

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИИ БЕТОНА И СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

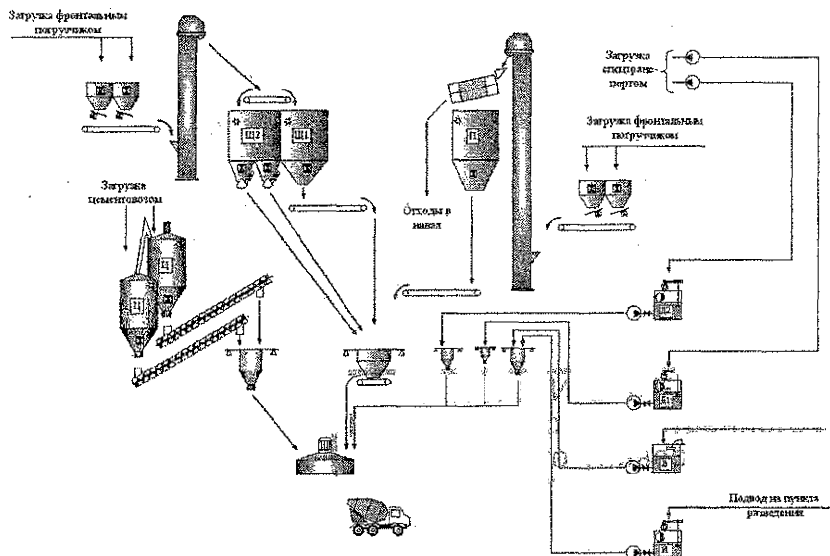
к выполнению лабораторной работы

«ВЫБОР ХИМИЧЕСКИХ ДОБАВОК ПРИМЕНИТЕЛЬНО К УСЛОВИЯМ ПРОИЗВОДСТВА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ С ОЦЕНКОЙ ИХ ЭФФЕКТИВНОСТИ»

по дисциплине

«Технология заводского производства бетонных и железобетонных изделий и конструкций» для студентов специальности 1-70 01 01

«Производство строительных изделий и конструкций»



Брест 2009

УДК 621.1

Методические указания предназначены для систематизации, углубления и закрепления ранее полученных знаний о классификации, свойствах и методике применения добавок к бетонной смеси в ходе выполнения студентами лабораторной работы курса «Технология заводского производства бетонных и железобетонных изделий и конструкций».

Составители: Г.В. Сырица, доцент, канд. техн. наук
А.И. Пикула, старший преподаватель

Рецензент: зам. директора РУП «Сервис» РУП «Белстройцентр»
Н.С.Щербач

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Виды, классификация, характеристики добавок

Добавки для бетонов - природные или искусственные химические вещества, вводимые в бетонную смесь в количестве не более 5% от массы цемента с целью улучшения ее технологических свойств и физико-технических показателей бетонов, придания им новых свойств.

Добавки водоудерживающие - вещества, снижающие водоотделение бетонных смесей.

Добавки водоредуцирующие - вещества, снижающие расход воды в бетонной смеси требуемой удобоукладываемости.

Добавки воздухововлекающие - поверхностно-активные органические вещества, обеспечивающие вовлечение воздуха в бетонную смесь при ее перемешивании.

Добавки газообразующие - вещества, обеспечивающие газообразование за счет химического взаимодействия с продуктами гидратации цемента.

Добавки гидрофобизирующие - вещества, придающие бетону гидрофобные свойства и снижающие водопоглощение бетона.

Добавки кольматирующие - вещества, способствующие заполнению пор в бетоне водонерастворимыми продуктами.

Добавки комплексные - химические вещества, обладающие полифункциональным действием и содержащие в своем составе две и более однокомпонентные добавки.

Добавки минеральные - природные или искусственные неорганические вещества, способные при контакте с водой образовывать тесто (суспензию) или подвергаться гидратации.

Добавки однокомпонентные - химические вещества, полученные в результате химического синтеза или переработки природных веществ и не содержащие дополнительно других веществ, являющихся добавками для бетонов.

Добавки пенообразующие - поверхностно-активные органические вещества, обеспечивающие получение технической пены требуемой кратности и стойкости, которые при смешении с компонентами бетонной смеси позволяют получать бетоны ячеистой или поризованной структуры.

Добавки пластифицирующие - вещества, улучшающие показатели удобоукладываемости бетонных и растворных смесей.

Добавки, повышающие защитные свойства бетона по отношению к стальной арматуре - вещества, улучшающие коррозионное состояние арматуры в бетоне в агрессивных по отношению к ней средах.

Добавки противоморозные - вещества, обеспечивающие твердение бетона при отрицательных температурах.

Добавки, регулирующие свойства бетонных смесей, - вещества, изменяющие свойства бетонных смесей в требуемом направлении.

Добавки, регулирующие сохраняемость бетонных смесей, - вещества, увеличивающие или уменьшающие время потери подвижности бетонной смеси.

Добавки, регулирующие твердение бетона, - вещества, изменяющие кинетику набора прочности бетона.

Добавки стабилизирующие - вещества, снижающие расщепление бетонных смесей.

Добавки, улучшающие перекачиваемость, - вещества, снижающие давление в трубопроводе бетононасоса.

1. Основная классификация

1 В зависимости от назначения (основного эффекта действия) добавки для бетонов подразделяют на виды.

1.1 Регулирующие свойства бетонных смесей:

а) пластифицирующие: - гиперпластификаторы; - пластифицирующие I группы (суперпластификаторы/водоредуцирующие); - пластифицирующие II группы (сильнопластифицирующие); - пластифицирующие III группы (пластифицирующие); - пластифицирующие IV группы (слабопластифицирующие);

б) стабилизирующие;

в) водоудерживающие;

г) улучшающие перекачиваемость;

д) регулирующие сохраняемость бетонных смесей: замедляющие потерю подвижности; ускоряющие потерю подвижности;

е) поризующие: - воздухововлекающие; газообразующие; пенообразующие (для легких бетонов).

1.2 Регулирующие твердение бетона: ускоряющие твердение; замедляющие твердение; противоморозные I и II групп.

1.3 Регулирующие свойства бетона: расширяющие; кольматирующие; гидрофобизирующие I, II и III групп; повышающие защитные свойства бетона по отношению к стальной арматуре.

2. В зависимости от количества входящих в состав добавок продуктов они подразделяются на однокомпонентные (ДО) и комплексные (ДК).

3. По агрегатному состоянию добавки подразделяют на жидкие - Ж, пастообразные - П, твердые - Т.

4. По химической природе подразделяют на органические и неорганические.

5. В зависимости от водородного показателя (значения pH) добавки подразделяют на кислые, нейтральные и основные.

6. Условное обозначение добавки при заказе должно состоять из сокращенного наименования добавки, сокращенного обозначения агрегатного состояния, значения массовой доли сухого вещества и обозначения нормативного документа на конкретный вид добавки.

Пример условного обозначения добавки при заказе лигносульфонатов технических жидких с массовой долей сухих веществ 50%:

ЛСТ Ж 50 ТУ 13-0281036-05-89.

Наименование, условные сокращенные обозначения однокомпонентных и комплексных добавок согласно СТБ 1112 указаны в таблицах 1 и 2 соответственно. На практике вместо официального стандартного наименования добавки может указываться торговое название и соответствие её требованиям ТУ, ГОСТ или СТБ.

