

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
(ПГУАС)

ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА

Методические указания по подготовке к зачету
по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство»

Пенза 2016

УДК 691.5.58 (075.8)
ББК 38.3 я 73
В99

Рекомендовано Редсоветом университета

Рецензенты: кандидат технических наук, заместитель директора по качеству ООО «Строительные материалы» (г. Пенза) В.Ю. Нестеров;
кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление качеством и технология строительного производства» ПГУАС Л.В. Макарова

Вяжущие вещества: методические указания по подготовке к зачету / В.И.Калашников, М.О. Коровкин, Н.А. Ерошкина. – Пенза: ПГУАС, 2016. – 24 с.

Изложен порядок проведения зачета, даны рекомендации по подготовке к нему. Приведены вопросы и примеры решения задач по разделам изучаемой дисциплины.

Методические указания подготовлены на кафедре «Технологии строительных материалов и деревообработки» и предназначены для использования студентами, обучающимися по направлению 08.03.01 «Строительство», при подготовке к сдаче зачета.

© Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, 2016
© Калашников В.И., Коровкин М.О.,
Ерошкина Н.А., 2016

ПРЕДИСЛОВИЕ

Дисциплина «Вяжущие вещества», осваиваемая в течение двух семестров, предусматривает изучение воздушных вяжущих веществ, которые представлены гипсовыми вяжущими и вяжущими на основе карбонатного сырья. После проверки степени усвоения материала в конце первого семестра студенты должны получить зачет.

При изучении любого вяжущего вещества строительного назначения основными рассматриваемыми вопросами являются: сырье и технология производства, химико-минералогический состав, свойства и механизм твердения. Однако для студентов, обучающихся по направленности «Производство и применение строительных материалов и изделий», главными являются вопросы, связанные с использованием вяжущих веществ в технологии строительных материалов, а также изменением эксплуатационных характеристик материалов, изготовленных на основе вяжущих под воздействием эксплуатационных факторов.

Основой курса «Вяжущие вещества» являются знания, полученные студентами при усвоении дисциплин «Строительные материалы» и «Химия», «Химия в строительстве». При изучении курса «Вяжущие вещества» студенты приобретают необходимые компетенции в процессе лекционных, лабораторных и практических занятий, а именно: способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования; выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат; умение использовать нормативные правовые документы в

профессиональной деятельности; навыки владения технологией, методами доводки и освоения технологических процессов строительного производства, производства строительных материалов, изделий и конструкций, машин и оборудования; знание научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по профилю деятельности.

Зачет по дисциплине выставляется студенту в качестве итоговой оценки степени достижения целей по усвоению учебной дисциплины. Для получения оценки «Зачтено» студент должен выполнить комплекс работ, а именно курсовую работу, лабораторные и контрольные работы, используя соответствующие методические указания. В настоящих методических указаниях изложен порядок проведения зачета, даны рекомендации по подготовке к промежуточным контрольным работам, приведены примерные вопросы контрольных и примеры решения задач.

Целью методических указаний является повышение уровня готовности студентов к зачету по дисциплине «Вязущие вещества».

В ходе освоения курса студенты должны:

знать:

- основные технологические операции производства вяжущих веществ;
- физико-химические процессы, происходящие при производстве и твердении вяжущих веществ;
- научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по профилю деятельности;
- нормативные правовые документы по профилю профессиональной деятельности;

уметь:

- выявлять основные физико-химические процессы, протекающие при производстве и использовании вяжущих;
- применять математические методы при проектировании производства и прогнозировании свойств вяжущих веществ;

владеть:

- навыками проектирования и оптимизации технологических процессов при производстве вяжущих веществ;
- навыками расчета технологических процессов.

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЗАЧЕТУ

Для подготовки к зачету студент должен проработать вопросы, которые преподаватель выдает студентам на консультации. Приблизительный перечень вопросов приводится в разд. 2. Перечень вопросов и их формулировка могут корректироваться, но принципиальных изменений вноситься не будет. При подготовке к зачету должны использоваться конспекты лекций и литература, приведенная в библиографическом списке методических указаний.

Студент получает допуск к зачету только после сдачи курсовой работы, лабораторных работ и получения положительных оценок по результатам промежуточной аттестации по темам. Если студент пропустил занятия, то он должен для получения допуска к зачету сдать темы этих занятий и отработать лабораторные работы. Если студент отсутствовал на занятии, во время которого проводилась контрольная, или написал ее на неудовлетворительную оценку, контрольная работа должна быть выполнена во время консультаций, предусмотренных расписанием.

Зачет принимается читающим лекции преподавателем, который может приглашать для проведения зачета преподавателя, проводившего у студентов практические или лабораторные работы, а также выполнявшего руководство курсовой работой.

