КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра строительных материалов

СБОРНИК

лабораторных работ по курсу
"Вяжущие вещества"

Часть 1

ИСПЫТАНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ

Казань
2005

оставитель Н.В.Секерина

УДК 666.913+666.972+666.92(075)

Настоящий сборник переработан и дополнен в связи с заменой ряда ГОСТов на вяжущие и методы их испытаний, а также в соответствии с учебным планом для специальности 2906, утвержденным 1.07.96 г. Советом КГАСУ (протокол № 6).

Табл. 11, библиогр.: 10 назв.

© Казанский государственный
архитектурно - строительный
университет, 2005 г.

ВВЕДЕНИЕ

Минеральными вяжущими веществами называют материалы, образующие при смешивании с водой пластичную удобообрабатываемую массу, со временем затвердевавшую в прочное камневидное тело.

Все минеральные вяжущие вещества получают путем тонкого измельчения исходных материалов и полупродуктов, а также термической обработки сырья при разных температурах. В этих условиях протекают физико-химические процессы, обеспечивающие получение продукта с требуемыми свойствами.

Минеральные вяжущие вещества твердеют в результате возникновения гидратных новообразований при взаимодействии вяжущего вещества с водой.

В зависимости от состава, свойств и областей применения они делятся на две основные группы:

* воздушные вяжущие вещества, которые после смешивания с водой могут твердеть только на воздухе;
* гидравлические вяжущие вещества, которые после затворения водой и предварительного затвердевания на воздухе продолжают сохранять и наращивать свою прочность в воде.

Представленные ниже лабораторные работы посвящены изучению свойств воздушных вяжущих, портландских, пуццолановых , шлаковых и других смешанных вяжущих, а также способов повышения эффективности их использования и коррозионной стойкости при действии различных агрессивных сред.

РАБОТА 1

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК ПЛАСТИФИКАТОРОВ И СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРОВ НА СВОЙСТВА СТРОИТЕЛЬНОГО ГИПСА

Перед выполнением данной работы студент должен вспомнить из теоретического курса характер и механизм воздействия на частицы полуводного гипса и гипсовое тесто пластифицирующих добавок СДБ или ЛСТ (столярного и казеинового клея и др.), а также влияние их на процессы твердения и свойства гипсового камня.

Введение добавок органических ПАВ (сульфитно-дрожжевой бражки СДБ, столярного и казеинового клея, лигносульфоната технического) в состав вяжущего дает возможность регулировать их свойства: повышать пластичность теста и за счет этого снижать В/Г отношение, увеличивать время схватывания и твердения, повышать физико-механические свойства гипсового камня, раствора или бетона. Применение суперпластификаторов (С-3, 10-03) оказывает более сильное разжижающее действие.

Для пластификаторов и суперпластификаторов существуют определенные (оптимальные) дозировки, при которых эффект введении добавки является максимальным.

1.1. Цель работы

В данной работе ставится задача изучить влияние добавок пластификаторов на реологические свойства гипсового теста, кинетику твердения и свойства гипсового камня.

1.2. Содержание работы

В работе необходимо изучить влияние разжижающих добавок (СДБ, ЛСТ, столярного клея, С-3) на водопотребность, сроки схватывания, кинетику твердения, прочность строительного гипса.

Для исследований используются строительный гипс и пластифицирующие добавки в следующем количестве: СДБ - от 0,05 до 0,3% (считая на сухое вещество добавки от массы гипса), столярный клей - от 0,01 до 0,7%, ЛСТ - от 0,1 до 2%, С-3 от 0,2 до 1%. Разжижители используются в виде водных пяти- или десятипроцентных растворов и вводятся с водой затворения.

Каждое звено студентов работает с определенным видом и концентрацией добавки (в том числе с контрольным составов без добавки) и определяет нормальную густоту гипсового теста, сроки схватывания, готовит по 12 образцов-кубиков размером 20х20х20 мм для изучения кинетики твердения вяжущего и прочности затвердевшего гипса на сжатие.

Образцы хранят в воздушно-сухих условиях и испытывают в возрасте 1,7 и 14 суток. Полученные данные по испытанию гипса сводят в общую таблицу. По наиболее важным результатам строят графики. На основании полученных данных делают заключение о влиянии пластификаторов и суперпластификаторов на строительные свойства гипса; устанавливают оптимальное количество добавки, а также сравнительный эффект использованных в работе разжижающих веществ.

1.3. Оборудование и материалы

Для определения водопотребности (нормальной густоты) гипсового теста применяется вискозиметр Суттарда, описанный в п.4.2. ГОСТ 23789-79 "Вяжущие гипсовые. Методы испытаний" (рис.2).

Для приготовления гипсового теста применяется стандартная ручная мешалка, имеющая более трех петель и описанная там же (рис. 1).

Для определения сроков схватывания гипсового теста используется прибор Вика с иглой, описанный в п.4.5. ГОСТ 23789-79.

Для приготовления образцов-кубиков размером 20х20х20 мм применяют разъемные формы.

Для определения предела прочности при сжатии образцов применяют пресс с предельной нагрузкой не более 10 т.

Через два часа с момента изготовления образцы должны быть расформованы. Твердение образцов осуществляется в воздушно-сухих условиях при комнатной температуре.

Для выполнения работы необходимы следующие материалы:

* строительный гипс;
* десятипроцентный водный раствор сульфитно-дрожжевой бражки;
* пятипроцентный водный раствор столярного или казеинового клея;
* десятипроцентный водный раствор лигносульфоната технического;
* десятипроцентный водный раствор С-3.

1.4. Определение нормальной густоты и сроков схватывания гипсового теста

Работа выполняется в следующей последовательности:

* пересчитать количество указанной в задании пластифицирующей добавки с сухого вещества на раствор данной концентрации;
* определить на вискозиметре Суттарда нормальную густоту гипсового теста. Для этого навеску в 300 г всыпать в воду (добавки вводятся в воду затворения), перемешать гипсовое тесто мешалкой в течение 30 с, перенести в вискозиметр Суттарда, установленный на специальный столик с измерительным кругом. Через 15 с после окончания перемешивания цилиндр поднять и замерить расплыв гипсового теста. Он должен составлять 180+5 мм. Время от момента затворения до момента измерения расплыва теста должно составлять не более 45-50 с. При больших, чем 5 мм, отклонениях опыт повторяют соответственно с уменьшением или увеличением количества воды затворения.

Получив заданный расплыв гипсового теста, необходимо рассчитать нормальную густоту для данного состава (выразить взятое количество воды в % от массы гипса);

* определить сроки схватывания гипсового теста без пластифицирующих добавок и с добавками. Для этого приготовить тесто нормальной густоты по указанной выше методике, перенести его в один прием в кольцо прибора Вика, предварительно смазанное машинным маслом, уплотнить постукиванием о стол, избыток теста срезать ножом вровень с краями кольца, иглу прибора подвести к поверхности. Прокалывать тесто иглой через каждые 30 с, каждый раз в новом месте. Иглу после каждого прокалывания протирать. За начало схватывания принимают отрезок времени от момента затворения до того момента, когда игла первый раз не дойдет до дна. За конец схватывания принимают отрезок времени от момента затворения до того момента, когда игла погрузится в тесто от поверхности на 0,5-1 мм.

1.5. Изготовление, хранение при твердении и и испытание образцов на прочность

Каждое звено студентов должно изготовить 12 образцов-кубиков размером 20х20х20 мм. Для изготовления образцов пробу гипса в течение 5-20 сек засыпают в чашу с водой, взятой в количестве, необходимом для получения теста нормальной густоты (добавка вводится с водой затворения). После засыпания вяжущего смесь следует интенсивно перемешать ручной мешалкой в течение 60 сек. Получения однородного теста, которым заливают форму. Для удаления вовлеченного воздуха, после заливки форму встряхивают 5 раз, поднимая ее на высоту 8-10 мм за торцы и опуская. После наступления нача-

ла схватывания поверхность образцов необходимо выровнять металлической линейкой. Через два часа с момента изготовления образцы вынуть из формы и хранить в воздушно-сухих условиях. Образцы испытывают через 1, 7 и 14 суток.