Таблица 1 – Наименование добавок и их условные обозначения

Вид добавок по СТБ 1112	Однокомпонентные добавки	
	Наименование	Условное сокращенное обозначение
1	2	3
Пластифицирующая I группы	Пластификатор С-3	С-3
	Разжижитель 10-03	10-03
	Суперпластификатор "Дофен"	ДФ
	Пластификатор НКНС 40-03	40-03
	Разжижитель СМФ	СМФ
Пластифицирующая II группы	Пластификатор СПС	СПС
	Пластификатор Аллассан	АПЛ
Пластифицирующая III группы	Лигносульфонаты технические модифицированные	ЛСТМ-2
	Пластификатор лигносульфонатный	ПЛС-1
	Добавка для бетонной смеси ЛМГ	ЛМГ
Пластифицирующая IV группы	Барда мелассная последрожевая упаренная	УПБ
	Водорастворимый препарат ВРП-1	ВРП-1
	Лигносульфонаты технические марки В	ЛСТ
	Побочный продукт производства капролактама модифицированный	ЩСПК-м
	Побочный продукт производства капролактама	
	Мылонафт	ЩСПК
Жидкости ГЮЖ-10, ГЮЖ-11	М ГЮЖ-10, ГЮЖ-11	
Замедляющие потерю подвижности	Патока кормовая	КП
	Тетраборат натрия (бура)	ТБН
	Лигносульфонаты технические	ЛСТ
Воздухововлекающая	Смола нейтрализованная воздухововлекающая	СНВ
	Смола древесная омыленная	СДО
	Вспомогательный препарат	ОП
	Сульфолон	С
Ускоряющая потерю подвижности	Поташ	П
	Жидкое стекло	ЖС

Продолжение таблицы 1

1	2	3
Газообразующая	Жидкость гидрофобизирующая 136-41 Этилгидросесквиоксан Пудра алюминиевая Паста алюминиевая	ГЮК-94 ПГЭН ПАП ПА
Кольматирующая (Уплотняющая)	Дизитиленгликолевая смола Триэтиленгликолевая смола Полиаминная смола Битумная эмульсия Сульфат алюминия Сульфат железа Хлорид железа Нитрат кальция	ДЭГ-1 ТЭГ-1 С-89 БЭ СА СЖ ХЖ НК
Ускоряющая тверде- ние	Хлорид кальция Нитрат кальция Нитрит-нитрат кальция Нитрат натрия Нитрит-нитрат-хлорид кальция Сульфат натрия Тринарийфосфат Полиметаллический водный конц.	ХК НК ННК НН, ННХК СН ТНФ ПВК
Гидрофобизирую- щая	Жидкость гидрофобизирующая 136-41 Этилгидросесквиоксан Мылонафт Жидкости ГЮК-10, ГЮК-11	ГЮК-94 ПГЭН М, ГЮК-10, ГЮК-11
Повышающая за- щитные свойства бетона по отноше- нию к стальной ар- матуре	Нитрит натрия Тетраборат натрия Бихромат натрия Бихромат калия Катапин-ингибитор	НН ТБН БХН БХК КИ-1

Таблица 2 – Комплексные добавки

Вид добавок по СТБ1112	Комплексные добавки	
	Условное сокращенное обозначение	Количество добавок в соста- ве комплексных в процентах от массы цемента (в расчете на сухое вещество)
1	2	3
Пластифицирующие	С-3 + ЛСТ	(0,3-0,45)+(0,15-0,25)
Пластифицирующие пласти- фицирующе- воздухововлекающие	С-3 + ЩСПКм ЛСТ + ЩСПКм (ЩСПК)	(0,35-0,45)+(0,15-0,25) (0,1-0,3)+(0,1-0,2)
Пластифицирующие возду- хововлекающие	С-3 + СНВ ЛСТ+(СНВ, С, ОП, ВРП-1 + С	(0,5-0,7)+(0,002-0,01) (0,1-0,25)+(0,002-0,01) (0,005-0,02)+(0,005-0,02)
Пластифицирующие газообразующие	ЛСТ+(ГЮК-94, ПГЭН)	(0,1-0,3)+(0,05-0,1)

Продолжение таблицы 2

1	2	3
Пластифицирующие ускорители твердения	(ЛСТ, УПБ) + (СН, ХК, НН, НК, ННХК)	(0,1-0,3)+(0,5-1,5)
Пластифицирующе-воздухововлекающие, воздухововлекающие	ЩСПКм (ЩСПК) +(СНВ, С, ОП)	(0,1-0,3)+(0,002-0,01)
Пластифицирующие, воздухововлекающие и ускорители твердения	ЛСТ+СНВ+(СН, НК)	(0,1-0,2)+(0,01-0,03)+(0,5-1,5)
Пластифицирующие, воздухововлекающие и повышающие защитные свойства бетона по отношению к стальной арматуре	ЛСТ+СНВ+ННК	(0,1-0,15)+(0,01-0,03)+(0,5-1,5)
Пластифицирующие, газообразующие и ускорители твердения	ЛСТ+(ГЮК-94, ПГЭН)+СН	(0,1-0,15)+(0,05-0,1)+(0,5-1,5)
Пластифицирующе-воздухововлекающие и ускорители твердения	ЩСПКм (ЩСПК)+(НК, СН, ТНФ), ГЮК-10(11)+НК	(0,1-0,35)+(0,5-1,5) (0,1-0,2)+(0,5-1,5)
Воздухововлекающие и ускорители твердения	СНВ+(СН, НК, ННХК)	(0,005-0,02)+(0,5-1,5)
Воздухововлекающие и повышающие защитные свойства бетона по отношению к стальной арматуре	СНВ + (НН, ННК)	(0,005-0,02)+(0,5-1,5)
Газообразующие и ускорители твердения	(ГЮК-94, ПГЭН)+НК	(0,05-0,1)+(0,5-1,5)
Уплотняющие и замедлители схватывания	(НК, СА, ХЖ, СЖ)+ЛСТ	(0,5-2)+(0,15-0,25)
Ускорители твердения и повышающие защитные свойства бетона по отношению к стальной арматуре	ХК + (НН, ННК)	(0,5-3)+(0,5-3)
Повышающие защитные свойства бетона по отношению к стальной арматуре	НН + (ТБН, БХН, БХК)	(1,8-2)+(0,2-0,5)
Пластифицирующие и ускорители твердения	С-3 + СН С-3 + ЛСТ + СН	(0,4-0,6)+(0,5-1) (0,35-0,45)+(0,15-0,2)+(0,5-1,5)

Примечание — Из компонентов, указанных в скобках в графе 2, применяется только один.

Добавки, указанные в предыдущих таблицах, необходимо вводить в состав бетонов с учетом ограничений, приведенных в таблице 3.

