

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 экзамену  
для направления подготовки 08.03.01 «Строительство»

Пенза 2015

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. Пензы В.Ю. Нестеров;  
кандидат технических наук, доцент кафедры «Управление качеством и технология строительного производства» Л.В. Макарова (ПГУАС)

**Вяжущие вещества:** методические указания по подготовке к экзамену для направления подготовки 08.03.01 «Строительство» / В.И. Калашников, М.О. Коровкин, Н.А. Ерошкина. – Пенза: ПГУАС, 2015. – 20 с.

Изложен порядок проведения экзамена, даны рекомендации к подготовке к нему. Даны вопросы с необходимыми пояснениями к ответу по разделам изучаемой дисциплины

Методические указания подготовлены на кафедре «Технологии строительных материалов и деревообработки» и предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» при изучении дисциплины «Вяжущие вещества».

© Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 2015

© Калашников В.И., Коровкин М.О., Ерошкина Н.А., 2015

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Курс «Вяжущие вещества» является одним из важнейших в вариативной части учебного плана подготовки бакалавров по направленности «Производство и применение строительных материалов и изделий». Изучение этого курса позволяет сформировать важнейшие компетенции, необходимые для практической деятельности бакалавра указанной направленности.

Изучение этой дисциплины заканчивается сдачей экзамена. Экзамен по дисциплине проводится в качестве итогового контроля для определения степени достижения учебных целей по учебной дисциплине.

Цель экзамена – оценка теоретических знаний студента по изученной дисциплине. В результате экзамена выявляется уровень знаний, умений и навыков, достигнутых в процессе обучения. Применительно к дисциплине «Вяжущие вещества» студенты должны:

**знать:**

- научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по профилю деятельности;
- нормативные правовые документы в профессиональной деятельности;

**уметь:**

- выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-1);
- использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применение методов математического анализа и математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования ОПК-1

**владеть:**

- способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2);
- технологией, методами доводки и освоения технологических процессов строительного производства, производства строительных материалов, изделий и конструкций, машин и оборудования (ПК-4).

В методических указаниях изложен порядок проведения экзамена, даны рекомендации к подготовке к нему, а также приведены вопросы экзамена с подразделами, которые необходимо раскрыть при ответе на вопросы.

Целью методических указаний является повышения уровня готовности студентов к экзамену.

## 1. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ЭКЗАМЕНА

Студент получает допуск к экзамену только после сдачи курсового проекта, лабораторных работ и получения положительных оценок по результатам промежуточной аттестации по темам.

Экзамен принимается читающими лекции преподавателями, который может приглашать для проведения экзамена преподавателя, проводившего у студентов практические или лабораторные работы, а также выполнявшего руководство курсовым проектом.

Вопросы, выносимы на экзамен, выдаются студентам в начале семестра.

В период подготовки к экзамену проводятся консультации в соответствии с графиком консультаций и расписанием занятий. Во время консультаций преподаватель информирует студента о содержании экзамена и порядке его сдачи, отвечает на вопросы, доводит перечень нормативной и справочной литературы, которой может пользоваться студент при сдаче экзамена.

Экзамен принимается по билетам в часы и аудитории, предусмотренные расписанием. Каждый билет содержит два теоретических вопроса.

В начале экзамена студенты поочередно заходят в аудиторию, представляют преподавателю зачетные книжки, берут билет и отвечают преподавателю его номер. После получения билет студент готовится к ответу на вопросы билета в течение 30-40 мин. При подготовке к ответу студент может пользоваться разрешенной нормативной литературой.

После подготовки студент устно отвечает на вопросы билета. Экзаменатор может задать несколько уточняющих вопросов после ответа студента. Оценка объявляется студенту сразу же после ответа на все вопросы. Оценка проставляется в ведомость и зачетную книжку.

Оценка «Отлично» выставляется студенту если вопросы раскрыты полностью и без ошибок, ответ изложен технически грамотным языком без терминологических погрешностей, использованы ссылки на необходимые источники

Оценка «Хорошо» выставляется если вопросы раскрыты более чем наполовину, но без ошибок, либо имеются незначительные или единичные ошибки, либо допущены 1-2 фактические ошибки

Студент получает за свой ответ на экзамене оценку «Удовлетворительно» если вопросы раскрыты частично либо допущено 3-4 фактические ошибки и экзаменуемый демонстрирует только общее представление о сущности вопросов билета.

Оценка «Неудовлетворительно» выставляется если задание не выполнено – ответ отсутствует или вопрос не раскрыт.

## 2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ

Для подготовки к экзамену студент должен проработать вопросы, которые преподаватель выдает студентам вначале семестра до экзамена. Перечень вопросов приводится в разделе 3. Каждый год перечень вопросов и их формулировка могут корректироваться, но принципиальных изменений вносится не будет.

