

72
А-87

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

Лабораторный практикум по дисциплине

“АРХИТЕКТУРНОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ”

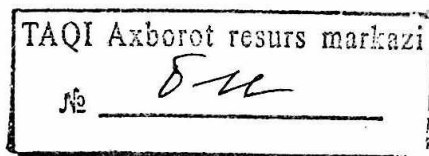


7/2
A-87

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

Лабораторный практикум по дисциплине

**“АРХИТЕКТУРНОЕ
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ”**



ТАШКЕНТ-2015

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ
ИНСТИТУТ**

Научно-методический Совет

№ _____ ” _____ ” 2015 г.

Согласовано:

Проректор ТАСИ

_____ Ш.К.Авчиев

Лабораторный практикум по дисциплине

“АРХИТЕКТУРНОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ”

Учебное пособие предназначено для студентов специальности

- Архитектура
- Ландшафтная архитектура
- Дизайн
- Архитектурное проектирование сельских территорий

ТАШКЕНТ-2015

Составители: Д.т.н., проф. Касимов (Иркин) И.У., к.т.н.
Касимов И.И. (ТАДИ), Ходжаев Н.Б.

Рецензент: доц. кафедры “Строительные материалы и химия” ТАСИ, Зокиров Ж.С.

Лабораторный практикум “Архитектурное материаловедение” рекомендован в качестве методического пособия для студентов ВУЗов, обучающихся по специальности “Архитектура”.

Учебно-методическое пособие по предмету “Архитектурное материаловедение” (Цветные цементы и бетоны) рассмотрено на Ученом совете Ташкентского архитектурно-строительного института.

Протокол заседания №_____ от “___” _____ 2015г.

Председатель Ученого совета ТАСИ: канд.арх. Низамов Т.А.

ВВЕДЕНИЕ

Большие масштабы промышленного и гражданского строительства в Узбекистане требуют максимального увеличения производства всех видов строительных материалов и, в частности, отделочных. К числу наиболее важных строительных материалов, использование которых позволяет ускорить архитектурную отделку зданий и сооружений, относятся белый и цветные портландцементы. Эти цементы имеют ряд технико-экономических преимуществ перед другими цветными искусственными и естественными отделочными материалами, они дешевле и долговечнее, позволяют максимально разнообразить архитектурную выразительность отделки зданий. Использование цветных цемента обеспечивает индустриализацию отделочных работ, снижает стоимость отделки стен в 3-4 раза по сравнению с отделкой различными видами керамики, повышает долговечность и архитектурную выразительность зданий.

Экономический эффект при использовании цветных цемента взамен ковровой керамики составит значительный.

Строительные детали и конструкции можно офактурить слоем декоративного бетона, изготовленного на основе белого и цветного цемента в процессе изготовления этих деталей в заводских условиях, что исключает необходимость последующих отделочных работ. Учитывая большое значение применения белого и цветных цемента, учеными-материаловедами Республики разработаны ряд рекомендаций по увеличению их выпуска на действующем заводе в Джизаке и организации их производства, так как большую часть цветных строительных растворов и бетонов будут получать на основе белого портландцемента совместным помолом с красящими добавками — пигментами.

При этом в подготовке специалистов по архитектурному направлению в ВУЗах Узбекистана большое внимание должно быть уделено основным темам дисциплины «Архитектурное материаловедение», т.е. особенностям технологии

белого цемента, а также других воздушных цветных вяжущих веществ. Кроме того, также внимание студентов должно быть привлечено к широко распространенным отделочным строительным материалам, в частности, керамическим, стеклянным, цветным горным породам, пластмассам, лакокрасочным и композитным материалам. Правильное применение таких материалов на производстве и непосредственное ведений авторского надзора проектных заданий, связаны со знанием методикой проведения лабораторных испытаний отделочных строительных материалов.

Представленное Вашему вниманию настоящее учебное пособие даёт краткий ответ на вопрос: «как проверить качественные показатели основных отделочных строительных материалов».

ЦЕЛЬ И СОДЕРЖАНИЕ

Целью настоящей лабораторно-методической разработки является освоение студентами методов испытания цветных портландцементов, отделочных, декоративных растворов, бетонов и определение их основных строительных свойств; установление соответствия их нормативным документам; ознакомление и получение навыков научно-исследовательской работы в тесной связи с учебным процессом по темам: минеральные вяжущие вещества; горные породы; керамика; стекло; пластмассы; лаки и краски, а также усвоение способов применения их в качестве отделки различных элементов зданий и сооружений.

В настоящих учебно-методических рекомендациях приведены методики выполнения следующих лабораторных работ:

- определение тонкости помола;
- определение нормальной густоты цементного теста;
- определение сроков схватывания цементного теста;
- определение равномерности изменения объема цемента;
- определение консистенции цементного раствора;
- определение марки цемента (предел прочности образцов на изгиб и сжатие);
- определение плотности белого цемента;
- определение степени белизны цемента;
- определение цвета цемента с помощью фотоэлектрического блескомера ФБ-2;
- подбор состава раствора на основе цветного цемента и нанесение отделочного слоя на поверхность изделий;
- испытание цветостойкости;
- определение коэффициента вариации;
- подбор состава отделочного цветного бетона;
- определение коэффициента уплотнения бетонной смеси;
- определение жесткости бетонной смеси.

1. ПОРТЛАНДЦЕМЕНТ БЕЛЫЙ

Портландцемент белый, получаемый измельчением белого маложелезистого клинкера, минеральных добавок и гипса, предназначен для архитектурно-отделочных работ в жилищном, гражданском, промышленном и сельском строительстве.

Основными компонентами сырьевой смеси для получения белого портландцемента являются известняковые породы: известняк, мел, мергель, мрамор, а также каолиновая глина. В сырье должно содержаться минимальное количество красящих оксидов: железа, марганца, титана, хрома и других примесей. Содержание оксида железа в клинкере белого портландцемента должно быть не более 0,45%. В соответствии с этим были разработаны требования к карбонатному сырью для белого портландцемента. По данным исследователей содержание оксидов железа должно быть не более 0,15-0,25, а марганца - 0,15%. В Узбекистане имеются месторождения маложелезистого карбонатного сырья, пригодного для производства белого портландцемента. В частности, известняк ряда месторождений Республики для производства белого цемента имеет следующий химический состав, масс., %: SiO_2 -0,57; Al_2O_3 -0,42; Fe_2O_3 -0,2-0,4; CaO -55,48; MnO -0,007; MgO -0,15; SO_3 -0,03; п.п.п.-42,58%. Как видно из анализа, суммарное содержание красящих оксидов($\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{MnO}$) не превышает 0,097%.

В качестве глинистого компонента при получении белого портландцемента используются, главным образом, первичные каолины, а также шликеры, получаемые в результате обогащения каолина. Все прочие требования, предъявляемые к сырьевым материалам при производстве белого портландцемента, сводятся к следующему: в них не должно быть грубых кварцевых зерен, распределенных неравномерно, вредных примесей серно-кислых соединений, магнийсодержащих включений и щелочей.

Сырьевую смесь для получения белого портландцемента до последнего времени готовили с невысоким коэффициентом насыщения (Kn -0,80-0,83). Для

повышения качества белого портландцемента и его белизны необходимо сырьевую смесь готовить с более высоким Кн, порядка 0,85-0,87, вводя в сырьевую смесь 0,3% кремнефтористого натрия для интенсификации обжига.

Белый портландцемент, в отличие от обычного портландцемента, имеет более высокий глиноземистый модуль (10 и более). Соответственно, клинкер белого портландцемента состоит из алита, белита, алюмината кальция и минимального количества алюмоферрита кальция, в пределах: C_3S - 44-42;

C_2S - 37, C_2A - 15 - 14, C_4AF - 2-3%.

Помол сырьевой смеси должен производиться очень мелко (тонко) в условиях, исключающих возможность загрязнения ее металлическим железом и оксидами железа, в связи с этим, мельницы футеруют (обкладывают) фарфоровыми и кремневыми плитами или особо трудно истираемой сталью. Для помола применяют мелющие тела из фарфора или из трудноистираемого высокоглиноземистого материала (уралита). Для интенсификации процесса помола сырьевой смеси в клинкер добавляют соду. Вследствие малого содержания плавней в сырьевой смеси белого цемента обжиг клинкера производится при более высокой температуре, чем обжиг клинкера обычного портландцемента и обязательно во вращающейся печи на беззольном топливе: мазуте или газе.

Обязательной операцией в производстве белого портландцемента является отбеливание клинкера. С этой целью клинкер подвергают резкому охлаждению водой от 1250-1350°C до 500-600°C; клинкер, выходящий из вращающейся печи, направляют в специальный аппарат, так называемый «отбеливатель», где он подвергается непродолжительному (1-2 мин) действию восстановительной среды (генераторный газ) при температуре 800°C и выше с последующим охлаждением без доступа кислорода до температуры не выше 200°C. Такая обработка имеет цель перевести оксид железа в магнитную закись-окись. В результате красящая способность оксида железа резко снижается.

■ степень белизны можно повысить также введением в сырьевую смесь NaCl , CaCl_2 и других добавок, образующих при обжиге с оксидом железа летучее хлорное железо.

■ отбеленный клинкер тонко измельчают в условиях, исключающих загрязнение продукта железом и его оксидами.

Белый портландцемент подразделяют на:

1. Белый портландцемент (РСТ Уз 761-96).
2. Белый портландцемент с минеральными добавками (РСТ Уз 762-96).

Содержание минеральных добавок в портландцементе не допускается, а в портландцементе с минеральными добавками их не должно быть более 20%, в том числе, инертных - более 10% от массы портландцемента.

При согласовании с потребителем допускается введение специальных добавок в портландцемент согласно РСТ Уз 762-96 не более 2%, а пластифицирующих или гидрофобных поверхностно-активных добавок - не более 0,5%.

Основным свойством белого цемента, определяющим его качество как декоративного материала, является степень белизны, ее обычно характеризуют коэффициентом отражения по абсолютной шкале.

Согласно РСТ Уз 750-96 белые портландцементы подразделяют на марки 400 и 500.