Таблица 3 – Условия введения добавок

Изделия и конструкции, условия их эксплуатации	Запрещается введение добавок
1 Предварительно-напряженные железобетонные изделия и конструкции	ХК, ХЖ, ННХК, УПБ, ЛМГ, ПВК
2 То же, армированные сталью группы III (по таблице 9 СНиП 2.03.11)	ХК, ХЖ, ННХК, УПБ, НК, ННК, ЛМГ, ПВК
3 Железобетонные изделия и конструкции:	
3.1 с ненапрягаемой рабочей арматурой диаметром 5 мм и менее	ХК, ХЖ, ЛМГ, ПВК
3.2 имеющие выпуск арматуры или закладные детали:	
3.2.1 без специальной защиты стали	ХК, ХЖ, ННХК, ЛМГ, ПВК
3.2.2 с цинковыми покрытиями по стали	ХК, ХЖ, ННХК, СН, ТНФ, НК, ЛМГ, ННК, БХН, БХК, ПВК
3.2.3 с алюминиевыми покрытиями по стали	ХК, ХЖ, СН, ТНФ, БХН, БХК, НН, НН ₁ , ПВК, ЛМГ
3.3 предназначенные для эксплуатации:	
3.3.1 в агрессивных газовых средах	ХК, ХЖ, ПВК, ЛМГ
3.3.2 в зоне переменного уровня воды и в зонах действия блуждающих постоянных токов от посторонних источников	ХК, ХЖ, ННХК, ПВК, ЛМГ
3.3.3 в агрессивных сульфатных водах и в растворах солей и едких щелочей при наличии испаряющихся поверхностей	ХК, ХЖ, ННХК, НК, ННК, ПВК, ЛМГ
3.3.4 в жидких и газовых средах в нормальном, влажном и мокром режимах при наличии в заполнителе включений реакционно-способного кремнезема	ХК, ХЖ, СН, ТНФ, НН, НН ₁ , ТБН, БХН, БХК, ПВК, ЛМГ
3.4 для электрифицированного транспорта и промышленных предприятий, потребляющих постоянный электрический ток	ХК, ХЖ, ННХК, СН, ТНФ, СА, СЖ, НК, ННК, НН, НН ₁ , ТБН, БХН, БХК, ПВК, ЛМГ

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

2.1 Для добавок в бетоны устанавливаются следующие показатели качества: нормируемый уровень эффективности; внешний вид (цвет, состояние, однородность); массовая доля сухого вещества; водородный показатель (рН); содержание нерастворимых веществ (при необходимости); плотность; содержание ионов (оксидов), ухудшающих коррозионное состояние арматуры в бетоне (Cl^{-1} , NO_3^{-1} , других – серу содержащих ионов в пересчете на SO_3^{-2}) или вызывающих опасность коррозии бетона (Na_2O , K_2O для щелочесодержащих веществ); температурный интервал, в пределах которого добавка сохраняет свои свойства (температура хранения); температура заморозания (для жидких); изменение свойств при размораживании; значения активных компонентов по ИР-спектрам согласно эталону (для органических добавок); удельная эффективная активность естественных радионуклидов для твердых добавок.

2.2 В нормативной документации на конкретный вид добавки допускается вводить дополнительные показатели, отражающие специфику добавки. Целесообразность применения конкретной добавки для бетона должна устанавливаться с учетом возможных дополнительных эффектов от действия добавки, в том числе на коррозионное состояние арматуры в бетоне.

2.3 Добавка по основному эффекту действия должна соответствовать нормируемому уровню по критериям эффективности.

Таблица 4 – Критерии эффективности добавок

Вид добавки	Критерий и нормируемый уровень эффективности	
	1	2
Пластифицирующая I группы 1.1 гиперпластификатор		Увеличение подвижности бетонной смеси от марки П1 до П5, растворной смеси от марки Пк1 до Пк4 с дополнительным снижением водопотребности не менее чем на 2,5%, без снижения прочности бетона в возрасте 28 суток. Подвижность смеси состава в течение 30 минут не должна снизиться более чем на одну марку.
1.2 суперпластификатор		Увеличение подвижности бетонной смеси от марки П1 (ОК=2+4 см) до П5, растворной смеси от марки Пк1 до Пк4, допускается снижение прочности бетона (раствора) в возрасте 28 суток не более чем на 5%. Подвижность смеси основного состава в течение 30 минут не должна снизиться более чем на одну марку.
II группы сильнопластифицирующая		Увеличение подвижности бетонной смеси от марки П1 (ОК=2+4 см) до П4, растворной смеси от марки Пк1 до Пк3, допускается снижение прочности бетона (раствора) во все сроки твердения не более чем на 5%. Подвижность смеси основного состава в течение 30 минут не должна снизиться более чем на одну марку.
III группы пластифицирующая		Увеличение подвижности бетонной смеси от марки П1 (ОК=2+4 см) до П3, растворной смеси от марки Пк1 до Пк2, допускается снижение прочности бетона (раствора) во все сроки твердения не более чем на 5%. Подвижность смеси основного состава в течение 30 минут не должна снизиться более чем на одну марку.

Продолжение таблицы 4

1	2
Стабилизирующая	Показатель раствороотделения и водоотделения бетонной смеси с маркой П5, растворной смеси – Пк4, легкобетонной смеси ПЗ должен быть соответственно не более 2,5 % и 2%
Улучшающая перекачиваемость	Снижение давления в бетоноводе при перекачивании бетонной смеси не менее 20 %.
Замедляющая потерю подвижности	Показатель увеличения времени потери подвижности бетонной смеси от исходного значения до 2 см должен быть не менее 2 при температуре окружающего воздуха (20±5) °С.
Ускоряющая потерю подвижности	Показатель уменьшения времени потери подвижности бетонной смеси должен быть не менее 0,25 при температуре окружающего воздуха +20±5 °С. Прочность бетона основного состава в возрасте 28 суток должна быть не менее 80 % прочности бетона контрольного состава.
Воздухововлекающая для легких бетонов для тяжелых бетонов	Объем вовлеченного воздуха в бетонную смесь в пределах 6—15 % с получением слитной структуры бетона. Потеря вовлеченного воздуха после 30 минут выдержки смеси не более 25 %. Отсутствие снижения прочности при одинаковой средней плотности бетона в возрасте 28 суток. Воздухосодержание в уплотненной бетонной смеси 3—5 % по объему. Повышение морозостойкости бетона в 2 раза и более. В возрасте 28 суток прочность бетона основного состава не менее 75 % прочности бетона контрольного состава.
Пеннообразующая для легких бетонов	Объем воздуха, введенного в бетонную смесь с заранее приготовленной пеной, в пределах 10—25 %. Потеря воздуха после 30 минут выдержки смеси не более 25 %. Отсутствие снижения прочности при одинаковой средней плотности бетона в возрасте 28 суток
Газообразующая для легких бетонов	Пористость, созданная в бетонной смеси за счет газообразования, в пределах 15-25 %. Период активного газовыделения от 5 до 30 минут. Отсутствие снижения прочности при одинаковой средней плотности бетона в возрасте 28 суток
Газообразующая для тяжелых бетонов	Объем выделившегося газа в уплотненной бетонной смеси 1,5-3,5 %. Повышение морозостойкости бетона в 2 раза и более. В возрасте 28 суток прочность бетона основного состава не менее 75 % прочности бетона контрольного состава
Ускоряющая твердение	Повышение прочности бетона на 20 % и более в возрасте 1 суток нормального твердения и на 30 % и более в возрасте 2 суток при температуре +5...7°С. В возрасте 28 суток прочность бетона основного состава не менее 90 % прочности бетона контрольного состава
Замедляющая твердение	Снижение прочности бетона на 30 % и более в возрасте до 7 суток

