{Ц + Д} =$ _____

5. Количество воды _____ л

Определение количества материалов для опытного замеса

Объем опытного замеса _____ л

Наименование	Количество материалов		Подвижность, см	Добавки				Всего на замес, кг
	на 1 м ³ , кг	на опытный замес, кг		материалов на замес				
				1	2	3	4	
Песок			№ 1 =					
Цемент			№ 2 =					
Добавки			№ 3 =					
Вода								
Всего								

Определение плотности и объема свежеприготовленного раствора

Масса пустой формы m_1 , кг	Масса формы со свежесложенным раствором m_2 , кг	Масса раствора $m_3 = m_2 - m_1$, кг	Объем формы V , л	Плотность $\rho^p = \frac{m_3}{V}$	Объем всего замеса $V_p = \frac{m}{\rho^p}$

Состав раствора

а) по массе: $\frac{Ц}{Ц} : \frac{Д}{Ц} : \frac{П}{Ц} =$ _____

б) по объему: $\frac{Ц}{\rho_{ц}} : \frac{Д}{\rho_{д}} : \frac{П}{\rho_{п}} = V_{ц} : V_{д} : V_{п} =$ _____

Коэффициент выхода раствора

$$K = \frac{V_p}{V_{ц} + V_g + V_d} = \frac{\dots}{\dots}$$

Подсчет расхода материалов на 1 м³ раствора

Цемент Ц = _____ кг
 Песка П = _____ кг
 Добавки Д = _____ кг
 Воды В = _____ кг

Определение предела прочности на сжатие образцов куба размером 7,07 × 7,07 × 7,07 см³

№ образца	Возраст образца	Показание манометра, кгс/см ²	Разрушающая нагрузка Р, кг	Предел прочности на сжатие $R_{ск} = \frac{P}{F}$
			кгс/см ²	Н/м ²
1				
2				
3				

Среднее из 2-х наибольших = _____ кгс/см² _____ Н/м²

Выводы: _____

Составы раствора для кладки зданий представлены в табл. 7.

Таблица 7

Марка цемента	Составы в объемной дозировке растворов марок				
	100	75	50	25	10
<i>Цементно-известковые растворы</i>					
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	-	-	2:0,2:3	1:0,7:6	-
200	-	-	1:0,1:2,5	1:0,5:5	1:1,7:12
<i>Цементно-глиняные растворы</i>					
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	-	-	2:0,2:3	1:0,7:6	-
	-	-	1:0,1:2,5	1:0,5:5	1:1:9
<i>Цементные растворы</i>					
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	-

Преподаватель _____

« _____ » _____ 200 г.

РАБОТА VIII

ИСПЫТАНИЯ КИРПИЧА

Обмер и внешний осмотр образцов кирпича

Кирпич керамический

Стандартные размеры кирпича:

одинарного _____

модульного _____

Технические требования и результаты осмотра ГОСТ 530-95

Допускаемые отклонения			Установлено при осмотре образцов кирпича										
			1	2	3	4	5	6	7	8			
1. От размеров кирпича, мм:	пластического прессования	попелухого прессования											
	по длине	± 7	± 5										
	по ширине	± 5	± 4										
	по толщине		± 3										
2. По искривлению ребер и граней, мм ³													
3. Сквозные трещины на ложковых и тычковых гранях (250 × 65 и 250 × 88 мм) на всю толщину кирпича по ширине протяженностью до 30 мм – не более одной													
Незначительные отбитости и притупленности ребер и углов размером по длине ребра не более 15 мм – не свыше двух													

Примечание: для контрольной проверки от каждой партии кирпича отбирают 0,5% кирпичей.

