



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
Кафедра «Технологический инжиниринг и экспертиза в
стройиндустрии»

Сборник задач
для выполнения контрольной работы
по дисциплине

**Добавки для производства
строительных материалов**

для обучающихся заочной формы по направлению
08.04.01 «Строительство»
профиль «Производство строительных
материалов, изделий и конструкций»

Автор
Касторных Л.И.

Ростов-на-Дону, 2021

Аннотация

Методические указания содержат общие указания, задания для выполнения контрольной работы, вопросы для подготовки к сдаче зачета, а также перечень рекомендуемой учебной литературы.

Предназначены для магистрантов заочной формы обучения направления 08.04.01 «Строительство» профиля «Производство строительных материалов, изделий и конструкций».

Автор



доцент, канд. техн. наук,
доцент кафедры
«Технологический
инжиниринг и экспертиза в
стройиндустрии»
Касторных Любовь Ивановна



Оглавление

| | |
|--|----|
| Введение | 4 |
| Общие методические указания | 6 |
| Задания для выполнения контрольной работы | 8 |
| Пример выполнения контрольной работы | 11 |
| Приложение А. Классификация сред эксплуатации железобетонных конструкций по ГОСТ 31384 | 17 |
| Приложение Б. Требования к бетонам в зависимости от классов сред эксплуатации | 20 |
| Приложение В. Ориентировочный расход воды на 1 м ³ бетонной смеси | 22 |
| Вопросы для подготовки к зачету | 23 |
| Список рекомендуемой учебной литературы | 25 |

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина **Добавки для производства строительных материалов**, в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования к структуре основной образовательной программы подготовки магистров по направлению «Строительство», относится к базовой части профессионального учебного цикла и обеспечивает логическую взаимосвязь между дисциплинами по технологии бетона и железобетонных изделий и конструкций.

Целью изучения дисциплины является формирование у магистранта знаний по оценке влияния однокомпонентных и комплексных добавок на основные свойства бетонных смесей и бетонов, а также умений применять эти знания по определению оптимальной дозировки добавок на практике.

В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:

- грамотно использовать теоретические положения ранее изученных дисциплин всех учебных циклов основной образовательной программы;
- рационально и эффективно решать практические задачи в области технологии бетона и железобетона;
- правильно применять основные нормативные документы (государственные стандарты, своды правил, строительные нормы и правила, отраслевые нормы технологического проектирования и др.), регламентирующие технологию производства бетона и железобетона с добавками;
- грамотно выполнять и оформлять инженерно-технические и экономические расчеты;
- широко использовать мероприятия, направленные

Добавки для производства строительных материалов

ные на экономию и рациональное использование сырьевых ресурсов, а также на снижение трудоемкости производственных процессов.

Для преподавания дисциплины на кафедре предусмотрены традиционные технологии в рамках аудиторных занятий и самостоятельной работы обучающихся.

Аудиторные занятия включают:

— лекции, на которых преподаватель раскрывает наиболее сложные вопросы дисциплины, дает рекомендации о том, каким образом обучающиеся должны работать с рекомендуемой литературой;

— лабораторные работы, предназначенные для приобретения обучающимися навыков работы на лабораторном оборудовании, а также обработки полученных результатов.

Самостоятельная работа магистрантов заочной формы обучения включает в себя подготовку к защите лабораторных работ и зачету, а также выполнение контрольной работы, в соответствии с настоящими методическими указаниями.

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Контрольную работу по дисциплине **Добавки для производства строительных материалов** магистранты заочной формы обучения по профилю «Производство строительных материалов, изделий и конструкций» направления «Строительство» выполняют и представляют для проверки в сроки предусмотренные учебным планом – в период между установочной и экзаменационной сессиями соответствующего семестра.

Контрольную работу следует выполнять в соответствии с вариантными заданиями, установленными настоящими методическими указаниями. Номер варианта задания магистранту выдает преподаватель на установочной сессии.

Контрольную работу следует оформлять рукописным способом в обычной ученической тетради с полями, объемом 12-14 страниц. Поля предназначены для возможных замечаний преподавателя, рецензирующего контрольную работу. К обложке тетради должен быть прикреплен заполненный магистрантом ярлык, форма которого установлена и выдается в магистратуре направления «Строительство».

При написании контрольной работы перед ответом на вопрос следует приводить его номер в соответствии с заданием и формулировку.

