ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

НАУЧНО - ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА
(Н И И Ж Б)

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА РСФСР
ГЛАВЭЛЕВАТОРСПЕЦСТРОЙ
ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ТРЕСТ "ЭЛЕВАТОРОРГСТРОЙ"

Р Е К О М Е Н Д А Ц И И

ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ ЭЛЕМЕНТОВ СИЛОСНЫХ КОРПУСОВ ЭЛЕВАТОРОВ ИЗ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО (ПЕСЧАНОГО) БЕТОНА С ДОБАВКОЙ СУПЕР-ПЛАСТИФИКАТОРОВ НА НАФТАЛИНФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ ОСНОВЕ

Москва-1980 год

gost.e-ecolog.ru

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

НАУЧНО – ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА
(Н И И Ж Б)

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА РСФСР
ГЛАВЭЛЕВАТОРСПЕЦСТРОЙ
ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ТРЕСТ "ЭЛЕВАТОРОРГСТРОЙ"

Р Е К О М Е Н Д А Ц И И
ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ ЭЛЕМЕНТОВ СИЛОСНЫХ КОРПУСОВ ЭЛЕВАТОРОВ ИЗ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО (ПЕСЧАНОГО) БЕТОНА С ДОБАВКОЙ СУПЕР – ПЛАСТИФИКАТОРОВ НА НАФТАЛИНФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ ОСНОВЕ

Директор НИИЖБ
докт.техн.наук, проф.
К.В.МИХАЙЛОВ

Руководитель сектора ЦИК НИИЖБ
докт.техн.наук, проф.
Ф.М.ИВАНОВ

Руководитель сектора ЦИК НИИЖБ
канд.техн.наук
В.Г.БАТРАКОВ

Старший научный сотрудник
канд.техн.наук
Б.С.СИЛИНА

Управляющий трестом
"Элеватороргстрой"
И.С.НИКОНИН

Главный инженер треста
В.М.ПИТЕНИКОВ

Начальник отдела треста
В.Д.НОВИКОВ

Главный инженер проекта
С.И.ФУРМАНОВ

Москва– 1980 год

П Р Е Д И С Л О В И Е

Дефицит и высокая стоимость фракционированного крупного заполнителя в ряде районов страны вызывает определенные трудности с материальным обеспечением производства сборных железобетонных изделий для элеваторостроения. При этом большая часть щебня, используемого для изготовления тонкостенных объемных и плоских элементов силосов, составляющих основной объем элеваторного сборного железобетона, должна быть крупностью 10-20 мм. Использование заполнителя большей крупности приводит к образованию в изделиях крупных каверн и раковин из-за образования в формах бетонных пробок или зависания крупных зерен заполнителя на арматурном каркасе.

Использование природного песка в качестве заполнителя прежде всего для бетонов тонкостенных конструкций призвано помочь избавиться от указанных трудностей. Однако, это предложение, осуществляемое впервые в отечественной практике элеваторостроения, рекомендуется только для районов, имеющих природные пески, соответствующие требованиям ГОСТ и должно в каждом конкретном случае получать технико-экономическое обоснование.

Так как формование стеновых элеваторных элементов производится путем заполнения бетоном узких и высоких зазоров форм, в которые перед бетонированием устанавливают арматурные каркасы с насыщенным армированием, являющиеся дополнительным препятствием прохождению бетона, для формования необходимо использовать подвижные или литые бетонные смеси. Однако, без использования специальных мер такие песчано-бетонные смеси характеризовались бы большим расходом цемента, что не только было бы не экономичным, но и ухудшало бы ряд свойств бетона (усадку, трещиностойкость).

Поэтому осуществление указанной задачи изготовления тонкостенных элеваторных элементов из высокопластичных песчано-бетонных смесей должно производиться с использованием новых высокоэффективных разжижителей бетона - суперпластификаторов, которые позволяют получить песчаный бетон с высокими прочностными и деформативными свойствами при допустимом, экономически выгодном, расходе вяжущего.

Настоящие Рекомендации предназначены для изготовления железобетонных элементов силосных корпусов элеваторов из мелкозернистого (песчаного) бетона с добавкой суперпластификаторов на нафталинформальдегидной основе. Рекомендации основываются на работах, проведенных совместно трестом "Элеватороргстрой" Главэлеваторспецстроя Минсельстроя РСФСР (управляющий трестом И.С.Никишин, главный инженер В.М. Пятенков) и НИИЖБ Госстроя СССР (директор института докт.техн.наук, проф. К.В.Михайлов). Выполнение экспериментальных работ осуществлялось на Ивантеевском экспериментальном заводе ЖБК для элеваторостроения (директор завода В.М.Мартемьянов, главный инженер С.А.Кашин) треста "Элеваторстройконструкция" (управляющий трестом В.А.Спиченко, главный инженер Н.И.Климов) и в Центральной лаборатории коррозии НИИЖБ (руководитель лаборатории докт.техн.наук, проф.С.Н.Алексеев).

При составлении Рекомендаций учтены результаты ранее проведенных исследований (сборник НИИЖБ Госстроя СССР "Бетоны с эффективными суперпластификаторами".М.,1979) и положения следующих документов. Рекомендации по применению суперпластификаторов марки С-3 в бетоне, НИИЖБ Госстроя СССР,М.,1979; Методические рекомендации по оценке эффективности добавок, НИИЖБ Госстроя СССР,М.,1979; Руководство по подбору составов тяжелого бетона,М.,Стройиздат,1979 г.

Введение добавок суперпластификатора в песчано-бетонные смеси должно осуществляться в соответствии с указаниями СНиП I-В.2-69 "Вяжущие материалы неорганические и добавки для бетонов и растворов"

"Руководства по применению химических добавок к бетону"(М.,1975), "Рекомендации по применению химических добавок в бетоне"(М.,1977) и настоящих Рекомендаций и может производиться как при изготовлении изделий агрегатно-поточным,стендовым или конвейерным способами,так и при изготовлении монолитных конструкций.В последнем случае,однако, необходимо использовать специальные (герметизированные) средства для транспортирования подвижных и литых бетонных смесей,обеспечить надлежащий контроль за плотностью опалубки,укладкой и уплотнением уложенного в конструкции бетона,уход за ним в процессе твердения. Дозировки,в которых вводятся в бетонные смеси суперпластификаторы, должны быть больше дозировок,рекомендуемых для традиционных пластификаторов, и приводятся ниже в соответствующем разделе Рекомендаций.

Настоящие Рекомендации разработаны доктором технических наук, профессором Ф.М.Ивановым,кандидатами технических наук В.Г.Батраковым,Е.С.Силиной (Центральная лаборатория коррозии НИИЖБ Госстроя СССР,руководитель лаборатории доктор технических наук,профессор С.Н. Алексеев) и инженером С.И.Фурмановым (трест "Элеваторгстрой").

Рекомендации предназначены для инженерно-технических работников заводов железобетонных конструкций для элеваторостроения,заводских и строительных лабораторий.

Замечания и предложения по содержанию настоящих Рекомендаций просим направлять по адресу: 123290,г.Москва,Мукомольный проезд, дом 2. Проектно-технологический трест "Элеваторгстрой".

I. Общие положения.

I.I. Настоящие Рекомендации распространяются на изготовление сборных железобетонных конструкций всех типов для силосных сооружений предприятий по хранению и переработке зерна, в том числе и стеновых элементов силосов из мелкозернистого (песчаного) бетона с добавкой суперпластификаторов (разжижителей) на нафталинформальдегидной основе.

Такими пластификаторами являются : "С-3" Новомосковского завода "Оргсинтез" Минхимпрома СССР, "С-4" и "Дофен" Дзержинского фенольного завода Минчермета УССР. Эти суперпластификаторы представляют собой водные растворы синтетического продукта, содержащие в основном сульфированный нафталинформальдегидный олигомер и некоторое количество карбоциклического сульфированного продукта, и относятся в соответствии с классификацией добавок НИИЖБ по основному эффекту действия на цементные системы к классу регуляторов реологических свойств бетонных смесей.

I.2. Введение суперпластификаторов в песчано-бетонную смесь должно обеспечить придание ей заданной подвижности при невысоких водоцементных отношениях и расходе вяжущего.

