Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Донской государственный технический университет»

Кафедра «Технологический инжиниринг и экспертиза в стройиндустрии»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для выполнения лабораторной работы
по дисциплине «Технология железобетонных изделий и конструкций»
по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство»
профиль «Производство строительных материалов, изделий и конструкций»
очной, очно-заочной и заочной форм обучения

Ростов-на-Дону
ДГТУ
2023

УДК 666.982.07
Составитель: Л.И. Касторных

Методические указания для выполнения лабораторной работы по дисциплине «Технология железобетонных изделий и конструкций». – Ростов-на-Дону: Донской гос. техн. ун-т, 2023. – 14 с.

Методические указания регламентируют правила выполнения и оформления лабораторной работы по дисциплине «Технология железобетонных изделий и конструкций», выполняемой обучающимися очной, очно-заочной и заочной форм по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» профиль «Производство строительных материалов, изделий и конструкций».

Содержат образцы выполнения технологических расчетов, правила оформления результатов испытаний, графических моделей, как в лабораторных условиях, так и в условиях реального производства.

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

© Донской государственный технический университет, 2023

Введение

Бетонные смеси, перекачиваемые бетононасосами, должны быть высокоподвижными и при этом обладать повышенной связностью и нерасслаиваемостью. Для этого в составе смесей необходимо увеличивать долю тонкодисперсных частиц, а повышение водопотребности компенсировать высокоэффективными суперпластификаторами.

Бетононасосы целесообразно применять при бетонировании сооружений, находящихся в стесненных условиях, а также густоармированных и внутренних конструкций зданий, куда затруднена подача бетонной смеси другими способами.

Бетононасосы являются сложным оборудованием и требуют высокой квалификации бетонщиков и механиков, высокой культуры производства, тщательного выполнения всех технологических требований и применения специально подобранных составов бетона (в зависимости от диаметра бетоноводов, дальности и условий подачи смеси в конструкцию).

Лабораторная работа
«Оценка эффективности добавок для бетонных смесей, перекачиваемых бетононасосами»

1 Аналитический обзор

Применение бетононасосов является прогрессивным способом механизации процессов подачи и распределения бетонных смесей в монолитном строительстве. Бетононасосная технология повышает качество и эффективность бетонных работ при возведении разнообразных монолитных и сборно-монолитных конструкций. Использование бетононасосов (рисунок 1), бетоноводов малого диаметра 80 – 125 см и складывающихся распределительных стрел позволяет полностью механизировать наиболее трудоемкие процессы бетонирования и снизить трудозатраты до минимума.

Цель работы – выбрать вид и количество химических и минеральных добавок для бетонных смесей, перекачиваемых бетононасосами, и определить правила оперативного назначения состава бетона.

Рисунок 1 - Стационарный бетононасос Putzmeister BSA 1005 D/E

2 Материалы для приготовления бетонных смесей

В исследованиях использованы следующие материалы.

Вяжущее – цемент общестроительный, изготавливаемый на основе портландцементного клинкера, соответствующий ГОСТ 30515, ГОСТ 31108. Основные характеристики и минералогический состав цемента приводятся в таблицах 1, 2 соответственно.

Таблица 1 – Основные характеристики цементов

Показатели, единица измерения	Завод-изготовитель		
	……	……	……
Тип и класс цемента			
Прочность $R_ц$, МПа			
Истинная плотность $\rho_ц$, г/см^3			
Насыпная плотность $\rho_{нц}$, кг/м^3			
Нормальная густота цементного теста $НГ_{ЦТ}$, %			
Удельная поверхность $S_{уд}$, см^2/г			
Группа эффективности при тепловой обработке			

Таблица 2 – Минералогический состав цементов

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

Минеральный наполнитель – ……

……

Оптимальная дозировка добавки составляет … % массы цемента.

Мелкий заполнитель:

– песок кварцевый карьера ……, соответствующий требованиям ГОСТ 8736:

истинная плотность $\rho_п$ = ……;

насыпная плотность $\rho_{нп}$ = ……;

модуль крупности $M_к$ = ……;

пустотность $V_{пп}$ = …….

Крупный заполнитель:

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

прочность – ……;

истинная плотность $\rho_щ$ =……;

насыпная плотность $\rho_{нщ}$ =……;

наибольшая крупность *НК* = ……;

пустотность $V_{пщ}$ = …….;

количество дробленных зерен – …… .

Добавки:

– стабилизатор …….. 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

Определение удобоукладываемости (осадки (ОК) или диаметра расплыва конуса ($Д_р$)) и средней плотности бетонной смеси $\rho_{ср}$ проводится по методикам ГОСТ 10181 и ГОСТ Р 59715. Изготовление, хранение и испытание образцов-кубов с ребром 10 см – по методике ГОСТ 10180.

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

При расчете состава бетона для обеспечения показателей удобоперекачиваемости смесей к материалам предъявляются требования, которые приводятся в таблице 3.