Составляя ответы на вопросы, рекомендуется руководствоваться конспектами лекций, методическими указаниями для выполнения лабораторных работ, а также учебниками, учебными пособиями и справочниками, список которых приведен в настоящих методических указаниях. Магистрант также может самостоятельно выбирать учебную и справочную литературу или руководствоваться рекомендациями преподавате-

Добавки для производства строительных материалов

лей, читающих лекции или проводящих лабораторные занятия и консультации. При использовании Интернет-ресурсов следует отличать научно-техническую и рекламную информацию, и не приводить последнюю в ответах на вопросы.

Выполненную контрольную работу магистрант представляет для проверки на кафедру лично или может отправить ее по почте.

После рецензирования контрольная работа с замечаниями преподавателя или без них возвращается магистранту и подлежит защите, осуществляемой в форме устного собеседования в день, установленный для этого расписанием экзаменационной сессии. Все замечания преподавателя должны быть устранены магистрантом до защиты контрольной работы и письменно доработаны в конце тетради, в которой выполнена работа.

При возникновении затруднений в ходе выполнения контрольной работы магистрантам рекомендуется обратиться за помощью к преподавателю. Для этого на кафедре предусмотрено проведение консультаций преподавателем, осуществляющим рецензирование и прием контрольной работы. Даты и время проведения консультаций указываются в соответствующих графиках.

Задания для выполнения контрольной работы

| Номер | Обосновать выбор и описать механизм действия добавок для производства следующих железобетонных изделий: |
|-------|---|
| 1 | 2 |
| 1 | Плиты перекрытия сплошного сечения, формируемые на стационарных формовочных столах по стендовой безвибрационной технологии (марка бетонной смеси БСТ В25 П5, класс цемента ЦЕМ I 42,5Н) |
| 2 | Предварительно напряженные многопустотные плиты перекрытия, формируемые по безопалубочной технологии на длинных стендах (марка бетонной смеси БСТ В30 П1, класс цемента ЦЕМ I 42,5Н) |
| 3 | Однослойные керамзитобетонные панели наружных стен, формируемые на постах конвейерной линии (марка бетонной смеси БСЛ В10 Ж1 F ₁ 75 D900, класс цемента ЦЕМ II/A-П 32,5Н) |
| 4 | Преднапряженные железобетонные фермы длиной 24 м, формируемые в индивидуальных силовых формах по стендовой технологии (марка бетонной смеси БСТ В40 П3, класс цемента ЦЕМ I 42,5Н) |
| 5 | Преднапряженные стропильные балки длиной 18 м, формируемые в индивидуальных силовых формах по стендовой технологии в условиях полигона (марка бетонной смеси БСТ В35 П3, класс цемента ЦЕМ I 42,5Н) |
| 6 | Преднапряженные стойки опор контактной сети, формируемые на постах агрегатно-поточной линии методом центрифугирования (марка бетонной смеси БСТ В40 П2 F ₁ 200 W10, класс цемента ЦЕМ I 42,5Н) |
| 7 | Комплексные керамзитобетонные панели покрытия крупнопанельных домов, формируемые на конвейерной линии (марка бетонной смеси БСЛ В10 Ж1 F ₁ 75 D900, класс цемента ЦЕМ II/A-П 42,5Н) |
| 8 | Панели внутренних стен, формируемые по кассетной технологии (марка бетонной смеси БСТ В15 П3, класс цемента ЦЕМ II/A-П 32,5Н) |