В производстве цементно-песчаного бетона следует использовать преимущества, которые могут быть получены от введения в песчано-бетонные смеси добавок суперпластификатора и выбрать в зависимости от материалов, технологии и поставленных целей те из них, которые позволят получить максимальный эффект:

- получение из подвижных песчано-бетонных смесей композиций высокоподвижной и литой консистенции, позволяющих в максимальной степени снизить трудо- и энергозатраты на укладку и уплотнение смесей, без увеличения прочности бетона;

-получение бетонных смесей заданной подвижности со сниженным

против эталона (смесью без добавки) водоцементным отношением,не позволяющих существенно снизить трудозатраты и энергозатраты на их укладку и уплотнение,но обеспечивающих повышение прочности бетона за счет снижения водоцементного отношения (в сравнении с эталоном);

- возможность использования цементов более низких марок для получения бетона заданной прочности за счет снижения водоцементного отношения в бетонной смеси с добавкой суперпластификатора,обеспечивающего ее заданную подвижность;

- получение экономии цемента в смесях с суперпластификатором, позволяющим без увеличения подвижности смесей против заданной за счет уменьшения количества воды и ,соответственно,снижения водоцементного отношения снять некоторое количество цемента,обеспечив получение при этом заданной проектной марки бетона;

- использование эффекта повышения прочности цементно-песчаных бетонов с добавкой суперпластификатора для сокращения сроков термообработки и распалубки,а также сроков передачи напряжения с арматуры на бетон при изготовлении предварительно-напряженных конструкций.

I.3. Для обеспечения стабильности свойств разжижителя и предотвращения выпадения части его компонентов в осадок с последующей их кристаллизацией необходимо периодически (не реже I раза в сутки) производить перемешивание пластификатора в емкостях хранения.Для этого рекомендуется установить стационарно в нижние части емкостей перфорированные трубы для подачи сжатого воздуха от заводской магистрали.

В случае выпадения осадка рекомендуется подогреть пластификатор ТЭНами и произвести его перемешивание воздухом до полного растворения осадка.

I.4. Хранилища для суперпластификатора должны быть утеплены.

I.5. Производство изделий из песчано-бетонных смесей с добавкой суперпластификаторов не требует специального технологического оборудования и может осуществляться с использованием серийного оборудования и оснастки.

Однако,в связи с тем,что в производстве могут использоваться смеси литой консистенции следует принять меры к уплотнению оборудования и форм от возможных утечек жидкой фазы бетонных смесей.

I.6. Применение подвижных песчано-бетонных смесей позволяет уменьшить продолжительность вибрирования при укладке и уплотнении смесей,заменив его легким встряхиванием,что уменьшает износ виброоборудования и форм,снижает энерго- и трудозатраты на изготовление изделий,улучшает условия труда (снижение шума,вибрации на человека и т.п.),позволяет увеличить производительность формующего оборудования и,соответственно,сократить продолжительность цикла изготовления изделий.

2. Требования к материалам.

2.I. Материалы,применяемые для приготовления мелкозернистого бетона должны отвечать требованиям соответствующих государственных и отраслевых стандартов и технических условий на эти материалы.

При несоответствии отдельных характеристик материалов требованиям ГОСТов,ОСТов и ТУ необходимо провести их испытание в бетонах и дать технико-экономическое обоснование целесообразности их использования.

2.2. В качестве вяжущего для мелкозернистого (песчаного) бетона должен использоваться цемент,отвечающий требованиям ГОСТ I0I78-76 и ГОСТ 22266-76.Для элеваторного сборного железобетона наземных конструкций рекомендуется использовать преимущественно портландские цементы марок М 400 и М 500.Применение заводских пластифицированных цементов для приготовления песчано-бетонных смесей с добавкой суперпластификатора не допускается.

2.3. В качестве заполнителя для бетона должен применяться песок, отвечающий требованиям ГОСТ 8736-77; ГОСТ 10268-70* и дополнительным требованиям ГОСТ 17539-72, ГОСТ 8424-72*, ГОСТ 4797-69*, а также главе СНиП III-15-76.

2.4. Кроме природных песков, удовлетворяющих требованиям указанных нормативных документов, допускается после соответствующих испытаний и технико-экономических обоснований применять более мелкие пески с зерновым составом, не соответствующим требованиям ГОСТ 10268-70*, отсев каменной мелочи (гранитные высевки и др.), получаемой от дробления природных каменных пород на щебень. Следует учитывать, однако, что использование мелких песков в бетоне повлечет за собой увеличение расхода вяжущего и некоторое изменение свойств бетона, что может оказаться нерациональным.

Предпочтение при изготовлении бетона следует отдавать горным (овражным) пескам в сравнении с речными или морскими песками.

2.5. Для приготовления песчано-бетонной смеси должна использоваться вода из хозяйственного водопровода, скважин, рек или естественных водоемов (кроме озер и морей), удовлетворяющая требованиям ГОСТ 23732-79.

Применение болотных, сточных (бытовых и промышленных) вод, оборотной воды и конденсата из камер пропаривания без их очистки и последующей проверки в бетоне не допускается.

2.6. Настоящие Рекомендации распространяются на изготовление песчано-бетонных смесей с добавками-суперпластификаторов на нафталинформальдегидной основе (ныне выпускаемые марки С-3, С-4 и готовящийся к выпуску "Дофен").

Суперпластификаторы, называемые также разжижителями (оба названия идентичны) должны отвечать требованиям:

С-3 -"Технические условия на опытно-промышленные партии

разжижителя С-3", ТУ № 6-I4-I9-252-80 Минхимпрома СССР;

С-4 -"Разжижитель С-4.Технические условия. ТУ I4-267-I5-78. Опытные партии".Минчермета УССР;

"Дофен" - технические условия на "Дофен" Минчермета УССР.

Поставка суперпластификаторов осуществляется в виде водных растворов (обычно до 40% концентрации) в бочках или цистернах.В паспорте на суперпластификатор указывается содержание в растворе твердого и активного вещества.Дополнительная проверка концентрации раствора выполняется на заводе ЖБИ с помощью денсиметра (ареометра). Данные о плотности водных растворов суперпластификаторов С-3 и С-4 приведены в Приложениях I и 2.

3. Требования к заводской технологии и к формам.

3.I. Изготовление элементов силосных корпусов элеваторов из мелкозернистого (песчаного) бетона с добавкой суперпластификатора на нафталинформальдегидной основе может осуществляться агрегатно-поточным,конвейерным и стендовым способами производства с учетом некоторых особенностей,которне накладываются использованием в производстве высокоактивного разжижителя.

3.2. Для приема,хранения и использования суперпластификаторов на предприятии-изготовителе сборного железобетона должна быть смонтирована технологическая линия по приему,хранению и введению в бетонную смесь суперпластификатора,содержащая устройства для приема разжижителя с железной дороги и автотранспорта;отепленные хранилища разжижителя с необходимой трубопроводной и запорной арматурой и насосными установками,обеспечивающими возможность рециркуляции суперпластификатора и перемешивание раствора (закольцовка магистрали); линию подачи (прямую и обратную) суперпластификатора в промежуточные и (или) расходные емкости в БСУ завода; дозирующие устройства для отбора заданной дозы суперпластификатора и подачи его вместе с

водой затворения (полностью или частично) в бетоносмесители.

3.3. В качестве технологической линии по п.3.2 может использоваться любая другая, существующая на заводе, технологическая линия для введения пластифицирующего поверхностно-активного вещества в бетонную смесь, если она соответствует требованиям п.3.2 настоящих Рекомендаций.

3.4. Для приготовления песчано-бетонных смесей с добавкой суперпластификатора могут использоваться серийные бетоносмесители с дополнительной их герметизацией в случае необходимости.

Загрузку материалов в бетоносмеситель рекомендуется производить при включенном смесителе в следующем порядке: вода или вода с суперпластификатором, цемент, песок. Необходимая доза суперпластификатора на замес может даваться частями или полностью в воду затворения или непосредственно в бетономешалку одновременно с водой затворения, или сразу после подачи воды. В случае, если суперпластификатор введен в воду затворения не в полной дозировке, оставшаяся часть его вводится в бетонную смесь на конечной стадии ее перемешивания, после чего перемешивание смеси продолжают еще не менее 1-2-х минут. Такой вариант введения пластификатора в бетонную смесь может несколько продлить ее "живучесть", т.е. отдалить сроки начала схватывания смеси.

Суперпластификатор вводится в бетонную смесь в виде водного раствора. Концентрация рабочего раствора устанавливается с учетом максимального объема имеющихся дозаторов с тем, чтобы достигалась подача всего количества добавки на замес в одной дозе раствора.