В отличие от экзамена, для зачета не предусматривается специально отведенное время. Зачет проводится во время последнего в семестре практического занятия по дисциплине «Вязущие вещества».

При подготовке ответа на вопрос необходимо помнить, что он должен быть полным, но в то же время лаконичным, без отступлений, не имеющих отношения к вопросу. При подготовке к ответу должны быть использованы схемы и таблицы, химические формулы и уравнения для иллюстрации ответа.

Для получения зачета студент должен ответить на два вопроса и решить практическую задачу. Зачет выставляется студенту, если вопросы раскрыты более чем наполовину, но без ошибок, либо имеются незначительные или единичные ошибки, либо допущены 1-2 фактические ошибки, либо задача решена без методических ошибок, но имеются арифметическая ошибка. Преподаватель может задавать дополнительные вопросы, если студент недостаточно полно осветил тематику вопроса, если сложно однозначно оценить ответ или студент не может ответить на вопрос. В спорных случаях учитываются результаты написания контрольных работ после изучения каждого модуля, а также посещение студентом аудиторных занятий, своевременность выполнения этапов курсовой работы, активность на занятиях.

Рекомендуется разобрать решение задач, приведенных в разд. 3. Задачи разделены по двум темам – гипсовые вязущие и известь.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ

1. На какие классы по условиям твердения и эксплуатации делятся вяжущие вещества?
2. Сырье для производства гипса.
3. Химическая формула основного вещества гипсового камня.
4. Каков теоретический выход готового продукта при обжиге гипса?
5. Способы производства строительного гипса.
6. Способы получения высокопрочного гипса.
7. Какие отходы производства могут быть использованы для производства гипса?
8. При каких технологических условиях получают строительный гипс?
9. Химическая формула основного вещества строительного гипса.
10. Напишите реакцию, протекающую при обжиге строительного гипса.
11. При каких технологических условиях получают высокопрочный гипс?
12. При какой температуре получают растворимый ангидрит?
13. Преимущества растворимого ангидрита.
14. Что такое эстрих-гипс?
15. В чем различия между α -полуводным сульфатом кальция и β -полуводным сульфатом кальция?
16. Химическая реакция взаимодействия гипсового вяжущего с водой.
17. Сколько теоретически необходимо воды для гидратации полуводного гипса?
18. Как классифицируется гипс по тонкости помола?
19. Как определяется нормальная густота гипса?
20. Как определяются сроки схватывания гипса?
21. Как определяется прочность гипса?
22. Как влияет тонкость помола на прочность гипса?
23. От чего зависит водопотребность гипса?
24. В каких пределах находится нормальная густота строительного гипса?
25. В каких пределах находится нормальная густота технического гипса?
26. Почему водопотребность строительного гипса выше, чем водопотребность технического гипса?
27. Как классифицируется гипс по срокам схватывания?
28. Добавки замедлители сроков схватывания строительного гипса.
29. С какой целью применяются водоредуцирующие добавки в технологии строительных изделий на основе гипса?
30. За счет чего можно повысить водостойкость гипса?
31. Почему в гипсовых изделиях арматура корродирует?
32. Почему гипс не рекомендуется использовать в изделиях, работающих на изгиб?
33. Можно ли использовать гипс в условиях высокой влажности?
34. Можно ли считать гипс огнестойким материалом?
35. Основные области применения гипсовых вяжущих.

36. Сырье для производства каустического магнезита и доломита.
37. Технология производства каустического магнезита и доломита.
38. Затворители для магнезиальных вяжущих.
39. Области применения магнезиальных вяжущих.
40. Какое сырье используется для производства воздушной извести?
41. Как классифицируется известь по содержанию оксида кальция и магния в соответствии с ГОСТ 9179–77?
42. Как классифицируется известь по скорости гашения?
43. Основные операции подготовки сырья к обжигу при производстве извести.
44. Почему при обжиге извести в шахтных печах рекомендуется использовать известняковый щебень одного размера?
45. Виды печей для обжига извести.
46. Почему при обжиге извести выход готового продукта составляет 50-60 %?
47. Как называется процесс разложения CaCO_3 ?
48. Процессы, протекающие при гашении извести.
49. Какие факторы оказывают наибольшее влияние на содержание в гашеной извести непогасившихся частиц кальция и магния?
50. Сколько воды теоретически необходимо для гашения извести?
51. Чему равен практический расход воды для получения извести?
52. Какие факторы оказывают влияние на скорость гашения извести?
53. За счет чего происходит самораспад частиц извести при гашении?
54. Области применения воздушной извести.
55. За счет чего происходит гидратное твердение извести?
56. За счет чего происходит карбонатное твердение извести?
57. Процессы, протекающие при автоклавной обработке известкового кремнеземистого вяжущего.
58. Пути интенсификации твердения известкового кремнеземистого вяжущего.
59. Области применения гидравлической извести.
60. Сырье для производства гидравлической извести.
61. Гидравлический модуль извести.
62. Классификация извести по гидравлическому модулю.
63. Требования к тонкости помола негашеной молотой извести.
64. Требования к водовяжущему отношению негашеной молотой извести.
65. Способы снижения скорости гидратации и уменьшения интенсивности тепловыделения негашеной молотой извести.
66. Механизм твердения негашеной молотой извести.
67. Преимущества и недостатки использования молотой негашеной извести.
68. Требования ГОСТ 9179–77 к содержанию в извести активных CaO и MgO и влияние этой характеристики на свойства извести.
69. Требования ГОСТ 9179–77 к содержанию в извести непогасившихся зерен и влияние этого показателя качества на свойства извести.