Образцы-кубики (по 4 шт.) в установленные выше сроки подвергаются испытанию на прочность при сжатии на прессе. Каждый образец помещают между пластинами пресса, располагая их боковыми гранями на плоскостях пластин. Предел прочности при сжатии отдельного образца вычисляют как частное от деления величины разрушающего груза на площадь образца.

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

1.6. Обработка результатов испытаний и выводы

Каждое звено записывает в лабораторном журнале следующие данные: характеристику вяжущего, вид и количество вводимой добавки, величину нормальной густоты гипсового теста, сроки схватывания, предел прочности образцов при сжатии.

Данные всех звеньев записываются в одну свободную таблицу, анализируются и делаются выводы о влиянии вида и количества пластифицирующей добавки на основные свойства вяжущего; устанавливается оптимальное содержание добавки.

Таблица 1

Влияние добавок пластификаторов и суперпластификаторов на свойства гипса

№ оп.	Вид и % введенной добавки	Норм. густота теста, %	Сроки схватывания		Прочность в возрасте		
			начало	конец	1 с	3 с	4 с

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Назовите виды гипсовых вяжущих.
2. Охарактеризуйте сырье для получения гипсовых вяжущих.
3. Каковы основные способы производства строительного гипса?
4. Каков вещественный (модифицированный) состав строительного гипса после обжига?

5. Что такое нормальная густота гипсового теста и как она определяется?

6. Что называют началом и концом схватывания и как определяют сроки схватывания?

ЗАДАЧИ

1. Сколько потребуется пластифицирующей добавки СДБ для пластификации 5 т строительного гипса? Пластифицирующая добавка СДБ содержит 40% твердого вещества и 60% воды. Установлено, что количество добавки СДБ должно быть 0,3% от массы гипса, считая СДБ на сухое вещество.

2. Строительный гипс сразу после обжига состоял из 12% обезвоженного полугидрата, 8% $CaSO_4$ $2H_2O$ 0,3% негидратирующихся примесей и 77% $CaSO_4$ $0,5H_2O$. После вылеживания в камере томления безводный сернокислый кальций обнаружен в гипсе не был. Определить оставшееся количество двугидрата.

3. При обжиге двуводного гипса на эстрихгипс в составе конечного продукта содержалось 75% ангидрита, 4% CaO, 12% $CaSO_4$ $0,5H_2O$, 9% метакаолинита. Определить количество сухого сырья в % к готовому продукту.

4. Глиногипс, содержащий в своем составе 30% каолинита Al_2O_3 $2SiO_2$ $2H_2O$ и 70% двугидрата, был обожжен вначале при температуре 170°С, а затем при 800°С. Определить выход продукта в % при этих температурах. Термическую дегидратацию каолинита считать при температуре 800°С полной.

РАБОТА 2

ЭФФЕКТИВНЫЕ СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ВОДОСТОЙКОСТИ ГИПСА

Изделия из полуводного гипса, являющегося воздушным вяжущим веществом, характеризуются большой долговечностью при применении в воздушно-сухой среде. При длительном воздействии воды, особенно при низких температурах, прочность гипсовых изделий значительно снижается.

Водостойкость гипсового камня и гипсобетона можно повысить:

* применением интенсивных методов уплотнения гипсобетонных смесей при формовании;
* введением добавок молотой негашеной извести;
* введением в гипс и изделия из него небольшого количества синтетических смол, кремнийорганических или пластифицирующих соединений;
* нанесением покровных пленок на изделия из синтетических смол, гидрофобных веществ;

* применением гипса в составе ГЦПВ, представляющего собой смесь гипса, портландцемента и пуццолановых добавок.

2.1. Цель работы

В данной работе ставится задача выявить сравнительную эффективность различных способов повышения водостойкости строительного гипса.

2.2. Содержание работы

Чтобы установить наиболее эффективный путь повышения водостойкости гипса, необходимо провести сравнительные испытания образцов, приготовленных из теста различной консистенции или отличающихся по своему составу.

Рекомендуется изготовить следующие образцы:

* из теста пластичной консистенции;
* из теста жесткой консистенции;
* из теста жесткой консистенции с введением кремнийорганических соединений, синтетических смол или пластификаторов;
* из теста жесткой консистенции с добавкой молотой негашеной извести.

Степень водостойкости гипса рекомендуется оценивать по величине коэффициента размягчения. Для каждого из указанных выше вариантов испытаний необходимо приготовить 12 образцов-кубиков размером 20х20х20 мм.

В качестве кремнийорганических соединений возможно применение метилсиликоната натрия (ГКЖ-11) и этилсиликоната натрия (ГКЖ-10) в количестве 0,05-0,15% массы в расчете на стопроцентный раствор. Кремнийорганические соединения рекомендуется вводить в гипсовое тесто с водой затворения. Молоту. Негашеную известь рекомендуется вводить в количестве 5-10% (соотношение "гипс+известь" соответственно 95:5 или 90:10 по массе). В качестве пластифицирующих добавок рекомендуется введение оптимальных количеств ЛСТ или С-3 (определенных в предыдущей работе).

Из теста пластичной консистенции образцы необходимо изготовлять литьем, а из теста жесткой консистенции - с уплотнением на лабораторной виброплощадке в течение 30 сек. Образцы испытывают через 7-14 суток с момента изготовления. Испытывают шесть образцов, высушенных до постоянной массы при температуре не выше 65°С и шесть образцов в водонасыщенном состоянии.

Коэффициент размягчения определяют по формуле:

$$K_{разм.} = \frac{R_{насыщ.}}{R_{сух.}}, \text{ где}$$

$R_{насыщ.}$ - предел прочности при сжатии насыщенных образцов, МПа;

$R_{сух.}$ - предел прочности при сжатии образцов, высушенных до постоянной массы, МПа.

2.3. Оборудование и материалы

В целях экономии материалов рекомендуется данную работу выполнять на образцах-кубиках размером 20х20х20 мм, приготовленных из гипсового теста.

Работу выполняют с использованием оборудования, описанного в п.1.3. настоящих указаний.

Уплотнение гипсового теста жесткой консистенции в формах производится на вибрационной площадке, имеющей вертикальные колебания с амплитудой 0,25 мм и частотой от 2700 до 3000 колебаний в мин.

Через два часа с момента изготовления образцы должны быть расформованы. Твердение образцов осуществляется в воздушно-сухих условиях при комнатной температуре. Для насыщения образцов их помещают на 48 часов в бассейн с водой.

Высушивание образцов до постоянной массы осуществляется в термошкафу при температуре 60-65°С.

Для выполнения работы необходимы следующие материалы:

* строительный гипс;
* кремнийорганические жидкости ГЖК-10 или ГЖК-11;
* молотая негашеная известь;
* 10% водные растворы ЛСТ (или СДБ), С-3.

2.4. Определение консистенции гипсового теста и водогипсового отношения

Каждый вариант задания работы выполняется в следующей последовательности:

* пересчитать количество указанной преподавателем кремнийорганической или пластифицирующей добавки с сухого вещества на раствор данной концентрации;
* определить на вискозиметре Суттарда водогипсовое отношение, необходимое для получения теста пластичной или жесткой консистенции (для теста пластичной консистенции принимается расплыв, равный 18-19 см, для теста жесткой консистенции - 12-13 см).

Жидкие добавки вводятся с водой затворении, а порошкообразные тщательно смешиваются с гипсом в течение 2-3 сек. Приготовление гипсового теста и определение его расплыва на вискозиметре Суттарда производится в соответствии с п. 14 данных указаний. Получив заданный расплыв гипсового теста, необходимо рассчитать водогипсовое отношение для данного состава.

2.5. Изготовление, хранение при твердении и испытание образцов на прочность

Каждое звено студентов должно изготовить 12 образцов-кубиков размером 20х20х20 мм. Приготовление образцов из теста пластичной консистенции производится в соответствии с п.1.5. настоящих указаний. При изготовлении образцов из теста жесткой консистенции заполнение формы производят при одновременном уплотнении на вибростоле в течение 30 сек. Через два часа с момента изготовления образцы вынимают из форм и хранят в воздушно-сухих условиях.

Образцы испытывают через 7-14 суток. Перед испытанием образцы, твердевшие в воздушно-сухих условиях, разделить на 2 части. Шесть образцов высушивают до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре 60-65°С. Другие шесть образцов помещают в бассейн с водой на 48 часов. Перед испытанием образцы, хранившиеся в воде, должны быть насухо вытерты.