Добавки для производства строительных материалов

| 1 | 2 |
|----|---|
| 9 | Трехслойные панели наружных стен КЖД, формуемые на постах полуконвейерной линии (марка бетонной смеси БСЛ В10 Ж1 F ₁ 50 D800, класс цемента ЦЕМ II/A-П 32,5Н) |
| 10 | Преднапряженные аэродромные плиты, формуемые на постах агрегатно-поточной линии (марка бетонной смеси БСТ В45 П1 F ₂ 300 W12 G1, класс цемента ЦЕМ I 42,5Н) |
| 11 | Панели перегородок, формуемые по кассетной технологии (марка бетонной смеси БСТ В15 П4, класс цемента ЦЕМ II/A-П 32,5Н) |
| 12 | Преднапряженные подкрановые балки длиной 12 м, формуемые на постах полуконвейерной линии (марка бетонной смеси БСТ В40 П2, класс цемента ЦЕМ I 42,5Н) |
| 13 | Диафрагмы жесткости, формуемые на постах агрегатно-поточной линии (марка бетонной смеси БСТ В22,5 П2, класс цемента ЦЕМ I 42,5Н) |
| 14 | Преднапряженные стойки опор ЛЭП, формуемые на постах агрегатно-поточной линии методом центрифугирования (марка бетонной смеси БСТ В40 П2 F ₁ 300 W12, класс цемента ЦЕМ I 42,5Н) |
| 15 | Фундаментные балки длиной 6 м, формуемые на постах агрегатно-поточной линии (марка бетонной смеси БСТ В30 П3, класс цемента ЦЕМ I 42,5Н) |
| 16 | Ригели железобетонные длиной 6 м, формуемые на постах полуконвейерной линии (марка бетонной смеси БСТ В40 П2, класс цемента ЦЕМ I 42,5Н) |
| 17 | Преднапряженные дорожные плиты, формуемые на постах агрегатно-поточной линии (марка бетонной смеси БСТ В35 П1 F ₂ 300 W12 G1, класс цемента ЦЕМ I 42,5Н) |
| 18 | Комплексные плиты покрытия, формуемые на постах агрегатно-поточной линии (марка бетонной смеси БСТ В15 П1, класс цемента ЦЕМ II/A-П 42,5Н) |
| 19 | Двухветвевые колонны, формуемые на постах полуконвейерной линии (марка бетонной смеси БСТ В35 П2, класс цемента ЦЕМ I 42,5Н) |
| 20 | Преднапряженные ребристые плиты перекрытия, формуемые на постах агрегатно-поточной линии (марка бетонной смеси БСТ В25 П1, класс цемента ЦЕМ II/A-П 32,5Н) |

Добавки для производства строительных материалов

При обосновании выбора добавок для бетона необходимо:

1 Описать условия эксплуатации железобетонных изделий и определить класс среды эксплуатации по ГОСТ 31384-2017 Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Общие технические требования;

2 Описать механизм действия добавок и их влияние на технологию производства продукции;

3 Выполнить расчет состава бетона с добавками.

Пример выполнения контрольной работы

| N | Задание | Характеристика продукции и производства |
|---|--|--|
| | Обосновать выбор и описать механизм действия добавок для производства | Предварительно-напряженные плиты покрытия автодорог, формуемые на постах полуконвейерной линии (марка бетонной смеси БСТ В35 П4 F ₂₀₀ W8 G1, класс цемента ЦЕМ I 42,5Н) |

1 Описать условия эксплуатации железобетонных изделий и определить класс среды эксплуатации по ГОСТ 31384-2017

1.1 По заданию в качестве базового изделия принята преднапряженная плита покрытия автомобильных дорог по ГОСТ 21924.1.

Основными техническими требованиями к изделию являются класс бетона по прочности В35, марка по морозостойкости F₂₀₀, по водонепроницаемости W8, по истираемости G1.

Для формования плит требуется бетонная смесь марки БСТ В35 П4 F₂₀₀ W8 G1 ГОСТ 7473.

Изделие армируется в продольном и поперечном направлении 22 предварительно напрягаемыми стержнями диаметром 24 мм класса А600 по ГОСТ 10884.

Отпускная прочность бетона после тепловой обработки должна составлять не менее 80 % проектной в теплый период года и не менее 90 % – в холодный.

1.2 К изделию предъявляются повышенные требования по морозостойкости (F₂₀₀), водонепроницаемости (W8) и истираемости (G1) вследствие эксплуатации плит в агрессивных средах класса XF3 по ГОСТ 31384 (Приложение А).

2 Описать механизм действия добавок и их влияние на технологию производства продукции

2.1 Для обеспечения защиты бетона плит от коррозии по ГОСТ 31384 требуется обязательное одновременное использование воздухововлекающей добавки и суперпластификатора.

В качестве эффективной воздухововлекающей добавки предлагается использовать **Centrament Air 205** в количестве 0,2 % массы цемента, а в качестве суперпластификатора – **Muraplast FK 98** в количестве 0,6 %.

2.2 Воздухововлекающая добавка *Centrament Air 205* – это поверхностно-активное органическое вещество, способствующее вовлечению в бетонную смесь при её интенсивном перемешивании мелкодисперсного воздуха размером 0,015...0,030 мм, равномерно распределенного в бетоне.