3. СИСТЕМА ТРЕНИНГА И САМОПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ

3.1. Примеры решения задач

Задачи по гипсовым вяжущим

1. Определить количество полуводного гипса, полученного после термической обработки в варочном котле 15 т гипсового камня. Относительная атомная масса кальция (Ca) – 40, серы (S) – 32, кислорода (O) – 16 и водорода (H) – 1.

Р е ш е н и е

Определяем молекулярные массы соединений



Из 15 т гипсового камня $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ получится полуводного гипса:

$$15000 \cdot \frac{145}{172} = 12645,3 \text{ кг}$$

2. Строительный гипс после обжига наряду с β -полугидратом содержит в своем составе 5 % обезвоженного полугидрата, 3 % растворимого ангидрита, 2% двугидрата и 3% SiO_2 . Определить потерю воды исходным сырьем при обжиге.

Р е ш е н и е

Примем количество продукта за 1000 кг, тогда:

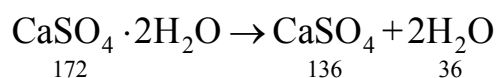
$$\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O} - 87\% - 870 \text{ кг};$$

$$\text{CaSO}_4 - 8\% - 80 \text{ кг};$$

$$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} - 2\% - 20 \text{ кг};$$

$$\text{SiO}_2 - 3\% - 30 \text{ кг}.$$

Определим количество двугидрата, необходимого для образования 80 кг ангидрита:



$$172 - 136$$

$$x - 80$$

$$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = \frac{172 \cdot 80}{136} = 101,18 \text{ кг}.$$

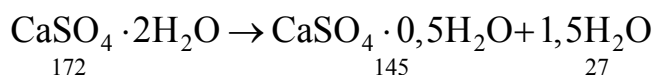
Количество выделившейся при этом воды составит:

$$172 - 36$$

$$101,18 - x (\text{H}_2\text{O})$$

$$\text{H}_2\text{O} = \frac{101,18 \cdot 36}{172} = 21,18 \text{ кг}$$

Определим количество двугидрата, необходимого для образования 870 кг полугидрата:



$$172 - 145$$

$$x - 870$$

$$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = \frac{172 \cdot 870}{145} = 1032 \text{ кг.}$$

Количество воды, выделившейся из 1032 кг двугидрата:

$$\text{H}_2\text{O} = \frac{27 \cdot 1032}{172} = 162 \text{ кг.}$$

Вычислим массу исходного сырья:

$$1032 + 101,18 + 20 + 30 = 1183,18 \text{ кг.}$$

Общее количество воды

$$162 + 21,18 = 183,18 \text{ кг,}$$

что составляет в процентах от массы сырья

$$\frac{183,18 \cdot 100}{1183,18} = 15,48 \%$$

3. Нормальная густота гипсового теста равна 59%. Сколько необходимо взять воды и гипса для получения 10 кг гипсового теста нормальной густоты?

Решение

Нормальная густота гипсового теста оценивается в % как отношение массы гипса к массе воды затворения для получения гипсового теста стандартной консистенции, при которой диаметр расплыва, определенный по вискозиметру Суттарда, составляет 120 мм. Примем за x необходимое количество гипса, тогда требуемое количество воды будет равно $0,59x$. В сумме они должны составлять 10 кг, т.е. получаем уравнение

$$x + 0,59x = 10.$$

$$\text{Откуда находим } x = \frac{10}{1,59} = 6,3$$

Количество воды затворения по условию составляет $0,59x$ или равно 3,72 л.

4. При обжиге гипсового камня с влажностью 5% получена 1 т строительного гипса. Определить необходимое количество исходного гипсового камня, если в гипсе содержится 2% SiO_2 и 6% CaSO_4 .

