

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

ПРАКТИКУМ

по выполнению лабораторной работы
по дисциплине

«Инновации в производстве декоративных бетонов и растворов»

Состав и свойства декоративного бетона

для обучающихся очной формы
по направлению 08.04.01 «Строительство»
профиль «Инновационные технологии бетонных смесей и бетонов»

Автор
Касторных Л.И.

Аннотация

Практикум регламентирует правила выполнения и оформления лабораторной работы по дисциплине «Инновации в производстве декоративных бетонов и растворов», выполняемой обучающимися по направлению 08.04.01 «Строительство» профиль «Инновационные технологии бетонных смесей и бетонов».

Содержит методику, правила выполнения и оформления результатов испытаний, построения графических моделей декоративных бетонных смесей и бетона в лабораторных условиях.

Автор



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



Оглавление

| | |
|---|----|
| Введение | 4 |
| 1 Общие сведения о декоративных бетонах | 5 |
| 2 Материалы для приготовления декоративных бетонных смесей | 6 |
| 3 Методика исследований | 9 |
| 4 Оценка влияния пигментов на свойства декоративных бетонных смесей и бетонов | 12 |
| Выводы по работе | 17 |
| Ссылочные нормативные документы | 18 |

ВВЕДЕНИЕ

Искусственный камень давно является самым популярным строительным материалом. Для повышения его эстетичности часто применялись различные способы отделки с использованием разнообразных материалов. С развитием технологий изготовления и модификации классического композита появился декоративный бетон. Этот материал отличается от классического камня не только цветовой палитрой, но и фактурой, сложной формой и возможностью создания любого орнамента.

В мировой практике технологии декоративного бетона были запатентованы в США в 60-е годы XX столетия. Использовался штампованный, напылённый и цветной бетон для покрытий. Декоративные свойства бетона применялись для имитации натуральной каменной кладки (отделка внутренних и внешних стен). Характерной особенностью применения декоративного бетона является использование готовых резиновых или пластиковых форм с разными текстурами - матричная отделка. Для большей реалистичности поверхности натурального камня бетон окрашивается специальными красителями.

В России архитектурный бетон стал широко использоваться в строительстве для отливки монолитных стен, для отделки поверхностей, а также для создания объемных художественно-декоративных изделий: скульптур, барельефов, имитации природного камня. Скульптурный бетон отличает ручной способ создания формы и текстуры поверхности. Такие изделия обладают эстетической выразительностью, являются авторской работой и несут художественную ценность - относятся к искусству.

За последние годы и в Ростове-на-Дону появилось много зданий с использованием архитектурного бетона. Трехслойные наружные стеновые панели с применением архитектурного бетона производят на АО ККПД конвейерным способом на паллетах со съемной магнитной бортоснасткой, что дает возможность оперативно менять номенклатуру изделий.

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ДЕКОРАТИВНЫХ БЕТОНАХ

Декоративный бетон – бетон, который для достижения требуемых эстетических свойств получают путем обработки: окрашиванием, полировкой, текстурированием, тиснением, гравировкой, использованием топпингов и другими приемами. Этот материал отличается от классического искусственного камня не только цветовой палитрой, но и фактурой, сложной формой и возможностью создания любого орнамента.

Разновидности декоративного бетона: архитектурный, печатный, скульптурный (арт-бетон).

Архитектурный бетон – вид бетона, поверхность конструкций и сооружений из которого постоянно доступна для обозрения, не предполагает использования отделочных материалов и обладает предусмотренным проектом внешним видом, функционально ориентированным на создание определенного эстетического эффекта. Архитектурный бетон – это высокотехнологичный строительный материал, открывающий большой спектр возможностей для реализации замыслов архитектора.

Печатный бетон – это высокопрочный фибробетон, модифицированный специальными полимерными добавками и пропитками, и усиленный армирующим слоем с фиброволокном. Имеет отличный декоративный вид и, благодаря применению специальных штампов, способен имитировать поверхность тротуарной плитки, камня, дерева и прочих отделочных материалов. Из-за этого его часто называют "штампованным бетоном".

