

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Технологический инжиниринг и экспертиза в стройиндустрии»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для выполнения практической работы
по дисциплине «Спецкурс для объектов профессиональной деятельности»
по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство»
профиля «Производство строительных материалов, изделий и конструкций»
очной, заочной и очно-заочной форм обучения

Ростов-на-Дону
ДГТУ
2023

УДК 666.982.07

Составитель: Л.И. Касторных

Методические указания для выполнения практической работы по дисциплине «Спецкурс для объектов профессиональной деятельности». – Ростов-на-Дону: Донской гос. техн. ун-т, 2023. – 14 с.

Методические указания регламентируют правила выполнения и оформления практической работы по дисциплине «Спецкурс для объектов профессиональной деятельности». Содержат образцы выполнения технологических расчетов, оформления графических моделей и результатов технических оценок, как в лабораторных условиях, так и в условиях реального производства.

Предназначены для студентов очной, заочной и очно-заочной форм обучения направления 08.03.01 «Строительство» профиля «Производство строительных материалов, изделий и конструкций».

УДК 666.982.07

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Донского государственного технического университета

Научный редактор канд. техн. наук, доцент А.В. Налимова

Ответственный за выпуск зав. кафедрой «Технологический инжиниринг и экспертиза в стройиндустрии» канд. техн. наук, доцент А. В. Налимова

В печать г.

Формат 60×84/16. Объем усл. п. л.

Тираж экз. Заказ №

Издательский центр ДГТУ

Адрес университета и полиграфического предприятия:
344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

Введение

Современные монолитные бетоны должны обладать высокими эксплуатационными свойствами: прочностью, водонепроницаемостью, морозостойкостью, низкой проницаемостью и коррозионной стойкостью. Такие бетоны отличаются многокомпонентностью состава, в них используются комплексы химических добавок, наполнители, армирующие волокна и другие материалы.

Одним из направлений получения высококачественных бетонов является использование комплексных химических добавок. Некоторые виды бетонов вообще не могут быть получены без специальных добавок. Поэтому для решения ряда технологических задач целесообразно использовать многокомпонентные добавки, регулирующие как свойства смесей, так и качество бетона. Применение специальных органических и минеральных добавок позволяет «конструировать» свойства бетона в самых широких диапазонах.

Изучение бетонов, а именно составляющих его сырьевых материалов и добавок, занимает одно из главных мест в производстве бетонных смесей. Нанотехнология - наука, без которой здесь обойтись невозможно. Она изучает взаимодействие чрезвычайно малых объектов, измеряемых нанометрами. Нанометр (нм) - миллионная доля миллиметра, величина, сопоставимая с размерами молекул и полимерных цепочек. За последнее время в этой области было сделано множество открытий, позволяющих регулировать структуру и свойства бетонных смесей. Сегодня можно управлять химическими и физическими свойствами полимеров, их взаимодействием с цементом посредством удлинения цепочки, а также длиной и плотностью боковых цепей, электрическим зарядом и свободными радикальными группами.

Практическая работа

«Выбор добавок для самоуплотняющегося бетона»

1 Аналитический обзор

Последним достижением науки о бетонах стала возможность получения самоуплотняющихся бетонов. Самоуплотняющийся бетон (СУБ) представляет собой материал, который способен уплотняться под действием собственного веса, полностью заполняя форму даже в густоармированных конструкциях. Он находит все более широкое применение. Перспективным является его использование для производства сборного железобетона, устройства монолитных высокопрочных бесшовных полов, торкретбетонирования, реставрации и усиления конструкций. Главным преимуществом применения таких бетонов является отказ от виброуплотнения при изготовлении железобетонных изделий и конструкций, что значительно снижает энергозатраты, экономит время и улучшает условия труда бетонщиков.

Цель работы – оценить влияние суперпластификаторов и минеральных добавок на основные свойства самоуплотняющегося бетона и определить оптимальную дозировку добавок при условии получения равнопрочных бетонов.

2 Материалы для приготовления бетона

В исследованиях использованы следующие материалы.

Вяжущее – цементы общестроительные, изготавливаемые на основе портландцементного клинкера, соответствующие ГОСТ 30515 и ГОСТ 31108. Основные характеристики и минералогический состав цементов приведены в таблицах 1, 2 соответственно.

