НИИЖБ ГОССТРОЯ СССР

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ И ПРОЕКТИРОВАНИЮ БЕТОННЫХ И АРМИРОВАННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КИСЛОТОСТОЙКОГО БЕТОНА

МОСКВА–1985

gost.e-ecolog.ru

Госстрой СССР

Ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт
бетона и железобетона
(НИИЖБ)

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ И ПРОЕКТИРОВАНИЮ БЕТОННЫХ И АРМИРОВАННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КИСЛОТОСТОЙКОГО БЕТОНА

Утверждены
директором НИИЖБ
28 июня 1985 г.

Москва - 1985

УДК 691.327:666.97-134

Печатаются по решению секции коррозии и спецбетонов от 22 ноября 1984 г.

Рекомендации по изготовлению и проектированию бетонных и армированных конструкций из кислотостойкого бетона. М., НИИЖБ Госстроя СССР, 1985, с. 68.

Рекомендации содержат основные положения по технологии изготовления бетонных и армированных конструкций из кислотостойкого бетона, а также особенности их расчета и проектирования.

Приведены требования к материалам для кислотостойкого бетона, к материалам для монтажных швов и замоноличивания стыков, а также способы приготовления, укладки и твердения кислотостойкого бетона.

Даны нормативные и расчетные характеристики кислотостойкого бетона и особенности расчета конструкций, в т.ч. армированных стеклопластиковой арматурой, по предельным состояниям первой и второй групп с учетом влияния кислых жидких агрессивных сред.

Рекомендации предназначены для инженерно-технических работников проектных, научно-исследовательских организаций, предприятий-изготовителей и заводских лабораторий.

Табл.18, илл.2.

© Ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт
бетона и железобетона Госстроя СССР, 1985

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящие Рекомендации разработаны в развитие СНиП 2.03.II-85 "Защита строительных конструкций от коррозии" и СНиП 2.03.01-84 "Бетонные и железобетонные конструкции" и распространяются на проектирование и изготовление конструкций из кислотостойкого бетона, эксплуатирующихся в агрессивных кислых жидких средах при температурах не выше 50 °С и не ниже -70 °С.

Приведена технология приготовления кислотостойкого бетона на основе жидкого стекла, активного наполнителя - перлита - и кислотостойких заполнителей автоклавного твердения, а также особенности проектирования сборных бетонных и армированных, в т.ч. стеклопластиковой арматурой, конструкций из крупно- и мелкозернистого кислотостойкого бетона.

Рекомендации составлены на основе лабораторных исследований, проведенных в НИИЖБ Госстроя СССР, а также результатов опытного проектирования и опытно-промышленного внедрения конструкций из кислотостойкого бетона.

Рекомендации разработаны НИИЖБ Госстроя СССР (д-р техн. наук Е.А.Гузеев, кандидаты техн.наук В.М.Борисенко, А.Н.Пименов). В составлении раздела 2 принимали участие Минтяжстрой СССР (канд. техн. наук В.А.Отрепьев, инж. С.С.Царукьян), Челябинский ПромстройНИИпроект Минтяжстроя СССР (канд.техн.наук Г.А.Щербина, инженеры П.П.Спирин, А.А.Степура), Донецкий ПромстройНИИпроект Госстроя СССР (канд.техн.наук А.М.Гиржель) и НИИЖБ Госстроя СССР (инж.А.М.Асташов). В составлении раздела 3 принимали участие ВЗПИ Минвуза СССР (канд.техн.наук Ю.М.Вильдавский, инж. В.Н.Федоров), ИСиА Госстроя БССР (кандидаты техн.наук В.Ф.Залого, Л.С.Фридман, Ю.В.Кондратьева, инженеры Л.Я.Плющ, Е.Е.Генина), Гипроцветмет Минцветмета СССР (инженеры А.М.Фанталов, Л.Н.Бегунова, канд.техн.наук И.И.Иванова) и Сумский филиал Гипрохима МХП (инж. Ю.И.Забелло).