Форма кирпича _____

Кирпич силикатный

Стандартные размеры кирпича:

одинарного _____

утолщенного _____

Форма кирпича _____

Технические требования и результаты осмотра ГОСТ 379-95

Допускаемые отклонения	Установлено при осмотре образцов кирпича							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1. От номинальных размеров и геометрической формы кирпича, мм:								
• по длине, толщине и ширине – ± 2								
• по не параллельности граней – ± 2								
2. По радиусу закругления вертикальных ребер для лицевых изделий, не более 6 мм								
3. Для рядовых изделий, не более:								
отбитости углов глубиной от 10 до 15 мм – 3 шт.,								
шероховатости или срыв грани глубиной – 5 мм,								
трещины на всю толщину изделий протяженностью по постели до 40 мм – 1 шт.								
4. Для лицевых изделий на лицевых поверхностях отбитости, притупленности углов и ребер, шероховатости, трещины и другие повреждения не допускаются								

Определение средней плотности кирпича керамического и силикатного по ГОСТ 7025-91

№ образца	Размер образца, мм			Объем образца V , см ³	Масса образца m , г	Плотность образца $\rho_0 = \frac{m}{V}$, г/см ³
	длина l	ширина b	толщина h			
<i>керамический кирпич</i>						
1						
2						
3						
<i>силикатный кирпич</i>						
4						
5						
6						

Средняя плотность кирпича определяется по результатам испытаний трех образцов: _____

Определение водопоглощения кирпича керамического и силикатного по ГОСТ 7025-91

№ образца	Размер образца, мм			Объем образца V , см ³	Масса образца m , г	Плотность образца $\rho_0 = \frac{m}{V}$, г/см ³
	длина l	ширина b	толщина h			
<i>керамический кирпич</i>						
1						
2						
3						
<i>силикатный кирпич</i>						
4						
5						
6						

Средняя плотность кирпича определяется по результатам испытаний трех образцов: _____

Определение водопоглощения кирпича керамического и силикатного по ГОСТ 7025-91

№ образца	Масса до насыщения m , г	Масса после насыщения m_1 , г	Водопоглощение по массе $B = \frac{m_1 - m}{m} \cdot 100, \%$
<i>керамический кирпич</i>			
1			
2			
3			
<i>силикатный кирпич</i>			
4			
5			
6			
Среднее			

Согласно ГОСТ 379-95 водопоглощение силикатного кирпича должно быть не менее 6 %.

Согласно ГОСТ 530-95 водопоглощение для полнотелого керамического кирпича должно быть не менее 8 % для пустотелых изделий — не менее 6 %.

Определение предела прочности при сжатии по ГОСТ 8462-85

№ образца	Площадь образца F , см ²	Показание манометра, кгс/см ²	Разрушающее усилие P , кгс	Предел прочности при сжатии $R_{сж} = \frac{P}{F}$, кгс/см ² (МПа)
<i>керамический кирпич</i>				
1				
2				
3				
<i>силикатный кирпич</i>				
4				
5				
6				

Среднее $R_{сж} =$ _____ МПа (кгс/см²)

**Определение предела прочности при изгибе
по ГОСТ 8462-85**

№ образца	Разрушающее усилие P , кгс	Расстояние между опорами L , см	Ширина кирпича b , см	Толщина кирпича h , см	Предел прочности $R_{сж} = \frac{3}{2} \cdot \frac{Pl}{bh^2}$, МПа (кгс/см ²)
-----------	------------------------------	-----------------------------------	-------------------------	--------------------------	--

керамический кирпич

1					
2					
3					

силикатный кирпич

4					
5					
6					

Среднее $R_{сж} =$ _____ МПа (кгс/см²)

По результатам испытания на сжатие и изгиб выбран кирпич марки _____

Марку силикатного кирпича по прочности устанавливают по значениям пределов прочности при сжатии и изгибе, указанным в табл. 8.