Порядок введения суперпластификатора в цементно-песчаную бетонную смесь должен уточняться в каждых конкретных производственных условиях с использованием конкретных бетоносмесителей.

3.5. Дозирование материалов производится по массе. Раствор

суперпластификатора может дозироваться по массе или по объему.

3.6. Продолжительность перемешивания устанавливается экспериментально до получения однородной массы по визуальному определению, но должна быть не менее 3 мин. Уточнение необходимой продолжительности перемешивания производится после определения однородности песчано-бетонной смеси путем изготовления и испытания образцов из разных частей замеса.

3.7. Транспортирование бетонных смесей от бетоносмесителя к форме может осуществляться специальными бадьями, бункерами, по желобам, хоботам, бетононасосами или герметизированными бетоноукладчиками, позволяющими сохранить однородность и связность смесей и обеспечить их укладку в формы без расслоения и разбрызгивания.

3.8. Формы для изготовления элементов силосных корпусов из песчано-бетонных смесей должны соответствовать ГОСТ I8886-73. Особое внимание необходимо обратить на плотность форм, не допуская вытекания через их щели цементно-водной пасты и цементного молока. На формующих поверхностях и торцах листов и обвязки форм не должно быть механических повреждений (забоины, вмятины и т.п.).

В случае использования ранее эксплуатировавшейся опалубки необходимо предварительно произвести ее тщательную очистку от остатков бетона (до чистого металла), ремонт и приведение ее в надлежащее состояние с устройством дополнительной герметизации с помощью резиновых уплотнений.

3.9. Уплотнение бетонных смесей может производиться на обычных заводских виброустановках.

В случае использования высокоподвижных смесей особое внимание должно быть обращено на предупреждение расслоения смесей путем ограничения продолжительности вибрирования и замены его легким встряхиванием, повторяемым в случае необходимости 2-4 раза с небольшими пе-

рерывами (до I0-I5 сек).

3.I0. При использовании в качестве промежуточного звена между бетоноукладчиком и формой загрузочных воронок необходимо обеспечить их плотное примыкание к формам. При этом выходное отверстие загрузочной воронки должно быть уже ширины формующего зазора фермы не менее, чем на 2 см (по I см внутрь от формующих листов бортов формы).

3.II. Предварительный разогрев песчано-бетонных смесей с добавкой суперпластификатора с целью ускорения твердения бетона не рекомендуется, вследствие быстрой потери ими подвижности при повышенных температурах.

4. Требования к бетонной смеси и составу бетона.

4.I. Для приготовления мелкозернистой (песчано-бетонной) смеси используются материалы, указанные в п.п. 2.2 - 2.6 настоящих Рекомендаций.

4.2. Мелкозернистые бетонные смеси должны быть однородными и не расслаивающимися.

4.3. Удобоукладываемость и подвижность мелкозернистых бетонных смесей должны обеспечивать их качественную укладку и уплотнение имеющимися средствами.

Для обеспечения заданной подвижности необходимо производить пластификацию разжижителями малоподвижных и подвижных песчано-бетонных смесей.

Жесткие бетонные смеси пластифицируются очень незначительно и не могут быть уложены в формы для изготовления тонкостенных элеваторных элементов силосов при существующей технологии их вертикального формования.

4.4. Введение суперпластификатора в песчано-бетонные смеси увеличивает их подвижность, но не влияет при этом на величину

водоотделения. Поэтому, снижения водоотделения песчано-бетонных смесей следует достигать не только выбором компонентов смеси и их соотношения, но и уменьшением количества воды, вводимой в бетонную смесь, пластифицируемую добавкой.

4.5. В состав литых песчано-бетонных смесей одновременно с суперпластификатором могут вводиться вещества, снижающие их водоотделение (тонкомолотые минеральные порошки, кремнегель и др.). Определение оптимальных количеств добавок, снижающих водоотделение, производится заводской лабораторией путем изучения их влияния на свойства песчано-бетонной смеси и испытаний образцов бетона, изготовленных из этих смесей.

4.6. Затворение песчано—бетонных смесей водой с температурой выше 50^{0}С не допускается.

4.7. Эффективность добавки суперпластификатора зависит от минералогического состава цемента, породы и гранулометрического состава заполнителя, подвижности смесей и условий твердения. Поэтому эффективность использования суперпластификатора на цементе конкретного завода должна быть проверена экспериментально.

4.8. Состав песчано-бетонной смеси должен быть экономичным в части расхода вяжущего, иметь заданную подвижность и обеспечивать при этом получение проектной марки бетона.

В процессе применения добавки суперпластификатора выбираются оптимальные показатели состава бетона при данной конкретной технологии производства.

4.9. Рекомендуемые дозировки суперпластификаторов С-3 и "Дофен" для введения в песчано-бетонные смеси составляют 0,3-I,2% от массы цемента в расчете на сухое вещество добавки. Количество добавки, меньшее 0,3%, имеет незначительные преимущества перед таким же количеством традиционных пластификаторов (СДБ). Поэ-

шенные количества (более I,5%) не выгодны по технико-экономическим соображениям и могут при тепловой обработке обусловить понижение прочности. Обычно оптимальные величины добавки находятся в пределах 0,5-I,0%.

Рекомендуемые дозировки суперпластификатора С-4 составляют 0,5-I,5%, а оптимальные значения находятся в пределах 0,5-I,2%.

4.I0. Уточнение оптимальной дозировки суперпластификатора на конкретных материалах производится путем изготовления пробных замесов с целью определения подвижности или жесткости песчано-бетонных смесей и прочности бетона.

Как правило, для первоначальных испытаний следует проверить составы с добавкой 0,3; 0,5; 0,75 и I% от массы цемента в расчете на сухое вещество добавки.

После испытания прочности образцов бетона производится выбор новой дозировки, приближенной к испытанной дозировке, давшей лучшие результаты, но могущей по мнению лаборатории дать еще лучшие, оптимальные результаты.

Опытные образцы должны изготавливаться из материалов, применяемых в производственных условиях, и твердеть как в нормальных условиях, так и при тепловой обработке, рекомендованной лабораторией предприятия. Для выявления эффективности добавки суперпластификатора параллельно с образцами из смеси с добавкой необходимо изготавливать образцы из смеси того же состава без добавки (контрольный состав-эталон).

4.II. Концентрацию рабочего раствора суперпластификатора рекомендуется доводить до I0-I5%.

Вода, содержащаяся в растворе суперпластификатора, должна учитываться в составе бетона при определении фактического водоцементного отношения.

В Приложении 3 приведен пример расчета и приготовления ра-

бочего раствора суперпластификатора.

5. Подбор состава бетона и его особенности.

5.I. Проведению подбора состава цементно-песчаного бетона должно предшествовать определение заводской лабораторией технологических характеристик вяжущего и заполнителя, а также концентрации разжижителя бетонной смеси (суперпластификатора). В связи с тем, что качество используемой заводами воды затворения остается практически неизменным, необходимости в определении ее пригодности при подборе состава бетона нет.

Перед проведением подбора состава бетона определяют:

- фактическую активность применяемого цемента и нормальную густоту его теста (НГЦТ) по ГОСТ 3I0.4-76 и ГОСТ 3I0.3-76;

- зерновой состав песка, модуль крупности $М_{кр}^{п}$, плотность, объемную насыпную массу и пустотность песка, содержание в нем пылевидных, глинистых и илистых частиц по ГОСТ 8735-75;

- фактическую концентрацию раствора суперпластификатора по плотности раствора с помощью денсиметра (ареометра). Таблицы зависимости плотности растворов от концентрации суперпластификатора даны в Приложениях I и 2 к настоящему Руководству.

5.2. Контроль качества и свойств материалов должен производиться при каждом новом их поступлении на склад предприятия. Соответственно, должен производиться и новый подбор состава бетона.

5.3. Оптимальную дозировку суперпластификатора устанавливают опытным путем в соответствии с указаниями п.п. 4.9 и 4.I0.

Оптимальной считается дозировка, при которой обеспечивается наибольшее снижение расхода воды и вяжущего в песчано-бетонной смеси, ее заданная подвижность и проектная марка бетона.

5.4. Учет влияния добавки суперпластификатора при подборе сос-

тава цементно-песчаного бетона рекомендуется производить по предложению В.П.Сизова (В.П.Сизов.Проектирование составов тяжелого бетона.М.,Стройиздат,I979,с.IIO),согласно которому до расчета состава бетона необходимо определить нормальную густоту цементного теста (НГЦТ),затворив цемент водой с используемой добавкой.Такое определение НГЦТ позволяет правильно назначить расход воды при подборе состава бетона.