Таблица 3 – Требования к материалам смеси, перекачиваемой бетононасосами

Наименование показателей	Ед. изм.	Величина
Относительное водосодержание цемента $X_Ц$	-	1,2 – 2,4
Степень заполнения пустот в песке цементным тестом $X_П$	-	1,1 – 1,9
Степень заполнения пустот в крупном заполнителе раствором $X_Щ$	-	1,2 – 1,9
Минимально допустимый расход вяжущего $Вяж_{min}$	кг	300
Объем тонкодисперсных фракций	л/м^3	170 – 200
Наибольшая крупность заполнителя *НК*	мм	20
Расход крупного заполнителя *Щ*	л/м^3	≤ 340
Содержание мелкого заполнителя в смеси заполнителей *П/(П+Щ)*	-	0,4 – 0,7
Водовяжущее отношение *В/Вяж*	-	0,50 – 0,55

Показатели концентрации составляющих материалов $X_Ц$, $X_П$, $X_Щ$ определяются по формулам:

$$X_Ц = \frac{В/Ц}{К_{нг}}, \quad (1)$$

$$X_П = \frac{V_т}{V_р П_п}, \quad (2)$$

$$X_Щ = \frac{V_р}{V_б \cdot П_щ}, \quad (3)$$

где *В/Ц* – водоцементное отношение;

$К_{нг}$ – коэффициент нормальной густоты цементного теста, относительные единицы;

$V_т$, $V_р$, $V_б$ – объемы цементного теста, растворной части и бетонной смеси соответственно;

$П_п$, $П_щ$ – межзерновая пустотность песка и щебня соответственно, относительные единицы.

Расчет количества материалов на 1 м^3 бетона приводится в табличной форме (таблица 4).

Таблица 4 – Расчет количества материалов для бетонных смесей

Состав	Расход материалов на 1 м^3 смеси, кг						Плотность смеси теоретическая $\rho_{см}$, кг/м^3	Показатели концентрации		
	Ц	*Н*	*В*	*Щ*	*П*	*Д*		$Х_Ц$	$Х_П$	$Х_Щ$
1										
2										
3										
4										

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

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

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

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

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

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

4 Определение вида и рациональной дозировки добавки

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

Дата испы-тания	Марки-ровка	Размеры, мм			Масса, кг	Плотность, кг/м^3		Разрушающая нагрузка, Н	Предел прочности при сжатии, МПа	
		a	b	h		образца	средняя		образца с учетом масшт. коэф.	сред-ний

Результаты выполненных расчетов и проведенных испытаний бетонных смесей и бетонов представлены в сводной ведомости (таблица 6).

Таблица 6 - Сводная ведомость результатов испытания бетона

Состав	Расход материалов на замес, кг						Плотность смеси, кг/м^3	ОК / $Д_р$, см	Расход материалов на 1 м^3, кг						$\frac{Вяж}{В}$	$\frac{П}{П+Щ}$	Плотность бетона, кг/м^3	Прочность, $\frac{МПа}{\%}$			
	$Ц'$	$Н'$	$В'$	$Щ'$	$П'$	$Д'$			$Ц$	$Н$	$В$	$Щ$	$П$	$Д$				$R_н^1$	$R_н^7$	$R_н^{14}$	$R_н^{28}$
1																					
																					100
2																					
																					100
3																					
																					100
4																					
																					100

На основании экспериментальных данных построены графики изменения прочности бетона в зависимости от вида и дозировки добавок (рисунок 2).

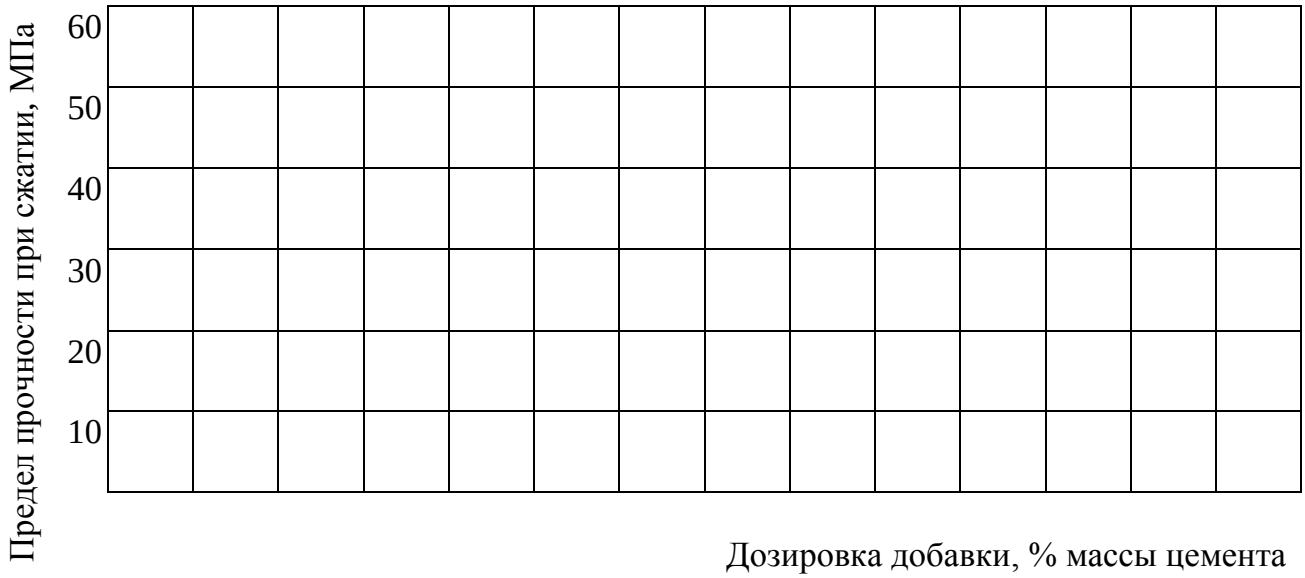

Рисунок 2 – Изменение прочности бетона исследованных составов

Выводы по работе

_____

_____

_____

_____

_____

_____

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

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

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

ГОСТ Р 59714-2021 Смеси бетонные самоуплотняющиеся. Технические условия

ГОСТ Р 59715-2021 Смеси бетонные самоуплотняющиеся. Методы испытаний

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
Р1	Менее 35
Р2	35 − 41
Р3	42 − 48
Р4	49 − 55
Р5	56 − 62
Р6	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	55 − 65
РК2	66 − 75
РК3	76 − 85