Таблица 8

Марка изделия	Предел прочности, не менее, МПа (кгс/см ²)					
	при сжатии		при изгибе			
	всех видов изделий		одинарного и утолщенного полнотелого кирпича		утолщенного пустотелого кирпича	
	средний для пяти образцов	наименьший из пяти значений	средний для пяти образцов	наименьший из пяти значений	средний для пяти образцов	наименьший из пяти значений
300	30 (300)	25 (250)	4 (40)	2,7 (27)	2,4 (24)	1,8 (18)
250	25 (250)	20 (200)	3,5 (35)	2,3 (23)	2,0 (20)	1,6 (16)
200	20 (200)	15 (150)	3,2 (32)	2,1 (21)	1,8 (18)	1,3 (13)
175	17,5 (175)	13,5 (135)	3,0 (30)	2,0 (20)	1,6 (16)	1,2 (12)
150	15,0 (150)	12,5 (125)	2,7 (27)	1,8 (18)	1,5 (15)	1,1 (11)
125	12,5 (125)	10,0 (100)	2,4 (24)	1,6 (16)	1,2 (12)	0,9 (9)
100	10,0 (100)	7,5 (75)	2,0 (20)	1,3 (13)	1,0 (10)	0,7 (7)
75	7,5 (75)	5,0 (50)	1,6 (16)	1,1 (11)	0,8 (8)	0,5 (5)

Марку керамического кирпича по прочности устанавливают по значениям пределов прочности при сжатии и изгибе, указанным в табл. 9.

Таблица 9

Марка изделия	Предел прочности, не менее, МПа (кгс/см ²)														
	при сжатии						при изгибе								
	всех видов изделий						полнотелого кирпича			кирпича полусухого прессования и пустотелого кирпича			утолщенного кирпича		
	средний для пяти образцов	мин. для отдельного образца	средний для пяти образцов	мин. для отдельного образца	средний для пяти образцов	мин. для отдельного образца	средний для пяти образцов	мин. для отдельного образца	средний для пяти образцов	мин. для отдельного образца	средний для пяти образцов	мин. для отдельного образца			
300	20 (300)	25 (250)	4,4 (44)	2,2 (22)	3,1 (31)	1,5 (15)	2,2 (22)	3,4 (34)	1,7 (17)	2,9 (29)	1,5 (15)	2,9 (29)	1,5 (15)		
250	25 (250)	20 (200)	3,9 (39)	2,0 (20)	3,9 (39)	2,0 (20)	2,0 (20)	2,9 (29)	1,5 (15)	2,5 (25)	1,3 (13)	2,5 (25)	1,3 (13)		
200	20 (200)	17,5 (175)	3,4 (34)	1,7 (17)	3,4 (34)	1,7 (17)	1,7 (17)	2,5 (25)	1,3 (13)	2,3 (23)	1,1 (11)	2,3 (23)	1,1 (11)		
175	17,5 (175)	15 (150)	3,1 (31)	1,5 (15)	3,1 (31)	1,5 (15)	1,5 (15)	2,3 (23)	1,1 (11)	2,1 (21)	1,0 (10)	2,1 (21)	1,0 (10)		
150	15 (150)	12,5 (125)	2,8 (28)	1,4 (14)	2,8 (28)	1,4 (14)	1,4 (14)	2,1 (21)	1,0 (10)	1,8 (18)	0,9 (9)	1,8 (18)	0,9 (9)		
125	12,5 (125)	10 (100)	2,5 (25)	1,2 (12)	2,5 (25)	1,2 (12)	1,2 (12)	1,9 (19)	0,9 (9)	1,6 (16)	0,8 (8)	1,6 (16)	0,8 (8)		
100	10 (100)	7,5 (75)	2,2 (22)	1,1 (11)	2,2 (22)	1,1 (11)	1,1 (11)	1,6 (16)	0,8 (8)	1,4 (14)	0,7 (7)	1,4 (14)	0,7 (7)		
75	7,5 (75)	5 (50)	1,8 (18)	0,9 (9)	1,8 (18)	0,9 (9)	0,9 (9)	1,4 (14)	0,7 (7)	1,2 (12)	0,6 (6)	1,2 (12)	0,6 (6)		

Выводы: _____

Преподаватель _____

«_____» _____ 200 г.