Испытания на прочность проводятся в соответствии с п.1.5. настоящих указаний.

2.6. Обработка результатов испытаний и выводы

Каждое звено записывает в лабораторном журнале следующие данные: характеристику вяжущего, вид и количество вводимой добавки, диаметр расплыва гипсового теста, величину водогипсового отношения, условия укладки и уплотнения образцов при сжатии, коэффициент размягчения.

Данные всех звеньев записываются в одну сводную таблицу, анализируются по величине коэффициента размягчения; делаются выводы о том, какой из использованных способов повышения водостойкости гипса является наиболее эффективным.

Таблица 2

Влияние В/Г отношения, вида добавки и способа уплотнения на водостойкость гипса

Наименование показателей	Консистенция гипсового теста					
	пласт.	жестк.	жестк. с ЛСТ	пласт. с СаО	жестк. с СаО	жестк. с С-3
Наличие добавки						
Диаметр расплыва						

гипсового теста						
В/Г отношение						
Условия укладки и уплотнения образцов						
Предел прочности образцов при сжатии. МПа						
- сухих - водонасыщенных						
Коэффициент размягчения						

2.7. Указания к выполнению работы

В зависимости от баланса времени и количества студентов в группе можно испытывать не все указанные составы, а три-четыре по усмотрению преподавателя. Рекомендуются к исполнению следующие составы:

* из теста жесткой консистенции;
* из теста жесткой консистенции с добавкой ГЖК или ЛСТ (С-3);
* из теста пластичной и жесткой консистенции с добавлением извести.

Одно звено изготовляет контрольные образцы из теста нормальной густоты без добавок.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Каковы основные способы регулирования схватывания строительного гипса?
2. Как можно снизить водопотребность полуводного гипса?
3. В чем физический смысл коэффициента размягчения?
4. Как определить коэффициент размягчения гипса?
5. Каковы пути повышения водостойкости гипсовых изделий?
6. Как определить марку по прочности?
7. Назовите виды гипса по скорости схватывания и степени измельчения.

ЗАДАЧИ

1. Определить количество связанной воды в % при полной гидратации 1 т полуводного гипса.

2. Определить ориентировочную пористость литых гипсовых образцов, полученных из строительного гипса следующего состава: $CaSO_4$ $0{,}5H_2O$ - 89%, $CaSO_4$ $2H_2O$ - 5% при водогипсовом отношении, равном 0,6. Плотность образцов принять 2,3 г/см^3.

3. Определить состав строительного гипса, в котором, наряду с полугидратом и неразложившимся двугидратом, содержалось 4% ангидрита и 4% негидратирующихся примесей, если на химическую реакцию гидратации потребовалось 17% воды от массы гипса.

РАБОТА 3

ВЛИЯНИЕ ВОДОИЗВЕСТКОВОГО ОТНОШЕНИЯ И ДОБАВОК НА СКОРОСТЬ И ТЕМПЕРАТУРУ ГАШЕНИЯ ИЗВЕСТИ И ПРОЧНОСТЬ ИЗВЕСТКОВО-ПЕСЧАНЫХ РАСТВОРОВ

Применение молотой негашеной извести в сравнении с гидратной (пушонкой) и известковым тестом имеет большие преимущества вследствие эффекта гидратации и выделения большого количества тепла, которое может ускорять твердение изделий из него и сушку штукатурки на ее основе.

При этом для предупреждения деструктивных явлений в результате чрезмерного перегрева известковых растворов возникает необходимость регулирования (снижения) скорости их гидратации. Последнее может быть достигнуто как некоторыми технологическими приемами (отвод избыточного тепла, повышение водоизвесткового отношения), так и введением в известковые растворы поверхностно-активных веществ и некоторых других органических веществ и минеральных добавок.

3.1. Цель работы

В работе ставится задача: изучить влияние водоизвесткового отношения, органических и минеральных добавок на скорость и температуру гашения молотой извести и прочность известково-песчаных растворов.

3.2. Содержание работы

В работе необходимо изучить влияние величины водоизвесткового отношения и добавок на скорость и температуру гашения извести и прочность известково-песчаных растворов. Для исследований используют молотую негашеную известь, поверхностно-активные добавки ЛСТ или СДБ в количестве 0,2-0,8% от массы извести, двуводный гипс в количестве 1-10% растворы $CaCl_2$ (NaCl) в количестве 1,5-3% в пересчете на сухое вещество. Все добавки, кроме двуводного гипса, вводят в виде растворов с водой затворения, а двуводный гипс тщательно смешивают с известью перед затворения водой.

Каждое звено студентов вначале определяет скорость и температуру гашения извести при определенном водоизвестковом отношении, указанном в задании (табл.3), и готовит по 3 образца-кубика размером 50х50х50 мм из известково-песчаного раствора состава 1:3 по массе для определения прочно-

сти на сжатие. Образцы хранят в воздушно-сухих условиях и испытывают в возрасте 14 суток. Затем при постоянном В/И отношении, также указанном в задании (табл.3), каждое звено изучает зависимость скорости гашения и тепловыделения от количества вводимой добавки.

Полученные данные сводят в общую таблицу, анализируют результаты, строят графики зависимости скорости и температуры гашения от величины водоизвесткового отношения, вида и количества добавок. Строят также график зависимости прочности известково-песчаных растворов от величины В/И отношения.

3.3. Оборудование и материалы

Для определения скорости и температуры гашения извести применяют бытовой термос вместимостью 500 мл. Или прибор, состоящий из фарфорового или стеклянного стакана емкостью 150 мл, помещенного в другом стакане больших размеров. Пространство между стенками и дном стаканов заполняют теплоизоляционным материалом (асбестовым волокном, минеральной ватой, трепелом и т.п.). Внутренний стакан плотно закрывается пробкой с вставленным в нее термометром, имеющим шкалу до 100°С.

Для приготовления известково-песчаных растворов используют сферические чаши.

Для приготовления образцов используют разъемные формы размером 50х50х50 мм.

Для выполнения работы необходимы следующие материалы:

* молотая негашеная известь;
* десятипроцентный водный раствор сульфитно-дрожжевой бражки СДБ или С-3 (ЛСТ);
* десятипроцентный водный раствор хлористого кальция;
* десятипроцентный водный раствор хлористого натрия;
* пяти- или десятипроцентный водный раствор едкого натра;
* двуводный природный гипс;
* речной кварцевый песок.

3.4. Определение скорости и температуры гашения извести

Во время гашения извести по реакции $CaO+H_2O = Ca(OH)_2$ выделяется тепло, которое повышает температуру гасящейся массы до определенного максимума. С окончанием реакции выделение тепла прекращается и температура массы падает. Таким образом, момент начала снижения температуры массы является признаком прекращения реакции гашения извести.

Испытание проводят в соответствии с п.2.9. ГОСТа 22688-77 "Известь строительная воздушная. Методы испытаний". Массу навески извести в граммах рассчитывают по формуле

$$C\frac{1000}{A}$$, где

А- содержание активных окисей кальция или магния извести, в %.

Массу навески помещают в термосную колбу, вливают 25 мл воды, имеющей температуру 20°С, и быстро перемешивают деревянной отполированной палочкой. Колбу закрывают пробкой с плотно вставленным термометром на 150°С и оставляют в покое. Ртутный шарик термометра должен быть полностью погружен в реагирующую смесь. Отсчет температуры реагирующей смеси ведут через каждую минуту, начиная с момента добавления воды. Определение считается законченным, если в течение 4 мин температура не повышается более, чем на 1°С.

3.5. Изготовление, хранение при твердении и испытание образцов

Для изготовления образцов-кубиков из известково-песчаного раствора необходимо 200 г молотой негашеной извести и 600 г кварцевого речного песка высыпать в металлическую чашу и перемешать вручную в течение 2 мин. Затем в смесь влить воду (В/И отношение для каждого звена определенное и указано в задании) и перемешать до получения однородной массы.

Перемешанная масса укладывается равномерно в течение 15 сек в формы размером 50х50х50 мм, установленные на рабочем вибростоле.

Через 15-20 мин после укладки раствор срезают ножом вровень с краями форм.