Скульптурный или арт-бетон применяется для строительства, в интерьере, а также ландшафтном дизайне. Чаще всего его используют для возведения различных архитектурных объектов, декоративных фигур, отделке готовых поверхностей.

Цель работы – исследовать влияние минеральных пигментов на основные свойства декоративных бетонных смесей и бетонов.

2 МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ДЕКОРАТИВНЫХ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Для приготовления декоративных бетонных смесей использованы следующие материалы.

Вяжущее – белый портландцемент, изготавливаемый на основе белого портландцементного клинкера, соответствующий требованиям ГОСТ 965-89. Минералогический состав цемента приводится в таблице 1, а основные характеристики вяжущего – в таблице 2.

Таблица 1 – Минералогический состав белого цемента

| Класс | Минералогический состав, % | | | | | | |
|-------|----------------------------|--------|--------|---------|--------|-------|--------|
| | C_3S | C_2S | C_3A | C_4AF | SO_3 | MgO | R_2O |
| | | | | | | | |

Таблица 2 – Основные характеристики белого цемента

| Показатели, единица измерения | Завод-изготовитель |
|---|--------------------|
| Класс | |
| Прочность на сжатие в возрасте 28 сут., МПа | |
| Истинная плотность $\rho_{цц}$ г/см ³ | |
| Насыпная плотность $\rho_{нцц}$ кг/м ³ | |
| Нормальная густота цементного теста $НГ_{цц}$ % | |
| Удельная поверхность $S_{удц}$ см ² /г | |
| Сроки схватывания, час-мин: начало / конец | |
| Коэффициент отражения света (белизна), % | |

Мелкий заполнитель:

– **песок природный кварцевый** карьера,

соответствующий требованиям ГОСТ 8736:

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

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

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

пустотность $V_{пп} = (1 - \rho_{нп}/\rho_n) \cdot 100 = \dots\dots\dots$

– песок из дробленого бетона по ГОСТ 32495-2013:

– исходный материал

истинная плотность $\rho_k = \dots\dots\dots$;

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

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

пустотность $V_{пк} = (1 - \rho_{нк}/\rho_k) \cdot 100 = \dots\dots\dots$

Зерновой состав мелких заполнителей представлен в таблице 3, а кривая просеивания на рисунке 1.

Таблица 3 – Зерновой состав мелких заполнителей

| Наименование заполнителя | Наименование остатка | Остатки, % по массе, на ситах | | | | | | Проход через сито с сеткой № 016, % по массе |
|----------------------------|----------------------|-------------------------------|-----|------|------|-------|------|--|
| | | 5,0 | 2,5 | 1,25 | 0,63 | 0,315 | 0,16 | |
| Песок природный кварцевый | Частный | | | | | | | |
| | Полный | | | | | | | |
| Песок из дробленого бетона | Частный | | | | | | | |
| | Полный | | | | | | | |