Продолжение таблицы 4

1	2
Противоморозная I группы II группы	Прочность бетона основного состава, твердевшего при температуре минус (15±5)°С в течение 28 суток не менее 30 % от марочной прочности бетона контрольного состава, твердеющего при температуре плюс (20±3)°С. В возрасте 28 суток нормального твердения прочность бетона основного состава не менее 90 % прочности бетона контрольного состава Прочность бетона основного состава, твердевшего при температуре минус (7±3)°С в течение 28 суток не менее 30 % от марочной прочности бетона контрольного состава, твердеющего при температуре плюс (20±3)°С. В возрасте 28 суток нормального твердения прочность бетона основного состава не менее 90 % прочности бетона контрольного состава
Расширяющая	Деформации расширения в свободном состоянии не менее 0,05%, самонапряжение не менее 1,0МПа
Кольматирующая	Повышение марки бетона по водонепроницаемости на 2 ступени и более
Гидрофобизирующая I группы II группы III группы	Снижение водопоглощения бетона в 5 раз и более через 28 суток твердения Снижение водопоглощения бетона в 2—4,9 раза через 28 суток твердения Снижения водопоглощения бетона в 1, 4—1,9 раза через 28 суток твердения
Повышающая защитные свойства бетона по отношению к стальной арматуре	Обеспечение значения плотности тока пассивации стали не менее 10мкА/см ² при потенциале пассивации стали 300 мВ для бетона основного состава с добавкой 3 % CaCl ₂

Методы определения эффективности добавок нормируются по ГОСТ 30459-96

3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Исследование эффективности суперпластификатора

Общие сведения о суперпластификаторах.

Суперпластификаторы можно разделить на четыре группы:

1. Сульфированные меламинформальдегидные соединения (MSF) – сульфированные продукты конденсации меламина с формальдегидом. Для модификации структуры меламинформальдегидного олигомера с целью придания пластифицирующих свойств часто используют натриевую соль *p*-аминобензосульфокислоты;
2. Нафталиновые – сульфированные нафталинформальдегидные соединения (NSF), как, например, олигомеры и полимеры на основе формальдегида и натриевой соли β -нафталинсульфокислоты;
3. Модифицированные (рафинированные и практически не содержащие сахаров) лигносульфонаты (MLS) или соли лигносульфоновых кислот;
4. Гиперпластификаторы – производные полиоксикарбонных кислот (SP) поликарбоксилаты (PA) и др.

Таблица 5 – Классификация суперпластификаторов

Год открытия	Группа	Тип	Снижение водосодержания %	Наименование
1960	1	Сульфомеламинформальдегидные соединения (MSF)	15-30	10-03 Мелмент НИЛ-10
1932	2	Сульфонафталинформальдегидные соединения (NSF)	15-25	СЗ 40-03 Дофен
1939	3	Модифицированные лигносульфонаты (MLS)	5-15	ЛСТМ Пластимент
1993	4	Поликарбоксилаты (PA)	20-30	Зика Вис- кокрит BV40
1997	4	Эфир поликарбоксилановый (PAE)	25-45	
1997	4	Сополимер акриловый (CAE)	25-40	Флюкс

3.2 Технические свойства бетонной смеси

При изготовлении железобетонных изделий и бетонировании монолитных конструкций с применением высокоподвижных смесей необходимо постоянно контролировать подвижность или **удобоукладываемость смеси**, т.е. способность заполнять форму, опалубку при данном способе уплотнения, сохраняя свою однородность. Для оценки удобоукладываемости пластичных, высокоподвижных и литвых бетонных смесей могут применяться как стандартизированные методики (осадка и расплыв стандартного конуса), так и методы, рекомендуемые в различных источниках и более приближенные к реальным условиям укладки (шар Келли, U box test, L box test и т. д.) с приведением полученных результатов в случае необходимости к стандартизированным значениям.

Марка по подвижности бетонной смеси характеризуется измеряемой осадкой (ОК) конуса (ОК), отформованного из бетонной смеси, подлежащей испытанию (рис. 1). Подвижность бетонной смеси вычисляют как среднее из двух определений, выполненных из одной пробы смеси. Если среднее значение осадки конуса 0 см, то удобоукладываемость бетонной смеси характеризуется жёсткостью.

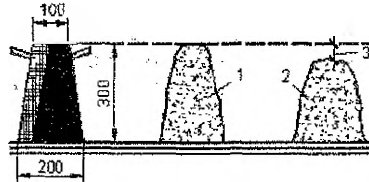


Рис. 1 – Определение удобоукладываемости бетонной смеси по осадке конуса: 1- жёсткая смесь; 2- подвижная смесь; 3- осадка конуса

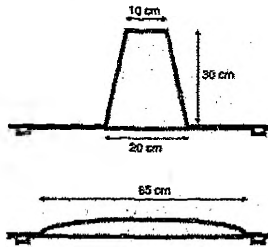


Рис. 2 – Определение удобоукладываемости бетонной смеси по распылу конуса

Таблица 6 – Марки бетонной смеси по реологическим характеристикам

Марка по жесткости		Марка по подвижности (осадке конуса)		Марка по распылу конуса	
Марка	Жесткость (Ж), с	Марка	Осадка конуса (ОК), см	Марка	Распыл конуса (РК), см
СЖ3	Более 100	П1	1—4	РК-1	Менее или равно 34
СЖ2	51—100	П2	5—9	РК-2	35—41
СЖ1	41—50	П3	10—15	РК-3	42—48
Ж4	31—40	П4	16—20	РК-4	49—55
Ж3	21—30	П5	21—25	РК-5	56—62
Ж2	11—20			РК-6	Более 62
Ж1	5—10				

Примечания

1 Марка по распылу конуса бетонной смеси устанавливается для смесей марки по подвижности П4 и выше.

2 Марки бетонной смеси, приведенные в таблице, между собой не связаны. В отдельных случаях марка может назначаться при подборе состава по заданному значению за пределами таблицы. Для бетонов, уплотняемых по специальным технологиям (например, при сухом формовании), удобоукладываемость смеси не классифицируется.

Марка бетонной смеси по расплыву конуса (РК). Определяют в следующей последовательности: бетонной смесью заполняют конус с воронкой по СТБ 1545 (предварительно увлажненные ветошью) в один прием без штыкования. Конус во время заполнения должен быть плотно прижат к листу. Воронку снимают, избыток смеси срезают кельмой вровень с верхними краями конуса, и заглаживают верхнюю поверхность.

Время от начала заполнения конуса до его снятия не должно превышать 2 мин. Конус плавно снимают с отформованной бетонной смеси в строго вертикальном направлении. Время, затраченное на съём конуса, должно составлять 3—5 с. Смесь не должна иметь признаков явного расслоения и водоотделения и должна равномерно распределиться по поверхности в виде круга или эллипса с соотношением длин диаметров не более 1:1,5 (рис. 2).

Определение значения РК начинают после полного прекращения растекания смеси на металлическом поддоне. Диаметр смеси измеряют во взаимно перпендикулярных направлениях металлической линейкой длиной не менее 600 мм. Диаметр расплыва конуса оценивают по нижнему диаметру лепешки (в сантиметрах), образовавшейся в результате расплыва бетонной смеси. В качестве расчетного значения принимают среднее арифметическое из измерений по двум направлениям. Испытания проводят не менее 2 раз. Расхождение результатов двух определений считается допустимым, если оно не превышает 10 %. При большем расхождении результатов, определение повторяют на новой пробе.