5.5. Подбор состава цементно-песчаного бетона рекомендуется производить расчетно-экспериментальным способом в соответствии с "Руководством по подбору составов тяжелого бетона" НИИЖБ Госстроя СССР (М.,Стройиздат, I979 г.).

С целью удобства пользования настоящими Рекомендациями и представления необходимых сведений в одном пособии, ниже приводятся основные положения главы 7 "Руководства по подбору составов тяжелого бетона"/Подбор состава мелкозернистого (песчаного)бетона/.

5.6. Расчет состава цементно-песчаного (мелкозернистого) бетона производится в следующем порядке:

а) определяется водоцементное отношение по формуле:

$$В/Ц = \frac{A R_ц}{\frac{R_{п.б.}}{K_1 \cdot K_2} + 0{,}5 A R_ц} \qquad (I),$$ где

В/Ц - водоцементное отношение;

А - коэффициент,учитывающий качество заполнителей. Принимается по табл.I;

$R_ц$ - активность цемента (фактическая прочность),кгс/см^2;

$R_{п.б.}$- прочность песчаного бетона на сжатие,кгс/см^2;

K_1 - коэффициент,учитывающий снижение прочности бетона при пропаривании,зависящий от минералогического состава цемента.Принимается по табл.2;

K_2 - коэффициент,учитывающий точность дозировки материалов и изменения качества составляющих.Принимается по табл.2.

Данные таблицы I получены на песке с $М^{п}_{кр}$ = 3, цементе с НГЦТ= 27% при Ц/В $\leqslant$ 2,25 и жесткости : 5с – по ГОСТ 10181-76; 15с – по упрощенному способу; 23с – по техническому вискозиметру. Так как на практике применяются пески разной крупности, песчано-бетонные смеси разной подвижности и жесткости, песчаный бетон разных марок (при различных Ц/В), то значения коэффициента А необходимо уточнять по графикам рис. I, вводя поправки ΔА в зависимости от подвижности и жесткости бетонной смеси (а), модуля крупности песка $М^{п}_{кр}$ (б), нормальной густоты НГЦТ цементного теста (в) и цементно-водного отношения (г).

Поправка $\sum\Delta$А к коэффициенту А подсчитывается по табл. 3. Ориентировочные соотношения между показателями пластичности, определенной по стандартному конусу, конусу СтройЦНИЛ и встряхивающему столику, для нахождения величины ΔA_{I} принимаются по табл. 4.

Уточненное с учетом поправки $\sum\Delta$А водоцементное отношение определяется по формуле:

$$В/Ц = \frac{(А+\sum\Delta А)R_{ц}}{\frac{R_{п.б.}}{K_1 \cdot K_2}+0{,}5(А+\sum\Delta А)R_{ц}} \quad (2).$$

Таблица I.

БЕТОН	Значение А при содержании в песке пыли или глины, %, до			
	I	2	3	5
ПЕСЧАНЫЙ	0,52	0,51	0,5	0,47

Таблица 2.

Минералогический состав клинкера цемента и производственные условия	Значение коэффициентов	
	K_I	K_2
Бетон пропариваемый		
Высокоалюминатный ($C_3A > 10$, $< 15\%$)	0,88	-
Среднеалюминатный ($C_3A < 10$, $> 6\%$)	0,92	-
Низкоалюминатный ($C_3A < 6\%$)	0,99	-
Высокоалитовый ($C_3S > 55\%$)	0,92	-
Среднеалитовый ($C_3S < 55\%$)	0,94	-
Высокобелитовый ($C_2S > 40\%$)	I,02	-
Среднебелитовый ($C_2S > 25\%$)	0,98	-
Алюмоферритовый ($C_4AF > I0\%$)	0,97	-
Бетон пропариваемый и естественного твердения		
Высокий уровень производства [дозировка материалов по массе, хорошие формы оснастки и контрольных образцов-кубиков, совершенный контроль закачеством бетона, надлежащий уход за твердением бетона . Коэффициент вариации прочности бетонных образцов ($C_п$ = 9 - I2%)]	-	0,98
Средний уровень производства ($C_п$= I3%)	-	0,95
Низкий уровень производства ($C_п$= I4-I7%)	-	0,92

Таблица 3.

Показатели для определения поправки к коэффициенту А	Поправка
По подвижности или жесткости смеси ОК, КС, Sl, Ж[x]	$\pm \Delta A_I$
По модулю крупности песка $М^{п}_{кр}$	$\pm \Delta A_2$
По нормальной густоте цементного теста НГЦТ	$\pm \Delta A_3$
По цементно-водному отношению Ц/В	$- \Delta A_4$

x) ОК, КС, Sl – подвижность соответственно по осадке стандартного конуса, конуса СТРОЙЦНИЛ и встряхивающему столику.

Ж – жесткость бетонной смеси в с., определенная разными способами.

Таблица 4.

Осадка стандартного конуса (ОК), см.	Глубина погружения конуса СтройЦНИЛ, см	Расплыв на встряхивающем столике, мм
I - 3	2 - 3	II0 - I40
3 - 6	3 - 5	I40 - I70
5 - 8	4 - 6	I60 - I80
8 - I4	6 - 8	I70 - 200
I2 - I5	7 - 9	I90 - 220
I5 - 22	8 - II	2I0 - 240
20 - 25	I0 - I4	230 - 270

б) определяется расход песка П кг/ м^3, по формуле:

$$П = \frac{\gamma_{нас.п} \cdot V_{п.б.с.}}{1 + V_{пус.п}(\alpha_{ц.т.} - 1)} \quad (3), \text{ где}$$

$\gamma_{нас.п.}$ – насыпной объем песка, л/м^3;

$V_{п.б.с.}$ – абсолютный объем песчано-бетонной смеси, л; определяется по графику рис. 2;

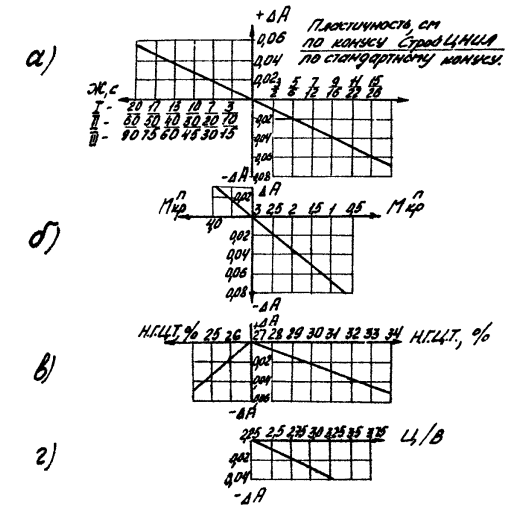
а)
+ΔA
Пластичность, см
по конусу Строй ЦНИЛ
по стандартному конусу.
Ж, с
I - 20 17 13 10 7 3
II - 60 50 40 30 20 10
III - 90 75 60 45 30 15
-ΔA
б)
Мкр
в)
Н.Г.Ц.Т., %
г)
Ц/В

Рис. 1

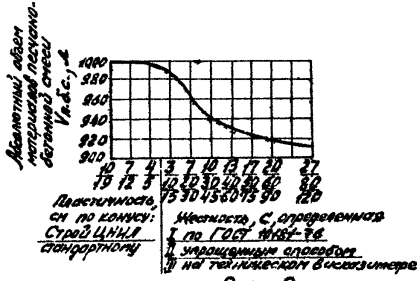
Абсолютный объем материалов песчано-бетонной смеси
Пластичность, см по конусу: Строй ЦНИЛ стандартному
Жесткость, С, определенная
I по ГОСТ 10181-76
II упрощенным способом
III на техническом вискозиметре

Рис. 2

$V_{пуе.л.}$ - межзерновая пустотность песка в стандартно-насыпном состоянии, %;

$\alpha_{ц.т.}$ - коэффициент заполнения пустот и раздвижки зерен песка цементным тестом, определяется по графику рис. 3 (рис. 3 построен при Ц/В $\leq$ 2,25; НГЦТ = 28%; $м^{П}_{кр}$ = I).