РАБОТА IX ИСПЫТАНИЯ БИТУМОВ

Определение глубины проникания стандартной иглы в битум

1. Прибор _____

2. Условия испытания:

а) температура битума _____ °С

б) нагрузка на иглу _____ гс

в) время погружения иглы в битум _____ с

3. Результаты испытания:

№ измерения	Показание стрелки на лимбе пенетрометра, мм		Глубина проникания иглы в битум, мм
	до погружения иглы в битум	после погружения иглы в битум	
1			
2			
3			

Средняя:

Определение растяжимости битума

1. Прибор _____

2. Условия испытания:

а) температура воды в начале испытания _____ °С

б) скорость растягивания _____ см/мин

3. Результаты испытаний:

№ измерения	1	2	3	Средняя
Растяжимость, см				

Определение температуры размягчения битума

1. Прибор _____

2. Условия испытания:

а) температура воды в начале испытания _____ °С

б) скорость нагревания воды _____ с/мин

3. Результаты испытаний:

№ кольца прибора	1	2	Средняя
Температура размягчения битума, °С			

Определение марки испытываемого битума

Физико-механические свойства нефтяных битумов представлены в табл. 10.

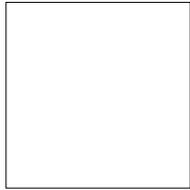
Таблица 10

№ п/п	Марка битума	Глубина проникания иглы в битум при 25 °С 0,1 мм	Растяжимость при 25 °С, см, не менее	Температура, °С	
				размягчение, не ниже	вспышки, не ниже
<i>1. Строительные битумы</i>					
	БН 50/50	41–60	40	50	220
	БН–70/30	21–40	3	70	230
	БН–90/10	5–20	1	90	240
<i>2. Кровельные битумы</i>					
	БНК–45/180	140–220		40–50	240
	БНК–90/40	35–45		85–95	240
	БНК–90/30	25–35	не нормируется	85–95	240
<i>3. Дорожные битумы</i>					
	БНД–200/300	201–300	–	35	200
	БНД–130–200	131–200	65	39	220
	БНД–90/130	91–130	60	43	220
	БНД–60/90	61–90	50	47	220
	БНД–40/60	40–60	40	51	220

РАБОТА X

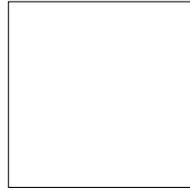
СТАЛИ

Микроструктура стали



Феррит

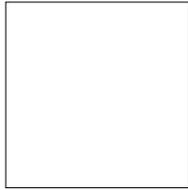
X _____
%C _____



Доэвтектоидная сталь

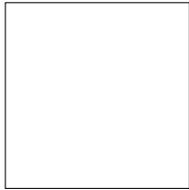
X _____
%C _____

Зерна перлита и феррита



X _____
%C _____

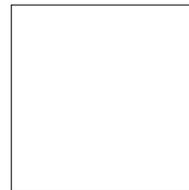
Аустенит



Эвтектоидная сталь

X _____
%C _____

Пластинчатый перлит



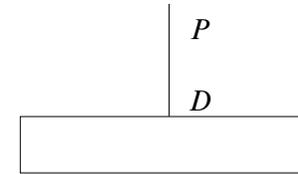
Заэвтектоидная сталь

X _____
%C _____

Зерна перлита и сетка вторичного цементита

Определение твердости металла по способу Бринелля

$$H_B = \frac{P}{F} = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$



Нормы испытаний по Бринеллю

Толщина образца, мм	Диаметр шарика, мм	Нагрузка, кгс				Примечание
		сталь, чугун	медь и медные сплавы	алюминий и алюминиевые сплавы	мягкие металлы и сплавы	
>6	10	3000	1000	500	250	
6-3	5	750	250	125	62,5	
<3	2,5	187,5	62,5	31,2	15,6	

1. Наименование металла _____
2. Толщина образца или изделия _____ мм
3. Диаметр шарика $D =$ _____ мм
4. Нагрузка $P =$ _____ кгс
5. Диаметр отпечатка $d =$ _____ мм
6. Поверхность отпечатка $F =$ _____ мм²
7. Число Бринелля $H_B = \frac{P}{F} =$ _____

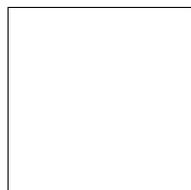
Определение твердости металла по Роквеллу

1. Наименование металла _____
2. Нагрузка $P =$ _____
3. Показание индикатора $A =$ _____
4. Число твердости по Роквеллу _____