Р е ш е н и е

Для образования 920 кг (92%) полугидрата и 60 кг (6%) безводного сернокислого кальция необходимо иметь, исходя из уравнения химической реакции (задача 1), следующее количество двугидрата:

$$\frac{172}{145} \cdot 920 + \frac{172}{136} \cdot 60 = 1091,31 + 75,88 = 1167,19 \text{ кг,}$$

а с учетом примеси и влажности исходное количество гипсового камня составит:

$$(1167,19 + 20) + (1167,19 + 20) \cdot \frac{5}{100} = 1246,55 \text{ кг.}$$

5. Рассчитать прочность технического гипса при нормальной густоте 42%, если строительный гипс, имеющий нормальную густоту 65%, показал при испытаниях на сжатие 11,0 МПа, а увеличение прочности составляет 1,0 МПа при уменьшении нормальной густоты (НГ) на каждый процент.

Р е ш е н и е

Разница в водопотребностях строительного и высокопрочного гипса составит: $65 - 42 = 23\%$.

Прирост прочности при этом $23 \cdot 1,0 = 23$ МПа.

Прочность высокопрочного гипса $11 + 23 = 34$ МПа.

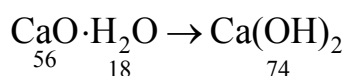
6. В процессе гидратации гипсового камня за счет гасящейся извести при производстве известково-гипсовой смеси получено 1000 кг смеси, состоящей из 40% $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, 30,6% $\text{Ca}(\text{OH})_2$, 15% CaO и 14,4 % примесей. Определить количество исходных материалов, взятых для получения гипсоизвестковой смеси, и ориентировочную активность извести-кипелки, если все примеси были внесены с последней.

Решение:

Для приготовления гипсоизвестковой смеси был использован двугидрат:

$$\frac{172}{145} \cdot 400 = 474,48 \text{ кг.}$$

В состав извести-кипелки, взятой для гипсоизвестковой смеси входило: 144 кг примесей, 150 кг, оксида кальция, который перешел без изменений в гипсоизвестковую смесь, и 150 кг оксида кальция, из которого получилось 306 кг $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Количество последней вычислим, исходя из уравнения реакции:



$$\frac{56}{74} \cdot 306 = 231,5 \text{ кг.}$$

Таким образом, извести-кипелки было взято

$$144 + 150 + 231,5 = 525,5 \text{ кг.}$$

Ориентировочно активность ее была равна:

$$A = \frac{150 + 231,5}{525,5} \cdot 100 = 72,6\%.$$

7. Расшифровать следующее условное обозначение гипсового вяжущего: Г-5 В II. Как определить значения расшифрованных показателей?

Р е ш е н и е

Г-5 – это прочность 5 кгс/см² (0,5 МПа), В – медленно твердеющий гипс, II – индекс степени помола по ГОСТ.

8. Написать условное обозначение гипсового вяжущего с перечисленными далее показателями. Сроки схватывания: начало – 8 мин, конец – 12 мин. Остаток на сите № 02 – 8 %. Прочность образцов-балочек размером 40×40×160 мм: на изгиб – 3,2 МПа; на сжатие – 6,1 МПа.

Р е ш е н и е

Условное обозначение гипсового вяжущего с такими свойствами:

Г-6 Б II

9. Коэффициент размягчения строительного гипса равен 0,35. Прочность образцов на сжатие в водонасыщенном состоянии равна 3,8 МПа. Определить прочность гипса в сухом состоянии.

Р е ш е н и е

$$K_p = \frac{R_{\text{сж}}^{\text{нас}}}{R_{\text{сж}}^{\text{сух}}}; 0,35 = \frac{3,8}{R_{\text{сж}}^{\text{сух}}}; K_p = \frac{3,8}{0,35} = 10,86 \text{ МПа.}$$

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

Р е ш е н и е

В 1000 кг полуводного гипса $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ содержится воды $0,5\text{H}_2\text{O}$:

$$\begin{aligned} &145 - 1000 \\ &9 - x \\ x &= \frac{9000}{145} = 62 \text{ кг.} \end{aligned}$$

Для образования двуводного гипса воды потребуется дополнительно $1,5\text{H}_2\text{O}$, или $62 \times 3 = 186$ кг. Тогда вес полностью гидратированного гипса будет $1000 + 186 = 1186$ кг.

Количество воды в двухводном гипсе будет $186+62=248$ кг, что составляет:

$$\frac{1186 - 100\%}{248 - x}$$
$$x = \frac{24800}{1186} = 20,9\%.$$

Задачи по извести

1. Определить выход извести и ее активность, если сырье содержит в своем составе 65% CaCO_3 , 26% $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ и 9 % безводных примесей. Диссоциацию карбонатных пород принять полной.