Определение критерия виброформуемости по методике, изложенной в «Рекомендациях по технологии возведения монолитных железобетонных конструкций с применением литевых бетонных смесей» [19], с применением прибора «ВТ-1» (аналог U box test). При текущем контроле качества литевой бетонной смеси необходимо отобрать пробу из объёма исследуемой смеси в количестве 7 литров по СТБ 1545 и СТБ 1035. Испытания должны проводиться на ранее 15 минут и не позднее 20 минут с момента окончания перемешивания смеси. Перед проведением испытаний необходимо увлажнить внутренние поверхности загрузочной воронки, прибора «ВТ-1», кельм, металлического стержня. Бетонная смесь укладывается в накопительную стеклянную трубу в 2 слоя высотой по 300мм с обязательным уплотнением штыковкой 3-4 раза каждого слоя. Бетонная смесь кельмой срезается заподлицо с краями накопительного сосуда. После чего открывается заслонка с одновременным включением секундомера. Секундомер выключается после полного истечения бетонной смеси, фиксируется время прекращения движения смеси с точностью до 1 секунды. Измеряется расчетная высота уровней с погрешностью до 0,5см согласно схеме (рис.3).

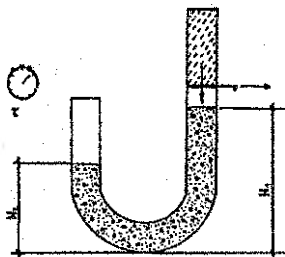


Рис. 3 – Схема определения формуемости на приборе «ВТ-1»

Испытания проводят не менее 2 раз с вычислением среднего арифметического из полученных значений. По полученным значениям h_1 , h_2 , $t_{пол}$ рассчитывается комплексный параметр удобоукладываемости литевой бетонной смеси по формуле:

$$\Phi = (h_1 - h_2) \cdot t_{пол} \text{ (см}^*\text{с)}$$

По значению параметра формуемости Φ можно определить тип литевой смеси и особенности уплотнения по таблице 7.

Таблица 7 – Классификация литевых бетонных смесей

№	Тип смеси	Величина параметра Φ (см*с)	Особенности уплотнения
1	Л-1	116-160	Требуется кратковременная вибрация до 5-6 сек.
2	Л-2	76-115	Виброуплотнение может производиться 4-5 сек.
3	Л-3	36-75	Рекомендуется виброуплотнение 2-3 сек.
4	Л-4	10-35	Возможен отказ от виброуплотнения.

Связность бетонной смеси обуславливает однородность строения и свойств бетона. Очень важно сохранить однородность бетонной смеси при перевозке, укладке в форму и уплотнении. При уплотнении подвижных бетонных смесей происходит сближение составляющих её зерен, при этом часть воды отжимается вверх. **Уменьшение количества воды затворения при применении пластифицирующих добавок и повышение водоудерживающей способности бетонной смеси путём правильного подбора зернового состава заполнителей являются главными мерами борьбы с расслоением подвижных бетонных смесей.**

3.3 Ход работы

Задание 1. Необходимо исследовать в стандартных условиях (ГОСТ 30459-96) соответствие имеющейся добавки критериям эффективности. Вид добавки задаёт преподаватель.

Задание 2. Необходимо подобрать состав бетонной смеси марки по подвижности П4 или П5, используя имеющиеся составляющие и суперпластификатор.

Порядок выполнения лабораторной работы

1. Используя заранее определённые характеристики исходных сырьевых материалов, по любой из методик либо исходя из требований стандартов для определения критериев эффективности добавок, определяется начальный номинальный (лабораторный) состав бетонной смеси для изготовления бетона с характеристиками, задаваемыми преподавателем.

2. Изготавливается пробный замес объёмом 5,4 литра, определяется подвижность и плотность бетонной смеси. В случае получения свойств бетонной смеси, отличающихся от заданных, в смесь добавляются необходимые компоненты для их достижения.

Номинальный начальный состав, количество добавляемых компонентов при корректировке свойств, а также пересчитанный уточнённый номинальный состав заносятся в таблицу 8.

Таблица 8 – Реологические характеристики бетонных смесей

Объём	Состав бетона, кг						ОК, см.	$R_{б.см.}$ кг/м ³	$R_{б.}$ кг/м ³
	Ц	П	Щ	В	ВЦ	Д %			
									-
									-

3. Из бетонной смеси в металлических формах изготавливаются образцы кубы размерами 10 x 10 x 10 см., уплотняемые вибрированием, которые по достижении нужного возраста подвергаются испытаниям. Результаты испытаний, а также рассчитанные характеристики бетона заносятся в таблицу 9.

Таблица 9 – Характеристики бетона

N	Размеры, см	$S, \text{мм}^2$	$P, \text{Н}$	$R^n, \text{МПа}$	$R^{28}, \text{МПа}$	$\bar{R}_{\text{пр}}, \text{МПа}$	$\bar{R}_{\text{теор}}, \text{МПа}$	%
1								
2								
3								

4. По отклонению полученных характеристик добавки от заявляемых, согласно критерию эффективности, либо от требуемых характеристик бетона по заданию, делается вывод об оптимальности выбранного состава или соответствия добавки критериям её эффективности. Вырабатываются рекомендации по корректировке состава и эффективному применению добавки.

5. По результатам проделанной работы записывается вывод, в котором должны быть следующие пункты:

- **заданные** характеристики бетонной смеси и бетона либо уровни критериев эффективности добавки;
- **полученные** характеристики бетонной смеси и бетона либо уровни критериев эффективности добавки по основному и сопутствующему действию добавки;
- **соответствие или несоответствие** характеристик бетона или критериев эффективности добавки заявляемым, наиболее вероятные причины отклонения (если есть) полученных характеристик от требуемых;
- **рекомендации для корректировки** состава, технологии изготовления бетона, эффективного использования добавки и т.д.

Вариант №1

Подбор состава бетона с пластифицирующей добавкой (с использованием известных для данного вида добавки корректировочных коэффициентов)

1. Определяем значение коэффициента пластификации цементного теста (для добавки на основе ЛСТ):

При содержании добавки в кол-ве 0,3 % от массы цемента $K_{бл.}$ принимаем $=0,91$. Коэффициент снижения водопотребности $K_{с.в.} = 0,86$. Тогда

$$K_y = 1/K_{с.в.}$$

$$K_{пл} = K_y \cdot K_{бл.}$$

2. Относительное водосодержание цементного теста в бетонной смеси:

$$X = \sqrt{\frac{K_x \cdot K_3 \cdot K_{пл} \cdot R_{ц}}{R_{сж}}} \quad K_x = 2,55 - 4,29K_{нр}$$

K_3 – коэффициент, учитывающий вид заполнителя (отношение модуля упругости заполнителя и растворной части) при 1=1;
2=0,95; 3=0,9; 4=0,85.