в) определяется абсолютный объем песка $V_{п}$, $л/м^3$

$$V_{п} = \frac{П}{\gamma_{п}} \qquad (4), \text{ где}$$

$\gamma_{п}$ - плотность песка, кг/л;

г) определяется объем вовлеченного (защемленного) воздуха, $V_{в}$, $л/м^3$, по формуле:

$$V_{в} = 1000 - V_{п.б.с.} \; ; \qquad (5)$$

д) определяется абсолютный объем цементного теста $V_{ц.т.}$, $л/м^3$, по формуле

$$V_{ц.т.} = 1000 - (V_{п} + V_{в}) \; ; \qquad (6)$$

е) определяется выход цементного теста из I кг цемента при расчетном В/Ц по формуле

$$V'_{ц.т.} = \frac{1}{\gamma_{ц}} + \frac{В}{Ц} = \frac{1}{3,1} + \frac{В}{Ц} \qquad (7), \text{ где}$$

$\gamma_{ц}$ - плотность цемента, кг/л;

ж) определяется расход цемента Ц, $кг/м^3$, по формуле

$$Ц = \frac{V_{ц.т.}}{V'_{ц.т.}} \; ; \qquad (8)$$

з) определяется расход воды В, $л/м^3$ по формуле

$$В = Ц \cdot В/Ц \; ; \qquad (9)$$

и) определяется теоретическая объемная масса смеси $\gamma^{т}_{п.б.с}$, $кг/м^3$, по формуле

$$\gamma_{п.б.с.} = Ц + П + В + Р \qquad (10), \text{ где}$$

Р - масса разжижителя, расходуемого на I $м^3$ бетона в

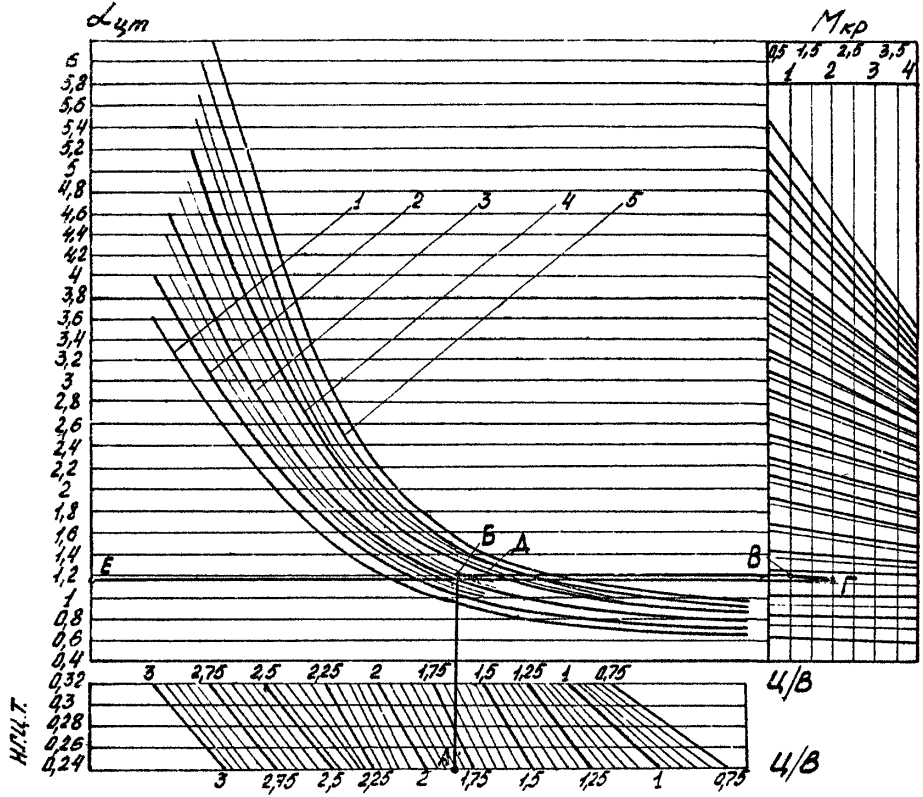
$\alpha_{цт}$
$M_{кр}$
0,5 1,5 2,5 3,5
1 2 3 4
6
5,8
5,6
5,4
5,2
5
4,8
4,6
4,4
4,2
4
3,8
3,6
3,4
3,2
3
2,8
2,6
2,4
2,2
2
1,8
1,6
1,4
1,2
1
0,8
0,6
0,4
0,32
0,3
0,28
0,26
0,24
1 2 3 4 5
Б А
Е
В
Г
3 2,75 2,5 2,25 2 1,75 1,5 1,25 1 0,75
Ц/В
Ц/В
Ж.Ц.Т.

Рис. 3

расчете на сухое вещество добавки.

к) производится уточнение расчетного состава песчаного бетона.

5.7.Для уточнения расчетного состава бетона затворяется пробный замес. Если подвижность песчано-бетонной смеси окажется заданной, то этот состав принимается за основу Если смесь окажется жестче заданной, то либо несколько увеличивают дозировку суперпластификатора, либо добавляют цемент и воду (при расчетном В/Ц). Если смесь окажется пластичнее заданной, то либо добавляют в смесь песок, либо уменьшают дозировку суперпластификатора.

После уточнения состава бетона по подвижности или жесткости смеси производится уточнение В/Ц, для чего затворяются три состава: один состав при расчетном В/Ц и уточненном по подвижности составе и два дополнительных при В/Ц, отличающемся от основного на $\pm$ 0,05. После испытания кубиков принимается окончательный состав песчаного бетона, который имеет заданную прочность или превышает её на 5 - - 10%.

В Приложении 4 приводится пример подбора состава песчаного бетона

5 8. Прочность песчаного бетона может определяться на образцах различных размеров: 7х7х7см, 10х10х10см, 15х15х15см (стандартный размер куба). При испытании кубиков, отличающихся по размеру от стандартного, следует применять переводные коэффициенты согласно ГОСТ 10180-74, приведенные в таблице 5.

Таблица 5.

Номинальный размер образца-куба в см	Переводной коэффициент
7,07 x 7,07 x 7,07	0,85
10 x 10 x 10	0,91
15 x 15 x 15	1,00

Допускается уточнять в сторону увеличения переводные коэффициенты опытном путем. При этом количество образцов-близнецов каждого размера в серии должно быть не менее 24, а коэффициент вариации прочности бетона в серии образцов, вычисленный по ГОСТ 10180-74 не должен превышать 5%. Переводные коэффициенты определят путем деления средней прочности бетона серии эталонных (размер 15х15х15см) образцов на среднюю прочность бетона серии принятых для контроля неэталонных образцов.

Приведенные ранее в п.5.5а формулы (1) и (2) справедливы при испытании песчаного бетона на образцах размером 15х15х15 см.

5.9. Расчет состава песчаного бетона может быть произведен упрощенным способом по "Инструкции по приготовлению мелкозернистого (песчаного) бетона" СН 488-76 (М.,Стройиздат,1977) в следующем порядке:

а) прочность на сжатие и Ц/В для мелкозернистого (песчаного) бетона на песке среднего качества определяется по формуле:

$$R_{п.б.} = 0{,}4\, R_{ц} \left(Ц/В - 0{,}43 \right) ; \qquad (11);$$

$$Ц/В = \frac{R_{п.б.}}{0{,}4\, R_{ц}} + 0{,}43 ; \qquad (11а);$$

б)количество материалов на 1 $м^3$ смеси определяется по формулам:

$$Ц = \frac{\gamma_{п.б.с.}}{1 + \frac{n' + д_м' + в'}{ц'}} ; \qquad (12)$$

$$П = Ц \cdot \frac{n'}{ц'} ; \qquad (13)$$

$$Д_м = Ц \cdot \frac{д_м'}{ц'} ; \qquad (14)$$

$$В = Ц \cdot \frac{в'}{ц'} \qquad (15), \text{ где}$$

Ц,П,$Д_м$ и В - расходы цемента, песка, минеральной добавки (наполнителя) и воды, кг/$м^3$;

ц',п',$д'_м$,в' - то же, в пробных замесах;

γ п.б.с - объемная масса мелкозернистой бетонной смеси.

в) требования по получению заданной подвижности песчаного бетонной смеси обеспечивают выбором оптимальной величины добавки суперпластификатора в соответствии с указаниями п.п. 4.9 и 4.10 настоящих Рекомендаций и проверяются на опытных замесах и при испытании образцов;

г) при подборе состава песчаного бетона упрощенным способом за основу принимается состав бетона, подобранный на конкретных материалах без добавки и удовлетворяющий требованиям проекта по прочности и заводской технологии производства. Корректировка состава бетона состоит в регулировании количества воды и суперпластификатора для получения заданной подвижности, возможном сокращении расхода цемента и увеличении количества песка в смеси, если прочность бетона в требуемом возрасте окажется завышенной.