Замечания и предложения по содержанию Рекомендаций просим направлять в НИИЖБ по адресу: 109389, Москва, 2-я Институтская ул., д.6.

Дирекция НИИЖБ

ОСНОВНЫЕ БУКВЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Усилия от внешних нагрузок и воздействий в поперечном сечении элемента

M – изгибающий момент;

N – продольная сила.

Характеристики предварительно напряженного элемента

P – усилие предварительного обжатия, определяемое по формуле с учетом потерь предварительного напряжения в арматуре, соответствующих рассматриваемой стадии работы элемента;

σ_{sp}, σ'_{sp} – предварительные напряжения соответственно в напрягаемой арматуре S и S' до обжатия бетона (при натяжении арматуры на упоры) либо в момент снижения величины предварительного напряжения в бетоне до нуля воздействием на элемент внешних фактических или условных сил, определяемые с учетом потерь предварительного напряжения в арматуре, соответствующих рассматриваемой стадии работы элемента;

γ_{sp} – коэффициент точности натяжения арматуры;

σ_{bp} – сжимающие напряжения в бетоне в стадии предварительного обжатия, определяемые с учетом потерь предварительного напряжения в арматуре, соответствующих рассматриваемой стадии работы элемента.

Характеристики материалов

R_b, $R_{b,ser}$ – расчетные сопротивления бетона осевому сжатию соответственно для предельных состояний первой и второй групп;

R_{bt}, $R_{bt,ser}$ – расчетные сопротивления бетона осевому растяжению соответственно для предельных состояний первой и второй групп;

R_{bp} – передаточная прочность бетона;

R_S – расчетное сопротивление арматуры растяжению для предельных состояний первой группы;

а) продольной;

б) поперечной при расчете сечений, наклонных к продольной оси элемента, на действие изгибающего момента;

$E_в$ – начальный модуль упругости бетона при сжатии и растя – жении;

ν – отношение соответствующих модулей упругости арматуры E_s и бетона $E_в$;

E_s – модуль упругости арматуры.

Характеристики положения продольной арматуры в поперечном сечении элемента

S – обозначение продольной арматуры:

а) при наличии сжатой и растянутой от действия внешней нагрузки зон сечения – расположенной в растянутой зоне;

б) при полностью сжатом от действия внешней нагрузки сечении – расположенной у менее сжатой грани сечения;

в) при полностью растянутом от действия внешней нагрузки сечении; для центрально растянутых элементов – всей в поперечном сечении элемента.

S' – обозначение продольной арматуры:

а) при наличии сжатой и растянутой от действия внешней нагрузки зон сечения – расположенной в сжатой зоне;

б) при полностью сжатом от действия внешней нагрузки сечении – расположенной у более сжатой грани сечения;

в) при полностью растянутом от действия внешней нагрузки сече – нии внецентренно растянутых элементов – расположенной у менее растянутой грани сечения.

Геометрические характеристики

e_o – эксцентриситет продольной силы относительно центра тяжести приведенного сечения;

b – ширина прямоугольного сечения, ширина ребра таврового и двутаврового сечений;

l – пролет элемента;

l_o – расчетная длина элемента, подвергающегося действию сжимающей продольной силы;

A – площадь всего бетона в поперечном сечении.

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

I.I. Настоящие Рекомендации распространяются на изготовление и проектирование сборных бетонных и армированных конструкций из кислотостойкого бетона как с напрягаемой, так и с ненапрягаемой металлической и стеклопластиковой арматурой (СПА), предназначенных для работы при систематическом воздействии сильноагрессивных кислых жидких и газообразных сред при температурах не выше 50 °С и не ниже -70 °С, а также на изготовление бетонов и растворов для замоноличивания стыков.

I.2. Расчет конструкций, работающих при воздействии температур выше 50 °С, следует производить в соответствии с указаниями СНиП 2.03.04-85 "Бетонные и железобетонные конструкции, предназначенные для работы в условиях повышенных и высоких температур".