3. Прочность бетона:

$$R_{сж} = K_x \cdot K_3 \cdot K_{пл} \cdot R_{ц} / X^2$$

4. Объем крупного заполнителя определяем по подвижности бетонной смеси 5-9см, и $X=1,55$ составляет $0,8м^3$

5. Расход крупного заполнителя : $K_1 = V_k \cdot \rho_k$

6. Объем песка в бетоне : $V_n = (1 - V_k) + V_k \cdot \Pi_k$

7. Расход песка в бетоне: $\Pi_1 = V_n \cdot \rho_n$

8. Объем пустот в смеси заполнителей: $V_{п.с.} = V_n \cdot \Pi_n$

9. Суммарная площадь поверхности зёрен заполнителя :

$$S_{см} = S_n + S_k = 16\Pi_1 K_{ф.п.} (P_{2,5} + 2P_{1,2} + 4P_{0,6} + 8P_{0,14} + 32P_{0,1}) / \rho_n + K_1 K_{ф.к.} (P_{40} + 2P_{20} + 4P_{10} + 8P_5) / \rho_k$$

10. Объем бетонной смеси : $V_{б.с.} = 1 + 0,000013 \cdot S_{см}$

Объем цементного теста в бетонной смеси :

$$V_t = (V_{п.с.} + 0,000013 \cdot S_{см}) / V_{б.с.}$$

11. Изменённое значение $K_{нр}$: $K'_{нр} = K_{нр} \cdot K_{св}$

Расход цемента при $x=1,65$ и $\varphi = 1$ $\text{Ц} = 1000 \cdot V_t / [\varphi \cdot (1000/\rho_{ц} + x \cdot K'_{нр})]$

12. Корректировка расхода заполнителей:

$$K = K_1 / V_{б.с.} \quad \Pi = \Pi_1 / V_{б.с.}$$

13. Общее водопоглощение заполнителя :

$$V_3 = 0,0001 [\Pi \cdot \sum P_{нр} \cdot V_{зi} + K \cdot \sum P_{кi} \cdot V_{зi}]$$

14. Общий расход воды в бетоне: $V = \text{Ц} \cdot X \cdot K'_{нр} + V_3$

15. Средняя плотность бетонной смеси: $\rho_{б.с.} = \text{Ц} + \Pi + K + V$

Вариант №2

Методика подбора составов бетонов литьевого формирования

1. Подбор состава бетона производится в соответствии с требованиями СТБ 1182-99. Представленная ниже методика разработана на основании результатов экспериментальных исследований с учетом «Рекомендаций по определению составов обычного и пластифицированного бетонов».

Подбор состава бетона литьевого формирования производится в следующем порядке:

назначается ориентировочный расход цемента Π_{np} по заданной проектной прочности бетона и максимальной удобоукладываемости смеси (например по СНиП 5.01.23-83 «Типовые нормы расходов цемента...»).

Рассчитываются параметры и структурно – механические характеристики смеси сухих заполнителей:

- соотношение масс смеси заполнителей:

$$n = \frac{700 - \Pi_{np}}{750 - 0,9\Pi_{np}} + 0,1M_x - 0,1,$$

где M_x - модуль крупности песка;

- средняя плотность зерен заполнителя

$$\rho_s = (1+n) / (n/\rho_m + 1/\rho_{xp}),$$

где ρ_s, ρ_{xp} - плотности зерен мелкого и крупного заполнителей;

- плотность смеси заполнителей в виброуплотненном состоянии:

$$\rho_{o.s} = \frac{1+n}{\frac{1-K_{m(ГР)}}{\rho_{o.xp}} + \frac{K_{m(ГР)}}{\rho_{xp}} + \frac{n}{\rho_{o.m}}} \quad (\text{кг/м}^3),$$

где $\rho_{o.xp}, \rho_{o.m}, \rho_{o.s}$ - насыпная плотность крупного, мелкого заполнителей и их смеси в виброуплотненном состоянии, кг/м^3 ;

$K_{m(ГР)}$ - коэффициент, учитывающий степень уплотнения мелкого заполнителя в пустотах крупного:

$$\text{для щебня: } K_{m(ГР)} = (2,35n - 0,1) / (2 + n)$$

$$\text{для гравия: } K_{m(ГР)} = 0,4 + 0,163 * n * (5,2 - M_x)$$

- пустотность смеси заполнителей в виброуплотненном состоянии

$$m_{n.s} = 1 - \rho_{o.s} / \rho_s$$

Объемная концентрация цементного теста, находящегося в межзерновом пространстве заполнителей $m_{т.2}$, определяется как разница между пустотностью смеси заполнителей и относительным содержанием воздуха $m_{в.см.}$.

При этом значении $m_{в.см.}$ рекомендуется принимать: при использовании суперпластификатора С-3 0,03...0,035; при использовании суперпластификатора СПС-1 0,035...0,04. В случае применения совместно с указанными добавками, добавки ПВК значение $m_{в.см.}$ можно принимать равным 0,03.

Объемная концентрация цементного теста $m_{т.1.В.}$, идущего на раздвижку зерен заполнителя, и воды, иммобилизованной им, а также водоцементное отношение без учета воды, поглощенной заполнителем $(B-B_{погл.})/Ц$, находятся при совместном графическом (или аналитическом) решении уравнений прочности бетона и формуемости литье-вой бетонной смеси, выражаемой величиной Φ (см * с). Для этой цели используются следующие формулы и уравнения.

Уравнение прочности тяжелого пластифицированного бетона литьевого формирования:

$$R_B = \frac{K_{М.Щ(зр)} (0,18R_u + 5) (m_{т.1.В.} + m_{т.2.})}{(0,09K + 0,5(m_{т.1.В.} + m_{т.2.})) (B - B_{погл}) / Ц} * K_{R.M.} (МПа),$$

где κ – коэффициент K для щебня равен 1, для гравия - 0,9.

Коэффициент $K_{R.M.}$, учитывающий изменение прочности бетона за счет введения химических добавок, принимаемый равным:

Для (С-3)+ ПВК = 1,05;

Для (СПС-1)+ ПВК = 1,10.

Коэффициенты $K_{М.Щ(зр)}$ определяются по формулам:

$$K_{М.Щ} = 1 - 0,6(3,5 - M_k) (Ц_{нр} - 450) * 10^{-3} = 1$$

$$K_{М.зр} = 1 - (3 - 0,6M_k) (Ц_{нр} - 450) * 10^{-3} = 1$$

Уравнение формуемости пластифицированной литьевой бетонной смеси:

$$\Phi = a + 100 \left(1,9 - \frac{B - B_{погл.}}{Ц * K_{н.з.м.}} \right)^2,$$

где $a = 3,7 * (0,095 - m_{т.1.В.}) * 10^3$,

$K_{н.з.м.}$ – коэффициент нормальной густоты пластифицированного цементного теста;

$B_{погл.}$ – количество воды, поглощенной заполнителем, л/м³.

Строятся графики в координатах $m_{T.1.B}$ и $(B-B_{\text{полн}})/Ц$, функции прочности пластифицированного бетона и формуемости литьевого смеси.

Точка пересечения двух уравнений прочности бетона литьевого формования и формируемости бетонной смеси дает искомое значение ($m_{T.1.B}$) и $(B-B_{\text{полн}})/Ц$. При этом значение $m_{T.1.B}$ для пластифицированного бетона должно быть не менее 0,05. Далее расчет состава производится следующим образом.