Через 24 часа после изготовления образцы осторожно вынимают из форм и до испытания хранят в воздушно-сухих условиях. Каждое звено изготавливает 3 образца.

3.6. Обработка результатов испытаний и выводы

Каждое звено записывает в лабораторном журнале следующие данные: характеристику вяжущего, величину В/И отношения, вид и количество вводимой добавки, температуру и скорость гашения извести, прочность известково-песчаных растворов.

Данные всех звеньев записываются в одну сводную таблицу, строятся графики зависимости скорости и температуры гашения извести и прочности известково-песчаных растворов от величины В/И отношения, вида и количества добавки на скорость и температуру гашения извести и прочность.

Таблица 3

Влияние водоизвесткового отношения и добавок на скорость и температуру гашения извести и прочность известково-песчаных растворов

№№	Величина В/И отношения	Дозировка добавки в % к массе извести	Максимальная температура гашения, °С	Скорость гашения извести, мин	Прочность известково-песчаных растворов, МПа
1	1,0				
2	1,5				
3	2,0				
4	2,5				
1	2	3	4	5	6
1	2,0	СДБ (ЛСТ)	0,3-0,5		
2	2,0	гипс	1,0-5,0		
3	2,0	$CaCl_2$	0,5-1,5		
4	2,0	С-3	0,25-1,0		

3.7. Указания к выполнению работы

Одно звено определяет скорость и температуру гашения извести без добавок, но при том же отношении В/И (контрольный опыт В/И = 2).

Активность используемой извести, знание которой необходимо для точного расчета навески, определяет лаборант накануне занятия.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Что называется строительной воздушной известью?
2. Назовите виды строительной воздушной извести, способы их получения, состав.
3. Дайте характеристику сырья для получения воздушной извести.
4. Каковы физико-химические основы производства негашеной извести?
5. В чем сущность карбонатного твердения извести?
6. В чем заключается гидратационное твердение молотой негашеной извести?
7. Расскажите о гидросиликатном твердении известково-песчаных смесей.
8. Какова водопотребность и скорость схватывания извести и известковых растворов?
9. Как зависит прочность известково-песчаных растворов от вида строительной воздушной извести?

10. Что такое скорость гашения извести и как ее определить?

ЗАДАЧИ

1. Каков выход активных окисей из кальцита, магнезита, доломита при полной их диссоциации?
2. Какое количество каустического магнезита можно получить из 500 кг магнезита, содержащего 8% (по массе) неразлагающихся примесей?
3. Определить выход и активность извести, если содержание активных CaO и MgO в сырье в 7 раз выше примесей. Потери при прокаливании при полной декарбонизации составляют 40%. Степень декарбонизации принять равной 95%.

РАБОТА 4

ВЛИЯНИЕ ВИДА И СОДЕРЖАНИЯ ШЛАКОВ НА СВОЙСТВА ШЛАКОПОРТЛАНДЦЕМЕНТОВ ПРИ НОРМАЛЬНОМ ТВЕРДЕНИИ И ТЕПЛОВЛАЖНОСТНОЙ ОБРАБОТКЕ

Шлакопортландцементом называют гидравлическое вяжущее вещество, полученное путем совместного помола портландцементного клинкера, гипса и гранулированного доменного шлака или смешением в сухом виде тех же раздельно измельченных компонентов.

Содержание шлака в шлакопортландцементе должно находиться в пределах от 20 до 80% по массе.

Для производства шлаковых портландцементов преимущественное применение получили основные и кислые доменные шлаки. Возможно также применение в этих целях топливных шлаков.

Шлакопортландцемент выгодно отличается от портландцемента меньшими значениями тепловыделения при твердении, высокой стойкостью в пресных и сульфатных водах, способностью набирать высокую прочность при пропаривании.

4.1. Цель работы

Изучить зависимость основных свойств шлакопортландцемента, от вида и содержания в них шлаков, а также выявить особенности их твердения при тепловлажностной обработке.

4.2. Содержание работы

Приготовление цементов заданного состава и степени дисперсности и проведение их испытаний для определения:

* водопотребности (нормальной густоты цементного теста);
* сроков схватывания;
* прочности и кинетики твердения при обычной температуре и при пропаривании.

Каждое звено студентов работает с одной из добавок.

Для проведения работы необходимо приготовить 2 кг вяжущего каждого состава. Приготовление смешанного вяжущего осуществляется совместным перемешиванием в лабораторной шаровой мельнице портландцемента и предварительно измельченного до такой же тонкости, как и портландцемент. Смешанные вяжущие готовят лаборанты. Соотношение портландцемент : шлак указано в табл. 4.

Таблица 4

Составы шлаковых цементов

№№ состава	Содержание компонентов, %	
	портландцемент	шлак
1	100	0
2	70	30
3	40	60

После приготовления цемента каждое звено определяет его нормальную густоту, сроки схватывания, готовит образцы для выявления интенсивности нарастания прочности в нормальных условиях и при пропаривании.

В этих целях каждое звено студентов изготовляет 12 образцов -кубиков размером 20х20х20 мм из теста нормальной густоты. Тесто в формах уплотняют на вибростоле в течение 1 мин. Образцы выдерживают в формах в камере с гидравлическим затвором 24 часа, затем расформовывают, 6 образцов хранят в воде и испытывают в возрасте 14 суток, другие 6 образцов пропаривают и испытывают в возрасте 14 суток.

Все полученные результаты сводят в общую табл., анализируют и делают выводы.

4.3. Оборудование и материалы

Для определения нормальной густоты и сроков схватывания цементного теста используется прибор Вика с иглой и пестиком, описанный в п.1.1.1. ГОСТ 310.3-81 "Цементы. Методы определения нормальной густоты, сроков схватывания и равномерности изменения объема".

Для изготовления образцов-кубиков применяют разъемные формы размером 20х20х20 мм.

Испытание образцов на сжатие производится на прессе с предельной нагрузкой 10 т.

Для выполнения работы необходимы следующие материалы:

* портландцемент постоянного минералогического состава;
* кислый доменный гранулированный шлак;
* основной доменный гранулированный шлак;
* топливный шлак.

Шлаки должны иметь тонкость помола не более 15% (при просеве через сито с сеткой № 008).

4.4. Определение нормальной густоты цементного теста

Нормальной густотой цементного теста считают такую консистенцию его, при которой пестик прибора Вика, погруженной в кольцо, заполненное тестом, не доходит на 5-7 мм до пластинки, на которой установлено кольцо.

Нормальную густоту цементного теста характеризуют количеством воды затворения, выраженным в процентах от массы цемента.

Определение нормальной густоты производится в следующей последовательности. Взвешивают 300 г цемента, высыпают в чашу, предварительно протертую влажной тканью. Затем делают в цементе углубление, в которое вливают в один прием воду в количестве, необходимом (ориентировочно) для получения цементного теста нормальной густоты. Углубление засыпают цементом и через 30 с после приливания воды сначала осторожно перемешивают, а затем в течение 4, 5 минут энергично растирают тесто лопаткой. Затем в один прием наполняют кольцо прибора цементным тестом и 5-6 раз постукивают пластинкой с кольцом о твердое основание. Избыток теста срезают ножом вровень с краями кольца. Приводят пестик прибора в соприкосновение с поверхностью теста в центре кольца, освобождают стопорный винт и через 30 с момента освобождения стержня производят отсчет погружения пестика по шкале.

4.5. Определение сроков схватывания цементного теста

Началом схватывания цементного теста считают время, прошедшее от начала затворения (момента приливания воды) до того момента, когда игла прибора Вика не доходит до пластинки на 1-2 мм. Концом схватывания цементного теста считают время от начала затворения до момента, когда игла опускается в тесто не более чем на 1-2 мм. Определение производится в следующей последовательности. Приготавливают тесто нормальной густотой (в соответствии с п. 4.6.), переносят его в кольцо прибора Вика, предварительно смазанное машинным маслом, уплотняют постукиванием о твердое основа-

ние, избыток теста срезают ножом вровень с краями кольца, иглу прибора подводят к поверхности теста. Иглу погружают в тесто через каждые 10 мин, передвигая кольцо после каждого погружения для того, чтобы игла не попадала в прежнее место. После каждого погружения иглу протирают.