В разделе 3 после каждого вопроса приводится список подразделов, которые нужно раскрыть при ответе на вопросы билета. При подготовке ответа на вопрос необходимо помнить, что он должен быть полным, но в тоже время лаконичным, без отступлений не имеющих отношения к вопросу. При этом могут быть использованы схемы и таблицы, химические формулы и уравнения для иллюстрации ответа.

### 3. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ

1. Классификация и номенклатура минеральных и органических вяжущих веществ.

Химический состав вяжущих веществ. Классификация вяжущих веществ по условиям твердения и эксплуатации: воздушные и гидравлические. Свойства основных видов воздушных вяжущих – гипса, извести, магнезиальных вяжущих. Свойства основных гидравлические вяжущих: портландцемента и его разновидностей, гидравлической извести, романцемента. Вяжущие щелочной активации: шлакощелочных, минерально-шлаковых, геошлаковых, геосинтетических.

Органические вяжущие на основе продуктов перегонки нефти и каменного угля.

2. История развития производства, применения и исследования минеральных вяжущих веществ

Применение необожженной глины при строительстве древних сооружений и при традиционном строительстве в регионах с сухим климатом. Использование гипса в строительной практике древних цивилизаций. Технология производства воздушной извести строительной воздушной извести и способ повышения ее водостойкости в древнем Египте и Древнем Риме. Характеристика вяжущих для получения «римского бетона». Использование извести в строительной практике древней Руси. Разработка технологий производства гидравлических вяжущих в России и Великобритании. Вклад М.В. Севергина, Егора Челиева, Джозефа Аспдина в производство портландцемента. Развитие науки и технологии производства вяжущих российскими учеными в конце 19- начала 20 века - А.Р. Шуличенко, Н.А Белолобский, Н.М. Лямин, С.а. Дружинин. Развитие производства вяжущих с 30 годов 20 века до настоящего времени.

Исследования А.А. Байкова, В.А. Кинда, В.Н. Юнга, В.Ф. Журавлева, П.П. Будникова, П.А. Ребиндера. Развитие теорий твердения вяжущих в работах ученых Михаэлиса, Ле-шателье, Байкова и др.

3. Классификация и номенклатура гипсовых вяжущих веществ. Сырье природное и побочные продукты различных производств, свойства и характеристики.

Дать определение гипсовым вяжущим веществам. Рассмотреть классификацию гипсовых вяжущих веществ в зависимости температуры тепловой обработки (низкообжиговые и высокообжиговые) и времени твердения (быстротвердеющие и медленнотвердеющие). Охарактеризовать разновидности низкообжиговых (гипсовые: строительный гипс, формовочный гипс, высокопрочный гипс, гипсовые вяжущие из гипсосодержащих материалов) и высокообжиговых (ангидритовые: ангидритовый цемент, эстрих-гипс) гипсовых вяжущих. Описать требования к минеральному составу и физическим характеристикам сырья для получения гипсовых вяжущих. Охарактеризовать режимы тепловой обработки при производстве воздушных гипсовых вяжущих.

4. Гипсовые вяжущие: их разновидности по модификационному составу.

Привести классификацию водных и безводные модификаций сульфата кальция: двухводный сульфат кальция (гипс),  $\alpha$ -полуводный сульфат кальция,  $\beta$ -полуводный сульфат кальция,  $\alpha$ -обезвоженный полугидрат,  $\beta$ -обезвоженный полугидрат,  $\alpha$ -растворимый ангидрит,  $\beta$ -растворимый ангидрит. Кратко охарактеризовать основные свойства модификаций сульфата кальция и особенности технологии их получения. Привести реакции дегидратации гипса с образованием различных модификаций.

5. Гипсовые вяжущие на основе полуводного и полуводного сульфата кальция.

Охарактеризовать, что собой представляют полуводный и полуводный сульфаты кальция. Описать при каких условиях образуются эти полугидраты и какие процессы, протекают при их получении.

6. Физико-химические основы производства строительного гипса ( $\alpha$ -вяжущего) и высокопрочного гипса ( $\beta$ -вяжущего). Способы производства.

Условия образования различных модификаций гипсового вяжущего. Физические и химические процессы, процессы протекающие при тепловой обработке гипсового сырья. Химически и физически связанная влага в гипсе. Привести требования сырью для получения строительного гипса, а также требования к режиму термической обработки. Сырье для производства строительного и высокопрочного гипса. Требования к содержанию  $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$  в сырье 1-4 сортов по ГОСТ 4013-82. Способы производства строительного гипса: 1. предварительная сушка, измельчение с последующей дегидратацией, 2. совместная сушка помол и обжиг; 3. обжиг

гипса в виде кусков в печах различных конструкций с последующим помолом. Способы получения высокопрочного гипса (автоклавная обработка, кипячение водных растворов солей).

