



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Технологии вяжущих веществ, бетонов
и строительной керамики»

Сборник задач
для выполнения контрольной работы
по дисциплине модуля
**«Технология железобетонных
изделий и конструкций»**

**Добавки в бетоны и
строительные растворы**

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

Автор
Касторных Л.И.

Ростов-на-Дону, 2018

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 студентов заочной формы обучения направления 08.03.01 «Строительство» профиля «Производство строительных материалов, изделий и конструкций».

Автор



доцент, канд. техн. наук,
доцент кафедры
«Технологии вяжущих
веществ, бетонов и
строительной керамики»
Касторных Любовь Ивановна





Оглавление

Введение	4
Общие методические указания	6
Задания для выполнения контрольной работы	8
Пример выполнения контрольной работы	11
Вопросы для подготовки к зачету	17
Список рекомендуемой учебной литературы	18

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина модуля «Технология железобетонных изделий и конструкций» **Добавки в бетоны и строительные растворы**, в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования к структуре основной образовательной программы подготовки бакалавра 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 бакалавра 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 студенты 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;
- грамотно выполнять и оформлять инженерно-технические и экономические расчеты;

– широко использовать мероприятия, направленные 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 студентов.

Аудиторные занятия включают:

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

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

Самостоятельная работа студентов 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 модуля «Технология железобетонных изделий и конструкций» **Добавки в бетоны и строительные растворы** студенты 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 студенту 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 студентом ярлык, форма которого установлена и выдается деканатом инженерно-строительного факультета.

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. Студент также может самостоятельно выбирать учебную и справочную литературу или руководствоваться рекомендациями преподавателей, чи-

тающих 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 студент представляет для проверки на кафедру лично или может отправить ее по почте.

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

При возникновении затруднений в ходе выполнения контрольной работы студентам 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 изделий:
1	2
1	Плиты перекрытия сплошного сечения, формуемые на стационарных формовочных столах по стендовой безвибрационной технологии (марка бетонной смеси БСТ В25 П5, марка цемента ПЦ 500-Д5)
2	Предварительно напряженные многопустотные плиты перекрытия, формуемые по безопалубочной технологии на длинных стендах (марка бетонной смеси БСТ В30 П1, класс цемента ЦЕМ I 42,5Н)
3	Однослойные керамзитобетонные панели наружных стен, формуемые на постах конвейерной линии (марка бетонной смеси БСЛ В10 Ж1 F ₁ 75 D900, класс цемента ЦЕМ II/A-П 42,5Н)
4	Преднапряженные железобетонные фермы длиной 24 м, формуемые 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, формуемые в индивидуальных силовых формах по стендовой технологии в условиях полигона (марка бетонной смеси БСТ В35 П3, марка цемента ПЦ 500-Д0)
6	Преднапряженные стойки опор контактной сети, формуемые 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 панели покрытия крупнопанельных домов, формуемые на конвейерной линии (марка бетонной смеси БСЛ В10 Ж1 F ₁ 75 D900, марка цемента ПЦ 400-Д20)
8	Панели внутренних стен, формуемые по кассетной технологии (марка бетонной смеси БСТ В15 П3, класс цемента ЦЕМ II/A-П 32,5Н)

Добавки в бетоны и строительные растворы

1	2
9	Трехслойные панели наружных стен КПД, формуемые на постах полуконвейерной линии (марка бетонной смеси БСЛ В10 Ж1 F _{1,50} D800, марка цемента ПЦ 400-Д20)
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, марка цемента ПЦ 400-Д20)
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, марка цемента ПЦ 500-Д5)
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, марка цемента ПЦ 500-Д0)
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, марка цемента ПЦ 400-Д5)
19	Двухветвевые колонны, формуемые на постах полуконвейерной линии (марка бетонной смеси БСТ В35 П2, марка цемента ПЦ 500-Д0)
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)



При обосновании выбора добавок для бетона необходимо:

1 Описать условия эксплуатации железобетонных изделий и определить класс среды эксплуатации по ГОСТ 31384-2008 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, формируемые на постах полуконвейерной линии (марка бетонной смеси БСТ В35 П4 F ₂₀₀ W8 G1, марка цемента ПЦ 500-Д0)

1 Описать условия эксплуатации железобетонных изделий и определить класс среды эксплуатации по ГОСТ 31384-2008

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 формирования 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.

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 добавкой 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.

После адсорбции на поверхности зерен полимеры начинают отталкиваться друг от друга – диспергировать частицы цемента. Продукты на основе конденсатов формальдегида и сульфированного меламин 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 Г.1) 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:

$$B_o = 230 \text{ л/м}^3.$$

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:

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

где ρ_c - истинная плотность цемента, г/см³;

$\rho_{п}$ - 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, $\text{кг}/\text{м}^3$, определяется по формуле:

$$\rho_{BC} = Ц + В + Щ + П. \quad (5)$$

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

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 W4 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 % цемента), кг	-	2,21	2,21
Добавка Centrament Air 205 (0,2 % цемента), кг	-	0,74	0,74

Вопросы для подготовки к зачету

1. Классификация добавок
2. Минеральные добавки
3. Добавки, регулирующие свойства смесей
4. Стабилизирующие добавки
5. Добавки, регулирующие сохраняемость бетонных смесей
6. Поризующие добавки для легких бетонов
7. Добавки-ускорители схватывания и твердения
8. Добавки-замедлители схватывания и твердения
9. Добавки, повышающие прочность бетона
10. Добавки, повышающие коррозионную стойкость бетона
11. Добавки, повышающие морозостойкость бетона
12. Добавки, снижающие проницаемость бетона
13. Кольматирующие добавки
14. Воздухововлекающие добавки для тяжелых бетонов
15. Микрогазообразующие добавки для тяжелых бетонов
16. Добавки-ингибиторы коррозии стали
17. Добавки, придающие бетону специальные свойства
18. Противоморозные добавки
19. Гидрофобизирующие добавки
20. Комплексные добавки
21. Комплексные добавки одноцелевого назначения
22. Комплексные добавки многоцелевого назначения

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/>