Решение

Согласно реакциям диссоциации карбоната кальция и доломита имеем следующие выходы:

$$\text{CaO} = \frac{56}{100} \cdot 65 = 36,4\%;$$
$$\text{CaO} + \text{MgO} = \frac{56}{184} \cdot 26 + \frac{40}{18} \cdot 26 = 7,91 + 5,65 = 13,56\%.$$

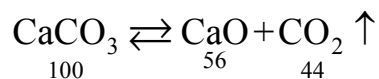
Выход извести:

$$36,4 + 13,56 + 9 = 58,96\%.$$
$$A = \frac{36,4 + 13,56}{58,96} \cdot 100 = 85\%.$$

2. Установить, как изменится объем твердой фазы при обжиге карбоната кальция на известь, если абсолютные плотности CaCO_3 и CaO равны соответственно 2730 и 3400 кг/м^3 .

Решение

Молекулярные массы исходного вещества и продуктов реакции:



Молекулярные объемы CaCO_3 и CaO :

$$V_{\text{CaCO}_3} = \frac{100}{2,73} = 36,63 \text{ см}^3;$$
$$V_{\text{CaO}} = \frac{56}{3,4} = 16,47 \text{ см}^3.$$

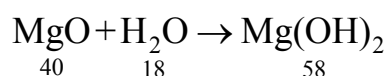
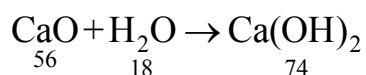
По отношению к первоначальному объем вещества уменьшится в

$$\frac{36,63}{16,47} = 2,22 \text{ раза.}$$

3. Какое количество воды теоретически необходимо для гашения извести-кипелки, имеющей активность 85% (причем 15% от массы извести составляет оксид магния MgO)?

Р е ш е н и е

Реакции гидратации CaO и MgO идут по схемам:



Для гашения 15% оксида магния требуется воды $\frac{16}{40} \cdot 15 = 6\%$ к массе извести.

Для гашения $85 - 15 = 70\%$ оксида кальция потребуется воды $\frac{18}{56} \cdot 70 = 22,5\%$.

Общее количество воды от массы извести

$$22,5 + 6,0 = 28,5\%.$$

4. Определить количество химически связанной воды в известковых образцах, если известь-кипелка состояла из 10% MgO, 80% CaO и 10% негидратирующихся примесей.

Р е ш е н и е

При гидратации MgO и CaO химически связывается, соответственно, следующее количество воды:

$$\frac{18}{40} \cdot 10 = 4,5\%; \quad \frac{18}{56} \cdot 80 = 25,7\%.$$

Итого связанной воды:

$$4,5 + 25,7 = 30,2 \%.$$

5. При гашении 20 кг извести активностью 85% в герметичной теплоизолированной таре температура смеси повысилась с 12 до 96°C. Определить (ориентировочно) количество воды затворения, если удельная теплоемкость Ca(OH)₂ равна 1,46 кДж/кг, примесей – 0,75 кДж/кг при массе 6 кг. Теплоемкость материала тары принять 0,67 кДж/кг при массе 6 кг, усредненную температуру нагревания тары – 72°C.

Р е ш е н и е

В соответствии с реакцией гидратации



Один килограмм оксида кальция, гидратируясь, выделяет 277 ккал или 1159 кДж тепла. В реакцию вступило $20 \cdot 0,85 = 17$ кг CaO, в результате чего образовалось

$$\frac{74}{56} \cdot 17 = 22,56 \text{ кг гидроксида кальция.}$$

Для определения количества воды затворения (В) составим уравнение теплового баланса:

$$17 \cdot 1159 = B \cdot 4,18(96-12) + 3 \cdot 0,75(96-12) + 6 \cdot 0,67(72-12) + 22,5 \cdot 1,46(96-12);$$

$$B = \frac{19703 - 3189,6}{351,1} = 47 \text{ л.}$$

6. Сколько известкового теста (по объему и массе), содержащего 50% твердого вещества с истинной плотностью 2200 кг/м^3 и 50% воды (по массе), можно получить из 10 т извести-пушонки? Какова его плотность?

Р е ш е н и е

Масса известкового теста будет равна:

$$10 + 10 = 20 \text{ т} = 20000 \text{ кг.}$$

Объем составит:

$$V_{\text{т}} = \frac{10000}{2,2 \cdot 10^3} + \frac{10000}{10^3} = 14,5 \text{ м}^3.$$

Плотность теста:

$$\rho_{\text{об}} = \frac{20000}{14,5} = 1379,31 \text{ кг/м}^3.$$

7. Какое количество необходимо взять карбоната кальция и известки-кипелки с активностью 70% для получения 1 т карбонатной известки активностью 32%?