7. Схватывание и твердение строительного гипса. Теория твердения Ле-Шателье, А.А. Байкова и др.

Химические реакции взаимодействия гипсового вяжущего с водой. Твердение гипса по теории Ле-Шателье. Периоды твердения полуводного гипса в соответствии с теорией А.А. Байкова. Процесс твердения гипса в соответствии с представлениями П.А. Ребиндера и Е.Е. Сигаловой.

8. Свойства гипсовых вяжущих и требования ГОСТа. Маркировка по прочности, срокам схватывания и дисперсности.

Свойства гипса: тонкость помола, водопотребность. сроки схватывания, прочность, плотность. Требования и маркировка по ГОСТ 125-79 по тонкости помола (грубый, средний, тонкий помол соответственно индекс степени помола I, II и III), срокам схватывания (быстротвердеющие А, нормальнотвердеющие Б, медленнотвердеющие В), прочности (предел прочности на сжатие от Г2-Г25).

9. Методы испытания гипсовых вяжущих по ГОСТ 23789-79.

Методы определения свойств гипса по 23789-79: методика отбора и подготовка проб, определение тонкости помола, определение сроков схватывания гипсового теста стандартной консистенции (нормальной густоты), определение предела прочности на сжатие, определение предела прочности на растяжение при изгибе, определение содержания гидратной воды, определение объемного расширения, определение водопоглощения, определение содержания нерастворимого остатка, определение содержания металлопримесей в вяжущем, определение удельной поверхности

10. Прочность гипсовых вяжущих и ее зависимость от водогипсового отношения, влажности, времени твердения, добавок.

Физико-химические механизмы влияния водогипсового отношения, влажности, времени твердения, добавок на прочность гипсовых вяжущих. Способы повышения прочности и других характеристик гипса.

11. Свойства гипсовых вяжущих: водопотребность, скорость схватывания и твердения. Факторы, влияющие на эти свойства. Добавки, регулирующие сроки схватывания.

Влияние тонкости помола, химического состава, водогипсового отношения на свойства гипсовых вяжущих. Зависимость прочности гипса от влажности и продолжительности твердения. Механизм действия пластифицирующих добавок на свойства гипса. Возможности повышения прочности за счет использования добавок замедлителей.

12. Области применения гипсовых вяжущих.

Свойства, гипса определяющие области его применения: скорость твердения, деформативность, водостойкость, огнестойкость, коррозия сталь-

ной арматуры гипсовых изделий. Основные области применения гипсовых вяжущих: внутренние перегородки панелей, сухие шпаклевочные штукатурные смеси на основе гипсовых вяжущих

13. Магнезиальные вяжущие вещества: каустический доломит и каустический магнезит.

Сырье для производства каустического магнезита и доломита. Технология производства, процессы протекающие при обжиге карбоната магния. Виды печей для обжига. Помол, упаковка и хранение магнезиального вяжущего. Затворители для производства магнезиальных вяжущих и процесса его твердения. Свойства магнезиального вяжущего: сроки схватывания, прочность, деформации при твердении. Области применения магнезиальных вяжущих: устройство бесшовных полов, плиток ступеней, теплоизоляционных фибролитовых плит.

14. Известь строительная воздушная.

Сырье для производства извести. Классификация воздушной извести по ГОСТ 9179: в зависимости от содержания оксида кальция (кальциевую, магнезиальную и доломитовую.), в зависимости от степени гашения и скорости гашения (негашеная и гашенная), по фракционному составу (комовая, порошкообразная).

15. Технология производства негашеной (комовой) воздушной извести.

Добыча и подготовка известняка: дробление и сортировка. Обжиг. Виды печей для обжига: шахтные, вращающиеся и печи кипящего слоя. Процессы, протекающие при обжиге.

16. Технология получения гидратной извести.

Процессы, протекающие при гашении извести: гидратация, увеличение объема гидратной извести по сравнению с исходным продуктом, самопроизвольный распад, тепловыделение. Влияние различных факторов на содержание непогасившихся частиц кальция и магния. Влияние содержания этих частиц на свойства извести «пушонки». Определение количества воды необходимого для гашения извести. Влияние различных факторов на скорость гашения извести. Технологические схемы и агрегаты для гашения извести.

17. Твердение воздушной извести.

Карбонатное твердение извести. Химическая реакция взаимодействия извести с углекислым газом. Влияние влажности газопроницаемости на скорость процесса твердения.

Гидратное твердение негашеной извести в воздушной среде: растворение СаО в воде, гидратация СаО, образование коагуляционной структуры, образование кристаллического сростка, высыхание.