Микропузырьки воздуха выполняют роль смазки и облегчают взаимное перемещение заполнителей. Воздухововлекающий эффект добавок обеспечивается тем, что они вводятся в бетонную смесь в виде щелочных, которые обладают пенообразующей способностью.

Для уменьшения размеров воздушных пузырьков эмульсии должно быть понижено поверхностное натяжение раствора, что достигается повышением в нем концентрации поверхностно-активного вещества. Стабилизация эмульсии воздуха достигается кальциевым мылом, фиксирующимся в адсорбционных оболочках воздушных пузырьков.

2.3 Механизм действия нового суперпластификатора *Muraplast FK 98* заключается в том, что частицы поликарбоксилатов адсорбируются на поверхности цементных зерен и сообщают им отрицательный заряд.

Добавки для производства строительных материалов

После адсорбции на поверхности зерен полимеры начинают отталкиваться друг от друга – диспергировать частицы цемента. Продукты на основе конденсатов формальдегида и сульфированного меламина и нафталина диспергируют зерна цемента с помощью электростатического отталкивания, поликарбоксилаты используют свою объемную полимерную структуру для «стерического» или физического расталкивания. В целом, стерическое отталкивание сильнее, чем электростатическое. Это можно объяснить, приняв во внимание ионную силу водной фазы цементирующей смеси. Из-за высокой концентрации ионов электростатический эффект будет экранирован, и поэтому – не таким сильным. На стерический эффект также будет влиять ионная сила, но он может «потянуться» и преодолеть это за более длительное время в отличие от электростатического эффекта. Структуры полимеров различаются по длине основной цепи, длине боковых цепей, количеству боковых цепей и ионному заряду. Поэтому свойствами данных полимеров можно управлять, изменяя молекулярную структуру и направленно воздействуя на свойства бетона. Адсорбируемое количество полимера увеличивается с удлинением основной цепи и увеличением ионного содержания основной цепи.

2.4 Применение суперпластификаторов позволяет упростить технологию формования изделий, отказаться от вредного и энергоемкого оборудования для виброуплотнения бетонных смесей, что улучшает условия труда бетонщиков и снижает трудозатраты.

Использование комплекса добавок суперпластификатор+воздухововлекающий компонент в оптимальном количестве позволит получить высокоподвижные бетонные смеси требуемой удобоукладываемости и обеспечит достижение бетоном конструкций требуемых показателей качества.

3 Выполнить расчет состава бетона с добавками

3.1 При расчете состава бетона для обеспечения защиты от коррозии должны быть выполнены требования ГОСТ 31384 (таблица Д.1 Приложение Б) и ГОСТ 26633:

- минимальный класс по прочности В35;
- максимальное водоцементное отношение 0,5 (минимальное $C/B = 2,0$);
- минимальный расход цемента 320 кг/м^3 ;
- минимальное воздуховлечение 4 %;
- крупный заполнитель с необходимой морозостойкостью F200;
- обязательное одновременное использование воздуховлекающей добавки и суперпластификатора.

Требуемая прочность бетона в проектном возрасте R_T рассчитывается по формуле:

$$R_T = K_T B_{\text{норм}} \quad (1)$$

где K_T – коэффициент требуемой прочности бетона, принимаемый согласно ГОСТ 18105-2010 в зависимости от выбранной схемы контроля;

$B_{\text{норм}}$ – проектный класс прочности бетона, МПа.

При условии, что на предприятии для контроля прочности будет принята схема А и средний коэффициент вариации прочности бетона $\bar{V} = 13,5 \%$, коэффициент требуемой прочности бетона $K_T = 1,3$ (таблица 2 ГОСТ 18105).

$$R_T = 1,3 \cdot 35 = 45,5 \text{ МПа.}$$

Расход воды для бетонной смеси марки по удобоукладываемости П4 (ОК = 16 – 20 см) без учета добавок принимается по рекомендациям (Приложение В):

$$B_o = 230 \text{ л/м}^3.$$

Добавки для производства строительных материалов

Водопотребность бетонной смеси с эффективными воздухововлекающей добавкой *Centrament Air 205* и суперпластификатором *Muraplast FK 98* сокращается на 20 %, поэтому расчетный расход воды уменьшится на 46 л/м³ и составит $B_p = 184$ л/м³.