Таблица 1 – Основные характеристики цемента

Показатели, единица измерения	Завод-изготовитель		

Тип и класс цемента			
Прочность R_u , МПа			
Истинная плотность ρ_u , г/см ³			
Насыпная плотность ρ_{nc} , кг/м ³			
Нормальная густота цементного теста HG_{CT} , %			
Удельная поверхность $S_{уд}$, см ² /г			
Группа эффективности при тепловой обработке			

Таблица 2 – Минералогический состав цемента

Тип и класс цемента	Минералогический состав, %			
	C_3S	C_2S	C_3A	C_4AF

Минеральный наполнитель – зола-уноса Новочеркасской ГРЭС. Оптимальная дозировка добавки составляет 10 – 15 % массы цемента. По коэффициенту основности ($K_{осн} = -0,07$) относится к ультракислым материалам.

Химический состав: SiO_2 – 50,4 %, Al_2O_3 – 20,2 %, Fe_2O_3 – 9,3 %, CaO – 6,7 %.

Мелкие заполнители:

– песок кварцевый карьера, соответствующий требованиям ГОСТ 8736:

истинная плотность $\rho_n = \dots\dots\dots$;

насыпная плотность $\rho_{nn} = \dots\dots\dots$;

модуль крупности $M_k = \dots\dots\dots$;

пустотность $V_{nn} = \dots\dots\dots$;

– песок керамзитовый, дробленный из керамзитового гравия:

насыпная плотность $\rho_{nn} = \dots\dots\dots$;

модуль крупности $M_k = \dots\dots\dots$.

Крупные заполнители:

– щебень из карьера, соответствующий требованиям ГОСТ 8267:

прочность –

истинная плотность $\rho_{иц}$ =

насыпная плотность $\rho_{нц}$ =

наибольшая крупность HK =

пустотность $V_{нц}$ =

содержание игольчатых и лещадных зерен –

– щебень из гравия дробильно-сортировочного завода, соответствующий требованиям ГОСТ 8267:

прочность –

истинная плотность $\rho_{иц}$ =

насыпная плотность $\rho_{нц}$ =

наибольшая крупность HK =

пустотность $V_{нц}$ =

количество дробленых зерен –

Добавки:

– суперпластификатор производства компании

Добавка представляет собой

Оптимальная дозировка – % массы вяжущего;

– гиперразжижитель производства компании

Добавка представляет собой

Оптимальная дозировка – % массы вяжущего;

.....

Вода – водопроводная чистая без вредных примесей, соответствующая требованиям ГОСТ 23732.

3 Методика исследований

В зависимости от показателя удобоукладываемости бетонные смеси по ГОСТ 7473 подразделяют на группы: жесткие, подвижные и растекающиеся. Группы подразделяют на марки по удобоукладываемости и растекаемости (Приложение А).

Растекаемость самоуплотняющихся смесей определена по диаметру расплыва бетонной смеси (D_p) по методике ГОСТ Р 59715.

Очищенный и увлажненный конус устанавливается на гладкий лист и заполняется бетонной смесью. Избыток бетонной смеси срезается кельмой вровень с верхними краями конуса и поверхность смеси заглаживается. Конус во время заполнения должен быть плотно прижат к листу. Съём конуса производится плавно строго в вертикальном направлении. Расплыв конуса бетонной смеси определяется измерением диаметра расплывшейся лепешки металлической линейкой в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

Диаметр расплыва бетонной смеси вычисляют с округлением до 1,0 см, как среднеарифметическое значение результатов двух определений из одной пробы, отличающихся между собой не более чем на 3,0 см. При большем расхождении результатов определение повторяют на новой пробе.

Определение средней плотности бетонной смеси ρ_{cp} проводится по методике ГОСТ 10181. Изготовление, хранение и испытание образцов-кубов с ребром 10 см – по методике ГОСТ 10180.

Оценка пластифицирующего эффекта и ускоряющего действия добавок выполняется по методике ГОСТ 30459 в соответствии с требованиями ГОСТ 24211 и СТО НОСТРОЙ 2.6.54-2011.

Расход цемента C и воды B для бетонных смесей назначается, исходя из требований получения смеси определенной удобоукладываемости и бетона определенной прочности по справочным данным.

Расчет количества заполнителей, кг/м^3 , выполняется по методу абсолютных объемов:

$$\text{Щ} = 1000 / [(V_{\text{нщ}} \cdot \alpha / \rho_{\text{нщ}}) + (1 / \rho_{\text{щ}})], \quad (1)$$

$$\text{П} = (1000 - \text{Ц} / \rho_{\text{ц}} - \text{В} - \text{Щ} / \rho_{\text{щ}}) \cdot \rho_{\text{п}}. \quad (2)$$

Плотность бетонной смеси теоретическая, кг/м^3 , определяется из условия:

$$\rho_{\text{см}} = \text{Ц} + \text{В} + \text{Щ} + \text{П} + \text{Д}. \quad (3)$$

Расчет количества материалов на 1 м^3 бетона приводится в табличной форме (таблица 3).