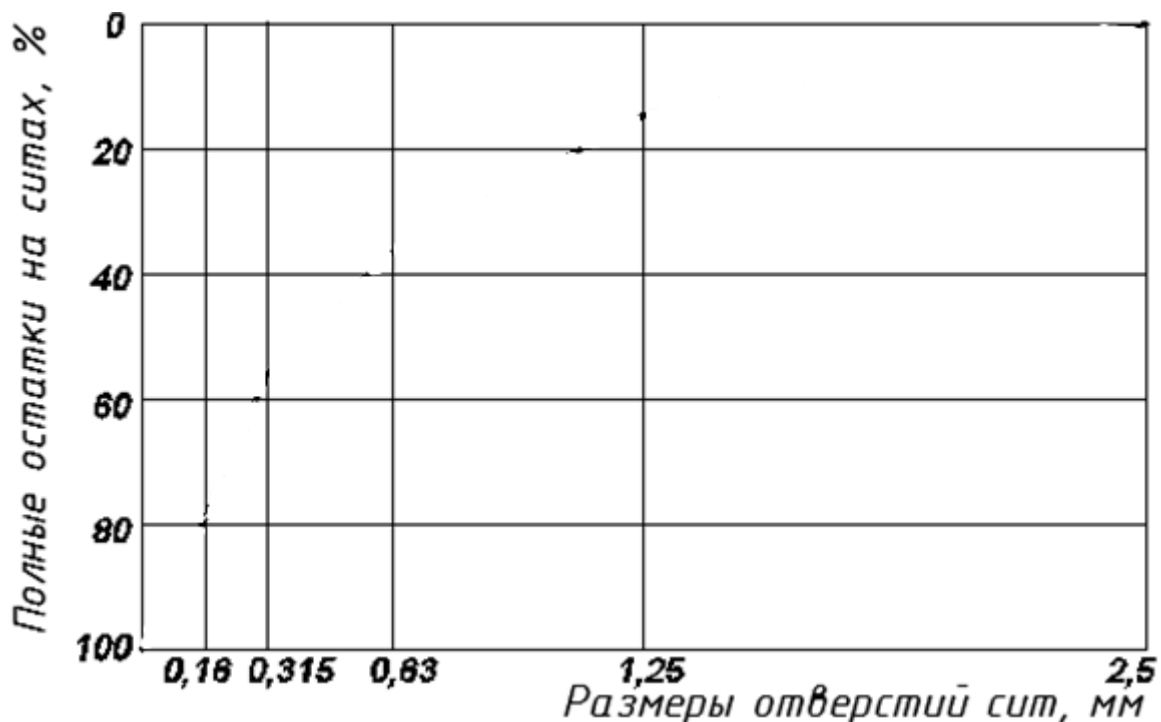


Рисунок 1 – Кривая просеивания мелких заполнителей

Крупные заполнители:

– **щебень из дробленого бетона** по ГОСТ 32495-2013:

прочность –

истинная плотность $\rho_{щ}$ =

насыпная плотность $\rho_{нщ}$ =

наибольшая крупность **НК** =

пустотность $V_{пщ} = (1 - \rho_{нщ}/\rho_{щ}) \cdot 100 = \dots\dots\dots$;

содержание игольчатых и лещадных зерен –

Минеральный наполнитель по ГОСТ Р 56592-2015:

Оптимальная дозировка наполнителя составляет 10 – 15 % массы цемента. Химический состав наполнителя приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Характеристики минерального наполнителя

| Наименование | Химический состав, % | | | | | | | | | |
|--------------|----------------------|-----------|-----------------|-------|------------|-------|--------|--------|---------|--------|
| | SiO_2 | Al_2O_3 | $Fe_2O_3 + FeO$ | CaO | $CaO_{св}$ | MgO | SO_3 | K_2O | Na_2O | п.п.п. |
| | | | | | | | | | | |

Пигменты по ГОСТ Р 56585-2015:

- **пигмент цветной BAYFERROX 960:** - цвет оранжевый, рекомендуемая дозировка – 1-5% от массы вяжущего.

- **пигмент белый TONGCHEM TD-R950:**

диоксид титана рутильной формы TD-R950 (TiO_2),

рекомендуемая дозировка – 0,5-3% от массы всей смеси минеральных компонентов (цемент + заполнители).

Добавки по ГОСТ 24211-2008:

– **суперпластификатор**

производства компании

Добавка представляет собой

.....

.....

Оптимальная дозировка добавки – % массы вяжущего.

– модификатор вязкости

производства компании

Добавка представляет собой

.....

.....

Оптимальная дозировка добавки – % массы вяжущего.

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

3 МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Зерновой состав белого цемента и пигментов определен на лазерном анализаторе частиц МикроСайзер-201С (рисунок 2).