Гидросиликатное (автоклавно) твердение: взаимодействие между гидратом окиси кальция и кремнеземистым компонентом (кварцевый

песок, зола, шлак, трепел); условия протекания гидросиликатного твердения, режимы тепловлажностной обработки.

18. Теория силикатного твердения известково-кремнеземистых композиций в автоклавах.

Процессы, протекающие при автоклавной обработке известкового кремнеземистого вяжущего. Пути интенсификации твердения. Увеличение реагирующей способности извести и кремнеземистого компонента, повышение давления, введение в известково-кремнеземистые материалы более интенсивно реагирующих с известью компонентов, например активных минеральных добавок.

19. Технология производства и применение гидравлической извести.

Сырье для производства гидравлической извести. Гидравлический модуль извести. Классификация извести по гидравлическому модулю: сильно и слабогидравлическая известь. Технология производства, свойства и области применения гидравлической извести.

20. Негашеная молотая известь.

Требования к тонкости помола, водовяжущему отношению, способы снижения скорости гидратации и уменьшения интенсивности тепловыделения. Механизм твердения негашеной молотой извести. Преимущества и недостатки использования молотой негашеной извести.

21. Требования ГОСТ к свойствам извести. Применение извести.

Требования ГОСТ 9179-77: содержание активных CaO и MgO, количество минеральных добавок, количество непогасившихся зерен, содержание CO<sub>2</sub>, степень дисперсности, влажность, предел прочности при сжатии и изгибе, равномерность изменения объема. Основные области применения: приготовление сложных строительных растворов, известково-кремнеземистых вяжущих, известково-красочных составов, в технологии силикатного кирпича и автоклавного газобетона.

22. Основные свойства. Состав и классификация портландцемента.

Тонкость помола, нормальная плотность, сроки схватывания, активность цемента. Главные минералы портландцементного клинкера (алит, белит, трехкальциевый алюминат, четырехкальциевый алюмоферит). Типичное содержание главных минералов в цементах различного типа. Типичный химический состав портландцемента. Роль гипса в составе портландцемента. Разновидности портландцемента: шлакопортландцемент, пуццолановый портландцемент, белый портландцементный, композиционный цемент, сульфатостойкий портландцемент. Классификация цемента по ГОСТ 31108-2003. Классификация цементов по ГОСТ 10178-85.

23. Сырье для производства портландцемента.

Карбонатное (известняки, мел, мергели), алюмосиликатное сырье (глины, глинистое сырье), корректирующие добавки (глиноземистые, кремнеземистые, железистые корректирующие добавки), отходы произ-

водства, отходы производства: золы ТЭС, красный шлам, доменные, электротермофосфорные шлаки, нефелиновый и бокситовый шламы, активные минеральные добавки осадочного и вулканического происхождения, гипсовое сырье, интенсификаторы помола.

24. Расчет состава сырья для получения портландцементного клинкера.

Характеристика состава сырьевой шихты и клинкера с помощью силикатного (кремнеземистого) модуля или коэффициента насыщения, глиноземистого (алюминатного) и железистого модуля. Методика расчета двух-, трех- и четырехкомпонентной сырьевой смеси.

25. Химический и минералогический состав портландцемента.

Влияние главных минералов цементного клинкера на основные свойства портландцемента. Второстепенные фазы клинкера. Химический и минералогический состав различных типов цемента. Влияние примесей на свойства портландцемента, влияние MgO на неравномерность изменения объема клинкера. Роль щелочей, содержащихся в цементной сырьевой шихте на процессы кристаллизации и свойства цемента. Влияние P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub> на свойства цементного клинкера.

26. Мокрый, сухой и комбинированный способы производства ПЩ.

Основные технологические операции при производстве портландцемента по мокрому, сухому и комбинированному способам. Преимущества и недостатки каждого способа. Принципы выбора способов производства.

27. Приготовление сырьевой шихты и ее обжиг при мокром способе производства.

Добыча, транспортировка, и приготовление глиняного и известнякового шлама при мокром способе, помол известнякового шлама. Гомогенизация сырья в шламбассейнах. Конструкция печей и процессы, протекающие при обжиге клинкера по мокрому способу. Пути снижения энергозатрат.

28. Приготовление сырьевой шихты и ее обжиг при сухом способе производства.

Добыча, транспортировка, сушка и помол сырьевых компонентов. Гомогенизация сырья в силосах. Конструкция печей и процессы, протекающие при обжиге клинкера по сухому способу. Пути снижения энергозатрат.

29. Помол портландцемента.

Теоретические основы процессов измельчения. Коэффициент размалываемости материала. Способы определения тонкости помола. Влияние тонкости помола на активность портландцемента. Характерная тонкость помола для различных видов цемента. Схемы помола применяемые в цементной промышленности. Интенсификаторы помола.