При условии, что минимальное $C/B = 2,0$, расчетный расход цемента C_p , кг/м³, составит:

$$C_p = B \cdot C/B. \quad (2)$$

$$C_p = 184 \cdot 2,0 = 368 \text{ кг/м}^3.$$

Расход крупного заполнителя, кг/м³, определяется по формуле:

$$Щ = \frac{1000}{\frac{\alpha V_{пщ}}{\rho_{пщ}} + \frac{1}{\rho_{щ}}}, \quad (3)$$

где α - коэффициент раздвижки зерен крупного заполнителя;

$V_{пщ}$ - пустотность крупного заполнителя;

$\rho_{пщ}$ - насыпная плотность крупного заполнителя, т/м³;

$\rho_{щ}$ - средняя плотность крупного заполнителя (в куске), т/м³.

$$Щ = \frac{1000}{\frac{1,26 \cdot 0,47}{1,42} + \frac{1}{2,66}} = 1261.$$

Расход мелкого заполнителя, кг/м³, определяется по формуле:

$$П = (1000 - \frac{C}{\rho_c} - B - \frac{Щ}{\rho_{щ}}) \rho_{п} \quad (4)$$

Добавки для производства строительных материалов

где $\rho_{\text{ц}}$ - истинная плотность цемента, г/см³;
 $\rho_{\text{п}}$ - истинная плотность песка, г/см³.

$$П = \left(1000 - \frac{368}{3,1} - 184 - \frac{1261}{2,66}\right) \cdot 2,65 = 592.$$

3.2 Расчетная плотность бетонной смеси в уплотненном состоянии, кг/м³, определяется по формуле:

$$\rho_{\text{БС}} = Ц + В + Щ + П \quad (5)$$

$$\rho_{\text{БС}} = 368 + 184 + 1261 + 592 = 2405.$$

3.3 Состав бетонной смеси для базового изделия с учетом потерь материалов представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Состав смеси марки БСТ В35 П4 F₂200 W8 G1

| Наименование материала, единица измерения | Норматив потерь, % | Расход | |
|--|-----------------------|------------|--------------------|
| | | по расчету | с учетом потерь |
| Цемент ПЦ500-Д0, т | 0,9 | 0,368 | 0,371 |
| Песок, м ³ | 1,9 | 0,43 | 0,44 |
| Щебень, м ³ | 1,55 | 0,89 | 0,90 |
| Вода, л | - | 184 | 184 |
| Добавка Muraplast FK98 (0,6 % Ц), кг | - | 2,21 | 2,21 |
| Добавка Centrament Air 205 (0,2 % Ц), кг | - | 0,74 | 0,74 |

Приложение А
 Классификация сред эксплуатации железобетонных
 конструкций по ГОСТ 31384

Таблица А.1 - Среды эксплуатации

| Индекс | Среда эксплуатации | Примеры конструкций |
|--|--|---|
| 1 Среда без признаков агрессии | | |
| ХО | Для бетона без арматуры и закладных деталей: среды, кроме воздействия замораживания и оттаивания, истирания и химической агрессии. Для железобетона: сухая | Конструкции внутри помещений с сухим режимом эксплуатации |
| 2 Коррозия арматуры вследствие карбонизации | | |
| XC1 | Сухая и постоянно влажная среда | Конструкции помещений в жилых домах, за исключением кухонь, ванных, прачечных. Бетон постоянно под водой |
| XC2 | Влажная и кратковременно сухая | Поверхности бетона, длительно смачиваемые водой. Фундаменты |
| XC3 | Умеренно влажная среда (влажные помещения, влажный климат) | Конструкции, на которые часто или постоянно воздействует наружный воздух без увлажнения атмосферными осадками. Конструкции под навесом. Конструкции внутри помещений с высокой влажностью (общественные кухни, ванные, прачечные, крытые бассейны, помещения для скота) |
| XC4 | Переменное увлажнение и высушивание | Наружные конструкции, подвергающиеся действию дождя |
| 3 Коррозия вследствие действия хлоридов (кроме морской воды) | | |
| В случае, когда бетон, содержащий стальную арматуру или закладные детали, подвергается действию хлоридов, включая соли, применяемые как антиобледенители, агрессивная среда классифицируется по следующим показателям: | | |
| XD1 | Среда с умеренной влажностью | Конструкции, подвергающиеся воздействию аэрозоля солей хлоридов |
| XD2 | Влажный и редко сухой режим эксплуатации | Плавательные бассейны. Конструкции, подвергающиеся воздействию промышленных сточных вод, содержащих хлориды |
| XD3 | Переменное увлажнение и высушивание | Конструкции мостов, подвергающиеся обрызгиванию растворами противогололедных реагентов. Покрытие дорог. Перекрытия парковок |