Цветные портландцементы согласно РСТ Уз 762-96 получают путем совместного помола белого клинкера со свето- и щелочестойкими минеральными добавками: охрой, железным суриком, марганцевой рудой, ультрамарином, оксидом хрома, оксидом кобальта и т.д. Возможен и другой вариант, а именно: отдельно тонкомолотые составляющие цветного цемента, т.е. белый цемент и соответствующий цветной пигмент тщательно перемешиваются в сухом состоянии до достижения однородной тональности.

1.1. Методика определения тонкости помола цемента

Для определения тонкости помола цемента применяют следующую аппаратуру:

- сито с сеткой 008 (размеры ячейки в свету $0,08 \times 0,08$ мм, 5476 отв. /см²) и прибор для механического просеивания цемента. Сетка должна быть хорошо натянута и плотно зажата в цилиндрической обойме диаметром 10-15 см. Сито должно быть сухим и чистым. При отсутствии в лаборатории прибора для механического просеивания цемента можно просеивать его вручную. Проба цемента, просеянного через сито №09, высушивается в сушильном шкафу при температуре 105-110°C в течение 2-х часов и охлаждается в эксикаторе.

Отвешивают 50 г высушенного цемента с точностью 0,01 г и высыпают на сито. Закрыв сито крышкой, устанавливают его в прибор для механического просеивания. Через 5-7 мин. от начала просеивания останавливают прибор, снимают доньшко и высыпают из него прошедший через сито цемент, прочищают сетку с нижней стороны мягкой кистью, вставляют доньшко и продолжают просеивание. Контрольное просеивание следует производить на бумагу при снятом доньшке. Просеивание считается законченным, если в течение 1 мин. сквозь сито при ручном просеивании проходит не более 0,05 г цемента.

Тонкость помола определяют как отношение остатка на сите с сеткой №008 к первоначальной массе просеиваемой пробы в процентах с точностью до 0,01%. Необходимо периодически осматривать сетку сита в лупу. При обнаружении каких-либо дефектов в сетке (дырки, отход ткани от обечайки и т.д.) ее нужно заменить новой.

При обработке полученных результатов следует учесть, что остаток на сите №008 для белого портландцемента должен быть не более 12%, тогда как для обычного портландцемента допускается остаток на сите не более 15%. Результаты опыта заносятся в таблицу 1.1.

Таблица 1.1

Тонкость помола белого и цветных цементов

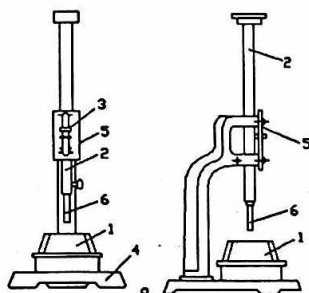
Наименование цемента	Навеска цемента, г	Остаток на сите, г	Остаток на сите, %	Тонкость помола, %

1.2. Метод определения нормальной густоты

Под нормальной консистенцией понимают такую консистенцию цементного теста или раствора, которое обеспечивает достаточную их удобоукладываемость или подвижность и позволяет плотно укладывать их в форму. Нормальную густоту принято выражать количеством воды (в %), необходимой для получения теста или раствора указанной консистенции. Нормальная густота для цементов не нормируется стандартами, а определяется экспериментально и зависит от качества и характеристики белого цемента.

Определение нормальной густоты цементного теста должно предшествовать определению сроков схватывания, равномерности изменения объема и механической прочности (марки) вяжущих материалов.

Определение нормальной густоты цементного теста проводят на приборе Вика с пестиком (рис.1), состоящего из цилиндрического стержня 1, свободно перемещающегося в обойме станины 2.

**Рис. 1а. Прибор Вика.**

- 1 - кольцо, 2 - подвижный стержень, 3 - указательная стрелка, 4 - станина,
5 - шкала, 6 - стальная игла.

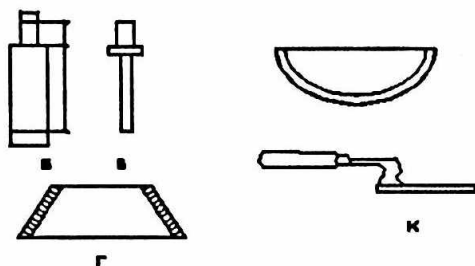


Рис. 1 б. Прибор для определения нормальной густоты и сроков схватывания цементного теста.

а - общий вид, б - пестик, в - игла, г - кольцо к прибору, к - сферическая чаша и лопаточка для перемешивания теста.

Стержень закрепляют на нужной высоте с помощью зажимного винта или другого стопорного устройства. Указатель 4 служит для отсчета перемещения стержня относительно шкалы 5, прикрепленной к станине и разделенной на миллиметры. Общая масса перемещающейся части прибора (вместе с пестиком и иглой) должна быть в пределах 300 ± 2 г.

При определении нормальной густоты цементного теста в нижнюю часть подвижного стержня вставляют металлический цилиндр-пестик (рис.1 б). Он изготовлен из нержавеющей стали и имеет полированную поверхность. Диаметр пестика $d=10+0,02$, а длина $l=50$ мм. Диаметр закрепляемой части пестика $d=5$ мм, длина $l=14$ мм. Масса пестика 35 ± 1 г.

Нормальной густотой цементного теста считают такую консистенцию его, при которой пестик прибора Вика, погруженный в заполненное тестом кольцо, не доходит на 5-7 мм до пластинки, на которой установлено кольцо.

Пробу цемента подготавливают по ГОСТ310.4-81. Перед началом испытания проверяют, свободно ли опускается стержень прибора Вика (1), а также нулевое показание прибора при прикосании прибора с пластинкой, на которой расположено кольцо. При отклонении от нуля шкалу прибора соответствующим образом передвигают.

Кольцо и пластинку перед началом испытаний необходимо смазать тонким слоем машинного масла.

При определении нормальной густоты теста 400 г цемента, отвешенного с точностью до 1 г, высыпают в чашку, предварительно протертую влажной тканью, затем делают в цементе углубление, куда в один прием вливают воду в количестве, необходимом (ориентировочно) для получения цементного теста нормальной густоты (в пределах 25-35% от массы цемента) . После этого углубление немедленно заполняют цементом и через 30 сек. с начала опыта осторожно перемешивают, а затем энергично растирают стальной лопаткой попеременно во взаимно-перпендикулярных направлениях. Продолжительность перемешивания цемента с водой составляет 5 мин, считая с момента вливания воды.

После окончания перемешивания тесто быстро, в один прием, укладывают в кольцо прибора и 5-6 раз встряхивают его, постукивая пластинку о твердое основание. Избыток теста срезают смоченным водой ножом и им же заглаживают поверхность теста.

Подготовленное кольцо с тестом устанавливают в прибор Вика. После этого пестик прибора опускают до соприкосновения с поверхностью теста и в центре кольца закрепляют стержень винтом. Затем быстро, отвинчивая закрепляющий винт, освобождают стержень и предоставляют пестику свободно погружаться в тесто.

Через 30 сек. с момента освобождения стержня производят отсчет погружения его по шкале прибора.

Если пестик опускается в тесто ниже 5 мм или выше 7 мм, что готовят новую пробу, изменяя количество воды и добиваясь консистенции, обеспечивающей погружение пестика на 5-7 мм. Количество воды, необходимое для получения теста нормальной густоты, выражают в процентах от массы цемента и определяют с точностью до 0,25%. Результаты испытаний заносят в таблицу 1.2.

Определение нормальной густоты цементного теста

Дата определения	Наименование цемента	№ определения	Масса цемента	Количество воды, мл	Высота опускания пестика, мм	Нормальная густота, %

1.3. Метод определения сроков схватывания цементного теста

При определении сроков схватывания используют прибор Вика, в котором металлический стержень заменяют на иглу с площадью сечения 1 мм^2 и длиной 50 мм. Общая масса перемещающейся части прибора, как и в предыдущем испытании, составляет 300 ± 2 г.

Готовят тесто нормальной густоты и укладывают его в предварительно смазанное кольцо прибора. Кольцо с тестом устанавливают в прибор Вика так, чтобы игла опустилась в центральную часть кольца. Иглу прибора опускают до соприкосновения с поверхностью теста, стержень закрепляют винтом и, отвинчивая винт, освобождают стержень, давая игле свободно погружаться в тесто. В начале опыта, пока цементное тесто настолько жидко, что можно опасаться сильного удара иглы о пластину, стержень при опускании следует слегка придерживать; как только тесто загустеет настолько, что опасность повреждения иглы будет исключена, стержню с иглой дают свободно опускаться. Иглу погружают в тесто через каждые 5 мин до начала схватывания и через каждые 15 мин. до конца схватывания цементного теста, передвигая кольцо после каждого погружения, используя по возможности всю площадь теста в кольце. После каждого погружения иглу вытирают.

Во время испытания прибор должен находиться в затемненном месте без сквозняков и не должен подвергаться сотрясениям.

За начало схватывания принимают время, прошедшее от момента затворения цемента водой до того момента, когда игла прибора не доходит до дна на 1-2 мм.

Концом схватывания цементного теста считают время с момента затворения до момента, когда игла опускается в цементное тесто не более чем на 1-2 мм. Результаты измерений заносят в табл.1.3.

Таблица 1.3

Определение сроков схватывания цементного теста

Дата определения	Наименование цемента	№ определения	Время затворения водой, ч/мин	Фиксация времени начала схватывания, час.мин	Фиксация времени конца схватывания, ч/мин	Сроки схватывания, ч/мин	
						начало	конец

1.4.Методика определения равномерности изменения объема цемента

При твердении вяжущих веществ всегда имеет место некоторое изменение их объема. Если изменение объема сравнительно невелико и протекает равномерно, то оно не вызывает вредных последствий в виде появления трещин или разрушений. Если же изменение объема вызывает такие внутренние напряжения, которым не может сопротивляться твердеющий цемент, то его нельзя применять в строительстве.

Для испытания цемента на равномерность изменения объема готовят тесто нормальной густоты, из которого берут две навески по 75 г каждая и скатывают в виде шариков. Шарик помещают на стеклянную пластинку, предварительно протертую машинным маслом. Затем пластинку встряхивают, ударяя их об стол, до превращения шариков в лепешки диаметром 7-8 см и толщиной в середине около 1 см. Для получения острых краев закругленной поверхности лепешек их приглаживают от наружных краев к центру смоченным водой ножом. Приготовленные лепешки в течение 24 ч. с момента изготовления хранят в ванне с гидравлическим затвором. В ванне образцы размещают на решетке, под которой всегда должна быть вода.