Р е ш е н и е

При 100%-й активности содержание CaO в смеси составило бы:

$$\frac{\text{CaO}}{100\%} = 0,32; \quad \text{CaO} = 320 \text{ кг.}$$

При 70%-м содержании CaO необходимо взять:

– извести

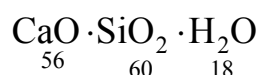
$$\frac{320}{0,7} = 457,1 \text{ кг};$$

– известняка

$$1000 - 457,1 = 542,9 \text{ кг}.$$

8. Рассчитать соотношение между известью активностью 70% и молотым песком, содержащим 90% кремнезема, для изготовления известково-песчаного вяжущего автоклавного твердения, исходя из полного связывания кремнезема в низкоосновные гидросиликаты кальция типа $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Р е ш е н и е



На одну часть оксида кальция требуется 60/56 кремнезема, но в извести содержится 70 % CaO, а в песке – 90% SiO₂. Следовательно, соотношение по массе между известью и песком будет:

$$\frac{56}{0,7} : \frac{60}{0,9} \text{ или } 1:0,83.$$

9. В известняке, кроме CaCO₃, содержится 6% SiO₂, 1% Al₂O₃ и 2% Fe₂O₃. Определить гидравлический модуль и дать заключение о гидравлическости извести.

Р е ш е н и е

Определим общее содержание оксида кальция после обжига известняка:

$$\begin{aligned} \frac{56}{100} \% \text{CaCO}_3 &= \frac{56}{100} [100\% - (\% \text{SiO}_2 + \% \text{Al}_2\text{O}_3 + \% \text{Fe}_2\text{O}_3)] = \\ &= \frac{56}{100} \cdot 91\% = 50,96\%. \end{aligned}$$

Гидравлический модуль:

$$\text{ГМ} = \frac{\% \text{CaO}}{\% (\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3)} = \frac{50,96}{6 + 1 + 2} = 5,66.$$

Известь слабогидравлическая, так как

$$4,5 < 5,66 < 9.$$

10. Рассчитать объем шахтной печи для получения 20 т в сутки негашеной извести при условии, что объемный вес известняка в кусках равен 1700 кг/м^3 , топливо занимает около 25% общего объема печи, цикл обжига проходит за 2 дня.

Решение

Для получения 20 т негашеной извести в сутки необходимо обжечь известняка $20 \cdot \frac{100}{56} = 35,7 \text{ т}$.

Объем известняка $35,7 : 1,7 = 21 \text{ м}^3$.

Объем печи для известняка $21 \cdot 2 = 42 \text{ м}^3$, а с учетом объема топлива (около 25% общего объема печи)

$$V + 0,25V = 42;$$

$$(1 - 0,25)V = 42;$$

$$V = \frac{42}{0,75} = 56 \text{ м}^3.$$

3.2. Система тренинга

Для проверки степени готовности к зачету может быть использована система тренинга (вопросы и ответы) приведенная ниже.

1. По условиям твердения и эксплуатации вяжущие вещества делят на 2 группы:

- А. Неорганические и органические.
- Б. Минеральные и неорганические.
- В. Воздушные и гидравлические.

2. К воздушным вяжущим веществам относят:

- А. Магнезиальные вяжущие.
- Б. Портландцемент.
- В. Шлакопортландцемент.

3. Строительным гипсом называют:

- А. $\alpha\text{-CaSO}_4 \cdot 0,5 \text{ Н}_2\text{О}$.
- Б. $\beta\text{-CaSO}_4 \cdot 0,5 \text{ Н}_2\text{О}$.
- В. $\beta\text{-CaSO}_4$.

4. Основным веществом в сырье для производства гипса является:

- А. $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{ Н}_2\text{О}$.
- Б. $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5 \text{ Н}_2\text{О}$.
- В. CaSO_4 .

5. Основным веществом в строительном гипсе является:

- А. $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{ Н}_2\text{О}$.
- Б. $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5 \text{ Н}_2\text{О}$.
- В. CaSO_4 .