ЧУГУНЫ

Структура чугунов

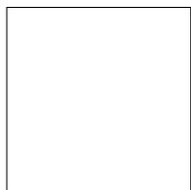
Белые чугуны



Доэвтектический

X _____
%C _____

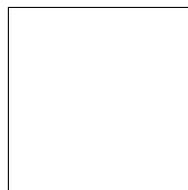
перлит+ледебурит+
+ цементит вторичный



Эвтектический

X _____
%C _____

ледебурит



Заэвтектический

X _____
%C _____

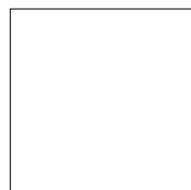
ледебурит+цементит
первичный

Серые чугуны



X _____

Феррит+графит (се-
рый чугун на ферри-
товой основе)



X _____

перлит+феррит+гра-
фит (серый чугун на
перлитово-феррито-
вой основе)



X _____

феррит+углерод
отжига (ковкий чу-
гун ферритовой ос-
нове)

Выводы: _____

Преподаватель _____

“ _____ ” _____ 200 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Классификация бетонных смесей в зависимости от удобоукладываемости (ГОСТ 7473-94)

Марка по удобоукла- дываемости	Норма удобоукладываемости по показателям:		
	жесткости, с	подвижности, см	
		осадка конуса	распływ конуса
<i>сверхжесткие смеси</i>			
СЖ 3	более 100	–	–
СЖ 2	51–100	–	–
СЖ 1	50 и менее	–	–
<i>жесткие смеси</i>			
Ж 4	31–60	–	–
Ж 3	21–30	–	–
Ж 2	11–20	–	–
Ж 1	5–10	–	–
<i>подвижные смеси</i>			
П 1	4 и менее	1–4	–
П 2	–	5–9	–
П 3	–	10–15	–
П 4	–	16–20	26–30
П 5	–	21 и более	31 и более

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

**Соотношение между классами бетона по прочности
на сжатие и его марками**

Класс бетона по прочности	Средняя прочность бетона R , кгс/см ²	Ближайшая марка бетона по прочности
B 3,5	45,8	M 50
B 5	65,5	M 75
B 7,5	98,2	M 100
B 10	131,0	M 150
B 12,5	163,7	M 150
B 15	196,5	M 200
B 20	261,9	M 250
B 22,5	294,5	M 300
B 25	327,4	M 350
B 26,5	359,9	M 350
B 30	392,9	M 400
B 35	458,4	M 450
B 40	523,9	M 550
B 45	589,4	M 600
B 50	654,8	M 700
B 55	720,3	M 700
B 60	785,8	M 800
B 65	851,5	M 900
B 70	917,0	M 900
B 75	932,5	M 1000
B 80	1048,0	M 1000

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

**Расход цемента для расчета состава бетонов на пористых
заполнителях с предельной крупностью 20 мм и плотном
песке для бетонных смесей жесткостью 4–10 с**

Класс бетона	Рекомендуемая марка цемента	Расход цемента, кг/м ³ , при марке пористого заполнителя по прочности						
		75	100	125	150	200	250	300
B 12,5	400	300	280	260	240	230	220	210
B 15	400	–	340	320	300	280	260	250
B 20	400	–	–	390	360	330	310	290
B 22,5	500	–	–	–	420	390	360	330
B 26,5	500	–	–	–	–	450	410	380
B 30	500	–	–	–	–	–	480	450
B 40	600	–	–	–	–	–	570	540

**Коэффициенты изменения расходов цемента
при изготовлении легких бетонов**

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Условия изготовления бетона	Коэффициенты для бетона классов						
	В 12,5	В 15	В 20	В 22,5	В 26,5	В 30	В 40
Применение цемента марки:	1,15	1,2	–	–	–	–	–
300	1	1	1	1,15	1,2	1,25	–
400	0,9	0,88	1,85	1	1	1,1	1,1
500	–	–	0,8	0,9	0,88	0,85	1
600							
Применение песка: плотного пористого или смешанного	1 1,1						
Применение заполнителя наибольшей крупности, мм:							
40	0,9		0,93			0,95	
20	1		1			1	
10	1,1		1,07			1,05	
Применение смесей: жесткостью, с, не более:							
4				1			
5–10				0,9			
11–20				0,85			
Подвижность, см:							
1–2				1,07			
3–7				1,15			
8–12				1,25			