После этого лепешки испытывают кипячением. При испытании кипячением лепешки извлекают из ванны, снимают с пластинок и помешают в бачок с водой на решетку. Затем воду в бачке нагревают до кипения и кипятят в

течение 3 часов, после чего лепешки оставляют остывать в бачке до комнатной температуры. После остывания лепешки осматривают.

Цемент соответствует требованиям стандарта в отношении равномерности изменения объема, если на лицевой стороне лепешек не обнаружено радиальных, доходящих до краев трещин или сетки мелких трещин, видимых невооруженным глазом или в лупу, а также мелких каких-либо искривлений или увеличения объема лепешек. Искривления обнаруживают при помощи линейки, прикладываемой к плоской поверхности лепешки. Образцы лепешек, выдержавших и не выдержавших испытание на равномерность изменения объема, приведены на рис.2. Результаты визуального осмотра лепешек заносятся в лабораторный журнал.



Внешний вид лепешек до испытания



Радиальные трещины



Разрушение



Искривление

а) не выдержавшие испытание лепешки



б) выдержавшие испытание лепешки

Рис. 2. Равномерность изменения объема цемента.

1.5. Методика определения консистенции цементного раствора

Для определения консистенции цементного раствора отвешивают 1500 г кварцевого песка и 500 г цемента, высыпают в предварительно протертую мокрой тканью сферическую чашу и перемешивают цемент с песком лопаткой в течение 1 мин.

Затем в центре сухой смеси делают лунку, вливают в нее воду в количестве 200 г (водоцементное отношение $В/Ц = 0,40$) дают воде впитаться в течение 0,5 мин и перемешивают смесь в течение 1 мин.

Допускается перемешивание цемента и песка до и после приливания воды, это необходимо выполнять в мешалках, обеспечивающих хорошее перемешивание раствора и не изменяющих зернового состава песка.

Раствор переносят в предварительно протертую мокрой тканью чашу мешалки и перемешивают в ней в течение 2,5 мин. (20 оборотов чаши мешалки).

Правильность подбора количества воды в растворе проверяют с помощью измерения осадки конуса раствора на встряхивающем столике.

Форму-конус устанавливают в центре металлического диска, покрытого шлифованным стеклом, встряхивающего столика. Внутреннюю поверхность конуса и диск столика перед испытанием протирают влажной тканью.

Форму-конус заполняют наполовину высоты и уплотняют 15 раз штыкованием металлической штыковки. Затем наполняют конус раствором с небольшим избытком и штыкуют 10 раз.

Во время укладки и уплотнения раствора конус прижимают рукой к металлическому диску. После уплотнения верхнего слоя избыток его срезают вровень с краями конуса смоченным водой ножом. Затем конус медленно поднимают в вертикальном направлении. Вслед за этим раствор встряхивают на столике 30 раз за 30 сек, после чего штангенциркулем измеряют диаметр конуса по нижнему основанию в двух взаимно перпендикулярных направлениях и берут среднее значение. Расплыв конуса при $В/Ц = 0,40$ должен

быть в пределах 106-115 мм. Если распływ конуса окажется менее 106 мм, количество воды увеличивают для получения распльва конуса 106-115 мм. Если распльв конуса окажется более 115 мм количество воды уменьшают до получения распльва конуса 106-115 мм.

Водоцементное отношение раствора, полученное при достижении распльва конуса 106-115 мм, принимают для проведения дальнейших испытаний. Погрешность определения В/Ц должно быть не более 0,01.

1.6. Методика определения марки цемента (предел прочности при изгибе и сжатии)

Для определения прочности цемента изготавливают образцы-балочки из цементного раствора в соотношении (цемент: песок) 1:3, приготовленного по ГОСТу 310.4-81 (при В/Ц=0,4 и консистенции раствора, характеризующей распльвом конуса 105-110 мм). Перед изготовлением образцов внутреннюю поверхность стенок форм и поддона слегка смазывают машинным маслом. Стыки наружных стенок друг с другом и с поддоном формы промазывают тонким слоем солидола или другой густой смазкой.

На собранную форму устанавливают насадку и промазывают снаружи густой смазкой стык между формой и насадкой.

Для каждого намеченного срока испытаний изготавливают по три образца.

Форму с насадкой закрепляют в центре виброплощадки, заполняют ее раствором приблизительно на 1 см по высоте и включают виброплощадку. В течение первых 2 мин. вибрации все 3 гнезда формы равномерно небольшими порциями заполняют раствором. По истечении 3 мин. от начала вибрации виброплощадку выключают. Формы снимают с виброплощадки, срезают мокрым ножом излишек раствора, заглаживают поверхность образцов вровень с краями формы и маркируют их. После изготовления образцы в формах хранят 24 ч в ванне с гидравлическим затвором, после этого образцы осторожно

расформовывают и укладывают в ванны с питьевой водой в горизонтальном положении так, чтобы они не касались друг друга. Вода должна покрывать образцы не менее, чем на 2 см. Воду в ванне меняют через каждые 14 суток. Температура воды при замене должна быть $20 \pm 2^\circ\text{C}$, как и при хранении образцов. По истечении срока хранения образцы вынимают из воды и не позднее чем через 1 час подвергают испытанию. Непосредственно перед испытанием образцы должны быть насухо вытерты.

Для испытания образцов-балочек на изгиб может быть использовано оборудование любой конструкции, где средняя скорость нарастания испытательной нагрузки на образец составляет $0,05 \pm 0,01$ кН/с. Нагружение образца должно производиться в режиме чистого изгиба. Схема расположения образца на опорных элементах, их форма, размеры и взаимное расположение приведены на рис.3.

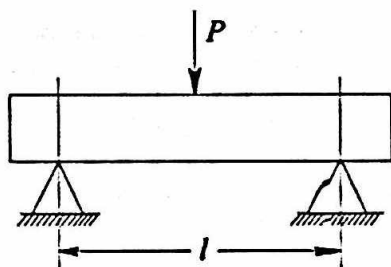


Рис. 3. Схема испытания образцов-балочек на изгиб:

P - нагрузка в момент разрушения образца, кгс; l - расстояние между опорами, см.

Для определения предела прочности образца при сжатии могут быть использованы гидравлические прессы любой конструкции с предельной нагрузкой до 500 кН, удовлетворяющие техническим требованиям ГОСТ 8905-82 и обеспечивающие нагружение образца в режиме чистого сжатия.

Полученные после испытания на изгиб шесть половинок-балочек сразу же подвергают испытанию на сжатие. Половинку-балочку помещают между двумя пластинками таким образом, чтобы боковые грани, которые при

изготовлении прилегали к стенкам формы, находились на плоскостях пластинок, а упоры пластинок плотно прилегали к торцевой гладкой поверхности образца. Образец вместе с пластинками центрируют на опорной плите пресса.

Предел прочности при сжатии отдельного образца вычисляют как частное от деления величины разрушающей нагрузки в кгс на рабочую площадь пластинки в (0,1 МПа), т.е. на 25см². Результаты испытаний заносят в таблицу. Предел прочности при сжатии вычисляют как среднее арифметическое четырех близких результатов испытаний шести образцов по формуле:

$$R_{сж} = \frac{P}{S}, \text{ кгс/см}^2 \text{ (0,1 МПа)}$$

где: P - разрушающая нагрузка. Она определяется по показанию манометра пресса как произведение количества делений и цены деления.

S - площадь поперечного сечения образца в см².

Марка цемента

По механической прочности цемент подразделяют на марки:

портландцемент - 400,500,550 и 600;

белый цемент – 300, 400, 500;

шлакопортландцемент - 300,400 и 500;

портландцемент быстротвердеющий - 400 и 500;

шлакопортландцемент быстротвердеющий – 400.

Таблица 1.4.

Условные обозначения цементов с минеральными добавками

Обозначение	Активные минеральные добавки, % по массе			
	Всего	в том числе		
		доменные гранулированные и электротермофосфорные шлаки	осадочного происхождения, кроме глиежа	прочие активные, включая глиеж
1	2	3	4	5
ПЦ-Д0	Не допускается			
Щ-Д5	до 5	до 5	до 5	до 5
ПЦ-Д20, ПЦ-Д20-Б	5-20	до 30	до 10	до 20
ШПЦ, ШПЦ-Б	20-80	20-80	до 10	до 10

Условное обозначение цемента должно состоять из: обозначения вида цемента (ПЦ, ШПЦ) и обозначения максимального содержания добавок в портландцементе, которое должно соответствовать данным таблицы 1.4.

Обозначения цемента:

быстротвердеющего – Б;

пластифицированного и гидрофобного - ПЛ, ГФ;

полученного на основе клинкера нормированного состава – Н.

Пример: ПЦ-4000-Д20-Б (ГОСТ 10178-85) -портландцемент марки 400 с добавкой до 20%, быстротвердеющий.

Предел прочности цемента при изгибе и сжатии должен быть не менее значений, указанных в таблице 1.5.

Таблица 1.5.

Прочность на изгиб и сжатие и соответствующая им марка цемента

Обозначения цемента	Гарантированная марка	Предел прочности, МПа (кгс/см ²)			
		при изгибе в возрасте		при сжатии в возрасте	
		3 сут	28 сут	3 сут	28 сут
ПЦ-Д0,	300	-	4,4 (45)	-	29,4 (300)
ПЦ-Д5,	400	-	5,4 (55)	-	39,2 (400)
ПЦ-Д20,	500	-	5,9 (60)	-	49,0 (500)
ШПЦ	550	-	6,1 (62)	-	53,9 (550)
	600	-	6,4 (65)	-	58,8 (600)
ПЦ-Д20-Б	400	3,9 (40)	5,4 (65)	24,5 (250)	39,2 (400)
	500	4,4 (45)	5,9 (60)	27,5 (200)	49,0 (500)
ШПЦ-Б	400	3,4 (35)	5,4 (55)	19,6 (200)	39,2 (400)

Доля массы ангидрида серной кислоты (SO₃) в цементе должна соответствовать требованиям, приведенным в таблице 1.6.