6. Какой индекс имеет быстротвердеющий гипс:
 А. А.
 Б. Б.
 В. В.
7. Строительный гипс отличается от технического:
 А. Более высоким содержанием кристаллизационной воды и повышенной водопотребностью.
 Б. Меньшим размером кристаллов и повышенной водопотребностью.
 В. Большим размером кристаллов и повышенной водопотребностью.
8. Прочность строительного гипса должна быть не менее:
 А. 2 кгс/см².
 Б. 2 МПа.
 В. 20 МПа.
9. Г-5 А I – расшифровывается:
 А. Гипс прочностью не менее 5 кгс/см², быстротвердеющий (А), тонкого помола (I).
 Б. Гипс прочностью не менее 5 кгс/см², тонкого помола (А), нормально твердеющий (I).
 В. Гипс прочностью 5 МПа, быстротвердеющий (А), грубого помола (I).
10. Основным веществом в ангидритовом цементе является:
 А. CaSO₄.
 Б. CaSO₄ · 0,5 H₂O.
 В. CaSO₄ · 2H₂O.

Таблица ответов на вопросы 1-10

Номер вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Правильный ответ	В	А	В	А	Б	Б	Б	Б	В	А

11. Основное вещество в сырье для производства воздушной извести:
 А. CaCO₃.
 Б. CaSO₄.
 В. CaCO₃·MgCO₃.
12. Основным минералом, содержащимся в сырье для производства воздушной извести, является:
 А. Диатомит.
 Б. Доломит.
 В. Кальцит.
13. Содержание в воздушной извести примесей глины составляет:
 А. Не более 6-8%.
 Б. Более 25%.
 В. 6-25%.
14. Воздушная известь твердеет:
 А. На воздухе.

- Б. В воде.;
- В. На воздухе и в воде.
15. Обжиг известняка производят:
- А. В шахтных и вращающихся печах, в кипящем слое, во взвешенном состоянии.
- Б. В варочных котлах и вращающихся печах.
- В. На установках совместного помола и обжига, в шахтных печах с выносными топками.
16. Производство комовой негашеной извести состоит из следующих основных операций:
- А. Добыча, обжиг известняка, помол.
- Б. Добыча и подготовка известняка, обжиг.
- В. Добыча, помол, обжиг, помол.
17. При обжиге известняка в шахтной печи необходимо использовать материал одного гранулометрического состава для:
- А. Упрощения технологии подготовки сырья.
- Б. Повышения коэффициента использования сырья.
- В. Снижения аэродинамического сопротивления обжигаемого материала.
18. Известь обжигают при температуре:
- А. 750–930 °С.
- Б. 900–1200 °С.
- В. 1100–1350 °С.
19. Воздушная магнезиальная известь содержит MgO:
- А. До 5 %.
- Б. 20–40 %.
- В. 5–20 %.
20. Известь, полученную в результате обжига, называют:
- А. Пушонкой.
- Б. Комовой.
- В. Гашеной.

Таблица ответов на вопросы 11-20

Номер вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Правильный ответ	А	В	А	А	А	Б	В	Б	В	Б

21. Магнезиальные вяжущие относятся к:
- А. Гидравлическим.
- Б. Воздушным.
- В. Кислотостойким.
22. Сырьем для производства магнезиальных вяжущих является:
- А. Кальцит.
- Б. Доломит.
- В. Андезит.

23. Каустический магнезит имеет химическую формулу:
 А. $MgCO_3$.
 Б. $CaCO_3 \cdot MgCO_3$.
 В. MgO .
24. Оптимальная температура гашения извести для получения известкового теста:
 А. 40-50 °С.
 Б. 60-80 °С.
 В. 105-110 °С.
25. Реакцию гашения можно записать как:
 А. $CaO + H_2O = Ca(OH)_2$.
 Б. $Ca(OH)_2 = CaO + H_2O$.
 В. $Ca(OH)_2 + CO_2 + nH_2O = CaCO_3 + (n + 1) H_2O$.
26. Самораспад частиц извести при гашении происходит за счет:
 А. Неравномерного температурного расширения.
 Б. Уменьшения плотности частиц.
 В. Частичного растворения извести в воде с последующей кристаллизацией в виде мельчайших кристаллов.
27. Время гашения медленногасящейся извести:
 А. Не более 8 мин.
 Б. Не более 25 мин.
 В. Более 25 мин.
28. Реакция карбонатного твердения извести может быть записана в виде уравнения:
 А. $CaO + H_2O = Ca(OH)_2$.
 Б. $Ca(OH)_2 + CO_2 + nH_2O = CaCO_3 + (n + 1) H_2O$.
 В. $CaO + SiO_2 + H_2O = CaO \cdot SiO \cdot H_2O$.
29. Реакция гидросиликатного твердения извести может быть записана в виде уравнения:
 А. $CaO + H_2O = Ca(OH)_2$.
 Б. $Ca(OH)_2 + CO_2 + nH_2O = CaCO_3 + (n+1) H_2O$.
 В. $CaO + SiO_2 + H_2O = CaO \cdot SiO \cdot H_2O$.
30. Автоклавная обработка известково-кремнеземистого вяжущего обеспечивает:
 А. Воздушное твердение извести.
 Б. Силикатное твердение извести.
 В. Карбонатное твердение извести.