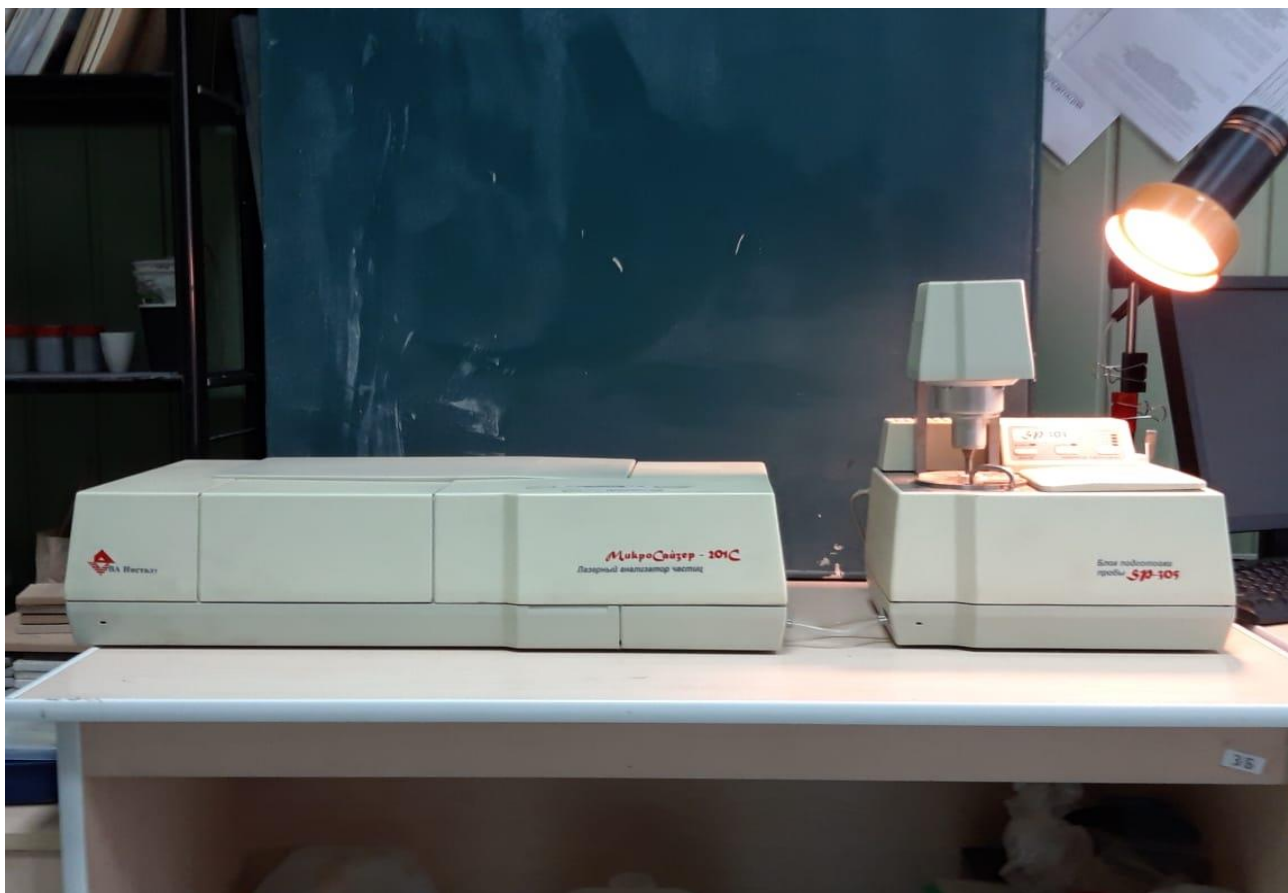


Рисунок 2 – Прибор для определения зернового состава тонкодисперсных материалов

3.2 Схема приготовления бетонной смеси с белым пигментом TiO_2 :

- 1-ый этап: заполнители + белый пигмент + цветной пигмент;
- 2-ой этап: + цемент белый;
- 3-ий этап: + вода водопроводная + химические добавки.