Определяется общая объемная концентрация цементного теста и воды, иммобилизированной заполнителем:

$$m_{T.B.} = m_{T.1.B} + m_{T.2}$$

Рассчитаем расход цемента:

$$Ц = \frac{m_{T.B.} * 1000}{0,32 + (B - B_{\text{полн}}) / Ц}, \text{ кг} / \text{ м}^3$$

Определяется расход заполнителей и воды на 1 м³ бетона по следующим формулам:

$$G_3 = (1 - m_{T.1.B} - m_{T.2} - m_{B.CM.}) * \rho_3, \text{ кг}$$

$$G_{кр} = G_3 / (1 + n), \text{ кг}$$

$$G_M = G_3 - G_{кр}, \text{ кг}$$

$$B = \frac{B - B_{\text{полн}}}{Ц} * Ц + G_{кр} * W_{кр} * 10^{-2} + G_M * W_M * 10^{-2}, \text{ кг}.$$

2. Подобранный состав бетона должен быть проверен на значение предельного водосодержания цементного теста, при котором обеспечиваются заданные пределы растворо- и водоотделения, т.е. $X_{T.M.} < X_{T.max}$. В случае выполнения условия считаем, что литьевая бетонная смесь имеет достаточную связанность и может быть использована для практического применения.

3. Расчет относительного водосодержания цементного теста ведется в следующей последовательности:

Рассчитывается удельная поверхность смеси заполнителей $S_{y_{д-3}}$ по формулам:

$$S_{y_{д-3}} = S_{y_{д-м}} * G_M + S_{y_{д-кр}} * G_{кр} / (G_M + G_{кр})$$

$$S_{y_{д-м}} = 6 * 10^{-3} (a + 2b + 4c + 8d + 16e + 32f), (\text{ м}^2 / \text{ кг}),$$

где a, b, c, d, e, f – соответственно частные остатки на ситах с размером отверстий 2,5; 1,25; 0,63; 0,315; 0,16 мм и количество мелкого заполнителя, прошедшего через сито с отверстиями 0,16 мм соответственно, %;

$$S_{\text{водкр}} = 6 * 10^{-3} (0,2A + 0,25B + 0,125C + 6,25 - 10^{-2} D), \text{ м}^2 / \text{кг},$$

где A, B, C, D – соответственно частные остатки % заполнителя на ситах с отверстиями 5, 10, 20, 40 мм.

4. Рассчитывается предельное водосодержание цементного теста в бетонной смеси по формуле:

$$X_{T, \text{MAX}} = B_{T, \text{MAX}} / \text{Ц} * K_{\text{Н.Г.М.}} = 2,15 - 2,35 * K_{\text{Н.Г.М.}}$$

где $B_{T, \text{MAX}} = B - B_{\text{ПОГЛ}} - B_x$ - предельное водосодержание цементного теста, при превышении которого отделяются из бетонной смеси вода и раствор сверх заданных пределов.

5. Рассчитывается максимальное значение половины толщины капиллярного манжета вокруг зерен заполнителя:

$$\delta_{\text{к.з. MAX}} = [0,55(16,5 - S_{\text{водз}}) + K_{\text{Н.Г.М.}} - 0,395] * 10^{-6}, \text{ м}.$$

6. Рассчитывается количество воды, поглощаемой заполнителем по формуле:

$$B_{\text{ПОГЛ}} = G_m * W_m + G_{\text{кр}} * W_{\text{кр}};$$

где $G_m, G_{\text{кр}}$ - содержание мелкого и крупного заполнителя в ($\text{кг}/\text{м}^3$); $W_m, W_{\text{кр}}$ - относительное водопоглощение воды зернами соответственно мелкого и крупного заполнителей, которое может определяться по стандартным методикам.

7. Проверяется условие связанности литевой бетонной смеси по формуле:

$$X_{T, \text{М.}} \leq X_{T, \text{MAX}},$$

где $X_{T, \text{М.}}$ - относительное водосодержание цементного теста в бетонной смеси определяется по формуле:

$$X_{T, \text{М.}} = \frac{B - B_{\text{ПОГЛ}} - B_x}{\text{Ц} * K_{\text{Н.Г.М.}}},$$

где B_x - количество капиллярной воды в бетонной смеси определяется:

$$B_x = G_3 * S_{\text{водз}} * \delta_{\text{к.з.}} * \rho_k$$

В свою очередь $\delta_{\text{к.з.}}$ - половина толщины капиллярного манжета на зернах заполнителя определяется по формуле:

$$\delta_{\text{к.з.}} = \frac{\left(\frac{B - B_{\text{ПОГЛ}}}{\text{Ц} * K_{\text{Н.Г.М.}}} - X_{T, \text{MAX}} + 1 \right) * \delta_{\text{к.з. MAX}}}{1 + \frac{\delta_{\text{к.з. MAX}} * \rho_k * S_{\text{водз}} * G_3}{\text{Ц} * K_{\text{Н.Г.М.}}}},$$

где ρ_k - плотность капиллярной воды в бетонной смеси, принимаемая равной $1000 \text{ кг}/\text{м}^3$;

B – общее содержание воды в бетонной смеси, $\text{кг}/\text{м}^3$;

G_3 – общее содержание заполнителей в бетонной смеси, $\text{кг}/\text{м}^3$;

C – общее содержание цемента в бетонной смеси, $\text{кг}/\text{м}^3$.

8. Если условие $X_{T.M.} \leq X_{T.MAX}$ не удовлетворяется, то возможно сверхдопустимое растворо- и водоотделение из бетонной смеси. В этом случае состав бетона следует скорректировать, увеличив расход цемента на $30\text{--}50 \text{ кг}/\text{м}^3$ или песка при сохранении или некотором уменьшении водоцементного отношения и соответствующей корректировке содержания крупного заполнителя. После чего следует произвести повторный расчет относительного водосодержания цементного теста и проверить удовлетворение условия.

Методы определения эффективности согласно ГОСТ 30459-96

Общие положения

Эффективность добавок определяют сравнением показателей качества бетонных смесей, бетонов контрольного и основного составов, за исключением стабилизирующих, вододерживающих добавок и добавок, повышающих защитные свойства бетона по отношению к стальной арматуре. Эффективность указанных добавок определяют только на бетонах основного состава.

Бетон контрольного состава - бетон без добавок.

Бетон основного состава - бетон контрольного состава с оптимальной дозировкой добавки.

Оптимальная дозировка добавки - минимальное количество добавки, при введении которой в состав бетона достигается максимальный эффект действия по критериям эффективности в соответствии с СТБ 1112.

Критерий эффективности добавки - величина показателя или показателей основного эффекта действия добавки.

Основной эффект действия добавки - эффект, определяющий основную функцию добавки, для выполнения которой она предназначена.

Дополнительный эффект действия добавки - эффект действия добавки, сопутствующий основному эффекту.

Добавки следует вводить в бетоны с водой затворения. Непосредственно перед использованием жидкие добавки, эмульсии, суспензии должны быть перемешаны, сухие добавки растворены. Воду, входящую в состав добавок, учитывают при расчете состава бетона. В сухие бетонные смеси воду вводят в один прием. В лабораторных условиях замесы следует проводить на сухих заполнителях.

Сыпучие материалы дозируют по массе. Воду и растворы (эмульсии, суспензии) добавок дозируют по массе или объему. Допускается дозирование пористых заполнителей по объему с обязательным контролем насыпной плотности. Погрешность дозирования цемента, заполнителей, воды и добавок не должна превышать 1 %.