### 30. Схватывания и твердение портландцемента.

Кинетика взаимодействия клинкерных минералов с водой. Состав продуктов гидратации. Факторы, влияющие на состав новообразований: температура, водоцементное отношение, продолжительность взаимодействия. Химический и минералогический состав гидратов. Гидратация C3S и C2S. Гидратация алюминатных и алюмоферитных минералов. Механизм схватывания и твердения. Коагуляционная и кристаллизационная структура цементного камня. Структура цементного камня.

### 31. Усадка и набухание цементного камня.

Виды усадки: химическая (аутогенная), усадка высыхания, карбонизационная усадка. Физико-химические процессы обуславливающие влажностную усадку и набухание при насыщении водой. Влияние усадки на долговечность материалов и изделий на основе портландцемента.

### 32. Коррозия цементного камня 1 рода.

Процессы, протекающие в цементном камне под действием вод с малой жесткостью. Влияние различных факторов на выщелачивание цементного камня. Изменение свойств цементного камня при вымывании из него CaO. Влияние различных растворенных веществ на скорость коррозии выщелачивания.

### 33. Коррозия цементного камня 2 рода.

Основные коррозионоактивные агенты вызывающие коррозию второго рода. Условия развития кислотной коррозии, углекислотная коррозия, сульфоалюминатная коррозия, сульфоалюминатногипсовая коррозия, гипсовой коррозии, магниезальной, сульфатно-магниезальной коррозии. Химические реакции и изменения состава и свойств цементного камня при различных видах химической коррозии. Способы повышения коррозионной стойкости цементного камня.

### 34. Коррозия цементного камня 3 рода.

Обменные реакции компонентов цементного камня с коррозионоактивными агентами, вызывающие кристаллизацию в порах цементного камня и его разрушение. Процессы отложения в пора цементного камня солей, выделяющихся при капиллярном подсосе минерализованных вод.

### 35. Контроль технико-строительных свойств цемента в соответствии с ГОСТ 10178-85.

Методики определения прочности при сжатии и изгибе в возрасте 3 и 28 суток, равномерность изменения объема, тонкость помола, начало и конец схватывания, ложное схватывание, содержание щелочи, содержание минеральных добавок по требованиям ГОСТ 10178-85.

### 36. Контроль технико-строительных свойств цемента в соответствии с ГОСТ 31108-2003.

Методики определения прочности при сжатии в возрасте 2, 7 и 28 суток, равномерность изменения объема, тонкость помола, начало схваты-

вания, удельная эффективная активность естественных радионуклидов, содержание минеральных добавок по требованиям ГОСТ 10178-85.

### 37. Пуццолановые портландцемент.

Виды пуццолановых добавок: осадочные (опока, трепел, диатомит), вулканические (трас, вулканический пепел, вулканический туф), техногенные (золы ТЭС, шлаки, пыли газоочистки силикатного и алюмосиликатного состава), их минералогический состав, оптимальная дозировка и пуццолановая активность. Методы оценки пуццолановой активности добавок. Механизм влияния пуццолановых добавок на свойства цемента. Техничко-строительные свойства пуццоланового цемента. Достоинства и недостатки пуццоланового портландцемента в сравнении с обычным портландцементом и области его рационального применения в строительстве.

### 38. Шлакопортландцемент.

Условия получения и химико-минералогический состав шлаков. Модуль основности и коэффициент качества шлака. Влияние содержания различных оксидов на свойства шлаков. Влияние скорости охлаждения на свойства шлака. Технология получения и свойства шлакопортландцемента. Преимущества, недостатки и рациональные области применения этой разновидности портландцемента.

### 39. Сульфатостойкий портландцемент.

Классификация сульфатостойких цементов в соответствии с ГОСТ 22266-2013: по вещественному составу (сульфатостойкий портландцемент, сульфатостойкий портландцемент с минеральными добавками, сульфатостойкий шлакопортландцемент) и по прочности.

Сырьевые материалы для получения сульфатостойкого портландцемента: портландцементный клинкер, гипсовый или гипсоангидритовый камень, гранулированные доменные шлаки, пуццоланы или микрокремнезем. Требования к химико-минералогическому составу клинкера в соответствии с ГОСТ.22266-2013 (содержание трехкальциевого алюмината, оксидов  $Al_2O_3$ ,  $MgO$ ). Технология получения сульфатостойкого портландцемента. Способы повышения сульфатостойкости (быстрое охлаждение клинкера, увеличение стекловидной фазы, снижение тонкости помола и т.д.). Состав (потери при прокаливании, содержание нерастворимого остатка, оксида серы, ионов хлора, щелочных оксидов), свойства (сроки схватывания, прочность на сжатие, равномерность изменения объема) и области применения (при изготовлении бетонных изделий подвергающихся воздействию насыщенных сульфатов, постоянному периодическому воздействию влаги, ее замораживанию и оттаиванию).