Пример. Марка цемента должна быть не менее 400. Коэффициент вариации предела прочности при сжатии в возрасте 28 суток для цемента марки 400 должен быть не более 4, а для марки 500 и 556 и 600 не более 3%.

Таблица 1.6.

Содержание SO₃ для различных видов цемента

Обозначение цемента	SO ₃ по массе	
	не менее	не более
ПЦ400-Д0, ПЦ-500-Д0, ПД300-Д5, ПЦ400-Д5, ПЦ500-Д5, ПЦ300-Д20, ПЦ400-Д20, ПЦ500-Д20	1,0	3,5
ПЦ-550-Д0, ПЦ600-Д0, ПЦ-550-Д5, ПЦ-600-Д5, ПЦ550-Д20, ПЦ600-Д20, ПЦ400-Д20-Б, ПЦ500-Д20-Б	1,5	4,9
ШПЦ300, ШПЦ400, ШПЦ500, ШПЦ400-Б	1,0	4,0

1.7. Методика определения истинной плотности цемента

Истинной плотностью называют массу материала в единице его объема в абсолютно плотном состоянии, то есть за вычетом имеющихся в нем пор и пустот.

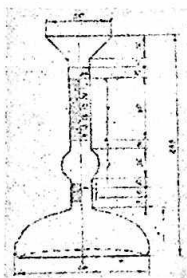
Для определения абсолютного объема материал тонко измельчают в порошок до полного прохождения через сито с размером отверстий 0,2 мм (допускаем, что каждое отдельное зерно такого тонкомолотого цемента указанного размера не содержит внутренних пор).

Плотность определяют как частное от деления массы цемента на его абсолютный объем по формуле:

$$\rho = \frac{M}{V}, \text{ г/см}^3$$

где: М - масса материала, г; V - объем материала, см³.

Плотность определяется с помощью прибора Ле-Шателье-Кандло (рис.4).

**Рис. 4. Прибор Ле-Шателье-Кандло.**

Прибор представляет собой стеклянную колбу с узкой трубкой, имеющей шарообразное расширение в средней части. На трубке ниже расширения имеется черта, верхняя часть трубки градуирована делениями через $0,1 \text{ см}^3$ и заканчивается воронкой, объем трубки между нижней чертой и нижним делением градуированной части равен 20 см^3 .

Для определения плотности цемента прибор заполняют инертной по отношению к цементу жидкостью (керосин и др.) до уровня нижней части. Уровень устанавливают по нижнему мениску. Отвешивают навеску 80 г сухого цемента. Навеску порошка высыпают ложечкой через воронку прибора небольшими равномерными порциями, наблюдая за поднимающимся уровнем воды. Нельзя высыпать цемент большими порциями, так как при этом образуется пробка, препятствующая дальнейшей засыпке порошка. Порошок высыпают в прибор до тех пор, пока уровень воды в приборе не поднимется до нижнего деления градуированной части. При этом абсолютный объем цемента, погруженного в прибор, равен объему вытесненной воды, то есть 20 см^3 .

Остаток навески порошка взвешивают (C_1) и высчитывают массу порошка, погруженного в прибор ($C - C_1$). Истинная плотность цемента вычисляется по формуле с точностью до $0,01$.

$$\gamma = \frac{M - M_1}{V}, \text{ г/см}^3$$

где: M - масса материала, г; V - объем материала, см^3 .

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ БЕЛИЗНЫ ЦЕМЕНТА

Степень белизны портландцемента определяется с помощью фотометра типа ФМ-58 (или аналогичными приборами), оснащенного фотоэлектрической регистрацией показателей степени белизны и обеспечивающего при фотоэлектрическом фотометрировании погрешности показаний прибора не более $\pm 1,5\%$ от измеряемой величины.

В качестве эталона для определения степени белизны применяют молочное матовое стекло типа МС-І4 с коэффициентом отражения не менее 9%.

Для определения степени белизны отбирают пробу массой не менее 0,1 кг. Пробу помещают в металлическую кювету слоем не более 2 см и высушивают в сушильном шкафу при температуре $105 \pm 5^\circ\text{C}$ в течение 1 часа.

Определение степени белизны производят согласно инструкции, прилагаемой к фотометру, не применяя светофильтры.

Наряду с этим, степень белизны можно определить с помощью фотоэлектрического блескомера ФБ-2, а также визуальным осмотром, сравнивая с эталоном.

2.1. Визуальный осмотр белого цемента

2.1.1. Методика испытания

Определение цвета цемента и соответствие его эталону производят визуально, сравнивая с интенсивностью цвета цементной покраски или цементного порошка и эталона, находящихся друг от друга на расстоянии не более 5 см.

Подготовка эталона

Эталон готовится смешиванием 10 г цемента с клеевым раствором, который можно изготовить двумя способами:

1. Казеин в количестве 2-4 г. перемешивается с 50 см^3 воды, выдерживается 15-24 часа, после чего добавляют 1-2 г углекислого натрия (Na_2CO_3) и при непрерывном перемешивании нагревают до 70°C . Полученная смесь охлаждается до комнатной температуры.

2. Готовый казеиновый канцелярский клей в количестве 5 мл интенсивно перемешивается в 10 мл теплой воды в течение 5 мин. Полученная смесь выдерживается при комнатной температуре в течение суток до образования прозрачного клеевого раствора. При наличии осадка полученный раствор

освобождают от него путем декантации. При приготовлении эталона на основе цемента с пигментом количество клеевого раствора составляет 4 см³.

Полученную цементную покраску наносят широкой мягкой кистью на плотную белую бумагу (ватман) и подвергают естественной сушке. При проверке цвета порошка цемента на соответствие эталону пробу испытуемого цемента массой не менее 10 г помещают на ровную поверхность, сверху накладывают стеклянную пластину и легким нажимом выравнивают верхнюю поверхность слоя цемента, после чего стеклянную пластину удаляют. Устанавливают на хорошо освещенное место с расстоянием 5 см друг от друга испытуемый образец и эталон, определяют цвет цемента путем сравнения.

2.2.Определение цвета цемента с помощью фотоэлектрического блескомера ФБ-2

Метод основан на измерении коэффициентов яркости или отражения смесей белых цементов с ультрамарином в сухих порошках. Разбеливающую способность испытуемых белых цементов определяют сравнением с разбеливающей способностью белого пигмента, принятого в качестве эталона, и выражают в процентах к эталону, принимаемого за 100%. В качестве эталона рекомендуется использовать литопон по ГОСТ 907-72.

2.2.1. Аппаратура и вспомогательные материалы

Для проведения испытаний необходима следующая аппаратура:

1. Лабораторный пресс любой конструкции с минимальным давлением 15 МПа. 2. Пресс-форма из бесцветного органического стекла или металла толщиной 5-6 мм, диаметром 100 мм с углублением в центре диаметром 30 мм и глубиной 3-4 мм. 3. Весы аналитические. 4. Ступка агатовая или фарфоровая №3 или №4 с пестиком. 5. Скальпель металлический.

2.2.2. Методика проведения испытания

На аналитических весах взвешивают эталоны и испытуемый белый цемент, ультрамарин в соотношениях, указанных в табл. 2.1.

Таблица 2.1

№	Наименование смеси	Количество, г		Соотношение белого цемента и ультрамарина в смеси
		белый цемент	ультрамарин	
1	Смесь №1	5/эталонный/	0,5	10:1
2	Смесь №2	5/эталонный/	0,1	50:1
3	Смесь №3	5/испытуемый/	0,5	10:1

Каждую из смесей тщательно растирают в ступке до получения равномерной по цвету смеси. При растирании необходимо чисто очищать стенки ступки от налипшего пигмента металлическим скальпелем.

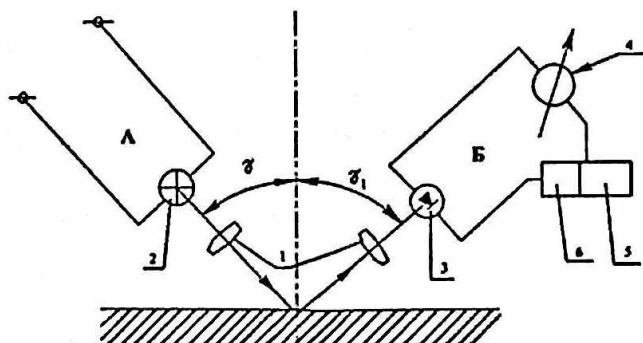


Рис. 5. Принципиальная схема фотоэлектрического блескомера.

А и Б - тубусы, 1 - оптическая система, 2 - осветитель, 3 - фотоприемник, 4 - измерительный прибор, 5 - усилитель, 6 - настройка электросхемы.

Гомогенность полученной смеси определяют по постоянству коэффициента яркости, измеренному до и после дополнительного перетирания смеси.

Смеси переносят в пресс-форму из органического стекла или металла, накрывают белой гладкой бумагой и прессуют на прессе при давлении 150-200

кг/см². Поверхность образца после прессования должна быть матовой, гладкой, без каких-либо пятен и изъянов. В случае если прессование выполнено неудачно смесь снова переносится в ступку, растирается пестиком и операция прессования повторяется. После прессования края формы тщательно очищают от избытка пигмента и производят измерение коэффициента яркости прессованного образца.

Все смеси (эталонные и испытуемые) готовят и измеряют 2-3 раза. Расхождение между параллельными определениями коэффициента яркости допускается в 1%.

2.2.3.Порядок расчета разбеливающей способности

Разбеливающую способность белых цемента определяют графическим способом. Для построения графика применяют миллиметровую бумагу. По оси абсцисс откладывают значение коэффициентов яркости, по оси ординат - логарифм разбеливающей способности (или, что то же самое - логарифм концентрации белого пигмента в смеси) эталонного белого пигмента (для смесей № 1 и 2), т.е. $100=2,00$ и $500=2,69$, соответствующие разбеливающей способности белого эталонного пигмента.

Рекомендуемый масштаб графика: абсцисс- 10 мм соответствует 1% коэффициента яркости, ордината - 10 мм соответствует 02000 (мантисса логарифма). Точки графика, соответствующие показателям смесей № 2 и 1 эталонного белого пигмента, соединяют прямой линией, служащей в качестве калибровочной. Затем по измеренному коэффициенту яркости смеси №3 испытуемого пигмента с ультрамарином находят ординату этой точки (точка пересечения абсциссы с калибровочной прямой), соответствующую разбеливающей способности испытуемого белого пигмента.