Таблица ответов на вопросы 21-30

Номер вопроса	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Правильный ответ	Б	Б	В	Б	Б	Б	В	Б	В	Б

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Основная литература

1. Акимова, Т.Н. Минеральные вяжущие вещества [Текст]: учеб. пособие / Т.Н. Акимова. – М.: МАДИ (ГТУ) 2007. – 98 с.
2. Калашников, В.И. Вяжущие вещества [Текст]: учеб. пособие / В.И. Калашников, М.О. Коровкин, Н.А. Ерошкина. – Пенза: ПГУАС, 2015. – 152 с.
3. Кузнецова, Т.В. Физическая химия вяжущих веществ [Текст] / Т.В. Кузнецова, И.В. Кудряшов, В.В. Тимашев. – М.: Высшая школа, 1989.
4. Мечай, А.А. Гидролиз и твердение минеральных вяжущих веществ [Текст]: учеб.-метод. пособие / А.А. Мечай, О.Е. Хотянович, А.А. Сакович. – Минск: БГТУ, 2012. – 72 с.
5. Сулименко, Л.М. Основы технологии вяжущих материалов. [Текст]: учеб. пособие / Л.М. Сулименко, В.Г. Савельев, И.Н. Тихомирова. – М.: РХТУ, 2005.– 167 с.

Дополнительная литература

1. Волженский, А.В. Вяжущие вещества [Текст]/ А.В. Волженский. – М.: Стройиздат, 1986. – 426 с.
2. ГОСТ 1216–87 Порошки магнезитовые каустические. Технические условия [Текст]. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1987. – 10 с.
3. ГОСТ 125–79. Вяжущие гипсовые. Технические условия [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 1979. – 5 с.
4. ГОСТ 22688–77. Известь строительная. Методы испытаний [Текст]. – М.: ИКП Изд-во стандартов, 1997. 20 с.
5. ГОСТ 23789–79. Вяжущие гипсовые. Методы испытаний [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 1979. 15 с.
6. ГОСТ 25095–82. Добавки активные минеральные. Методы испытаний [Текст]. – М.: ИКП Изд-во стандартов, 1981. 6 с.
7. ГОСТ 26871–86. Материалы вяжущие гипсовые. Правила приемки. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 12 с.
8. ГОСТ 31376–2008. Смеси сухие строительные на гипсовом вяжущем. Методы испытаний [Текст]. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2010. – 16 с.
9. ГОСТ 31377–2008. Смеси сухие строительные штукатурные на гипсовом вяжущем. Технические условия [Текст]. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2010. – 8 с.
10. ГОСТ 31386-2008. Смеси сухие строительные клеевые на гипсовом вяжущем. Технические условия [Текст]. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2010. – 7 с.
11. ГОСТ 4013–82. Камень гипсовый и гипсоангидритовый для производства вяжущих материалов. Технические условия [Текст]. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2008. – 6 с.

12.ГОСТ 9179–77*. Известь строительная. Технические условия [Текст]. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 7 с.

13.Калашников, В.И. Вяжущие вещества [Текст]: методические указания к практическим занятиям / В.И. Калашников, М.О. Коровкин, Н.А. Ерошкина. – Пенза: ПГУАС, 2015. – 74 с.

14.Крамар, Л.Я. О требованиях стандарта к магнезиальному вяжущему строительного назначения [Текст] / Л.Я. Крамар // Строит. материалы. – 2006. – № 1. – С. 54–56.

15.Пашенко, А.А. Вяжущие материалы [Текст] / А.А. Пашенко, В.П. Сербин, Е.А. Старчевская. – Киев: Вища школа, 1985. .– 440 с.

16.Ферронская, А.В. Гипсовые материалы и изделия. Производство и применение [Текст]. – М.: АСВ, 2004. – 488 с.

О Г Л А В Л Е Н И Е

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЗАЧЕТУ	5
2. ПЕРЕЧНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ	6
3. СИСТЕМА ТРЕНИНГА И САМОПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ	8
3.1. Примеры решения задач	8
3.2. Система тренинга	16
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	20

Учебное издание

Калашников Владимир Иванович
Коровкин Марк Олимпиевич
Ерошкина Надежда Александровна

ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА

Методические указания по подготовке к зачету
по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство»

Редактор	М.А. Сухова
Верстка	Н.В. Кучина

Подписано в печать 22.01.16. Формат 60×84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл.печ.л. 1,395. Уч.-изд.л. 1,5. Тираж 80 экз.
Заказ № 76.

Издательство ПГУАС.
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28.