4.6. Изготовление, хранение при твердении и испытание образцов

Изготовление образцов-кубиков производят в следующей последовательности. Взвешивают 300 г. цемента, высыпают в сферическую чашу, предварительно протертую влажной тканью. Затем делают в цементе углубление, в которое вливают в один прием воду в количестве, соответствующем нормальной густоте. Углубление засыпают цементом и через 30 с после приливания воды сначала осторожно перемешивают, а затем в течение 4,5 мин энергично растирают тесто лопаткой. Затем цементное тесто переносят в гнездо формы, предварительно смазанной машинным маслом. Тесто уплотняют на вибростоле в течение 1 мин, затем поверхность образцов заглаживают ножом и производят их маркировку Твердение и хранение образцов осуществляется в соответствии с п. 4.2. настоящих указаний. Испытание образцов на сжатие производится в установленные сроки на прессе.

4.7. Обработка результатов испытаний и выводы

Каждое звено студентов записывают в лабораторном журнале следующие данные: нормальную густоту и сроки схватывания цементного теста, прочность образцов нормального твердения и пропаренных в возрасте 3 и 14 суток.

Данные всех звеньев записываются в сводную таблицу, анализируются, делаются выводы о влиянии вида и содержания шлаков на свойства шлаковых цементов. На основании полученных результатов строятся графики, показывающие зависимость свойств цементов от содержания в них шлаков.

Таблица 5

Зависимость свойств цементов от содержания шлаков

Наименование показателей	Вид и содержание добавки,%			
	без добавки	основной дом.гр.шл.	топливный шлак	кислый дом.гр.шл.
Нормальная густота				

Сроки схватывания, ч-мин. - начало - конец				
Предел прочности при сжатии, МПа: -образцов нормального твердения в возрасте 7 суток; -пропаренных образцов в возрасте 7 суток				

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Каковы вещественный состав и разновидности шлакопортландцемента?
2. Расскажите о шлаках, их составе, видах, гидравлической активности.
3. Какова технология производства ШПЦ?
4. Расскажите о процессах гидратации и твердении ШПЦ.
5. Какие условия твердения являются наиболее эффективными для ШПЦ и почему?
6. Расскажите об основных и особых свойствах ШПЦ.
7. Назовите области применения ШПЦ.

ЗАДАЧИ

1. Определить пористость в цементном камне, изготовленном из шлакопортландцемента, если тесто содержит 40% воды, а для прохождения реакций при твердении требуется 18% воды. Истинная плотность ШПЦ - 2,95 г/см^3.

2. Сколько потребуется ввести пластифицирующей гидрофильной добавки для получения 20 т пластифицированного шлакопортландцемента. Пластифицирующая добавка СДБ содержит 50% твердого вещества и 50% воды. Установлено, что количество добавки СДБ должно составлять 0,2% от массы цемента, считая СДБ на сухое вещество.

3. Какое количество мылонафта (гидрофобная добавка), гипса, шлака и клинкера потребуется для получения 10 т гидрофобного ШПЦ. Установлено, что при помоле нужно вводить в мельницу 0,15% мылонафта от массы клинкера, 5% двуводного гипса и 20% шлака.

4. Приготовить 1 т известково-трепельного цемента, если трепел имеет в своем составе 70% SiO_2, а гидратная известь- 85% CaO. Предполагается, что соединение имеет формулу $CaO \times SiO_2 \times H_2O$.

РАБОТА 5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ ГИПСОЦЕМЕНТНОПУЦЦОЛАНОВОГО ВЯЖУЩЕГО

Гипсоцементнопуццолановым вяжущим (ГЦПВ) называется быстросхватывающееся и быстротвердеющее вяжущее вещество, получаемое путем тщательного перемешивания взятых в определенных соотношениях гипса, портландцемента и активной минеральной добавки. Свойства ГЦПВ в значительной мере зависят от его состава, который подбирается с учетом качества исходных материалов. Свойства ГЦПВ можно регулировать, меняя качество исходных материалов, их соотношение, тонкость помола и т.д.

5.1. Цель работы

В данной работе ставится задача изучить влияние состава гипсоцементнопуццоланового вяжущего на его свойства.

5.2. Содержание работы

Для указанных испытаний необходимо приготовить, используя клинкерный цемент и два-три вида различных добавок, гипсоцементнопуццолановое вяжущее нескольких составов, отличающихся содержанием гипса. Каждое звено студентов должно определить свойства ГЦПВ одного состава, указанного преподавателем.

ГЦП вяжущее готовят, тщательно смешивая его компоненты в шаровой мельнице. Для проведения работы необходимо приготовить 2 кг вяжущего каждого состава. ГЦПВ рекомендуется готовить при следующем отношении компонентов: полуводный гипс 75-50%, портландцемент - 15-25%, пуццолановая добавка (с активностью не менее 200 г/л) - 10-25%. При активности добавки менее 200 мг/л ее содержание удваивается.

Необходимо определить следующие характеристики ГЦПВ:

* тонкость помола;
* нормальную густоту теста;
* сроки схватывания;
* предел прочности при сжатии;
* водостойкость (по величине коэффициента размягчения и определением свободной $Ca(OH)_2$ в водных вытяжках; последнее определение производится демонстративно).

Каждое звено студентов определяет тонкость помола вяжущего просеиванием пробы через сито с размером отверстий 008 мм (остаток на сите не должен превышать 15%), нормальную густоту теста на приборе Суттарда, сроки схватывания и готовит 12 образцов-кубиков из теста нормальной гус-

тоты размером 20х20х20 мм для определения прочности при сжатии и коэффициента размягчения, величиной которого характеризуют водостойкость вяжущего.

Образцы выдерживают 1,5-2 часа с момента затворения в формах, затем расформовывают в течение суток во влажных условиях (камера с гидравлическим затвором), а затем пропаривают (режим пропаривания 2+6+3). После пропаривания образцы хранят на воздухе. Через 12 суток с момента изготовления их разделяют на 2 части: шесть образцов испытывают после высушивания, шесть других помещают на 48 часов в воду и испытывают в водонасыщенном состоянии.

Предел прочности при сжатии вычисляют как среднее арифметическое значение четырех наибольших результатов испытаний шести сухих образцов каждого состава.

Коэффициент размягчения (Кр) определяют по формуле, описанной в п.2.2. настоящих указаний.

5.3. Оборудование и материалы

Для определения водопотребности (нормальной густоты) теста из смешанного вяжущего применяется вискозиметр Суттарда.

Для приготовления теста применяется стандартная ручная мешалка, имеющая более трех петель и описанная там же.

Для определения сроков схватывания теста используется прибор Вика с иглой.

Определение тонкости помола ГЦПВ производят при помощи ситового анализа с использованием для просеивания пробы сита с размером ячейки 008 мм.

Для приготовления образцов-кубиков размером 20х20х20 мм применяют пресс с предельной нагрузкой не более 10 т.

Для выполнения работы необходимы следующие материалы:

* строительный или высокопрочный гипс;
* портландцемент одного минералогического состава;
* активные минеральные добавки, имеющие тонкость помола не менее 15% (при просеве через сито с размером ячейки 008 мм): диатомит, кирпичный бой, молотый керамзит, зола.

5.4. Определение тонкости помола ГЦПВ

Готовят тщательным смешанием всех компонентов ГЦПВ, состав которого задан преподавателем.

Пробу вяжущего высушивают в сушильном шкафу при температуре 55-60°С в течение 2 часов и охлаждают в эксикаторе. Отвешивают 50 г вяжущего с точностью до 0,01 г и высыпают на сито. Закрыв сито крышкой, устанав-

ливают его в приборе для механического просеивания. Через 5-7 мин от начала просеивания останавливают прибор, осторожно снимают донышко и высыпают из него прошедшее через сито смешанное вяжущее, прочитают сетку с нижней стороны мягкой кистью, вставляют донышко и продолжают просеивание. При отсутствии в лаборатории прибора для механического просеивания допускается производить ручное просеивание.

Операцию просеивания считают законченной, если при контрольном просеивании через сито проходит не более 0,05 г вяжущего. Контрольное просеивание выполняют вручную при снятом донышка на бумагу в течение одной минуты.