В случае испытания пигмента с разбеливающей способностью выше 50%, калибровочная прямая может быть продолжена за точку, соответствующую разбеливающей способности 50%.

Пример расчета разбеливающей способности приведен на рис.7.

При испытании белого пигмента, разбеливающая способность которого ниже 100% (ниже эталонного белого пигмента), готовят смесь этого пигмента с ультрамарином в соотношении 30:1 (5 г испытуемого белого пигмента и 0,1667 г. ультрамарина) и измеряют коэффициент яркости смеси, определяют разбеливающую способность по калибровочной прямой обычным способом и полученный результат делят на 3.

2.2.4. Характеристика прибора

Схема оптического прибора показана на рис.6.

Излучение лампы накаливания собирается светосильным трехлинзовым объективом 2, рассчитанным таким образом, чтобы изображение тела накала лампы получалось в плоскости второго объектива 3.

Объектив 3 проецирует изображение светового отверстия объектива 2 с помощью зеркала 4 на поверхность измеряемого образца 8, в созданный на нем равномерно освещенный круг диаметром около 20 см.

Излучение, отраженное от поверхности образца, воспринимается селеновым фотоэлементом 5 кольцевого типа. Между объективами 2 и 3 помещены два поворотных диска, управляемые рукоятками, выведенными наружу.

Диск 6 имеет четыре отверстия: одно свободное и три закрытые зачерненными сетками с различными коэффициентами пропускания. Диск 7 имеет пять отверстий, одно из которых содержит светофильтр, используемый при измерениях коэффициентов яркости и воспроизводящий кривую видимости глаза.

Значения коэффициентов яркости измеряемых образцов отсчитываются компенсационным методом непосредственно по шкале, нанесенной на цветовом графике. Прибор градуируется по эталонной белой пластинке с известным коэффициентом яркости. При измерениях на лампе осветителя

поддерживается цветовая температура, соответствующая стандартному калориметрическому источнику "А".

2.2.5. Примеры расчета разбеливающей способности

Измененный коэффициент яркости эталонной смеси № 1=51,5%.

Разбеливающая способность =100%.

Измеренный коэффициент яркости эталонной смеси - 74,8%.

Разбеливающая способность =500%.

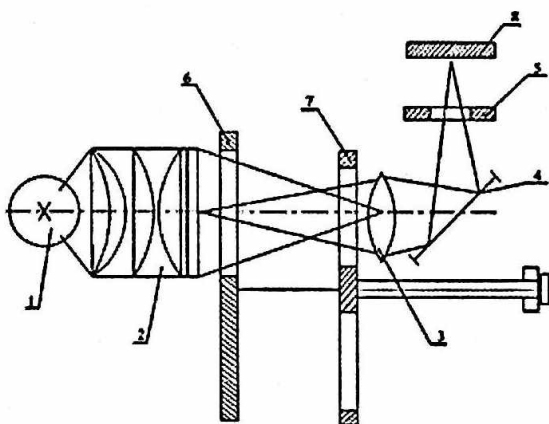


Рис. 6.Фотоэлектрический колориметр:

1 - лампа накаливания, 2,3 - линзовый объектив, 4 - зеркало, 5 - селеновый фотоэлемент, 6,7 - диски, 8 - измеряемый образец.

Эти две точки, для которых известны значения абсциссы и ординаты, соединяют на графике прямой линией, являющейся калибровочной. Измеренный коэффициент яркости смеси №3 испытуемого пигмента равен 62%.

Для определения разбеливающей способности испытуемого пигмента (рис.7) находят точку пересечения абсциссы 62 с калибровочной прямой и

соответствующую этой точке ординату, равную 2,31600. Число, соответствующее логарифму 2,31600 равно 206, следовательно, разбеливающая способность испытуемого материала (цемента) равна 206%.

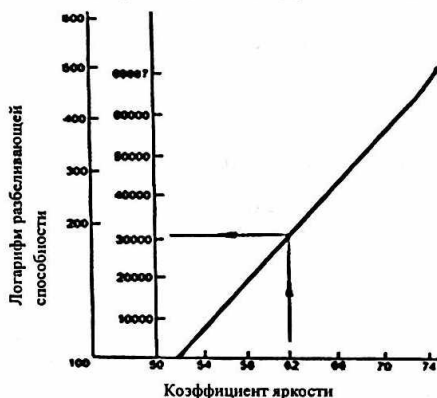


Рис.7. Определение разбеливающей способности пигмента.

3. ПОДБОР СОСТАВОВ ЦВЕТНЫХ ЦЕМЕНТОВ И НАНЕСЕНИЕ ОТДЕЛОЧНОГО СЛОЯ НА ПОВЕРХНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

3.1. Цветные цементы

Цветные портландцементы получают путем совместного помола белого клинкера, гипса и свето-и щелочестойких минеральных и органических красителей, активных минеральных добавок осадочного происхождения с белизной не менее 68%.

Если получение цветного портландцемента невозможно путем совместного помола составляющих компонентов, то можно практиковать и другой вариант. Например, после дозировки (взвешивания) соответствующих компонентов их можно тщательно перемешивать предварительно с

последующей гомогенизацией смеси в процессе подготовки отделочного состава.

По цвету цемент подразделяют на красный, желтый, зеленый, голубой, розовый, коричневым и черный. Цемент должен быть однородным по цвету в пределах отгружаемой партии и сохранять свой цвет при тепловлажностной обработке и воздействии ультрафиолетовых лучей.

Цвет портландцемента должен соответствовать эталону №5. Эталонном служит образец цветного портландцемента или цементная покраска. Образцы-эталонны утверждаются для каждого завода.

По механической прочности цветной портландцемент подразделяют на марки 300,400 и 500. Следовательно, предел прочности образцов из цветного цемента, изготовленных и испытанных по ГОСТ 310. 4-81 через 28 суток с момента изготовления, должен быть не менее значений, указанных в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Марка и активность цветных портландцементов

Марка цемента	Предел прочности, МПа	
	при изгибе	при сжатии
300	4,5	30,0
400	5,5	40,0
500	6,0	50,0

- Цветной цемент должен показывать равномерность изменения объема при испытании образцов кипячением в воде.

- Тонкость помола цемента должна быть такой, чтобы при просеивании пробы сквозь сито с сеткой № 008 проходило не менее 88% массы просеиваемой пробы.

- Кроме того, цветной цемент высшей категории качества должен обладать стабильными показателям прочности при сжатии. Коэффициент прочности для цемента марок 300,400 должен быть не более 8%, а для цемента марки 500 не более 3%.

Кроме всех вышеупомянутых основных свойств к цветному цементу предъявляется дополнительное требование по цветостойкости.

3.2. Испытание цветостойкости

Определение стойкости цвета цемента производят на 6 образцах-лепешках из цементного теста нормальной густоты. Две лепешки хранят на воздухе в качестве контрольных образцов, две лепешки подвергаются тепловлажностной обработке и две - ультрафиолетовому облучению.

Тепловлажностную обработку цементных лепешек производят в бачке с водой. Через 24 ± 2 ч после изготовления лепешки укладывают в бачок на решетку, воду в бачке доводят до кипения и кипятят в течение 4 ч. После охлаждения лепешки извлекают из бачка и вытирают. Образующуюся на лепешках пленку карбоната кальция (CaCO_3) удаляют 0,01 %-ным раствором соляной кислоты HCl , затем лепешки промывают водой и сушат в сушильном шкафу в течение 2 ч при температуре не выше 60°C .

Облучение лепешек ультрафиолетовыми лучами производят через 24 ± 2 ч после изготовления с помощью ртутно-кварцевой лампы мощностью 240 ± 20 Вт в течение 48 ч. Лепешки располагают на расстоянии 0,5 м от источника ультрафиолетового излучения и направляют на них световой поток под углом $45 \pm 2^\circ$.

Стойкость цвета цемента определяют визуально сравнением цвета образцов-лепешек, подвергнутых тепловлажностной обработке и ультрафиолетовому облучению с цветом контрольных образцов-лепешек.

3.3. Определение коэффициента вариации (V)

Коэффициент вариации (V) в % рассчитывают по результатам испытаний цветного портландцемента, проведенных несколько раз, по формуле:

$$V = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}},$$

где: $\bar{x}$ - активность цветного портландцемента отдельной партии МПа; x - средняя активность цветного портландцемента данной марки за квартал, МПа;

n-количество партий портландцемента данной марки, произведенных за квартал.

3.4. Наружная отделка цветными бетонами

К числу способов отделки панелей, позволяющих получить значительную гамму расцветок и фактур, легко осуществимых на заводах, относится отделка цветными бетонами. По сравнению с мелкозернистыми штукатурными растворами цветные бетоны более экономичны, так как содержат меньшее количество цемента. Наличие крупных фракций заполнителей улучшает структуру отделочного слоя, снижает его водопоглощение и повышает декоративность.

Цветные бетоны по условиям их службы можно разделить на два вида: отделочные и конструктивные.

Отделочные бетоны имеют преимущественно декоративно-защитное значение, они наносятся на наружную поверхность панелей или блоков в виде тонкого слоя толщиной 15-20 мм. *Конструктивные* - применяются для изготовления крупноразмерных тонкостенных изделий, которые могут нести конструктивную нагрузку. В силу этого, конструктивный цветной бетон должен иметь повышенную прочность не менее 15 МПа.

Отделочный бетон может иметь более низкую марку, но не менее 75, однако к нему предъявляются специальные требования в отношении соответствия его упругих свойств аналогичным свойствам бетона основания.

Цвет и фактура цветного бетона обоих видов должны отвечать архитектурным требованиям. Отделка панелей цветными бетонами включает в себя следующие этапы: подбор состава цветного бетона, подготовка материалов, приготовление бетонной смеси, подготовка поверхности, подлежащей отделке, нанесение отделочного слоя, фактурная отделка свежееотформованного и затвердевшего цветного бетона.