Таблица 3 – Расчет количества материалов

Со- став	Расход материалов на 1 м^3 смеси, кг					Плотность смеси теоретическая $\rho_{\text{см}}$, кг/м^3
	цемент	вода	щебень	песок	добавка	
1						
2						
3						
4						

После приготовления и определения фактической плотности бетонных смесей $\rho_{\text{см}}^{\phi}$ рассчитан фактический расход материалов, кг/м^3 :

$$\text{Ц} = \frac{\rho_{\text{см}}^{\phi}}{\text{Ц}' + \text{В}' + \text{П}' + \text{Щ}' + \text{Д}'} \cdot \text{Ц}', \quad (4)$$

$$\text{В} = \frac{\rho_{\text{см}}^{\phi}}{\text{Ц}' + \text{В}' + \text{П}' + \text{Щ}' + \text{Д}'} \cdot \text{В}', \quad (5)$$

$$\text{П} = \frac{\rho_{\text{см}}^{\phi}}{\text{Ц}' + \text{В}' + \text{П}' + \text{Щ}' + \text{Д}'} \cdot \text{П}', \quad (6)$$

$$\text{Щ} = \frac{\rho_{\text{см}}^{\phi}}{\text{Ц}' + \text{В}' + \text{П}' + \text{Щ}' + \text{Д}'} \cdot \text{Щ}', \quad (7)$$

$$\text{Д} = \frac{\rho_{\text{см}}^{\phi}}{\text{Ц}' + \text{В}' + \text{П}' + \text{Щ}' + \text{Д}'} \cdot \text{Д}', \quad (8)$$

Результаты выполненных расчетов и проведенных испытаний бетонных смесей и бетонов представлены в сводной ведомости (таблица 4).

Таблица 4 – Сводная ведомость результатов испытаний бетонных смесей и бетона

Со- став	Расход материалов на замес, кг					Плотность смеси, кг/м ³	Д _р , см	Расход материалов на 1 м ³ , кг					Ц/В	Плотность бетона, кг/м ³	Прочность, $\frac{МПа}{\%}$				K _ц
	Ц'	В'	П'	Щ'	Д'			Ц	В	П	Щ	Д			R _н ¹	R _н ⁷	R _н ¹⁴	R _н ²⁸	
1																			
																	100		
2																			
																	100		
3																			
																	100		
4																			
																	100		

Примечание – R_н¹, R_н⁷, R_н¹⁴, R_н²⁸ – прочность бетона нормального твердения через 1, 7, 14 и 28 суток соответственно;
K_ц – коэффициент использования цемента (K_ц = R_н²⁸ / Ц)

4 Эффективность пластифицирующего действия добавок

Контроль прочности образцов выполнен в возрасте 1, 7, 14 и 28 суток. Результаты испытаний контрольных образцов-кубов бетона исследованных составов приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты испытаний контрольных образцов-кубов на прочность при сжатии

[illegible]

На основании экспериментальных данных построены графики набора прочности бетона (рисунок 1).