Тонкость помола вяжущего определяют как остаток на сите с размером ячейки 008 мм (в процентах к первоначальной массе просеиваемой пробы) с точностью до 0,1%.

5.5. Определение нормальной густоты и сроков схватывания теста из ГЦПВ производится в соответствии с п.1.4. настоящих указаний

5.6. Изготовление, хранение при твердении и испытание образцов на прочность

Каждое звено студентов должно изготовить 12 образцов-кубиков размером 20х20х20 мм. Для изготовления образцов пробу ГЦПВ в течение 5-20 сек засыпают в чашку с водой в количестве, необходимом для получения теста нормальной густоты.

После засыпания вяжущего смесь следует интенсивно перемешать ручной мешалкой в течение 60 сек до получения однородного теста, которым заливают форму. Для удаления вовлеченного воздуха после заливки форму встряхивают 5 раз, поднимая ее на высоту 8-10 мм за торцы и опуская. После наступления начала схватывания поверхность образцов необходимо выровнять металлической линейкой. Через два часа с момента изготовления образцы вынуть из формы и хранить в течение суток в камере с гидравлическим затвором (влажные условия). Затем пропарить по указанному выше режиму. Через 12 суток шесть образцов испытать после высушивания, другие шесть поместить на 48 часов в воду и испытать в водонасыщенном состоянии.

Образцы-кубики по 6 штук в установленные выше сроки подвергают испытанию на прочность при сжатии на прессе. Каждый образец посещают между пластинками пресса, располагая их боковыми гранями на плоскостях пластин. Предел прочности при сжатии отдельного образца вычисляют как частное от деления величины разрушающего усилия на площадь образца.

Предел прочности при сжатии образцов каждого состава вычисляют как среднее арифметическое из четырех наибольших результатов испытаний шести образцов.

5.7. Обработка результатов испытаний и выводы

Каждое звено студентов записывает в лабораторном журнале следующие данные: вид добавки, состав ГЦПВ, тонкость помола вяжущего, нормальную густоту теста, сроки схватывания, предел прочности при сжатии, коэффициент размягчения (Кр).

Данные всех звеньев записываются в одну сводную таблицу, анализируются и делаются выводы о свойствах ГЦПВ (в зависимости от его состава).

Таблица 6

Влияние состава ГЦПВ на его свойства

№№	Вид добавки	Состав ГЦПВ,%			Тонкость помола%	Нормальная густота	Сроки схватывания, мин		Предел прочности, МПа	Коэфициент размяг.
		гипс	цемент	акт. доб.			начало	конец		

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Каков вещественный состав гипсоцементнопуццоланового вяжущего?
2. Какова роль активных минеральных добавок в составе ГЦПВ?
3. Расскажите об основных свойствах ГЦПВ и областях его применения.
4. В чем особенности твердения этого вяжущего?
5. Как определить нормальную густоту теста из ГЦПВ?
6. Как определить сроки схватывания ГЦПВ?
7. Расскажите о методике определения тонкости помола ГЦПВ.

ЗАДАЧИ

1. Сколько потребуется опоки с естественной влажностью 8% для получения 5 т ГЦПВ? Состав смешанного вяжущего: полуводного гипса - 50%, портландцемента - 25%, опоки - 25%.

2. Месторождение имеет запасы 1500000 т гипсового камня. Определить, через сколько лет исчерпаются запасы месторождения, если производитель-

ность проектируемого завода по производству ГЦПВ составляет 30000 т/год, а содержание полуводного гипса в составе ГЦПВ - 75%.

3. Для изготовления ГЦПВ используется 65% строительного гипса, 15% портландцемента и 20% диатомита. Определить потребность в материалах для производства ГЦПВ объемом 10000 т в год. Производственные потери составляют: для гипса - 3%, портландцемента - 2%, диатомита - 1%.

РАБОТА 6

СВОЙСТВА ИЗВЕСТКОВО-ПУЦЦОЛАНОВЫХ ВЯЖУЩИХ

Известьсодержащие гидравлические вяжущие вещества применяются для приготовления строительных растворов и бетонов марок, не выше 200.

Они, как правило, являются местными бесклинкерными вяжущими. Их состав и свойства регламентируются ГОСТ 2544-76. К таким вяжущим относятся: известково-пуццолановые, известково-зольные и известково-шлаковые. Эти вяжущие получают совместным помолом негашеной воздушной или гидравлической извести (10-13% по массе в пересчете на содержание активных CaO+MgO) и активной минеральной добавки. Они обладают достаточной прочностью, высокой водостойкостью, но для них характерны пониженная водостойкость и морозостойкость.

6.1. Цель работы

Определить влияние состава и условий твердения на свойства известково-пуццоланового вяжущего.

6.2. Содержание работы

Для проведения работы необходимо приготовить известково-пуццолановые вяжущие из извести-кипелки и пуццолановой добавки (диатомит, молотый керамзит, зола, можно использовать кварцевый песок).

Вяжущие готовят путем смешения тонкомолотых извести, минеральной добавки и небольшого количества (15%) портландцемента, который вводят для повышения водостойкости вяжущего, в количестве 2-2,5 кг (каждого состава) в шаровой лабораторной мельнице (их предварительно готовят препараторы). Тонкость помола должна составлять не более 10% (остаток на сите 008 мм).

Каждое звено работает с определенной добавкой (в том числе с контрольным составом, где в качестве вяжущего используется гидратная известь).

А начале работы необходимо определить содержание активных CaO+MgO в вяжущем каждого варианта. Определение активности вяжущего производят в соответствии с ГОСТ 9179-70.

Затем из вяжущего каждого состава и кварцевого песка (заполнителя) при соотношении 1:3 по массе готовят образцы-кубики 20х20х20 мм с последующим их пропариванием и естественным твердением. Готовят также контрольные образцы-кубики состава6 вяжущее : песок = 1:3 с использованием в качестве вяжущего извести пушонки - всего по 12 образцов. Из них 8 образцов пропаривают по ГОСТ 310.4-81, а 4 образца выдерживают до испытания во влажных условиях. Все образцы испытывают в возрасте 14 суток.

Пропаренные образцы за 2 суток до испытания делят на 2 части, 4 образца каждого варианта помещают в воду, а другие 4 образца хранят до испытания в воздушно-сухих условиях. По истечении 14 суток с момента изготовления образцов проводят их испытание: определяют их среднюю плотность, прочность при сжатии пропаренных (сухих и водонасыщенных) образцов и прочность образцов нормального твердения. Полученные результаты заносят в таблицу, рассчитывают величину коэффициента размягчения (Кр) по формуле:

$$Кр = \frac{R_{водонас.}}{R_{сухое}},$$

где $R_{водонас.}$ - прочность при сжатии водонасыщенных образцов, МПа;

$R_{сух.}$- прочность при сжатии сухих образцов, МПа.

Все полученные результаты анализируются и делается заключение о свойствах известково-пуццоланового вяжущего, устанавливают сравнительный эффект использованных в работе активных минеральных добавок.

6.3. Используемые материалы и приборы

Известь молотая негашеная и гидратная, диатомит, молотый керамзит, зола; чаши, весы, растворомешалка, виброплощадка.

Приготовление стандартного цементно-песчаного раствора состава 1:3 по массе (из которого готовят затем образцы для определения прочности известково-пуццолановых вяжущих) производят по ГОСТ 310.4-81, но при уменьшенном количестве материалов. 600 г песка строго определенного зернового состава (фракции 0,63-1,25) мм) и 200 г приготовленного известково-пуццоланового вяжущего всыпают в сферическую чашу, производят перемешивание лопаткой в течение 1 минуты. В центре смеси делают лунку и вливают воду в количестве 80 см^3. После впитывания воды (30 сек) еще раз перемешивают смесь в течение 1 мин. Раствор переносят в предварительно протертую мокрой ветошью чашу механической мешалки, где перемешивают в течение 2,5 мин или в течение 20 оборотов чаши мешалки.