УI. Твердение бетона.

6.I. Тепловая обработка песчаного бетона с добавкой суперпластификатора должна производиться в соответствии с требованиями СН 483-76 и с соблюдением указаний настоящего раздела. Рекомендаций.

6.2. Тепловая обработка изделий из песчаного бетона с суперпластификатором может осуществляться в пропарочных камерах периодического или непрерывного действия, в обогреваемых формах с паровыми отсеками (рубашками), обеспечивающими свободную циркуляцию паровоздушной смеси, под переносными паро - и теплоизолирующими

колпаками на стендах и в других установках, обеспечивающих твердение бетона без добавки в заводских условиях.

6.3. Выбранный оптимальный режим пропаривания должен обеспечивать получение в 28-суточном возрасте после пропаривания бетона проектной прочности, равной марочной прочности бетона, не подвергавшегося пропариванию, или бетона, прочность которого не более, чем на 15% меньше прочности бетона того же состава, не подвергавшегося пропариванию.

Если последнее условие не будет соблюдено, необходимо изменить режим пропаривания в сторону увеличения времени предварительного выдерживания до пропаривания или понижения скорости подъема температуры или увеличения продолжительности изотермического прогрева.

6.4. Термовлажностную обработку бетона изделий следует производить до достижения им летом 70%-ной прочности в ненапряженных элементах и 80%-ной прочности в предварительно напряженных элементах

В зимнее время года термовлажностная обработка должна обеспечивать набор бетоном 100% прочности для элементов всех видов.

6.5. До проведения тепловой обработки отформованного цементно-песчаного бетона с добавкой суперпластификатора следует обеспечить его предварительное выдерживание до начала пропаривания (или прогрева). Необходимая продолжительность выдерживания определяется экспериментально на конкретных материалах и составе бетона.

При установке форм со свежеотформованными изделиями в предварительно подогретую или неуспевшую остыть от предыдущего пропаривания камеру, можно осуществить предварительную выдержку в камере при закрытой крышке без пуска пара

Допускается (после производственной проверки) начинать термообработку бетона без его предварительного выдерживания.

При этом скорость подъема температуры до уровня изотермического прогрева не должна превышать 12 градусов в час. Выбранный режим начала термообработки должен обеспечивать получение бетона оптимальной структуры и предотвращать деструктивные процессы, вызываемые температурным расширением, главным образом воздуха и воды, содержащихся в бетонной смеси. Это особенно важно в случаях тепловой обработки бетона из высокоподвижных смесей.

6.6. Подъем температуры в пропарочных камерах после предварительной выдержки производится постепенно, со скоростью не более 20–30 град/час, с учетом состава и консистенции песчано-бетонной смеси. Более пластичным смесям необходимо обеспечивать меньшие скорости подъема температуры.

6.7. Пропаривание песчаных бетонов с добавкой суперпластификатора на портландских цементах целесообразно производить при температуре изотермического прогрева 80–85°С. Использование более высокой температуры допускается после проведения лабораторной и производственной проверки на конкретных материалах завода.

Пропаривание бетона с добавкой суперпластификатора на других цементах должно осуществляться при температурах, устанавливаемых экспериментальным путем после согласования вопроса с организацией-разработчиком добавки.

6.8. Продолжительность изотермического выдерживания изделий устанавливается в зависимости от требуемой относительной прочности бетона и зависит от вида применяемого цемента, температуры изотермического прогрева, состава бетона и дозировки суперпластификатора.

6.9. Снижение температуры в камере после окончания изотермического прогрева должно производится замедленно и может заканчиваться вентиляцией внутреннего пространства камеры при закрытой крышке

или путем естественного её остывания.

6.10. Извлечение изделий из форм при перепаде температур между поверхностью изделий и окружающим воздухом более 40°С не допускается, с целью предотвращения трещин в изделиях из-за температурно-влажностных напряжений. По этой же причине распалубленные в теплом помещении изделия не допускается вывозить из цеха наружу, если температура наружного воздуха ниже минус 5°С. В этом случае изделия после распалубки необходимо выдержать в теплом помещении при температуре 15-20°С не менее 4-х часов (СН 483-76).

6.11. Контрольные образцы, изготовленные из бетонных смесей пропариваемых изделий, должны подвергаться термовлажностной обработке одновременно с пропариваемыми изделиями и вместе с ними.

7. Контроль производства и качества бетона и изделий.

7.1. Контроль качества составляющих бетона должен производиться по следующим стандартам и техническим условиям: цемент - ГОСТ 310.1-310.4-76, песок - ГОСТ 8735-75, ГОСТ 4798-69*, ГОСТ 8424-72*, суперпластификатор марки С-3 по ТУ 6-14-19-252-80, суперпластификатор "Дофен" по ТУ Дзержинского фенольного завода Минчермета УССР.

7.2. В случае хранения суперпластификаторов свыше гарантийных сроков, указанных в ТУ, а также при замораживании растворов добавки и последующем отогреве необходимо тщательно перемешать раствор сжатым воздухом и проверить его свойства путем приготовления пробных замесов с целью определения пластифицирующей способности добавки и её влияния на прочность бетона.

7.3. Влажность песка должна ежедневно контролироваться заводской лабораторией, после чего, в случае необходимости, производится

корректировка количества воды, вводимой в бетонную смесь при ее приготовлении.

7.4.Контроль дозирования материалов (цемента,песка,воды и раствора суперпластификатора) осуществляется обычными методами.

Концентрация раствора суперпластификатора контролируется по таблицам (Приложения I,2) с помощью денсиметра (ареометра).

7.5. Контроль качества перемешивания песчано-бетонной смеси с добавкой производится визуально.Заданная продолжительность перемешивания должна обеспечиваться с помощью реле времени и средств световой и звуковой сигнализации.

Периодически следует производить определения однородности песчано-бетонной смеси путем изготовления и испытания образцов из разных частей замеса.

7.6. Подвижность и жесткость песчано-бетонной смеси должны определяться по ГОСТ I0I8I-76.Может производиться определение подвижности песчано-бетонной смеси на встряхивающем столике по ГОСТ 3I0.4-76 или с помощью конуса СтройЦНИИ.

Водоотделение,характеризующее водоудерживающую способность и связность песчано-бетонной смеси,должно контролироваться путем замера высоты слоя отделившейся воды над поверхностью уплотненного штыкованием в сосуде бетона. Измерения проводят через 90 мин после укладки бетонной смеси.

Более точно водоотделение может быть определено с помощью разъемного герметизированного прибора,представляющего собой стакан объемом I000-I500 $см^3$ с крышкой,в которой установлена градуированная бюретка.После укладки и уплотнения в стакане песчано-бетонной смеси плотно (с помощью вакуумной резины) привинчивают крышку стакана,заливают в бюретку сверху четыреххлористый углерод (плотностью I,6 кг/л),который,вследствие высокой плотности,вытесняет отделившуюся из смеси воду наверх в бюретку.Отделившаяся вода

устанавливается над поверхностью раздела. По отношению объема отделившейся воды к объему смеси в стакане, судят о величине удельного водоотделения.

7.7. Качество очистки форм от остатков налипшего бетона, их смазка, отсутствие на их поверхностях забоин и вмятин, плотность их сборки должны подвергаться постоянному контролю с целью полного предотвращения утечек цементного молока и теста через щели в опалубке.

7.8. Контроль за режимом тепловлажностной обработки бетона в камерах должен осуществляться, как правило, автоматически при помощи дистанционных регистрирующих (с записью температурных диаграмм) или показывающих термометров и автоматических программных регуляторов.

Как исключение может быть допущено ручное измерение температуры с помощью термометров с I00-градусной шкалой и удлиненным капилляром, опускаемым в камеру через специальное отверстие в крышке, закрываемое пробкой.

В журнал температурного режима камер оператор систематически должен заносить: время загрузки камеры, продолжительность предварительной выдержки, время начала подачи пара, контрольные температуры в камере на протяжении всего времени тепловой обработки, время прекращения подачи пара, открытие крышки камеры и время выгрузки изделия из камеры.

В зимнее время, не реже одного раза в смену, оператор записывает в журнал температуру воздуха в цехе, где производится распалубка изделий.