3.3 Растекаемость декоративных бетонных смесей определена по диаметру расплыва смеси по методике европейских норм EN 12350.5-2000 и СТО НОСТРОЙ 2.6.54-2011 (рисунок 3).

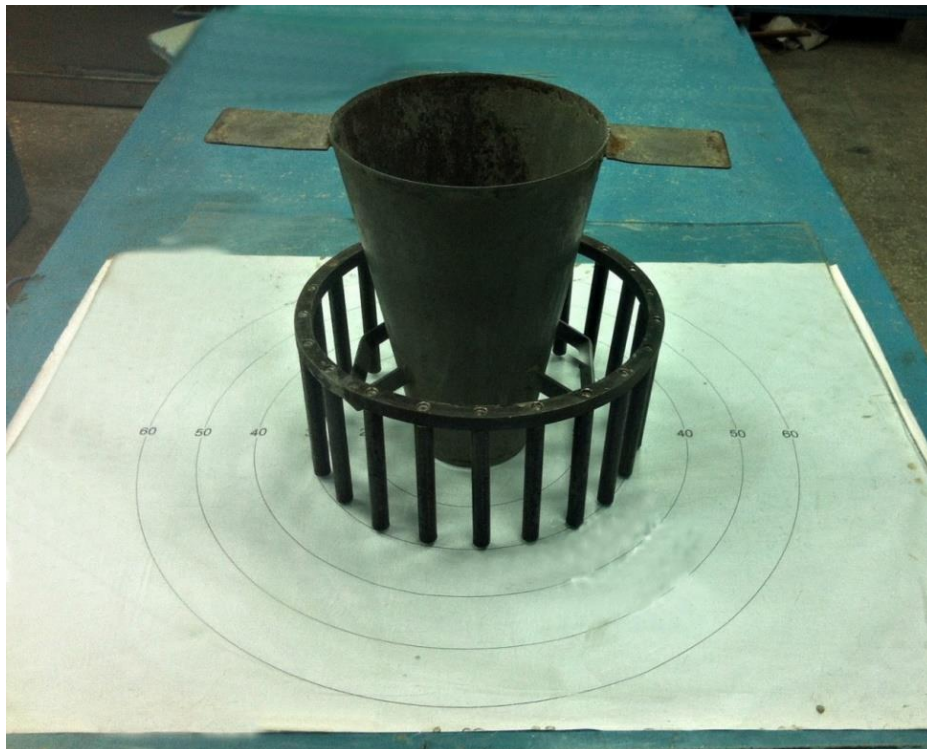


Рисунок 3 – Прибор для определения растекаемости и условной вязкости бетонной смеси

3.4 Реологическая характеристика бетонной смеси – условная вязкость T_{500} установлена одновременно с определением диаметра расплыва, как время растекания смеси до достижения диаметра 500 мм. Для установления способности смеси преодолевать препятствия (арматурные стержни в железобетонных конструкциях) использовано блокировочное кольцо диаметром 300 мм с закрепленными гладкими металлическими стержнями длиной 125 мм и диаметром 14 мм.

Распływ конуса бетонной смеси определяется измерением диаметра расплывшейся лепешки d_1 и d_2 рулеткой (металлической линейкой) в

двух взаимно перпендикулярных направлениях.

Расплав бетонной смеси D_p , см, вычисляется 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):

$$D_p = \frac{d_1 + d_2}{2} \quad (1)$$

Среднюю плотность бетонной смеси ρ , кг/м³, вычисляют:

$$\rho = \frac{m - m_1}{V}, \quad (2)$$

где m - масса мерного сосуда с бетонной смесью, кг;

m_1 - масса мерного сосуда без смеси, кг;

V - объем мерного сосуда, м³.