На встряхивающем столике заполняют смесь в два приема в форму-конус, установленную в центре диска встряхивающего столика. Внутреннюю поверхность конуса и диска перед испытанием слегка увлажняют. Двухкратное заполнение осуществляется на половину высоты конуса и производится уплотнение металлической штыковкой 15 раз. Второй раз засыпки с некоторым излишком штыкуют еще 10 раз. Излишки после уплотнения верхнего слоя срезают ножом вровень с краями конуса и снимают конус в вертикальном направлении. Полученный образец раствора встряхивают 30 раз за 30+0,5 сек, измеряют штангенциркулем диаметр основания в двух взаимноперпендикулярных направлениях и берут среднее значение, которое должно находиться в пределах 106-115 мм. Если расплыв окажется менее 106 мм, количество воды увеличивают для получения расплыва 106-108 мм. Если расплыв окажется более 115 мм, количество воды уменьшают до получения расплыва 113-115 мм.

Потребное для этого раствора количество воды выражают в виде водоцементного отношения (В/Ц) и принимают за требуемую консистенцию раствора в дальнейших испытаниях.

Из этого раствора изготавливают образцы-кубики размерами 20х20х20 мм; всего для каждого варианта необходимо изготовить 12 образцов.

Перед изготовлением образцов внутреннюю поверхность стенок и дна формы смазывают машинным маслом.

Подготовительные формы заполняют приготовленным раствором и уплотняют на вибростоле в течение 1-1,5 мин. Затем форму снимают с виброплощадки, срезают ножом, смоченным водой, излишки раствора, заглаживают поверхность образцов вровень с краями форм и маркируют их. Приготовленные образцы хранят в формах 7 суток в ванне с гидравлическим затовром. По истечении этого срока образцы вынимают из форм и делят на две части: 8 образцов пропаривают (режим ТВО: 3 часа - подъем температуры до 80°С, 6 часов - изотермический прогрев при 80°С, 2 часа - остывание при отключенном обогреве), а другие 4 образца хранят во влажных условиях до испытания в течение 14 суток. Вода должна быть выше балочек на 20 мм. Пропаренные образцы за 2 суток до испытания делят на 2 части: 4 образца помещают в воду, другие 4 - в воздушно-сухие условия.

6.4. Определение средней плотности и прочности образцов

Приготовленные пропаренные и хранившиеся затем в воздушно-сухих условиях образцы (по 4 штуки каждого варианта) нумеруют, измеряют штангенциркулем их длину, ширину и толщину и взвешивают с точностью до 1 г. Определяют среднюю плотность каждого образца делением его массы на объем и затем находят ее среднеарифметическое значение из трех полученных результатов.

Образцы-кубики в установленные выше сроки подвергают испытанию на прочность при сжатии на прессе. Предел прочности при сжатии отдельного образца вычисляют как частное от деления величины разрушающего усилия на площадь образца.

6.5. Обработка результатов испытаний и выводы

Каждое звено записывает в лабораторном журнале следующие данные: состав вяжущего, его активность, водоцементное отношение (В/Ц) цементно-песчаного раствора, диаметр основания конуса после 30 встряхиваний (d), среднюю плотность образцов ($\gamma_{ср.}$), их прочность при сжатии ($R_{сж.}$) и величину коэффициента размягчения ($К_р$).

Данные всех звеньев записывают в сводную таблицу 7 анализируют и делают выводы о свойствах известково-пуццоланового вяжущего.

Таблица 7

Свойства известково-пуццоланового вяжущего

№ сост	Состав извест.-пуццол. вяжущего	Активность CaO,%	В/Ц цем.-песчаного раствора	d осн. кон. мм	ср., кг/м^3	Прочность образцов, МПа			
						естест твер-дения	Пропарен.		
							су-хие	вод нас.	Кр

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое известьсодержащие смешанные вяжущие? Их разновидности
2. Каков вещественный состав известково-пуццоланового вяжущего?
3. Расскажите о технологии получения данного вяжущего?
4. В чем сущность твердения известково-пуццоланового вяжущего? Эффективные условия твердения.
5. Расскажите об основных и отличительных свойствах этого вяжущего.
6. Назовите рациональные области применения известьсодержащих смешанных вяжущих веществ.
7. Как определить активность известково-пуццолановых вяжущих?
8. Чем характеризуется нормальная консистенция цементно-песчаного раствора и как ее определить?
9. Расскажите о методике приготовления образцов из цементно-песчаного раствора.

ЗАДАЧИ

1. Определить потребность в активной минеральной добавке и гипсе для завода, выпускающего 50000 тонн известково-пуццоланового вяжущего в год, при содержании минеральной добавки в вяжущем 80%, а гипсового камня 5% от массы извести: влажность добавки - 15%, гипсового камня - 10%. Производственные потери составляют 2%.

2. Определить расход материалов для изготовления 5 т известково-зольного цемента, если содержание извести в его составе должно быть 30%, а золы - 70%. Активность извести - 80%. Производственными потерями пренебречь.

3. Необходимо изготовить изделие из бетона низких марок 2,5 МПа, которое будет служить во влажных условиях, не подвергаясь частому высыханию и замораживанию. Имеются: портландцемент, шлакопортландцемент, пуццолановый портландцемент и известково-пуццолановый цемент. Какой из цементов предпочтительнее использовать для изготовления изделий и почему?

РАБОТА 7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОРРИЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ

Коррозионной стойкостью цемента называют способность цементного камня сопротивляться коррозирующим химическим воздействиям окружающей среды - природных вод, промышленных водных растворов и различных жидкостей, а также газообразных веществ. На практике наиболее часто приходится встречаться с разрушениями бетона под воздействием агрессивной водной среды. Поэтому бетонные и железобетонные конструкции должны характеризоваться не только механической прочностью и устойчивостью под действием рабочих нагрузок, но и надлежащей долговечностью (стойкостью) под разрушающим (агрессивным) влиянием разнообразных внешних химических и физических факторов.

Коррозионная стойкость цементов в бетонах и растворах зависит от многих факторов: вида цемента, плотности бетона, размера конструкций, условий омывания их водой и др.

Портландцемент и различные его производные, а следовательно и бетоны на их основе, характеризуются относительно высокой стойкостью против действия многих агрессивных факторов, наиболее часто встречающихся при эксплуатации зданий и сооружений. Тем не менее, при неблагоприятных условиях они могут быстро разрушаться, и необходимы мероприятия, защищающие бетонные и железобетонные конструкции от преждевременного выхода из строя.

Различные виды цементов характеризуются различной стойкостью против действия тех или иных агрессивных факторов. Например: цементы с низким содержанием алюминатов кальция характеризуются повышенной стойуостью против действия сульфатов, пуццолановые портландцементы отличаются повышенной водостойкостью и т.д. Поэтому выбирать цементы для бетонов различного назначения следует с учетом не только их прочностных показателей, но и стойкости против действия тех агрессивных сред, в которых должны работать бетонные конструкции.

7.1. Цель работы

Изучить методику определения коррозионной стойкости цементов и произвести сравнительную оценку устойчивости различных видов цементов.

7.2. Содержание работы

Для выполнения работы необходимо приготовить образцы-кубики размером 20х20х20 мм из раствора состава 1:3 по массе на исследуемых цементах и нормальном вольском песке при В/Ц = -,4 - всего по 30 образцов для каждого вида цемента. После изготовления образцы 2 суток выдерживают во влажных условиях в формах, затем расформовывают и помещают в воду для предварительного твердения. Через 14 суток твердения в воде образцы переносят в агрессивные среды, где их выдерживают в течение 2 месяцев. Контрольные образцы весь этот срок хранят в питьевой воде. По истечении двух месяцев все образцы испытывают на прессе. Коррозионную стойкость цементов характеризуют коэффициентом стойкости (КС), вычисляемым по формуле:

$$КС = \frac{R_{сж}}{R_{сж}},$$

где $R_{сж}$ - предел прочности образцов нормального твердения в питьевой воде, МПа;

$R_{сж}$ - предел прочности образцов при хранении в агрессивной среде, МПа.

Каждое звено работает с определенным видом цемента (портландцемент, пуццолановый, шлакопортландцемент).

7.3. Используемые материалы и приборы

Работа проводится с использованием следующих материалов:

* портландцемент, шлакопортландцемент, пуццолановый портландцемент;
* нормальный вольский песок или кварцевый речной песок (фракции 0,63-1,25 мм);

* растворы сернокислого магния или натрия, сахара;
* вода водопроводная;
* вода дистиллированная.