Пробы бетонной смеси отбирают по СТБ 1545, образцы бетона для различных видов испытаний изготавливают и хранят в соответствии с требованиями стандарта на конкретный вид испытания.

Количество изготавливаемых образцов определяют по стандарту на конкретный метод испытания.

Образцы бетона контрольного и основного составов должны твердеть в идентичных условиях за исключением случаев, когда добавка используется с целью изменения режима твердения бетона.

Время предварительной выдержки бетона контрольного и основного составов, подвергаемого в процессе твердения тепловой обработке, не должно различаться более чем на 20 %.

Показатель эффективности действия добавки по критерию эффективности в соответствии с СТБ 1112 оценивают по следующим этапам:

- подбирают бетон контрольного состава,
- определяют оптимальную дозировку добавки;
- сравнивают показатели бетонной смеси и бетона контрольного и основного составов.

Эффективность добавок, поступивших на предприятие, оценивают в следующей последовательности:

- а) оценка соответствия добавок критерию эффективности по СТБ 1112;
- б) оценка эффективности добавок применительно к конкретным условиям производства.

Эффективность добавок следует оценивать при соблюдении следующих условий:

- бетон контрольного состава должен соответствовать следующим требованиям:

а) в **тяжёлых бетонах расход цемента должен составлять 350 кг/м^3** при определении эффективности действия всех добавок кроме воздухововлекающих. Следует использовать две фракции щебня (5-10 и 10-20 мм); соотношение фракций должно быть подобрано исходя из условий минимальной пустотности. Доля мелкого заполнителя (г) в общей массе заполнителей должна составлять: при использовании воздухововлекающих добавок $g = 0,35$, при других добавках - $g = 0,4$;

б) оптимальную дозировку добавки подбирают следующим образом. В бетонные смеси вводят добавки в количестве, равном граничным значениям, указанным в нормативной документации на добавку с 2 - 4 промежуточными дозировками добавки, отличающимися друг от друга на 20-30 %. Строят графическую зависимость, связывающую показатели качества бетонных смесей и (или) бетонов, являющихся критерием эффективности по СТБ 1112 с дозировкой добавки;

- работу проводят при температуре окружающего воздуха и материалов $+15...25^\circ\text{C}$ за исключением работы с противоморозными добавками;

- тепловую обработку бетонов проводят в пропарочной камере по режиму 3+3+6+2 ч при температуре изотермического прогрева 80°C для портландцемента и 90°C для шлакопортландцемента.

Количество испытаний по определению эффективности действия добавок должно составлять не менее трех для каждого параметра качества бетонных смесей и (или) бетонов. Цифровые значения показателей качества бетонных смесей и бетонов рассчитывают по стандартам на конкретные методы испытаний.

Добавки должны иметь документ о качестве.

Определение эффективности пластифицирующих добавок

Эффективность пластифицирующей добавки определяют по изменению подвижности бетонной смеси и прочности бетонных образцов после тепловой обработки и твердения в нормальных условиях.

Для определения эффективности пластифицирующих добавок применяют средства испытания и вспомогательные устройства по СТБ 1545. Порядок подготовки к проведению испытания

Перед проведением испытаний мелкий и крупный заполнители высушивают. Взвешивают составляющие бетонной смеси. Погрешность дозирования составляющих материалов - не более 1 % по массе.

Отмеренное количество добавки смешивают с водой затворения.

Порядок проведения испытания

Приготавливают бетонные смеси контрольного и основного составов с одинаковым водоцементным отношением; подвижность контрольного состава принимают 2-4 см.

Для бетонных смесей определяют подвижность по СТБ 1545.

Из бетонных смесей изготавливают образцы для определения прочности на сжатие. Образцы подвергают тепловой обработке (на два срока испытаний и (или) оставляют твердеть в нормальных условиях на три срока испытаний).

Образцы испытывают на сжатие по ГОСТ 10180:

- прошедшие тепловую обработку - через 4 ч после нее и в возрасте 28 сут;

- твердевшие в нормальных условиях - в возрасте 3, 7 и 28 сут.

Эффективность пластифицирующей способности добавок оценивают по изменению удобоукладываемости бетонной смеси и прочности бетона основного состава по сравнению с бетонной смесью и бетоном контрольного состава в соответствии с требованиями СТБ 1112.

ЛИТЕРАТУРА

1. СТБ 1035-96 Смеси бетонные. Технические условия.
2. СТБ 1112-98 Добавки для бетонов. Общие технические требования.
3. СТБ 1113-98 Полиметаллический водный концентрат для бетонов и строительных растворов. Технические условия.
4. СТБ 1114-98 Вода для бетонов и растворов. Технические условия.
5. СТБ 1182-99 Бетоны. Правила подбора состава.
6. СТБ 1544-2005 Бетоны конструкционные тяжелые. Технические условия.
7. СТБ 1545 – 2005 Смеси бетонные. Методы испытаний.
8. ГОСТ 10178-85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия.
9. ГОСТ 8267-93 Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия
10. ГОСТ 8735-86 Песок для строительных работ. Методы испытаний.
11. ГОСТ 8736-93 Песок для строительных работ. Технические условия.
12. ТУ 6-36-020429-625-90 Суперпластификатор С-3. Технические условия.
13. ТУ РБ-05891370-96 Добавка-суперпластификатор СПС-1 Технические условия.
14. ГОСТ 310.1-76 Цементы. Методы испытаний. Общие положения.
15. ГОСТ 10180-90 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.
16. ГОСТ 13015.0-83 Конструкции и изделия бетонные и железобетонные. Общие технические требования.
17. СНиП 5.01.23-83 Типовые нормы расходов цемента для приготовления бетонов сборных и монолитных бетонных, железобетонных изделий и конструкций.
18. ГОСТ 30459-96 Добавки для бетонов. Методы определения эффективности.
19. Рекомендации по технологии возведения монолитных железобетонных конструкций с применением литевых бетонных смесей. Под техн. ред. Н.П. Блещика, И.В. Коваля. – Минск, 1999.
20. ТКП 45-5.03-131-2009 Монолитные бетонные и железобетонные конструкции. Правила возведения.

Учебное издание

Составители:

*Сырица Галина Васильевна
Пикула Александр Иванович*

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторной работы

**«ВЫБОР ХИМИЧЕСКИХ ДОБАВОК ПРИМЕНИТЕЛЬНО К
УСЛОВИЯМ ПРОИЗВОДСТВА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ
С ОЦЕНКОЙ ИХ ЭФФЕКТИВНОСТИ»**

по дисциплине

«Технология заводского производства бетонных и
железобетонных изделий и конструкций» для студентов
специальности 1-70 01 01

«Производство строительных изделий и конструкций»

Ответственный за выпуск: А.И. Пикула

Редактор: Т.В. Строкач

Компьютерная верстка: Боровикова Е.А.

Корректор: Е.В. Никитчик

Подписано к печати 4.12.2009 г. Формат 60x84 ¹/₁₆. Бумага «Снегурочка».
Гарнитура Arial. Усл. п. л. 1,6. Уч.-изд. л. 1,75. Тираж 60 экз. Заказ № 1113.
Отпечатано на ризографе учреждения образования
«Брестский государственный технический университет».
224017, г. Брест, ул. Московская, 267.