После приготовления и определения фактической плотности бетонных смесей $\rho_{см}^{\phi}$ рассчитан фактический расход материалов, кг/м³:

$$Ц = \frac{\rho_{см}^{\phi}}{Ц' + Н' + В' + П' + Щ' + Д' + ПБ'} Ц', \quad (3)$$

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

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

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

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

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

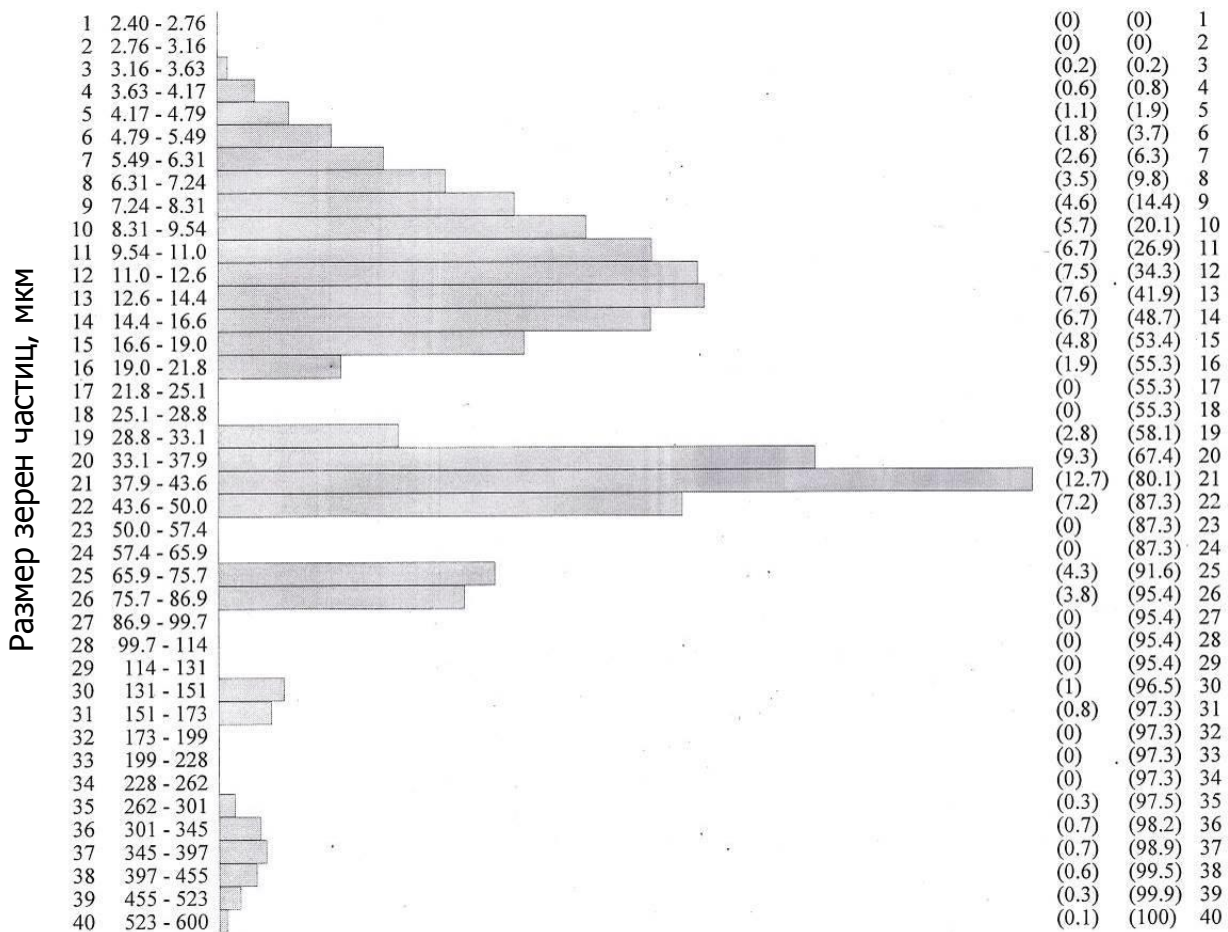
$$ПБ = \frac{\rho_{см}^{\phi}}{Ц' + Н' + В' + П' + Щ' + Д' + ПБ'} ПБ', \quad (9)$$