Для выполнения работы необходимы следующие приборы:

* чаша для затворения с лопаткой;
* лабораторная растворомешалка;
* лабораторная виброплощадка;
* емкость для хранения образцов в агрессивных средах;
* разъемные формы 20х20х20 мм;
* ванны с гидравлическим затвором;
* гидравлический пресс.

7.4. Методика выполнения работы

7.4.1. Изготовление и хранение образцов

Изготовление образцов-кубиков размером 20х20х20 мм производится в следующей последовательности: 1500 г нормального вольского песка (или кварцевого речного песка фракции 0,63-1,25 мм) и 500 г цемента всыпают в сферическую чашу, перемешивают лопаткой в течение одной минуты. В центре смеси делают лунку и вливают воду. В течение 30 с еще раз перемешивают смесь в течение 1 минуты. Раствор переносят в предварительно протертую мокрой ветошью чашу механической мешалки, где перемешивают в течение 2,5 мин или в течение 20 оборотов чаши мешалки. Раствор вынимают из мешалки и переносят его в сферическую чашу. Заполняют раствором предварительно смазанные формы, вибрируют их в течение одной минуты, добавляя в них по мере уплотнения образцов раствор так, чтобы формы были заполнены с небольшим избытком. Поверхность образцов выравнивают ножом и помещают в формах во влажные условия на 2 суток. По истечении 2 суток образцы расформовывают и хранят в воде 14 суток, в течение которых происходит их твердение.

Для каждого цемента готовят указанным образом 30 образцов-кубиков.

7.4.2. Определение коррозионной стойкости образцов

Для проведения испытания на коррозионную стойкость используют образцы после 14 суток водного твердения.. Шесть образцов каждого варианта испытывают на прессе - определяют исходную прочность при сжатии. Еще 6 образцов оставляют на хранение в питьевой воде сроком на 2 месяца. Оставшиеся 18 образцов каждого состава маркируют и помещают в агрессивные среды (по 6 образцов в каждую) сроком также на 2 месяца. В качестве агрессивных сред используют 3% водный раствор $MgSO_4$ или 5% раствор Na_2SO_4, 10% раствор сахара, дистиллированную воду.

Хранение образцов в агрессивных жидкостях осуществляют в закрытых эксикаторах на керамических или стеклянных полках. Образцы укладывают с промежутком между ними не менее 0,5 см на полки предварительно насыпают тонкий слой кварцевого песка крупностью 0,75-1,0 мм.

Если в эксикаторе несколько полок, то каждую из них устанавливают на подставки (керамические или стеклянные) высотой 3-4 см, положенные на предыдущую полку. Количество образцов, укладываемых в эксикатор, должно быть таким, чтобы в начале опыта на каждый кубик приходилось по 100 $см^3$ раствора. Раствор должен на 1-2 см перекрывать образцы верхней полки. По истечении каждых 15 суток хранения образцов растворы в эксикаторах заменяют свежими.

Хранение образцов в питьевой воде осуществляют в эксикаторах или в ваннах из оцинкованной стали, снабженных крышками. Уровень воды должен быть таким, чтобы она на 1-2 см перекрывала образцы. Воду надо менять в те же сроки, что и растворы.

По истечении двух месяцев кубики вынимают из раствора или питьевой воды, помещают их на лист фильтровальной бумаги или на полотенце и сразу же испытывают, не давая образцам высохнуть. По данным результатов испытаний образцов на сжатие определяют их средний предел апрочности из четырех наибольших результатов и коэффициент стойкости по приведенной выше формуле. Коэффициент стойкости вычисляют с точностью до 0,01.

7.5. Обработка результатов испытаний и выводы

Каждое звено записывает в лабораторном журнале следующие данные: вид вяжущего; прочность при сжатии образцов, выдержанных 2 месяца в агрессивных средах; прочность контрольных образцов и величину коэффициента стойкости. Данные всех звеньев записывают в одну сводную таблицу, анализируют и делают выводы о стойкости исследуемых цементов в различных агрессивных жидкостях.

Таблица 8

Сравнительная оценка коррозионной стойкости
различных видов цементов

№№	Вид	Предел прочности при сжатии, МПа	Коэффициент стой-

со-ства	вяжу-жу-щего	в среде				кости в среде		
		Контр. обр. (хр. в воде)	вода дист.	3% р-р $MgSO_4$	10% р-р саха-ра	вода дист	3% р-р $MgSO_4$	10% р-р саха-ра
		14 с 2 м.						

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что понимают под коррозионной стойкостью цементного камня?
2. Каков вещественный состав и основные свойства пуццоланового цемента?
3. Каков вещественный состав и основные свойства шлакопортландцемента?
4. Расскажите о сущности и мерах предотвращения 1-го вида коррозии портландцемента.
5. Каков механизм 2-го вида коррозии портландцемента?
6. Расскажите о сущности и мерах предотвращения сульфатной коррозии.
7. Как приготовить образцы для проведения испытания на коррозионную стойкость цементного камня?
8. Как провести испытание на стойкость цементного камня к действию различных агрессивных жидкостей?
9. Что такое коэффициент стойкости? Как его рассчитать?

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

До начала выполнения лабораторных работ студенты должны пройти вводный инструктаж по технике безопасности, осуществляемый преподавателем. При выполнении каждой работы студентам необходимо тщательно ознакомиться с инструкциями по эксплуатации применяемого в данной рабо-

те оборудования (лабораторная растворомешалка, виброплощадка, пресс и до.). Самостоятельно работать на указанном оборудовании студенты могут только с разрешения преподавателя и в его присутствии (или в присутствии учебного мастера или лаборанта).

ЛИТЕРАТУРА

1. Сулименко Л.М. Технология минеральных вяжущих материалов и изделий на их основе. –М.: Высшая школа. 2000. –303 с.
2. Буров Ю.С., Колокольников В.С. Лабораторный практикум по курсу "Минеральные вяжущие вещества". -М.: Стройиздат, 1974, -254 с.
3. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества. -М.: Стройиздат, 1986. - 471 с.
4. Бутт Ю.М., Сычев М.М., Тимашев В.В. Химическая технология вяжущих материалов. -М.: Высшая школа, 1980. -472 с.
5. ГОСТ 125-79. Вяжущие гипсовые вещества. Технические требования. -4с.
6. ГОСТ 23789-79. Вяжущие гипсовые. Методы испытаний. -12 с.
7. ГОСТ 9179-77. Известь строительная. Технические условия. - 7с.
8. ГОСТ 22688-77. Известь строительная. Методы испытания. -15 с.
9. ГОСТ 310.1-81-310.3-81. Цементы. Методы испытаний. -11 с.
10. ГОСТ 10178-85. Портландцемент и шлакопортландцемент. -6 с.
11. ГОСТ 310-4-81. Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии. -12 с.
12. Кузнецова Т.В., Кудряшов И.В., Тимашев В.В. Физическая химия вяжущих материалов. –М.: Высшая школа, 1989. -383 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....3
Работа 1. Влияние добавок пластификаторов и супер-пластификаторов на свойства строительного гипса..... 3
Работа 2. Эффективные способы повышения водостойкости гипса..... 8
Работа 3. Влияние водоизвесткового отношения и добавок на скорость и температуру гашения извести и прочность известково-песчаных растворов.....12
Работа 4. Влияние вида и содержание шлаков на свойства шлакопортландцементов при нормальном твердении и тепловлажностной обработке.....17
Работа 5. Определение свойств гипсоцементно-пуццоланового вяжущего.....21
Работа 6. Свойства известково-пуццолановых вяжущих..... 26
Работа 7. Определение коррозионной стойкости цементного камня.....30
Техника безопасности.....35
Литература..... 36

СБОРНИК
Лабораторных работ по курсу
«Вяжущие вещества» для студентов
специальности 2906

Часть 1

ИСПЫТАНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ

Составитель: Н.В.Секерина

Редактор: Н.Х. Михайлова

Редакционно-издательский отдел
Казанской государственной архитектурно-строительной академии

Подписано в печать Формат 60x84/16
Заказ Тираж Печать офсетная Усл.-печ. л. 2,25

Бумага тип № 2 Уч.-изд. л. 2,25

Печатно-множительный отдел КазГАСА

420043, Казань, Зеленая 1.