Добавки для производства строительных материалов

Продолжение таблицы А.1

| 4 Коррозия, вызванная действием морской воды | | |
|---|--|---|
| В случае, когда бетон, содержащий стальную арматуру и закладные детали, подвергается действию хлоридов из морской воды или аэрозолей морской воды, агрессивная среда классифицируется по следующим показателям: | | |
| XS1 | Воздействие аэрозолей, но без прямого контакта с морской водой | Береговые сооружения |
| XS2 | Под водой | Подводные части морских сооружений |
| XS3 | Зона прилива и отлива, обрызгивание | Части морских сооружений в зоне переменного уровня воды |
| 5 Повреждение бетона, вызванное переменным замораживанием и оттаиванием, в присутствии или без солей противобледенителей | | |
| При действии на насыщенный водой бетон переменного замораживания и оттаивания агрессивная среда классифицируется по следующим показателям: | | |
| XF1 | Умеренное водонасыщение без антиобледенителей | Вертикальные поверхности зданий и сооружений при действии дождя и мороза |
| XF2 | Умеренное водонасыщение с антиобледенителями | Вертикальные поверхности зданий и сооружений, подвергающиеся обрызгиванию растворами антиобледенителей и замораживанию |
| XF3 | Сильное водонасыщение без антиобледенителей | Сооружение при действии дождей и мороза |
| XF4 | Сильное насыщение растворами солей антиобледенителей или морской водой | Дорожные покрытия, обрабатываемые противогололедными реагентами. Горизонтальные поверхности мостов, ступени наружных лестниц и др. Зона переменного уровня для морских сооружений при действии мороза |
| 6 Химическая и биологическая агрессия | | |
| При действии химических агентов из почвы, подземных вод, коррозионная среда классифицируется по следующим показателям: | | |
| XA1 | Незначительное содержание агрессивных агентов - слабая степень агрессивности среды по табл. Б.3, Б.4, В.1-В.7, Г.1 | Конструкции в подземных водах |
| XA2 | Умеренное содержание агрессивных агентов - средняя степень агрессивности среды по таблицам Б.3, Б.4, В.1-В.7, Г.1 | Конструкции, находящиеся в контакте с морской водой. Конструкции в агрессивных грунтах |
| XA3 | Высокое содержание агрессивных агентов - сильная степень агрессивности среды по таблицам Б.3, Б.4, В.1-В.7, Г.1 | Промышленные водоочистные сооружения с химическими агрессивными стоками. Кормушки в животноводстве. Градирни с системами газочистки. Склады минеральных удобрений |

Продолжение таблицы А.1

| 7 Коррозия бетона вследствие реакции щелочей с кремнеземом заполнителей | | |
|--|---|---|
| В зависимости от влажности среда классифицируется по следующим показателям: | | |
| WO | Бетон находится в сухой среде | Конструкции внутри сухих помещений. Конструкции в наружном воздухе вне действия осадков, поверхностных вод и грунтовой влаги |
| WF | Бетон часто или длительно увлажняется | Наружные конструкции, не защищенные от воздействия осадков, поверхностных вод и грунтовой влаги. Конструкции во влажных помещениях, например бассейнах, прачечных и других помещениях с относительной влажностью преимущественно более 80%. Конструкции, часто подвергающиеся действию конденсата, например трубы, станции теплообменников, фильтровальные камеры, животноводческие помещения. Массивные конструкции, минимальный размер которых превосходит 0,8 м, независимо от доступа влаги |
| WA | Бетон, на который помимо воздействий среды WF действуют часто или длительно щелочи, поступающие извне | Конструкции, подвергающиеся воздействию морской воды. Конструкции, на которые действуют противогололедные соли без дополнительного динамического воздействия (например, зона обрызгивания). Конструкции промышленных и сельскохозяйственных зданий (например, шламонакопители), подвергающиеся воздействию щелочных солей |
| WS | Бетон с высокими динамическими нагрузками и прямым воздействием щелочей | Конструкции, подвергающиеся воздействию противогололедных солей и дополнительно высоким динамическим нагрузкам (например, бетон дорожных покрытий) |