### 40. Белый и цветные портландцементы.

Характеристика сырьевых материалов для получения белого и цветного портландцемента: известняк (чистота), глина (белая), гипс, минеральные добавки, щелочестойкие красящие пигменты.

Особенности технологии получения белого портландцемента: отсутствие в сырье примесей железа, измельчение клинкера в мельницах, футерованных фарфоровыми или кремниевыми плитами, обжиг при температуре 1600-1650°C, отбеливание клинкера в мельницах. Влияние скорости охлаждения и химико-минералогического состава на степень белизны цемента. Повышение степени белизны за счет введения минеральных и хлористых добавок. Химико-минералогический состав и основные свойства белого портландцемента по ГОСТ 965-89: содержание ангидрида серной кислоты, содержание MgO, коэффициент отражения света, сроки схватывания, тонкость помола, прочность при сжатии, равномерность изменения объема.

Технология получения, химико-минералогический состав и основные свойства цветного портландцемента в соответствии с ГОСТ 15825-80.

Преимущества и недостатки этих видов цемента.

Рациональные области применения белых и цветных портландцементов: внутренняя и наружная отделка зданий; при изготовлении цементных красок, дорожных знаков, элементов ограждения.

41. Портландцемент для дорожных и аэродромных покрытий.

Принципы выбора сырья для получения цемента для дорожных покрытий. Технология получения цемента. Минералогический состав и основные характеристики цемента для дорожных и аэродромных покрытий в соответствии с ГОСТ 55224-2012 (удельная поверхность, содержание щелочных оксидов, водоотделение, сроки схватывания, равномерность изменения объема, прочность) Способы повышения долговечности дорожных покрытий (морозостойкости и выносливости): использование цемента с повышенным содержанием алюмоферритов, в составе которого отсутствуют минеральные добавки, кроме шлака, использование гидрофобно-пластифицирующих добавок, снижение В/Ц, пропаривание бетона, использование ускорителей. Свойства, определяющие область применения цемента в дорожных и аэродромных покрытиях: морозостойкость, прочность, усадка, истираемость, ударостойкость.

42. Влияние пластифицирующих добавок на свойства цементного теста и камня.

Классификация пластифицирующих и водоредуцирующих добавок по показателям подвижности и водопотребности в соответствии с ГОСТ 24211-2008. Классификация пластифицирующих добавок по химическому составу на четыре группы: 1. СП на основе сульфированной меламинаформальдегидной смолы; 2. добавки на основе продуктов поли-конденсации нафталинсульфокислоты и формальдегида; 3. продукты поликонденсации

оксикарбоновых кислот; 4. модифицированные лигно-сульфонаты. Механизм действия добавок. Влияние пластифицирующих добавок на консистенцию, сохраняемость подвижности, расслаиваемость смеси, сроки схватывания и твердения, плотность, пористость, прочность, усадку, долговечность цемента. Определение эффективности применения суперпластификаторов. Рациональные области применения суперпластификаторов. Технико-экономическая эффективность применения суперпластификаторов.

43. Влияние добавок ускорителей на твердение портландцемента.

Основные виды добавок ускорителей твердения (углекислые и сернокислые соли, хлориды, нитраты и нитриты кальция и натрия и др.). Классификация добавок по воздействию на цементное тесто (не вступающие в реакцию с цементом, активирующие и ускоряющие процессы гидратации, вызывающие тепловыделение) Механизм действия добавок ускорителей схватывания. Влияние состава цемента и температуры твердения на эффективность действия добавок ускорителей. Методика определения эффективности добавки: основные и дополнительные эффекты. Влияние добавок ускорителей на прочность в раннем и позднем возрасте твердения, а также процессы коррозии бетона и арматуры.

44. Замедлители схватывания.

Назначение добавок замедлителей, их основные виды для различных вяжущих. Механизм действия замедлителей в гипсовых вяжущих и цементах.

45. Глиноземистый цемент.

Сырьевые материалы и технология получения глиноземистого цемента. Процессы, происходящие при обжиге клинкера и химико-минералогический состав глиноземистого цемента. Твердение глиноземистого цемента. Причины снижения прочности глиноземистого цемента. Строительно-технические свойства и области рационального использования глиноземистого цемента в строительстве.

45. Высокоглиноземистый цемент.

Высокоглиноземистые цементы: сырье, технология получения, химико-минералогический состав. Маркировка высокоглиноземистого цемента и их физико-механические свойства в соответствии с ГОСТ 969-91 (предел прочности, тонкость помола, сроки схватывания, огнеупорность). Состав и структура продуктов реакции при взаимодействии высокоглиноземистого цемента с водой. Достоинства, недостатки и рациональные области применения высокоглиноземистого цемента.