7.9. Контроль прочности пропаренных образцов и образцов нормального твердения должен производиться по ГОСТ I0I80-78.

7.10. Для контроля прочности бетона в момент передачи напряжения с предварительно напряженной арматуры на бетон должны изготовляться и испытываться в соответствующие сроки дополнительные серии образцов, изготовленных из той же пробы песчано-бетонной смеси.

Величина передаточной прочности бетона к моменту отпуска арматуры должна соответствовать требованиям СНиП II-21-75 и проекта или технических условий на соответствующие изделия.

7.11. Контроль морозостойкости бетона должен производиться по ГОСТ 10060-76 при каждом новом составе бетона, при замене его составляющих, а также периодически - не реже одного раза в 6 месяцев.

7.12. При применении статистических методов и контроля оценки качества песчаного бетона с добавкой суперпластификатора оценивается однородность определяемых характеристик, например, при определении прочности бетона требуемые значения устанавливаются по ГОСТ 18105-72[X] и ГОСТ 21217-75.

7.13. Железобетонные элементы силосных корпусов элеваторов, изготовленные из песчаного бетона с добавкой суперпластификатора, должны соответствовать требованиям соответствующих стандартов и технических условий на эти изделия.

8. Техника безопасности.

8.1. При изготовлении элементов силосных корпусов элеваторов из мелкозернистого(песчаного) бетона с добавкой суперпластификатора необходимо соблюдать все правила техники безопасности, касающиеся предприятий строительной индустрии, и требования СНиП III-А.11-70 "Техника безопасности в строительстве".

8.2. При производстве работ с применением суперпластификаторов

необходимо принимать меры, предупреждающие выделение его паров. Ёмкости с суперпластификатором должны быть плотно закрыты. Доступ к ним лиц, не связанных непосредственно с работой с суперпластификатором, запрещается.

8.3. Рабочие, занятые на работах с суперпластификатором, должны быть специально проинструктированы и обеспечены индивидуальными средствами защиты от попадания разжижителя на кожные покровы, слизистые оболочки и проникновения паров в органы дыхания и пищеварения (респираторы, защитные очки или прозрачные полумаски, резиновые перчатки, фартуки и сапоги).

Работа без индивидуальных средств защиты не допускается.

8.4. Помещения, где проводятся работы с суперпластификатором должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией. Рабочие места, где применяются разжижители (включая заводскую лабораторию), необходимо оборудовать местными вентиляционными отсосами.

8.5. Запрещается принимать пищу в помещениях, где храняться или приготавливаются растворы добавок. Необходимо остерегаться попадания добавок на кожу и в пищу, а также соблюдать правила личной гигиены.

8.6. В случае попадания добавки на кожу её надо смыть теплой водой.

8.7. Лица, имеющие повреждения кожи рук и лица, не допускаются к работам по приготовлению водных растворов добавки.

8.8. Рабочие места , на которых производятся работы с суперпластификаторами, должны быть снабжены служебными инструкциями, утвержденными главным инженером предприятия.

Приложение I.

Зависимость "концентрация-плотность" для водных растворов суперпластификатора С-3.

Концентрация, %	Плотность, г/см^3
0	I
5	I,02
9	I,04
I7	I,08
20	I,09
23	I,II
26	I,I2
27	I,I4
3I	I,I5
33	I,I6
35	I,I8
39	I,20
4I	I,2I
44	I,23

Приложение 2.

Зависимость "концентрация - плотность" для водных растворов суперпластификатора С - 4

Концентрация, %	Плотность, г/см^3
0	I
20	I,I2
29	I,I4
34	I,I6
38,5	I,I8
4I,5	I,2

Приложение № 3.

Пример расчета и приготовления рабочего раствора суперпластификатора С-3 (приводится по методике В.П. Сизова)[I].

Аналитический расчет. Рабочий раствор суперпластификатора необходимо приготовить таким, чтобы он полностью заменял количество воды затворения, необходимое для приготовления бетона данного состава, и при этом вносил в смесь потребное количество добавки.

В соответствии с п. 4.II настоящий Рекомендаций принимаем, что концентрация рабочего раствора должна быть I5%. Тогда плотность этого раствора составит I,07 г/см^3 (см. Приложение № I).

Считаем, что нами подобран цементно-песчаный бетон следующего состава (на I м^3): цемента - 500 кг, песка - I400 кг, воды - 250 л. Влажность песка - 4% по массе. Концентрированный раствор С-3 имеет плотность I,2. Добавка С-3 принята равной 0,7% массы цемента.

Требуется приготовить рабочий раствор С-3 с таким расчетом, чтобы при приготовлении бетона не добавлять воду и концентрированный раствор С-3.

I. Определяем необходимое количество сухого вещества С-3 на I м^3 бетона:

$$(500/100) \times 0,7 = 3,5 \text{ кг}$$

2. Определяем количество сухого вещества суперпластификатора С-3 в I л концентрированного раствора плотностью I,2. Оно равно его концентрации в долях от единицы, т.е. С=0,39.

3. Определяем содержание сухого вещества суперпластификатора С-3 в I кг раствора плотностью I,2:

$$\frac{C}{\gamma_{сух}} = \frac{0,39}{I,2} = 0,325, \text{ где}$$

[I] В.П.Сизов. Проектирование составов тяжелого бетона. М.,Стройиздат, 1979.

С - концентрация концентрированного раствора суперпластификатора в долях от единицы. (Приложение № I).

$\gamma_{сум.}$ - плотность концентрированного раствора суперпластификатора (Приложение № I).

4. Определяем количество концентрированного раствора $В_р$ в кг и л, необходимое для получения 3,5 кг С-3.

$$В_р = 3,5 : 0,39 = 9 \text{ л};$$

$$В_р = 3,5 : 0,325 = I0,77 \text{ кг}.$$

5. Определяем содержание воды в дозе концентрированного раствора С-3, расходуемого на I $м^3$ бетона:

$$\Delta В = I0,77 - 3,5 = 7,27 \text{ л}.$$

6. Содержание воды во влажном песке:

$$(I400/I00) \times 4 = 56 \text{ л}.$$

7. Откорректированное количество воды на I $м^3$ песчано-бетонной смеси с учетом влажности песка и воды, содержащейся в дозе концентрированного раствора С-3 составит:

$$250 - 56 - 7,27 = I86,7 \text{ л}.$$

8. Тогда количество рабочего раствора суперпластификатора, которым надо затворить I $м^3$ бетонной смеси, составит:

$$I86,7 \text{ л} + 9 \text{ л (С-3)} = I95,7 \text{ л}$$

9. С целью удобства определения количества рабочего раствора добавки для различной влажности песка следует пользоваться видоизмененной формулой В.П.Сизова

$$В_ф = В_{с.п.} - \frac{П}{I00} - \Delta В_{к.р.} + К_р, \text{ где}$$

$В_{с.п.}$ - расход воды на I $м^3$ бетона при сухом песке, л;

П - расход песка, кг/$м^3$;

$\Delta В_{к.р.}$ - содержание воды в концентрированном растворе суперпластификатора, л;

$К_р$ - расход концентрированного раствора суперпластификатора, л

Задаваясь различными значениями влажности песка и рассчитывая соответствующие им значения расхода рабочего раствора суперпластификатора, можно построить графические зависимости для определения количества рабочего раствора добавки от влажности заполнителя (песка) при постоянных составе цементно-песчаного бетона и дозировке добавки. Такие графики существенно упрощают расчеты при часто изменяющейся влажности песка.

IO. Рабочий раствор готовят заранее в достаточных количествах, например, в объеме I $м^3$. Для этого,в нашем примере необходимо взять

$$\frac{1000}{195,7} \times 9 = 46 \text{ л.}$$

концентрированного раствора С-3 и

$$\frac{1000}{195,7} \times 186,7 = 954 \text{ л воды.}$$

Подобным же образом рассчитывают концентрацию рабочего раствора любого суперпластификатора в других случаях при других исходных данных.

Приложение № 4

Пример подбора состава мелкозернистого (песчаного) бетона.

Задание:

Подобрать состав пластифицированного песчаного бетона для формования стеновых элементов типа СОГ силосов элеваторов. Пластичность бетона по конусу СТРОЙЦНИЛ - 5,5 см (по ОК - 8 см).

Производственные условия: дозировка материалов - по массе; общая культура производства работ - средняя; уровень производства - средний (коэффициент вариации прочности бетонных образцов $C_{п}$ = I3%).