Приложение Б

Требования к бетонам в зависимости от классов сред эксплуатации

Таблица Б.1 - Требования к бетонам в зависимости от классов сред эксплуатации

| Требования к бетонам | Классы сред эксплуатации | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------|--------------|-----|------|-----|--------------------|------|------|------------------------------|-----|------|
| | Неагрессивная | Карбонизация | | | | Хлоридная коррозия | | | | | |
| | | | | | | Морская вода | | | Прочие хлоридные воздействия | | |
| | Индексы сред эксплуатации | | | | | | | | | | |
| | ХО | XC1 | XC2 | XC3 | XC4 | XS1 | XS2 | XS3 | XD1 | XD2 | XD3 |
| Максимальное В/Ц | - | 0,65 | 0,6 | 0,55 | 0,5 | 0,5 | 0,45 | 0,45 | 0,55 | 0,5 | 0,45 |
| Минимальный класс по прочности на сжатие В | 15 | 25 | 30 | 35 | 35 | 35 | 45 | 45 | 35 | 35 | 45 |
| Минимальный расход цемента, кг/м ³ | - | 260 | 280 | 280 | 300 | 300 | 320 | 340 | 300 | 300 | 320 |
| Минимальное воздуховлечение, % | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Прочие требования | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Примечание. Значения величин в данной таблице относятся к бетону на цементе класса ЦЕМ I 32,5 по ГОСТ 30515 и заполнителе с максимальной крупностью 20...30 мм | | | | | | | | | | | |

Продолжение таблицы Б.1

| Требования к бетонам | Классы сред эксплуатации | | | | | | |
|--|--|------|-----|------|------------------------|------|------|
| | Замораживание-оттаивание | | | | Химическая коррозия | | |
| | Индексы сред эксплуатации | | | | | | |
| | XF1 | XF2 | XF3 | XF4 | XA1 | XA2 | XA3 |
| Максимальное В/Ц | 0,55 | 0,55 | 0,5 | 0,45 | 0,55 | 0,5 | 0,45 |
| Минимальный класс по прочности на сжатие В | 30 | 30 | 35 | 35 | 37,5 | 37,5 | 45 |
| Минимальный расход цемента, кг/м ³ | 300 | 300 | 320 | 340 | 300 | 320 | 360 |
| Минимальное воздуховлечение, % | - | 4,0 | 4,0 | 4,0 | - | - | - |
| Прочие требования | Заполнитель с необходимой морозостойкостью | | | | Сульфатостойкий цемент | | |
| Примечание. Значения величин в данной таблице относятся к бетону на цементе класса ЦЕМ I 32,5 по ГОСТ 30515 и заполнителе с максимальной крупностью 20...30 мм | | | | | | | |

Приложение В

Ориентировочный расход воды на 1 м³ бетонной смеси на плотных заполнителях при температуре смеси 20 °С

| Марка смеси | Показатели | | Расход воды, л/м ³ , при крупности заполнителя, мм | | | | | | | |
|-------------|--------------|-----------------|---|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|
| | жесткость, с | подвижность, см | гравия | | | | щебня | | | |
| | | | 10 | 20 | 40 | 70 | 10 | 20 | 40 | 70 |
| Ж4 | 31 и > | - | 150 | 135 | 125 | 120 | 160 | 150 | 135 | 130 |
| Ж3 | 21...30 | - | 160 | 145 | 130 | 125 | 170 | 160 | 145 | 140 |
| Ж2 | 11...20 | - | 165 | 150 | 135 | 130 | 175 | 165 | 155 | 150 |
| Ж1 | 5...10 | - | 175 | 160 | 145 | 140 | 185 | 175 | 160 | 155 |
| П1 | 1...4 | 4 и < | 190 | 175 | 160 | 155 | 200 | 190 | 175 | 170 |
| П2 | - | 5...9 | 200 | 185 | 170 | 165 | 210 | 200 | 185 | 180 |
| П3 | - | 10...15 | 215 | 205 | 190 | 180 | 225 | 215 | 200 | 190 |
| П4 | - | 16 и > | 225 | 220 | 205 | 195 | 235 | 230 | 215 | 205 |

Примечания.

1. Данные для смесей на портландцементе с нормальной плотностью цементного теста 26...28 % и песке с модулем крупности $M_k = 2,0$.
2. При изменении нормальной плотности теста на каждый процент в меньшую сторону расход воды следует уменьшать на 3...5 л/м³, а в большую – увеличивать на то же значение.
3. При изменении модуля крупности песка в меньшую сторону на каждые 0,5 его значения необходимо увеличивать, а в большую сторону – уменьшать расход воды на 3...5 л/м³.