**Начальные расходы воды для приготовления бетонной смеси
с использованием плотного песка**

Подвижность смеси, см	Жесткость, с	Расход воды, л/м ³ , при использовании в качестве заполнителя					
		Пористого гравия с предельной крупностью, мм			Пористого щебня с предельной крупностью, мм		
		10	20	40	10	20	40
8–12	–	235	220	205	266	250	235
3–7	–	220	205	190	245	230	215
1–2	4 и менее	205	190	175	225	210	195
–	5–10	195	180	165	215	200	185
–	11–20	185	170	160	200	185	175

**Водопотребность плотного песка в зависимости
от модуля крупности песка**

Модуль крупности песка $M_{кр}$	Водопотребность песка, %
2,5 (крупный)	4–6
2,1–2,5 (средний)	6–8
2,1 (мелкий)	8–10

**Ориентировочный расход воздухововлекающих добавок
для приготовления поризованных легких бетонов,
% от массы цемента**

Наименование добавки	Требуемый объем вовлеченного воздуха, %	Расход добавок на 1 м ³ , % от массы цемента
Смолы:		
Нейтрализованная воздухововлекающая СНВ по ТУ 81-05-75-74	4–8	0,02–0,04
	8–12	0,04–0,1
Древесная омыленная СДО по ТУ 13-05-02-87	4–8	0,2–0,05
	8–12	0,4–1,2

**Объемная концентрация крупного заполнителя для конструкционных легких бетонов
на плотном песке, м³**

P_6 , кг/м ³	$P_{ц.т.}^{з.к}$, кг/л	Водопоглощаемость песка, %											
		6					8					10	
		при расходе воды, л											
		160	200	240	160	200	240	160	200	240	160	200	240
1300	0,8	0,5	0,47	0,43	0,49	0,46	0,42	0,49	0,46	0,42	0,49	0,45	0,41
	1	0,53	0,5	0,46	0,53	0,49	0,46	0,53	0,49	0,46	0,52	0,49	0,45
	1,2	—	0,53	0,5	—	0,53	0,49	—	0,53	0,49	—	0,52	0,49
1400	0,8	0,47	0,43	0,39	0,46	0,42	0,37	0,46	0,42	0,37	0,45	0,41	0,35
	1	0,5	0,47	0,42	0,5	0,46	0,41	0,5	0,46	0,41	0,49	0,45	0,4
	1,2	0,54	0,5	0,46	0,53	0,49	0,45	0,53	0,49	0,45	0,52	0,49	0,44
1500	0,8	0,44	0,39	0,33	0,42	0,37	0,3	0,42	0,37	0,3	0,41	0,35	0,24
	1	0,47	0,43	0,38	0,46	0,41	0,35	0,46	0,41	0,35	0,45	0,4	0,32
	1,2	0,5	0,46	0,42	0,5	0,45	0,4	0,5	0,45	0,4	0,48	0,44	0,38
	1,4	—	0,5	0,46	—	0,49	0,45	—	0,49	0,45	—	0,46	0,43
1600	0,8	0,4	0,34	0,22	0,37	0,3	—	0,37	0,3	—	0,35	0,24	—
	1	0,43	0,38	0,32	0,42	0,35	0,25	0,42	0,35	0,25	0,39	0,32	—
	1,2	0,47	0,42	0,35	0,46	0,4	0,30	0,46	0,4	0,30	0,44	0,38	0,27
	1,4	0,5	0,46	0,41	0,5	0,45	0,39	0,5	0,45	0,39	0,48	0,43	0,36
	1,6	0,54	0,5	0,45	0,53	0,49	0,44	0,53	0,49	0,44	0,53	0,48	0,43