где $Ц, Н, В, Щ, П, Д, ПБ$ – расходы цемента, наполнителя, воды, щебня, песка, добавки и пигмента белого на 1 м³ смеси;

$Ц', Н', В', Щ', П', Д', ПБ'$ – расходы цемента, наполнителя, воды, щебня, песка, добавки и пигмента белого на лабораторный замес, кг.

4 ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПИГМЕНТОВ НА СВОЙСТВА ДЕКОРАТИВНЫХ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ И БЕТОНОВ

График распределения размеров зерен частиц белого цемента представлен на рисунке 4, а частиц белого и цветного пигментов – на рисунках 5 и 6 соответственно.



Распределение по размерам, %

Рисунок 4 – График распределения размеров зерен частиц белого портландцемента

Для оценки влияния пигментов на реологические и физико-механические свойства декоративных бетонов приготовлены смеси с различной дозировкой пигментов и химических модификаторов. Показатели конструктивности и реологические характеристики модифицированных бетонных смесей приведены в таблице 5.

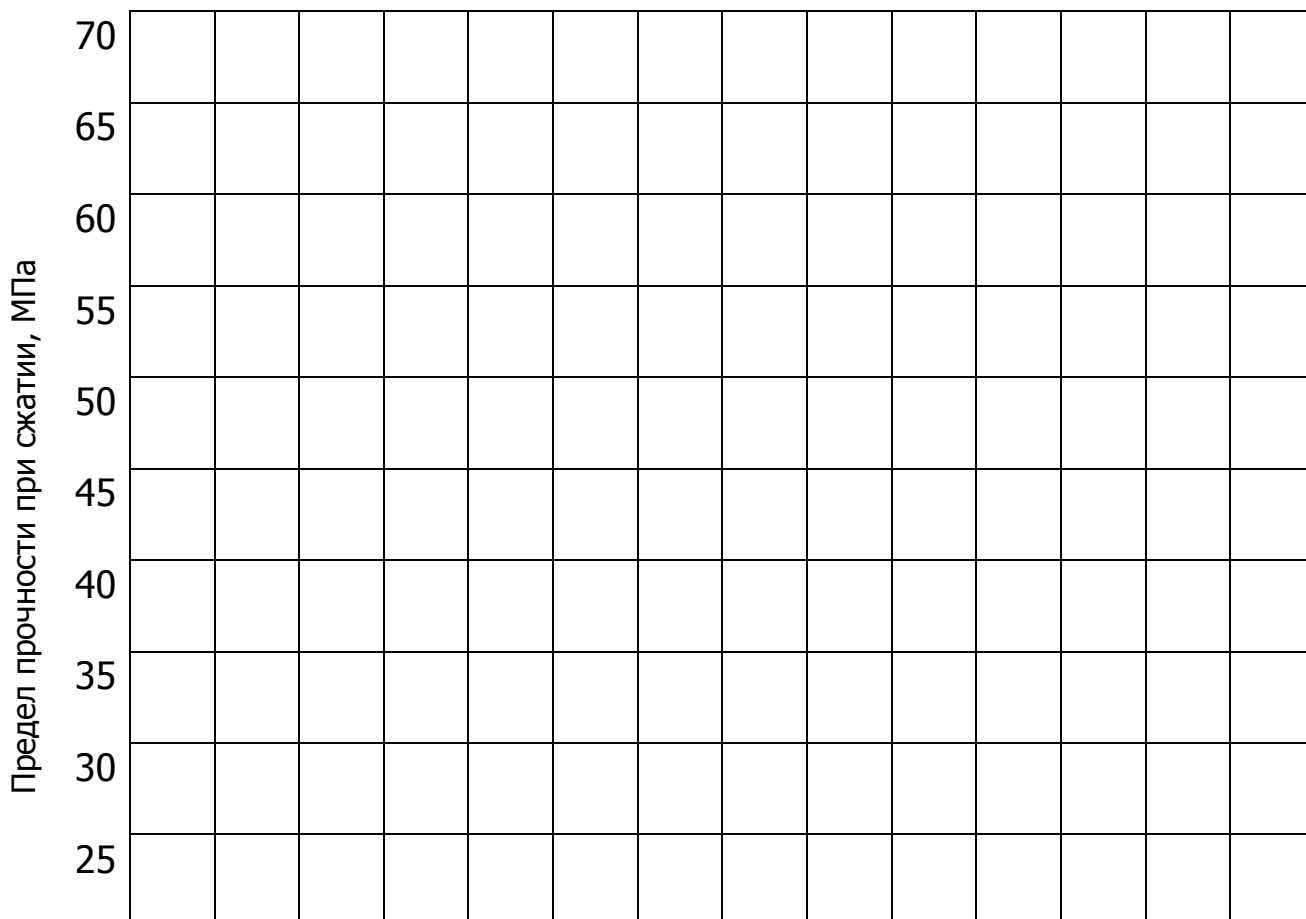
Таблица 5 – Показатели конструктивности и реологические характеристики декоративных бетонных смесей