3.5. Подбор состава отделочного цветного бетона

3.5.1. Подбор заполнителя

Основными задачами подбора составов цветных бетонов являются выбор заполнителя, обеспечивающего необходимую прочность и декоративное качество бетона, а также количество пигмента, придающего необходимый цвет изделию без снижения его прочности.

Зерновой состав заполнителя для отделочного слоя подбирают в зависимости от вида и назначения изделия, принятой фактурной отделки и структуры основания определением пустотности отвибрированной смеси заполнителей. Объем пустот должен быть около 25-30% для отделочного бетона, укладываемого на основание из плотного бетона и 30-40% для отделочного бетона, укладываемого на основание из легкого бетона.

Таблица 3.2

Гранулометрический состав заполнителя для отделочного бетона

Характеристика отделочного слоя	Заполнитель	Оптимальный гранулометрический состав заполнителя в %				
		песок крупностью, мм			щебень крупностью, мм	
		0-1,2	1,2-2,5	2,5-5	5-10	10-20
Толщина слоя 10-15 мм для железобетонных панелей	Песок и щебень из дробленых горных пород	30	15	25	30	-
Для панелей из легкого бетона	То же	20	25	20	35	-
То же	Кварцевый песок	75	15	10	-	-
То же	Песок из дробленых горных пород	55	20	25	-	-

Примечание: В песчаной части фракции заполнителя допускается не более 10% пылевидных частиц (зерна менее 0,15 мм).

3.5.2. Расчет расхода цветного цемента для отделочного цветного бетона

В качестве вяжущего для цветного бетона можно использовать разбеленный серый цемент с добавкой пигментов. Для разбеления в цемент добавляют белый молотый известняк или мрамор.

Предварительный расход цемента (в кг/м^3) можно определить по формуле:

$$Ц = \frac{(R_{28} + 0,25 \cdot R_{ц}) \cdot В}{0,55 \cdot R_{ц}},$$

где: R_{28} -требуемая марка отделочного бетона; $R_{ц}$ -активность цветного цемента; В-количество воды, ориентировочно принимается равным: в бетоне на заполнителе-известняке - 240 л/м^3 и в бетоне на заполнителе - мраморе или речном песке - 120 л/м^3 .

Примерный расход цемента при изготовлении бетона различных составов представлен в табл. 3.3.

Таблица 3.3

Расход цветного цемента при изготовлении бетона

Вид бетона	Проектная марка бетона	Ориентировочный расход цемента на 1 м^3 цветного бетона, марки	
		300	400
1. Мелкозернистый на основе кварцевого песка	75	320	400
	100	360	320
2. Мелкозернистый на основе песка из дробленных горных пород	75	300	260
	100	360	310
3. На основе песка и щебня крупностью до 10 мм из дробленных горных пород	100	270	240
	150	300	260
4. На основе песка и щебня крупностью до 20 мм из дробленных горных пород	100	230	200
	150	300	250

3.5.3. Расход пигмента для цветного цемента

Пигменты вводятся обычно в количествах 5,10 реже 15,20% от массы цемента. Введение пигментов, предварительно измельченных в вибромельнице, позволяет получить более высокие показатели прочности бетона по сравнению с добавкой неизмельченных пигментов. Удовлетворительный цвет бетонов, приготовленных на сером цементе, может быть получен лишь при повышенной дозировке минеральных пигментов в пределах до 20%.

Примерное содержание пигмента в цементе, необходимого для получения бетона заданного цвета, для рекомендуемых составов, приведено в таблице 3.4.

Таблица 3.4

Содержание пигмента в цветных цементах

№ и цвет пигмента	Отделочный слой бетона	Вид пигмента	Содержание пигмента в % от массы цемента	
			белого	серого
1. желтый	слабая	охра	5	10
	средняя		10	20
2. красный	слабая	редоксайд	2	3
	средняя	“-“	2	5
	высокая	“-“	5	8
3. красный с коричневым оттенком	слабая	сурик железный	2	3
	средняя	то же	4	5
	высокая	то же	8	10
4. зеленый	слабая	оксид хрома	1	3
	средняя	“-“	3	5
	высокая	“-“	5	-
5. коричневый	слабая	смесь сурика железного и пиrolюзита	1	4
	средняя	то же	5*	10*

* - увеличение сурика свыше 10%снижает прочность бетона.

3.5.4. Расчет водоцементного отношения

Водоцементное отношение определяет требования к консистенции бетона, плотности заполнителя и его гранулометрическому составу. Ориентировочное водоцементное отношение бетона для лицевого слоя, при указанном в таблице гранулометрическом составе заполнителя, приведено ниже:

- для бетона на: гранитном песке и щебне - 0,45-0,55;
- мраморном песке и щебне- 0,45-0,5;
- известняковом песке и щебне - 0,6-0,8;
- кварцевом песке - 0,4-0,5.

При введении в бетон пигментов и разбеливающих добавок удобоукладываемость его снижается, что вызывает необходимость увеличения водоцементного отношения. Поэтому дополнительное количество воды для регулирования удобоукладываемости бетонной смеси определяется опытным путем.

Таким образом, после определения количества и дозировки всех составляющих компонентов готовят бетонную смесь путем тщательного перемешивания массы. При этом расход цемента и оптимальное В/Ц уточняют пробными замесами. Количество заполнителя определяют по коэффициенту выхода цветного бетона, равному 0,6-0,75. На выбранном зерновом составе заполнителей изготавливают образцы с тремя вариантами расхода цемента (теоретический и $\pm 10\%$), для каждого из которых оптимальный расход воды определяется по наибольшему коэффициенту уплотнения.

3.5.5. Методика определения коэффициента уплотнения

Для установления коэффициента уплотнения бетонной смеси заполнитель и цемент в количествах, рассчитанных на один замес, предварительно

перемешивают. Затем к сухой смеси добавляют расчетное количество воды и перемешивают в течение 5 мин.

Предварительно взвешенную форму-куб размером 10х10х10см с насадкой высотой 10 см заполняют бетонной смесью в рыхло-насыпном состоянии до уровня верхней грани насадки, затем взвешивают и вибрируют в течение 2,5-3 мин. После вибрации определяют расстояние от верхней грани до поверхности отформованной смеси,

Объем свежесформованной смеси находят по формуле:

$$V_6 = f(H-h),$$

где: V_6 - объем отформованной бетонной смеси, см^3 ; f -площадь формы куба, см^2 ; H -расстояние от верхней грани насадки до дна формы, см; h -расстояние от верхней грани насадки до поверхности отформованной бетонной смеси, см.

Коэффициент уплотнения K определяют по формуле:

$$K = V_c / V_6,$$

где: V_c - объем бетонной смеси в рыхлонасыпном состоянии, см^3 ; V_6 - объем отформованной бетонной смеси, см^3 .

Коэффициент уплотнения отделочных бетонных смесей должен быть равным примерно 1,25-1,40.

3.5.6. Определение вязкости бетонной смеси опытного замеса

Консистенцию бетона выбирают исходя из условий его удобоукладываемости и принятой фактурной отделки.

Примерные показатели вязкости цветного бетона, определяемые по техническому вискозиметру, составляют: 15-25 сек. для мелкозернистого бетона, подвергаемого фактурной отделке после затвердевания и 10-15 сек. для мелкозернистого бетона, предназначенного для фактурной отделки накатанной валиком или формованием в рельефных матрицах.

Для определения показателя вязкости бетона берут 10 л бетонной смеси и тщательно перемешивают. Если вязкость полученной бетонной смеси больше

заданной, то к смеси постепенно добавляют цементное тесто с принятым В/Ц в количестве, которое необходимо для получения требуемой вязкости. Если показатель вязкости бетонной смеси меньше заданного, то в нее добавляют заполнитель. После этого делают расчет номинального состава бетона и определяют расход каждого из компонентов в отдельности на 10 л бетонной смеси.

Отвешенное количество цемента и красящего пигмента тщательно перемешивается в фарфоровой ступке до получения однородной и однородной по цвету массы, после чего добавляются заполнители, и готовится бетонная смесь. Определяется осадка конуса, заданная преподавателем.

Из бетонной смеси заданной подвижности формируются образцы размером 10x10x10 см в количестве 6 штук, 3 из которых подвергаются тепловлажностной обработке в пропарочной камере по режиму 2+5+2 при температуре 90-100°C, а оставшиеся 3 образца твердеют в течение 28 суток при комнатной температуре в воздушно-влажных условиях.

После твердения образцы расформовывают, высушивают и определяют среднюю плотность и прочность на сжатие. По прочности испытанных образцов проверяют соответствие заданной проектной марки бетона, и определяется фактический расход материалов.

Декоративные качества полученных образцов, а именно: равномерность окраски и ее интенсивность устанавливают путем визуального сравнения с эталоном, заранее подготовленным для этих целей. В каждом конкретном случае эталон будет рекомендован преподавателем. Если образцы по декоративным качествам не отвечают эталону, следует применять цветной цемент другого тона или изменить содержание в нем пигмента. В случае отсутствия отличия образца с эталоном следует сделать соответствующие заключения и полученные результаты занести в таблицах 3.5 и 3.6.

Таблица 3.5

Расход материалов на 1 м³ отделочного бетона

Вид отделочного бетона	Расход цемента, марки		Расход щебня, кг	Расход песка, кг	Расход пигмента, кг
	300	400			

Таблица 3.6

Свойства бетонной смеси отделочного бетона

Коэффициент уплотнения бетонной смеси	Вязкость бетонной смеси, сек	Водо- цементное отношение (в/ц)	Осадка конуса, см	Предел прочности при сжатии, МПа	Марка отделочного бетона

3.5.7. Приготовление цветного бетона

Приготовление цветного бетона производится в следующей последовательности:

- дозировка и засыпка заполнителей или готовой сухой смеси;
- дозировка и засыпка цветного цемента и перемешивание с заполнителем (при наличии готовой сухой смеси эта операция отсутствует).

Введение пигментов в бетон производится различными способами. Самый простой способ – это введение с водой затворения. Однако, при этом не удастся достичь равномерного распределения пигмента по всей массе бетонной смеси, в результате чего на поверхности изделий могут образоваться пятна.

Более приемлемым способом является перемешивание пигмента с цементом, а затем с остальными компонентами бетона в мешалке принудительного действия. Однако и в этом случае равномерного перемешивания пигмента не достигается, поэтому изделия, получаемые из различных замесов могут несколько отличаться по тону.