46. Расширяющиеся и безусадочные цементы.

Основные виды и типы расширяющихся цементов. Химический и минералогический состав. Реакции гидратации и ее продукты. Физико-химическая природа расширяемости цементов: гипотеза Лосье-Люфума,

гипотеза П.П. Будникова и И.В. Кравченко, гипотеза Шассевана и Штиглица, «сольватная» гипотеза Г. Н. Сиверцева, гипотеза расширения под действием осмотических сил. Применение в строительстве безусадочных и расширяющихся цементов на основе портландцементного клинкера.

#### 47. Вяжущие щелочной активации.

Классификация вяжущих щелочной активации по содержанию шлака и горной породы: шлакощелочные, минеральношлаковые, геотшлаковые и геосинтетические вяжущие вещества. Требования к минеральному и химическому составу шлаков и горных пород, применяемых в качестве сырья. Влияние дисперсности компонентов вяжущих, вида и содержания активаторов твердения (гидроксидов, сульфатов, карбонатов и силикатов щелочных металлов) на свойства вяжущих щелочной активации: удобоукладываемость, сроки схватывания, активность, пористость, водопоглощение и водостойкость. Влияние условия тепловой обработки на свойства вяжущих. Основные технологические переделы при производстве вяжущих: измельчение сырья, смешивание с активатором, формование и твердение. Физико-химические процессы, происходящие при твердении вяжущих щелочной. Основные преимущества и недостатки вяжущих щелочной активации. Способы повышения прочности и водостойкости вяжущих, а также снижения усадочных деформаций вяжущих. Области применения вяжущих щелочной активации.

#### 48. Органические вяжущие материалы.

Классификация органических вяжущих веществ в зависимости от происхождения, химического и вещественного состава: черные вяжущие (битумы и дегти); природные смолы, клеи и полимеры; синтетические полимерные продукты. Виды органических вяжущих в зависимости от отношения к нагреванию и растворителям: термопластичные и терморезактивные. Достоинства (водо- и химическая стойкость, высокая прочность при изгибе, высокая адгезия) и недостатки (хрупкость, высокая стоимость, низкая термостойкость) этих видов вяжущих. Рациональные области применения органических вяжущих с учетом их свойств: для получения клеев, мастик, защитных химически стойких лакокрасочных материалов, полимерных и полимерцементных растворов и бетонов (тонких облицовочных изделий: плиток, пленок, погонажных изделий); при производстве пластмасс с низкой плотностью ( $10...50 \text{ кг/м}^3$ ).

#### 49. Битумные и дегтевые вяжущие.

Сланцевые (жидкие, вязкие) и каменноугольные дегти: сырье, технология получения, состав и структура. Сырьевые компоненты битумов: твердые высокомолекулярные вещества (асфальтены, карбены, карбоиды), смолистые вещества, нефтяные масла. Виды битумов в зависимости от происхождения: природные (асфальтовые породы: песок, известняк,

пропитанные битумом) и искусственные (техногенные). Условия образования природных и искусственных битумов. Типы битумов в зависимости от применения: дорожные (для асфальтобетонов), кровельные (для мягких кровельных материалов) и строительные (для изготовления мастик, гидроизоляции и др.).

Основные свойства дегтевых вяжущих: вязкость, содержание воды, содержание веществ нерастворимых в толуоле, перегоняемый фракционный состав, температура размягчения, содержание фенолов и нафталина, биостойкость. Основные свойства нефтяных битумов: глубина проникания иглы, растяжимость, температура размягчения, температура хрупкости, температура вспышки битума, водостойкость водонепроницаемость, растворимость в органических растворителях. Требования безопасности к битуму и дегтю. Преимущества и недостатки битума и дегтя. Области применения битумов и дегтей: для получения клеящих и гидроизоляционных материалов, специальных дорожных бетонов – асфальтобетонов.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