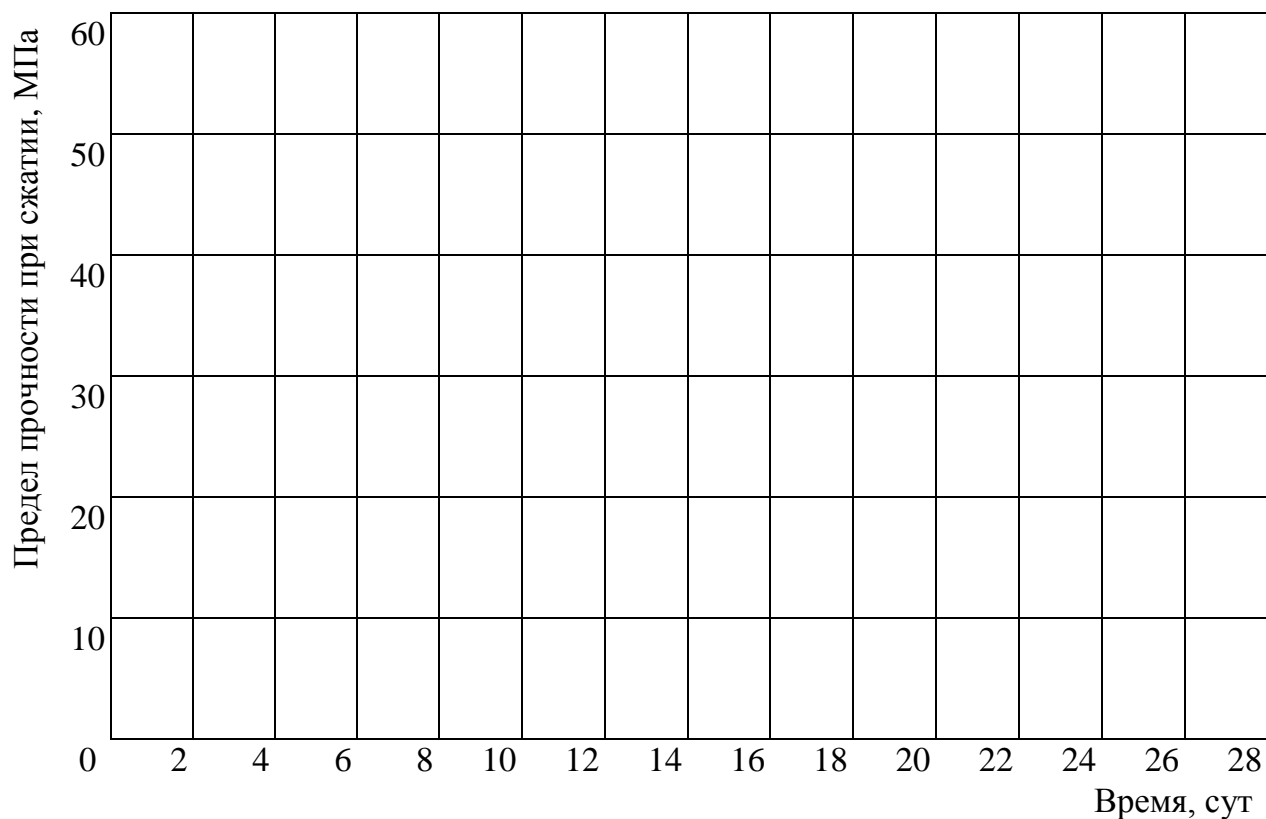


Рисунок 1 – График набора прочности бетона исследованных составов

Выводы по работе

Ссылочные нормативные документы

ГОСТ 30515-2013 Цементы. Общие технические условия.

ГОСТ 31108-2016 Цементы общестроительные. Технические условия.

ГОСТ 8736-2014 Песок для строительных работ. Технические условия.

ГОСТ 8267-93 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия.

ГОСТ 23732-2011 Вода для бетонов и растворов. Технические условия.

ГОСТ 7473-2010 Смеси бетонные. Технические условия.

ГОСТ 10181-2014 Смеси бетонные. Методы испытаний.

ГОСТ Р 59715-2021 Смеси бетонные самоуплотняющиеся. Методы испытаний

ГОСТ 10180-2012 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.

ГОСТ 24211-2008 Добавки для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия.

ГОСТ 30459-2008 Добавки для бетонов и строительных растворов. Методы определения эффективности.

СТО НОСТРОЙ 2.6.54-2011 Конструкции монолитные бетонные и железобетонные. Технические требования к производству работ, правила и методы контроля.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

В зависимости от показателя удобоукладываемости и растекаемости бетонные смеси подразделяют на марки в соответствии с таблицами А.1 – А.5.

Таблица А.1 – Марки по расплыву конуса

Марка	Диаметр расплыва, см
P1	Менее 35
P2	35 – 41
P3	42 – 48
P4	49 – 55
P5	56 – 62
P6	Более 62

Таблица А.2 – Марки по осадке конуса

Марка	Осадка конуса, см
П1	1 – 4
П2	5 – 9
П3	10 – 15
П4	16 – 20
П5	Более 20

Таблица А.3 – Марки по жесткости

Марка	Жесткость, с
Ж1	5 – 10
Ж2	11 – 20
Ж3	21 – 30
Ж4	31 – 50
Ж5	Более 50

Таблица А.4 – Марки по уплотнению

Марка	Коэффициент уплотнения
КУ1	Более 1,45
КУ2	1,45 – 1,26
КУ3	1,25 – 1,11
КУ4	1,10 – 1,04
КУ5	Менее 1,04

Таблица А.5 – Марки по удобоукладываемости самоуплотняющихся смесей

Марка	Диаметр расплыва, см
РК1 (СУ1)*	55 – 65
РК2 (СУ2)*	66 – 75
РК3 (СУ3)*	76 – 85
Примечание – * - маркировка по СТО НОСТРОЙ 2.6.54-2011	