| Состав | Расход материалов на 1 м ³ , кг | | | | | | | | Диаметр распыла D _p , см | Условная вязкость T ₅₀₀ , с | Объем цементного теста, л | Средняя плотность смеси, кг/м ³ |
|--------|--|---------------|------------------|--------------------|--------|---------|----------|-----------|-------------------------------------|--|---------------------------|--|
| | Цемент Ц | Наполнитель Н | Пигмент белый ПБ | Пигмент цветной ПЦ | Вода В | Песок П | Щебень Щ | Добавка Д | | | | |
| 1Д | | | | | | | | | | | | |
| 2Д | | | | | | | | | | | | |
| 3Д | | | | | | | | | | | | |
| 4Д | | | | | | | | | | | | |
| 5Д | | | | | | | | | | | | |
| 6Д | | | | | | | | | | | | |

Из бетонной смеси каждого состава с различной дозировкой пигментов и добавок изготовлены контрольные образцы-кубы с размерами ребра 100,0 мм. Контроль прочности образцов выполнен в возрасте 28 суток. Результаты испытаний контрольных образцов-кубов бетона исследованных составов приведены в таблице 6.

Результаты проведенных испытаний и выполненных расчетов для бетонных смесей и затвердевших декоративных бетонов представлены в сводной ведомости (таблица 7).

Оптимальная дозировка пигментов для декоративных бетонов установлена на основании экспериментальных данных и представлена в графической форме (рисунок 7).



Состав бетона

Рисунок 7 – Влияние пигментов на прочность декоративного бетона

Выводы по работе

Выполненные исследования показывают, что для обеспечения требуемых характеристик бетонной смеси и получения декоративного бетона требуемой прочности оптимальной дозировкой белого пигмента является:, а цветного пигмента –

Ссылочные нормативные документы

ГОСТ 965-89 Портландцементы белые. Технические условия

ГОСТ Р 56585-2015 Пигменты для бетонов и строительных растворов.

Общие технические условия

ГОСТ Р 56592-2015. Добавки минеральные для бетонов и строительных растворов. Общие технические условия

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

ГОСТ 8735-88 Песок для строительных работ. Методы испытаний.

ГОСТ 32495-2013. Щебень, песок и песчано-щебеночные смеси из дробленого бетона и железобетона. Технические условия

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

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

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

ГОСТ 7473-2010 Смеси бетонные. Технические условия.

ГОСТ 10181-2014 Смеси бетонные. Методы испытаний.

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

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