Вопросы для подготовки к зачету

1. Концепция высокой функциональности бетонов
2. Конструирование структур современных бетонов и строительных смесей
3. Принципы формирования оптимальных структур бетонов
4. Особенности состава и назначение наномодифицированного портландцемента
5. Назначение и области применения самоуплотняющихся бетонов
6. Назначение и области применения самоочищающихся бетонов
7. Назначение и области применения самозалечивающихся бетонов
8. Назначение и области применения самодиагностирующихся бетонов
9. Классификация современных добавок в зависимости от основного эффекта действия
10. Современные добавки, регулирующие свойства бетонных и растворных смесей
11. Современные добавки, регулирующие свойства бетонов и растворов
12. Современные добавки, повышающие прочность и снижающие проницаемость бетона
13. Современные добавки, повышающие защитные свойства бетона по отношению к стальной арматуре
14. Современные добавки, повышающие морозостойкость бетона
15. Расширяющие добавки
16. Комплексные противоморозные добавки
17. Гидрофобизирующие добавки
18. Фотокаталитические добавки
19. Бицидные добавки

Добавки для производства строительных материалов

20. Классификация минеральных добавок
21. Классификация органо-минеральных модификаторов в зависимости от основных потребительских свойств
22. Механизм проявления вяжущих свойств активных минеральных добавок
23. Пуццоланический эффект действия активных минеральных добавок
24. Назначение и области применения органо-минеральных модификаторов
25. Минеральные добавки, входящие в состав органо-минеральных модификаторов
26. Индексы эффективности органо-минеральных модификаторов

Список рекомендуемой учебной литературы

Основная литература

1. Добавки в бетоны и строительные растворы. Учебно-справочное пособие/Л.И. Касторных. – Ростов-н/Д: «Феникс», 2007. – 221 с.
2. Строительные материалы. Уч.-спр. пособие/Под ред. Г.А. Айрапетова, Г.В. Несветаева.–Ростов-н/Д:Изд-во «Феникс», 2004. – 608 с.
3. Баженов Ю.М., Демьянова В.С., Калашников В.И.. Модифицированные высококачественные бетоны/Научное издание. – М.: Изд-во АСВ, 2006. – 368 с.
4. Ратинов В. Б., Розенберг Т. И. Добавки в бетон. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1989. – 207 с.
5. Афанасьев Н. Ф., Целуйко М. К. Добавки в бетоны и растворы. – К.: Будивэльник, 1989. – 128 с.
6. Добролюбов Г., Ратинов В. Б., Розенберг Т. И. Прогнозирование долговечности бетона с добавками. – М.: Стройиздат, 1983. – 212 с.
7. Добавки в бетон: Справ. пособие/В. С. Рамачандран, Р. Ф. Фельдман, М. Коллепарди и др.; Под ред. В. С. Рамачандран; Пер. с англ. Т. И. Розенберг и А. С. Болдырева; Под ред. А. С. Болдырева и В. Б. Ратинова. – М.: Стройиздат, 1988. – 575 с.
8. Миронов С. А., Лагойда А. В. Бетоны, твердеющие на морозе. – М.: Стройиздат, 1974. – 263 с.

Дополнительная литература

1. Производство сборных железобетонных изделий. Справочник/Под ред.К.В. Михайлова. – М.: Стройиздат, 1982.– 440 с.
2. Пособие по применению химических добавок при производстве сборных железобетонных конструкций и изделий (к СНиП 3.09.01-85)/НИИЖБ.- М.: Стройиздат, 1989. – 39 с.
3. Руководство по применению бетонов с противоморозными добавками/НИИЖБ Госстроя СССР, – М.: Стройиздат, 1978. – 81 с.

Интернет - источники

1. ГОСТ 24211-2008. Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические требования. Взамен ГОСТ 24211-93 - [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/>
2. ГОСТ 30459-2008. Добавки для бетонов. Методы определения эффективности. [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://docs.cntd.ru/>
3. Касторных Л.И. Состав и содержание расчетно-пояснительной записки выпускной квалификационной работы. Методические указания по подготовке выпускной квалификационной работы для обучающихся по направлению 08.03.01 «Строительство» профиля «Производство строительных материалов, изделий и конструкций» - [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://skif.donstu.ru/>