Наиболее надежным способом получения цветной цементной смеси является перемешивание белого или серого цемента с пигментами в шаровой или вибрационной мельнице. В последней происходит более равномерное и

быстрое перемешивание компонентов и небольшое повышение активности цемента.

Для приготовления смеси цемента с пигментами может быть использована вибропомольная установка с мельницей типа СМ-1.5. Продолжительность перемешивания устанавливается опытным путем, обычно при использовании шаровых мельниц она не превышает 15 мин.

Последней стадией приготовления цветного бетона является введение дозированного количества воды в сухую смесь и перемешивание ее до получения однородной массы.

Цветные бетонные смеси можно приготовить в мешалках различной конструкции. Продолжительность перемешивания смеси в растворомешалках принудительного действия устанавливается опытным путем в зависимости от вида заполнителя и должна быть не менее 5 мин. После окончания каждой смены, а также при длительном перерыве в работе смеситель необходимо тщательно очищать от остатков бетонной смеси и промывать водой.

При приготовлении цветного отделочного бетона необходимо соблюдение правильности дозировки составляющих компонентов, длительности и тщательности перемешивания бетонной смеси, а также проверки средней плотности, прочности бетона и соответствия его цвета эталону. Особое внимание следует обратить на чистоту компонентов, входящих в состав бетона. При прочих равных условиях однородность массы по цвету и строению достигается тщательным перемешиванием цветных бетонных смесей в мешалках принудительного действия. *Учитывая незначительный объем лабораторной работы студентам можно рекомендовать ручное перемешивание бетонной смеси.*

3.6.8. Формование отделочного слоя изделий

Ответственным этапом изготовления изделий из цветного бетона является его формование. Отделка изделий слоем цветного бетона может

осуществляться укладкой его на поддон формы при формировании изделия "лицом вниз" или сверху на слой конструктивного бетона при формировании "лицом вверх".

Формование лицевого слоя при изготовлении изделий "лицом вниз" включает следующие операции:

- подготовка формы перед укладкой отделочного слоя, которая при применении цветного бетона должна производиться особенно тщательно (очистка формы от остатков бетона и других загрязняющих поверхности материалов, включая ржавчину).

- сборка формы и покрытие ее внутренней поверхности слоем специальной смазки. Смазку производить тонким слоем с помощью пистолета - распылителя.

- укладка цветного бетона на поверхность формы. После укладки бетона его выравнивают на поддоне и уплотняют на виброплощадке в течение 1 мин. таким образом, чтобы толщина отделочного бетона составляла 2-3 см.

Для лучшего сцепления конструктивного бетона с лицевым отделочным слоем он должен иметь шероховатую поверхность, обеспечивающую большую площадь соприкосновения. Массу выдерживают в течение 10 мин, затем на отделочный слой укладывают конструктивный бетон. Повторно вибрируют для уплотнения основной бетонной смеси в течение 0,5 мин. После завершения цикла формовки бетон выдерживают в нормальных условиях до набора пластической прочности еще до тепловлажностной обработки.

При отделке изделий "лицом вверх" лицевой слой формируют следующим образом: после чистки, сборки и смазки в формы укладывают и уплотняют основной конструктивный бетон, толщина которого не должна доходить до верха формы на установленную высоту, соответствующую толщине отделочного слоя. При этом также, как и при формовке "лицом вниз", нижний конструктивный слой должен иметь шероховатую поверхность, обеспечивающую хорошее сцепление его с отделочным слоем. Очень важно,

чтобы показатель вязкости бетонной смеси для конструктивного бетона был не менее 25 сек.

В последнюю очередь на конструктивный бетон укладывают лицевой отделочный слой, выравнивают поверхность и вибрируют окончательно. После соответствующей выдержки отформованные изделия поступают в камеры пропаривания. Тепловлажностная обработка изделий с отделочным слоем из цветного бетона производится в соответствии с общепринятой технологией и уточняется в каждом случае отдельно согласно указанию преподавателя.

Необходимо предусмотреть приспособление для защиты лицевой поверхности изделий от повреждения и загрязнения каплями конденсата в период тепловлажностной обработки. Практически это обеспечивается укрытием отформованных изделий стеклом, оцинкованным железом, полимерной пленкой и т.д., После термообработки изделия подлежат:

- распалубке;
- охлаждению до комнатной температуры;
- очистке лицевой поверхности от случайно прилипших посторонних примесей;
- сравнению с эталоном.

По результатам выполненной работы необходимо сделать заключение и выводы.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Технология получения цветных цементов.
2. Основные строительно-технологические свойства цветных цементов.
3. Требования, предъявляемые к сырьевым материалам и технологическим параметрам.
4. Практическое использование цветных цементов.
5. Расход пигмента для цветного цемента.
6. Регулирование цвета, тональности и декоративности цветных цементов.
7. Способы отделки строительных изделий цветными бетонами.
8. Экономика использования цветных цементов.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Обозначение свойств строительных материалов

Свойства	Обозначение	Свойства	Обозначение
Водородный показатель	pH	Площадь	S
Время	t, с	Прочность	R, МПа
Вязкость	μ, η	Пористость	F, %
Давление	P, атм	Нагрузка	P, кг
Длина	L, м	Звукопоглощение	K _з
Морозостойкость	Мрз, цикл	Плотность	$\rho, \text{кг/м}^3$
Огнестойкость	K _{огн.}	Твердость	Шкала МООСа
Концентрация	n	Скорость угла	ω
Коэффициент теплопроводности	$\lambda, \text{Вт/м}^\circ\text{C}$	Истираемость	R _и , г/см ²
Масса	г, кг, т	Коэффициент газопроводности	K _{газ}
Водопроницаемость	C, %	Температура	°C
Коэффициент водостойкости	K	Абсолютная температура	T
Модуль эластичности (модуль Юнга)	E	Объем	V, м ³
Мощность	P, N	Водопоглощение	W, %

Международная система измерений (СИ)

Параметры	Единица измерения	Обозначение	Разница между СИ и другими системами измерения
Длина	Метр	м	1м=10 ² см=10 ³ мм
Вес	Грамм, килограмм, тонна	Гр, кг, тн	1кг=10 ³ г=0,10 ² т.е.м
Время	Секунд	сек	1сек=2,78·10 ⁻⁴ час=1,67·10 ⁻² мин
Сила электро энергии	Ампер	А	
Сила луча	Свеча	Св	
Термодинамическая температура	Кельвин, градус	°К	1°К=1°С+273,15
Площадь	Квадрат метр	см ² м ²	1м ² =10 ⁴ см ² =10 ⁻⁴ га

Объем	Куб. метр	м ³	1м ³ =(10 ³ / 1,000028)л
Плотность	Килограмм на куб. метр	кг/м ³	1кг/м ³ = 10 ⁻³ г/см ³ = 10 ⁻³ т/м ³
Скорость	Метр на секунду	м/с	1м/с = 3,6 км/с
Сила (масса)	Ньютон	Н	1Н = 105дина = 0,102 кг;
Давление	Мегапаскаль	МПа	1МПа = 9,81 кг/см ²
Динамическая вязкость	Ньютон-секунд на метр квадрат	н·с/м ² = кг/м·с	1кг/м·с=10 пуаз
Кинематическая вязкость	Метр квадрат на секунд	м ² /с	1м ² /с = 104 стокс
Энергия, объем тепла	Джоуль	Дж	1Дж=107герц=0,102кгм; 1Дж=0,239кал=0,239·10 ⁻³ ккал; 1ккал=4,19·10 ³ Дж
Напряжение	Ватт	Вт	1вт=0,102кг·м/с
Теплоемкость	Джоуль на градус	Дж/град	1Дж/град=0,000238ккал/град; 1ккал/град=4187Дж/град
Относительная теплоемкость	Джоуль на кг градус	Дж/кг·град	1Дж/кг·град=0.000238ккал/кг·град 1ккал/кг·град=4187Дж/град

Рекомендованная удобоукладываемость бетонной смеси для разных конструкций

Вид конструкции, изделия и способы их приготовления	Осадка конуса, см	Показатель жесткости, с
Монолитные конструкции		
Для изготовления оснований дорог и зданий	0	50-60
Дорожные и аэродромные покрытия, большие не армированные конструкции (стены, большие блоки, основания)	0-2	25-35
Армированные массивные конструкции	2-4	15-25
Защитные конструкции из очень тяжелого бетона	2-4	15-25
Плиты, ригели, монолитные железобетонные колонны	2-4	15-25
Армированные тонкостенные конструкции	4-6	10-15
Бетонные и железобетонные изделия		
Быстро распалубиваемые изделия	0	80-100

Стеновые панели, сформованные с помощью горизонтального вибратора	0	60-80
Железобетонные элементы, сформованные с помощью вибратора	0	50-60

Основные физические свойства строительных материалов

Материалы и изделия	Плотность γ, г/см ³	Средняя плотность , кг/м ³	Коэффициент теплопровод- ности	Коэффициент паропроница- емости
Алюминий	2-2,6	2600	2,21	0
Асбоцементные плиты	2,5	1700-2200	0,29-0,9	0,0035
Асфальтобетон	2,6	2100-2200	0,81-0,93	0,001
Тяжелый бетон	2,6	2200-2500	1,04-1,51	0,006
Легкий бетон	2,6	500-1800	0,22-0,7	0,009
Гипсовые изделия	2,7	700-1300	0,23-0,44	0,014
Граниты	3,0	2500-3000	3,3-3,5	0,004
Древесина: дуб-поперек волокон	1,65	700-900	0,12-0,18	0,008
дуб- вдоль волокон	1,65	700-900	0,23-0,29	0,040
берёза-поперек волокон	1,6	500-600	0,09-0,12	0,008
берёза-вдоль волокон	1,6	500-600	0,18-0,23	0,043
Древесно-стружечные плиты	1,5	500-1000	0,1-0,23	0,035
Железобетон: тяжелый	-	2200-2500	1,1-1,62	0,004
Легкий бетон	-	1200-1800	0,46-0,81	0,013
Известняки	2,6	1600-2100	0,51-1,0	0,010
Известняки пористые	2,7	1100-1600	0,29-0,6	0,005
Пустотные керамические камни	2,7	1250-1400	0,37-0,42	-
Керамический кирпич: стандартный	2,7	1600-1900	0,42-0,67	0,014
пустотный	2,7	1300-1450	0,4-0,44	-
пористый	2,7	700-1400	0,16-0,37	-
Силикатный кирпич	2,6	1800-2000	0,64-0,93	0,015
Камышитовая плита	-	200-250	0,07-0,09	0,06
Ксилолит	2,4	1000-1800	0,23-0,69	0,017-0,012
Минеральная вата	2,8	100-150	0,044-0,046	0,065
Минераловатная жесткая плита	2,8	200-400	0,06-0,081	0,065-0,045
Минераловатные маты	2,8	100-200	0,046-0,06	0,009
Мипора	-	15-20	0,035-0,04	0,075