Характеристики материалов:

Песок	Цемент	Суперпластификатор
$\gamma_{п}$ = 2,6I $\gamma_{нас.п}$ = I,46 $V_{пус.п}$ = 0,44 $M^{п}_{кр}$ = 2 Содержание пыли, глины и ила - I%	Портландский с минеральными добавками $M_{ц}$ = 500 (по паспорту); среднеалюминатный; НГЦТ = 32%; $\gamma_{ц}$ = 3,I	Марка С-3. Концентрация раствора - 39%; плотность - I,2.

Решение.

I. Определяем предварительное В/Ц по формуле (I):

$$В/Ц = \frac{A R_{ц}}{\frac{R_{об}}{K_I \cdot K_2} + 0{,}5 A R_{ц}} = \frac{0{,}52 \times 500}{\frac{300}{0{,}92 \times 0{,}95} + 0{,}5 \times 0{,}52 \times 500} = 0{,}55,$$

где: А - 0,52 (по табл. № I), K_I = 0,92 (по табл. № 2),

K_2 = 0,95 (по табл. № 2), Ц/В = I,82.

2. На основании опыта принимаем дозировку суперпластификатора С-3 - 0,7% массы цемента.

3. Определяем опытом НГЦТ с добавкой С-3 в количестве 0,7% массы цемента (см. п. 5.4 настоящих Рекомендаций). Допустим НГЦТ

с добавкой суперпластификатора получили: НГЦТ (Р)[x] - 24%.

4. Уточняя А по графикам (рис. I) с учетом поправки $\sum \Delta A$ (табл. № 3):

по подвижности бетонной смеси ЖС..... $\Delta A_1 = - 0,025.$

по модулю крупности песка $М^{п}_{кр}$ ..... $\Delta A_2 = - 0,036.$

по нормальной густоте цементного теста НГЦТ (Р) $\Delta A_3 = + 0,05.$

$\sum \Delta A = - 0,011$

5. Определяем расчетное В/Ц по формуле (2):

$$В/Ц = \frac{(A + \sum \Delta A) R_ц}{\frac{R_{п.б.}}{K_1 \cdot K_2} + 0,5(A+\sum \Delta A) R_ц} = \frac{(0,52 - 0,011) \cdot 500}{343+0,5(0,52-0,011)500} = 0,54$$

Ц/В = I,85

6. По номограмме рис. 3 определяем $\mathcal{L}_{ц.т.}$ по методике В.П.Сизова при пластичности 5,5 см (по ЖС) и Ц/В = I,85.

Для этого на номограмме находим точку А пересечения нормальной густоты цементного теста с добавкой суперпластификатора НГЦТ (Р) - 24%. и цементно-водного отношения (Ц/В = I,85). Из точки А восстанавливаем перпендикуляр до пересечения с кривой $\mathcal{L}_{ц.т.}$, соответствующей пластичности 5,5 см (точка В). Из этой точки проводим параллельную оси абсцисс линию до пересечения с вертикальной прямой, соответствующей модулю крупности песка $М^{п}_{кр}$=I (точка В). Из точки В провести линию, подобную наклонным линиям на номограмме до пересечения с вертикалью, соответствующей модулю крупности песка 2 (точка Г).

Из точки Г проводим горизонтальную линию до пересечения с кривой $\mathcal{L}_{ц.т.}$, соответствующей пластичности 5,5 см (точка Д).

---

x/ НГЦТ (Р) - нормальная густота разжиженного суперпластификатором цементного теста.

Из точки Д проводим параллельную оси абсцисс линию до пересечения с осью ординат (точка Е). По ней определяем искомое значение $\alpha_{ц.т.}$

$$\alpha_{ц.т.} = 1{,}16$$

7. Определяем расход песка по формуле (3):

$$П = \frac{\gamma_{нас.п} \cdot V_{п.б.с.}}{1 + V_{пуст.п}(\alpha_{ц.т.} - 1)} = \frac{1{,}46 \times 1000}{1 + 0{,}44(1{,}16 - 1)} = \frac{1460}{1{,}07} = 1364 \text{ кг},$$

где $V_{п.б.с.} = 1000$ л (по рис. 2)

8. Абсолютный объем песка по формуле (4):

$$V_п = \frac{П}{\gamma_п} = \frac{1364}{2{,}61} = 523 \text{ л/м}^3.$$

9. Объем защемленного воздуха по формуле (5):

$$V_в = 1000 - 1000 = 0 \text{ л/м}^3.$$

10. Абсолютный объем цементного теста по формуле (6):

$$V_{ц.т.} = 1000 - (V_п + V_в) = 1000 - 523 = 477 \text{ л}$$

11. Выход цементного теста из 1 кг цемента по формуле (7):

$$V'_{ц.т.} = \frac{1}{\gamma_ц} + \frac{В}{Ц} = \frac{1}{3{,}1} + 0{,}54 = 0{,}323 + 0{,}54 = 0{,}863.$$

12. Расход цемента по формуле (8):

$$Ц = \frac{V_{ц.т.}}{V'_{ц.т.}} = \frac{477}{0{,}863} = 553 \text{ кг}.$$

13. Расход воды по формуле (9):

$$В = Ц \times В/Ц = 553 \times 0{,}54 = 298 \text{ л}.$$

14. Теоретическая объемная масса бетона по формуле (10):

$$\gamma^т_{п.б.с.} = Ц + П + В + Р = 553 + 1364 + 298 + 3{,}87 = 2219 \text{ кг/м}^3.$$

Уточняем расчетный состав песчаного бетона на пробных затворениях.

Материалы	Расход материалов на 10л бетона
Песок	13,64 кг
Цемент	5,53 кг
Вода	2,98 л
С-3	0,039 кг сухого в-ва

Пробное затворение показало, что фактическая подвижность получилась 5,5 см по конусу СтройЦНИЛ, а объемная масса 2,22 кг/л. Значит, состав бетона подобран правильно. Если подвижность получится больше или меньше заданной, необходимо поступать в соответствии с п. 5.6. настоящих Рекомендаций. После получения требуемой подвижности песчано-бетонной смеси определяется объемная масса и расход материалов на замес.

Для уточнения В/Ц затворяем дополнительно ещё два состава при В/Ц = 0,49 и В/Ц = 0,59 (см. п. 5.6). После этого на пробных замесах уточняем подвижность, объемную массу цементно-песчаных смесей и расход материалов на 1 $м^3$ бетона. Затем делаем три замеса, изготавливаем бетонные кубики и на основании испытаний устанавливаем окончательный состав бетона для производства. Все данные по экспериментальной проверке приведены в табл. 6.

Таблица 6.

Материалы и характеристики песчаного бетона	Состав		
	2	1	3
1	2	3	4
Цемент, кг	6,23	5,53	4,83
Песок, кг	12,90	13,64	14,60

I	2	3	4
Вода, л	3,05	2,98	2,85
Суперпластификатор С-3, л	0,044	0,039	0,034
Подвижность, см	5,5	5,5	5,6
Объемная масса, кг/л	2222	2219	2231
Водоцементное отношение	0,49	0,54	0,59
Прочность, кгс/см^2	365	343	303

Примечание:

I. С учетом коэффициентов K_1 и K_2 в формуле (I) прочность бетона должна быть 343 кгс/см^2. Из таблицы видно, что состав 2 имеет завышенную прочность, а состав 3 - заниженную. Для производства принимаем состав I.

2. Подвижность песчано-бетонной смеси приводится в см по погружению конуса СтройЦНИЛ.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

стр.

Предисловие. 3

I. Общие положения. 6

2. Требования к материалам. 8

3. Требования к заводской технологии и формам. . . IO

4. Требования к бетонной смеси и составу бетона . . I3

5. Подбор состава бетона и его особенности I6

6. Твердение бетона 26

7. Контроль производства и качества бетона и изделий.29

8. Техника безопасности. 32

9. Приложение № I. Зависимость "концентрация-плотность" для водных растворов суперпластификатора С-3. 34

IO. Приложение № 2. Зависимость "концентрация-плотность для водных растворов суперпластификатора С-4. 35

II. Приложение № 3. Пример расчета и приготовления рабочего раствора суперпластификатора. 36

I2. Приложение № 4. Пример подбора состава мелкозернистого (песчаного) бетона. . . 39

gost.e-ecolog.ru

Зак. 795-1000 тип ЭОС