Расходы заполнителей на 1 м³ легкого бетона

Наибольшая крупность зерен заполнителя, мм	Расход цемента, кг	Общий расход пористых заполнителей, л	В том числе расход отдельных фракций заполнителя (в насыпном виде), л							Общий расход крупного заполнителя
			Песка фракции, мм	Общий расход			Пористого гравия фракции, мм			
				песка	песка		Пористого гравия фракции, мм			
					до 1,2	1,2–5	5–10	10–20	20–40	
10	250	1240	320	390	710	530	—	—	—	530
	350	1180	290	340	650	530	—	—	—	530
	450	1130	270	330	600	530	—	—	—	530
	550	1090	250	310	560	530	—	—	—	530
20	250	1360	290	350	640	290	430	—	—	720
	350	1300	260	320	580	290	430	—	—	720
	450	1250	240	290	530	290	430	—	—	720
	550	1210	220	260	490	290	430	—	—	720
40	250	1390	250	300	550	170	250	420	—	840
	350	1330	220	270	490	170	250	420	—	840
	450	1280	195	245	440	170	250	420	—	840
	550	1240	180	220	400	170	250	420	—	840

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Исходные значения *C*

Вязущее	Отношение кремнеземистого компонента к вяжущему по массе в ячеисто-бетонной смеси	
	для автоклавного бетона	для безавтоклавного бетона
Цементное и цементно-известковое	0,75; 1; 1,25; 1,5; 1,75; 2	0,75; 1; 1,25
Известковое	3; 3,5; 4; 4,5; 5,5; 6	–
Известково-белитовое	1; 1,25; 1,5; 2	–
Известково-шлаковое	0,6; 0,8; 1	0,6; 0,8; 1
Высокоосновное зольное	0,75; 1; 1,25	–
Шлакощелочное	0,1; 0,15; 0,20	–

Текущая растворной смеси

Заданная средняя плотность ячеистого бетона, кг/м ³	Диаметр расплыва смеси по Суттарду, см		
	при литьевом формовании		
300	32	30	–
400	34	25	25
500	30	23	23
600	26	21	21
700	22	19	20
800	18	17	18
	при вибрационном формовании		
500	15	–	–
600	13	–	–
700	11	–	–
800	9	–	–

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Исходные значения *W*, л

Кремнеземистый компонент	Плотность, кг/л	Вязущее вещество			
		портландцемент при <i>C</i> =1	смешанное или нефелиновый цемент при <i>C</i> =1,5	известь при <i>C</i> =3	известково-шлаковый цемент при <i>C</i> =1
Песок	2,65	0,34	0,36	0,38	0,32
Зола	2,36	0,38	0,4	0,4	0,36
Зола	2,0	0,44	0,48	0,48	0,48

Перевод важнейших механических единиц в единицы системы СИ

Наименование величины	Единица измерения в системе СГС	Единица измерения в системе СИ		Размеры единиц
		Наименование	Сокращенное обозначение	
Длина	сантиметр (см)	метр	м	1 см = 0,01 м
Масса	грамм (г)	килограмм	кг	1 г = 0,001 кг
Время	секунда (с)	секунда	с	—
Термодинамическая температура	градус Цельсия (°C*)	градус Кельвина	К	1 °C = 1 °K + 273
Сила	килограмм-сила (кгс**)	ньютон	Н	1 кгс = 9,8 Н
Площадь	квадратный сантиметр (см ²)	квадратный метр	м ²	1 см ² = 10 ⁻⁴ м ²
Объем	кубический сантиметр (см ³)	кубический метр	м ³	1 см ³ = 10 ⁻⁶ м ³
Плотность	грамм на кубический сантиметр (г/см ³)	ньютон на кубический метр	Н/м ³	1 г/см ³ = 9,8 · 10 ³ Н/м ³
Давление, механическое напряжение	килограмм-сила на квадратный сантиметр (кгс/см ²)	ньютон на квадратный метр	Н/м ²	1 кгс/см ² = 9,8 · 10 ⁴ Н/м ² = 0,1 МПа

* для выражения практических результатов температуры допускается применение градусов Цельсия.

** в этих случаях г и кгс являются по физическому смыслу единицей силы, а не массы (система МКГСС).