Пеногипс, газогипс	2,7	500	0,13	0,05
Пенобетон, газобетон	2,8	400-1000	0,12-0,36	0,03-0,015
Пенопласт	1,4	70-190	0,48-0,52	-
Пеностекло	2,6	300-500	0,10-0,14	0,003
Вспученный перлит	-	100-250	0,052-0,07	-
Песчанник	2,6	1800-2400	0,81-1,62	0,005
Речной песок	2,6	1500-1700 (насыпная)	0,46-0,58	-
Растворы на кварцевом песке: известковый	2,8	1500-1600	0,52-0,58	0,016
известково-цементный	2,8	1600-1700	0,58-0,64	0,013
цементный	2,7	1700-1800	0,64-0,69	0,012
Раствор на пористом песке	2,6	1000-1400	0,35-0,47	0,17
Релин	-	1200	0,22	0,0002
Сталь	7,85	7850	58,15	0
Стекло	2,6	2500	0,76	0
Стекловата	2,7	100-200	0,04-0,046	0,065
Туфы	2,8	800-1400	0,21-0,35	0,013
Фанера	1,6	550-650	0,14-0,15	0,003
Фибролит	-	250-600	0,09-0,18	0,014
Шлак (кусовой)	3,3	500-900	0,12-0,17	0,029
Шлакобетон	2,6	1400-1800	0,46-0,70	0,018-0,01

ГОСТЫ

Государственные стандарты и технические условия (Международные и Республики Узбекистан)

Естественные горные породы

Международные стандарты

ГОСТ 12085-88	Мел природный обогащенный. Технические условия
ГОСТ 12871:2005	Асбест хризотилковый. Технические условия

Государственные стандарты Узбекистана (УзГоСт)

0'zDSt 1056-2004	Каолин первичный обогащенный ангреновского месторождения
------------------	--

Технические условия (ТУ)

TSh21-06:2004	Известняк дробленный Картахайского месторождения.
TSh64-19200109-01:2004	Мел молотый строительный

Производственные стандарты

KSt 21-3737:2005	Глина бентонитовая
KSt 64-00295521-20:2007	Холсты из базальтового супертонкого волокна
KSt 64-201805761-01:2005	Мел технический молотый

Стеновые материалы

Международные стандарты

ГОСТ 4.210-79	СПКП. Строительство. Материалы керамические отделочные и облицовочные. Номенклатура показателей
ГОСТ 379-95	Кирпич и камни силикатные. Технические условия
ГОСТ 7484-78	Кирпич и камни керамические лицевые. Технические условия

Минеральные вяжущие вещества
Международные стандарты

ГОСТ 125-79	Вяжущие гипсовые. Технические условия
ГОСТ 310.1-76	Цементы. Методы испытаний. Общие положения
ГОСТ 310.2-76	Цементы. Методы определения тонкости помола
ГОСТ 310.3-76	Цементы. Методы определения нормальной густоты, сроков схватывания и равномерности изменения объема
ГОСТ 310.4-81	Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии
ГОСТ 969-91	Цементы глиноземистые и высокоглиноземистые. Технические условия
ГОСТ 5382-91	Цементы и материалы цементного производства. Методы химического анализа.
ГОСТ 6139-2003	Песок стандартный для испытаний цемента. Технические условия
ГОСТ 9179-77	Известь строительная. Технические условия
ГОСТ 10178-85	Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия
ГОСТ 22688-77	Известь и известесодержащие вяжущие. Методы испытаний
ГОСТ 23789-79	Вяжущие гипсовые. Методы испытаний.
ГОСТ 24640-91	Добавки для цементов. Классификация
ГОСТ 25094-94	Добавки активные минеральные. Методы испытаний
ГОСТ 25328-82	Цемент для строительных растворов. Технические условия
ГОСТ 26871-86	Материалы вяжущие гипсовые. Правила приемки. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение
ГОСТ 30515-97	Цементы. Общие технические условия.
ГОСТ 31108-2003	Цементы общестроительные.

Государственные стандарты Узбекистана (УзГоСт)

PCT Уз 698-96	СПКП. Строительство. Материалы. Вяжущие: известь, гипс и вяжущие вещества на их основе
PCT Уз 760-96	Камень гипсовый и гипсоангидритовый для производства вяжущих материалов. Технические условия
PCT Уз 761-96	Портландцементы белые. Технические условия
PCT Уз 762-96	Портландцемент цветной. Технические условия
PCT Уз 901-98	Добавки для цемента. Активные минеральные добавки и добавки-наполнители
PCT Уз 913-98	Портландцемент для производства асбестоцементных изделий

Технические условия (ТУ)

TSh 7-156:2007	Отходы золотшакловые Ангренской ГРЭС для производства клинкера
TSh 7.200:2006	Портландцементы с композиционными добавками

Бетоны и растворы Международные стандарты

ГОСТ 4.233-86	СПКП. Строительство. Растворы строительные. Номенклатура показателей
ГОСТ 5802-86	Растворы строительные. Методы испытаний
ГОСТ 7473-94	Смеси бетонные. Технические условия
ГОСТ 10060.0-95	Бетоны. Методы определения морозостойкости. Общие требования
ГОСТ 10060.4-95	Бетоны. Структурно-механический метод ускоренного определения морозостойкости
ГОСТ 10180.0-90	Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам
ГОСТ 10181-2000	Смеси бетонные. Методы испытаний
ГОСТ 12730.5-84	Бетоны. Методы определения водонепроницаемости
ГОСТ 17624-87	Бетоны. Ультразвуковой метод определения

	прочности
ГОСТ 18105-86	Бетоны. Правила контроля прочности
ГОСТ 24211-2003	Добавки для бетонов. Классификация
ГОСТ 25192-82	Бетоны. Классификация и общие технические условия
ГОСТ 25820-2000	Бетоны легкие. Технические условия
ГОСТ 26633-91	Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия
ГОСТ 27005-86	Бетоны легкие и ячеистые. Правила контроля плотности
ГОСТ 27006-86	Бетоны. Правила подбора состава.
ГОСТ 30459-2003	Добавки для бетонов. Методы определения эффективности
ГОСТ 31189-2003	Смеси сухие строительные. Классификация

Государственные стандарты Узбекистана (УзГоСт)

РСТ Уз 667-96	СПКП. Строительство. Бетоны. Номенклатура показателей
РСТ Уз 676-96	Бетон силикатный плотный. Технические условия
O'zDSt 808-97	Бетоны. Метод ускоренного определения прочности на сжатие
РСТ Уз 860-98	Бетоны жаростойкие. Технические условия
РСТ Уз 872-98	Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля
РСТУз 882-98	Бетоны. Методы определения прочности по образцам, отобраным из конструкций

Технические условия (ТУ)

T Sh 14 5:2005	Добавки СА-5 и СА-5П для бетонов и растворов
T Sh 64-16442237-01:2003	Смесь сухая «Grauzit», само выравнивающаяся, основа для наливных полов СНП-1
TSh 64-19284780-01:2004	Смеси сухие шпатлевочные «SABKOR»
TSh 64-16442237- 02:2005	Смеси сухие шпатлевочные «Grauzit»
TSh 64-17244927-02:2000	Смеси сухие шпатлевочные «BOLERO»

Гравий, щебень и песок для строительных работ

Международные стандарты

ГОСТ 8267-93	Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия
ГОСТ 8269.0-97	Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы физико-механических испытаний
ГОСТ 8735-88	Песок для строительных работ. Методы испытаний
ГОСТ 22856-89	Щебень и песок декоративные из природного камня. Технические условия
ГОСТ 23735-79	Смеси песчано-гравийные для строительных работ. Технические условия

ЛИТЕРАТУРА

1. Э.У.Қосимов. «Қурилиш ашёлари». –Т.: «Мехнат», 2004.
2. Султонов А.А., Тўлаганов А.А. ва бошқалар. «Қурилиш материаллари ва металллар технологияси». – Тошкент, «Ўзбекистон», 496 бет, 2012.
3. Н.А.Самигов, М.С.Самигова. «Қурилиш материаллари ва буюмлари». – Т.: «Мехнат», 2004.
4. Э.У.Қосимов, М.Акбаров. «Пардозбop қурилиш ашёлари». – Т.: «Ўзбекистон», 2005.
5. Н.А.Самигов, М.К.Хасанова, Ж.С.Зокиров, Х.Х.Комилов. «Қурилиш материаллари фанидан мисол ва масалалар тўплами». – Т.: 2005.
6. Э.У.Қосимов. «Ўзбекистон қурилиш ашёлари». – Т.: «ЎАЖБНТ», 2003.
7. Э.У.Қосимов.Н.А.Самигов «Қурилиш ашёларидан тажриба ишлари». Тошкент. «Чўлпон»,336 бет,2013.
8. И.И.Касимов и др.. «Методические рекомендации по уходу за свежееуложенным бетоном дорожных и аэродромных покрытий в зависимости от температурных условий твердения». Союздор НИИ, М.: 1972.
9. Э.У.Касимов, Д.Имоналиева. «Некоторые вопросы твердения цемента с наночастицами». Ж. Архитектура, строительство и дизайн. №1-2, 2010.
10. Айрапетов Д.П. «Архитектурное материаловедение», М., 1983г.
11. Микульский В.Г. и др. «Строительные материалы». М.: 2000 г.
12. www.stroimaster.ru
13. www.dizayn-betony.ru
14. www.probeton.ru
15. www.beton.ru