### Основная литература

1. Волженский, А.В. Вяжущие вещества [Текст] / А.В. Волженский, – М.: Стройиздат, 1986.-426 с.
2. Сулименко, Л.М. Основы технологии вяжущих материалов. [Текст]: учеб. пособие / Л.М. Сулименко, В.Г. Савельев, И.Н. Тихомирова. – М.: РХТУ, 2005.– 167 с.
3. Пащенко, А.А. Вяжущие материалы [Текст] / А.А. Пащенко, В.П. Сербин, Е.А. Старчевская. – Киев: Вища школа, 1975.
4. Кузнецова, Т.В. Физическая химия вяжущих веществ [Текст] / Т.В. Кузнецова, И.В. Кудряшов, В.В. Тимашев. – М.: Высшая школа, 1989.
5. Калашников В.И., Коровкин М.О., Ерошкин Н.А. Вяжущие вещества [Текст]: учебное пособие. – Пенза: ПГУАС, 2015. – 152 с.
6. Теория цемента/ под ред. А.А. Пащенко. – К.: Будивельник, 1991. – 168 с.
7. Акимова Т.Н. Минеральные вяжущие вещества: Учебное пособие / МАДИ (ГТУ). – М., 2007. – 98 с.
8. Мечай, А. А. Гидролиз и твердение минеральных вяжущих веществ: учеб.-метод. пособие / А. А. Мечай, О. Е. Хотянович, А. А. Сакович. – Минск: БГТУ, 2012. – 72 с.
9. Теория цемента / под ред. А. А. Пащенко. – Киев: Будівельник, 1991. – 168 с.
10. Крамар, Л. Я. О требованиях стандарта к магниезиальному вяжущему строительного назначения // Строит. материалы. – 2006. – № 1. – С. 54–56.
11. Брыков, А. С. Гидратация портландцемента / А. С. Брыков. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2008. – 30 с
12. Изотов В.С. Химические добавки для модификации бетона : монография / В.С. Изотов, Ю.А. Соколова. – М. : Казанский Государственный архитектурно-строительный университет: Издательство «Палеотип», 2006. – 244 с.
13. Пособие по применению химических добавок в производстве сборного железобетона. – М.: НИИЖБ, 1991. – 35с.
14. Руководство по применению химических добавок в бетоне. – М.:Стройиздат,1985. – 64с.
15. Пособие по применению химических добавок при производстве сборных железобетонных конструкций и изделий. – М., Стройиздат, 1989, 39 с.

### Дополнительная литература

1. ГОСТ 31108-2003 Цементы общестроительные. Технические условия.

2. ГОСТ 10178-85: Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия.
3. ГОСТ 30515-2013 Цементы. Общие технические условия
4. ГОСТ 30744–2001. Цементы. Методы испытаний с использованием полифракционного песка – М.: ГУП ЦПП, 2001. – 30 с.
5. ГОСТ 4013–82. Камень гипсовый и гипсоангидритовый для производства вяжущих материалов. Технические условия. – М., 1982. •
6. ГОСТ 25094–94. Добавки активные минеральные для цементов. Методы испытаний. – М., 1994.
7. EN 197–1:2000. Цементы. Часть 1: Состав, технические требования и критерии соответствия обычных цементов (Cement – Part 1: Composition, specifications and conforming criteria for common cements).
8. ГОСТ 9179–77\*. Известь строительная. Технические условия.
9. ГОСТ 23789–79. Вяжущие гипсовые. Методы испытаний.
10. ГОСТ 310.1–76. Цементы. Методы испытаний. Общие положения.
11. ГОСТ 310.2–76. Цементы. Методы определения тонкого помола.
12. ГОСТ 310.3–76. Цементы. Методы определения нормальной густоты, сроков схватывания и равномерности изменения объема.
13. ГОСТ 310.4–81. Цементы. Методы определения пределов прочности при изгибе и сжатии.
14. ГОСТ 3476–74. Шлаки доменные и электротермофосфорные гранулированные для производства цементов. Технические условия.
15. ГОСТ 4013–82. Камень гипсовый и гипсоангидритовый для производства вяжущих материалов. Технические условия.
16. ГОСТ 22688–77. Известь строительная. Методы испытаний.
17. ГОСТ 23789–79. Вяжущие гипсовые. Методы испытаний.
18. ГОСТ 24640–91. Добавки для цементов. Классификация.
19. ГОСТ 25095–82. Добавки активные минеральные. Методы испытаний.
20. ГОСТ 22266-2013 Цементы сульфатостойкие. Технические условия
21. ГОСТ 15825-80. Портландцемент цветной. Технические условия
22. ГОСТ 965-89. Портландцементы белые. Технические условия
23. ГОСТ 4641-80 Дегти каменноугольные для дорожного строительства. Технические условия.
24. ГОСТ 22245-90 Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия.
25. ГОСТ 9812-74. Битумы нефтяные изоляционные. Технические условия.
26. ГОСТ 6617-76. Битумы нефтяные строительные. Технические условия.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	3
1. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ЭКЗАМЕНА .....	4
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ .....	5
3. ПЕРЕЧНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ .....	5
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	17

Учебное издание

Калашников Владимир Иванович  
Коровкин Марк Олимпиевич  
Ерошкина Надежда Александровна

### ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА

Методические указания по подготовке к экзамену  
для направления подготовки 08.03.01 «Строительство»

В авторской редакции  
Верстка Т.Ю. Симутина

---

Подписано в печать 13.11.15. Формат 60×84/16.  
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.  
Усл.печ.л. 1,16. Уч.-изд.л. 1,25. Тираж 80 экз.  
Заказ № 395.

---

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