I.3. Конструкции и изделия из кислотостойкого бетона следует применять при строительстве и реконструкции производственных и вспомогательных зданий и сооружений промышленных предприятий для условий постоянного и периодического действия неорганических кислот (кроме плавиковой и кремнефтористоводородной) различных концентраций и кислых газов, а также кратковременного действия воды.

I.4. При проектировании конструкций, систематически подвергающихся попеременному действию кислот и воды (плиты, полы, ванны, баки и т.п.), следует предусматривать конструктивные мероприятия, обеспечивающие постоянный отвод воды с этих конструкций и исключающие затекание воды в труднодоступные для ее удаления места.

2. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БЕТОННЫХ И АРМИРОВАННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КИСЛОТОСТОЙКИХ БЕТОНОВ

2.I. Технологическая схема заводского производства конструкций и изделий из кислотостойкого бетона и описание оборудования, инструментов, приспособлений приведены в приложении 2 настоящих Рекомендаций.

Материалы для кислотостойких бетонов

2.2. При изготовлении кислотостойкого высокопрочного бетона применяемые исходные материалы должны удовлетворять требованиям соответствующих стандартов, технических условий и настоящих Рекомендаций.

2.3. Жидкое натриевое стекло (силикат натрия растворимый), применяемое в качестве вяжущего, должно соответствовать требованиям ГОСТ 13078-81 и иметь плотность не ниже 1,39 г/см^3 и силикатный модуль 2,8-3,0.

2.4. Для корректировки плотности жидкого стекла используют воду, имеющую водородный показатель pH не менее 4 и содержащую минеральные соли в количестве не более 5000 мг/л, в т.ч. не более 2700 мг/г сульфатов (в пересчете на SO_3).

2.5. Для снижения силикатного модуля жидкого стекла необходимо применять добавку технического едкого натра по ГОСТ 2263-79 или едкого натра очищенного по ГОСТ 11078-78.

Модуль жидкого стекла следует определять по ГОСТ 13078-81. Для ускоренной предварительной оценки пригодности жидкого стекла может быть применен способ, приведенный в приложении 1 настоящих Рекомендаций.

2.6. В качестве активного наполнителя применяют перлитовую муку, получаемую путем измельчения природного перлита.

Удельная поверхность перлита, характеризующая степень его дисперсности, определяется по прибору ПСК-2 и должна быть не менее 3500 см^2/г. Не рекомендуется молоть перлит, имеющий влажность выше 2 %. Кислотостойкость перлита, определяемая по ГОСТ 473.1-81, должна составлять не менее 95 %.

Перлит должен содержать крмнезема SiO_2 не менее 71 %, оксида алюминия Al_2O_3 - не менее 12 %, оксидов натрия и калия $Na_2O + K_2O$ - не менее 6,5 %, оксида кальция CaO - не более 1,5 %, оксида железа Fe_2O_3 - не более 1,8 %; потери при прокаливании составляют 3,5-4 %.

2.7. В качестве минеральной добавки следует применять кварц молотый пылевидный по ГОСТ 9077-82.

2.8. В качестве крупного заполнителя должен применяться щебень из плотных и прочих кислотостойких горных пород по ГОСТ 8267-82 и ГОСТ 10268-80.

Щебень необходимо применять 2-3 фракций. Максимальная крупность щебня не должна превышать 1/4 толщины конструкции. Для густоармированных конструкций с содержанием арматуры более 1 % наибольший размер зерна щебня уменьшается до 20 мм.

Прочность щебня, определяемая при сжатии в цилиндре, должна быть не менее 100 МПа.

Кислотостойкость щебня должна составлять не менее 96 %.

2.9. В качестве мелкого заполнителя должны применяться кварцевые средние и мелкие пески, природные и обогащенные (ГОСТ 8736-77).

Песок должен содержать SiO_2 не менее 97 %; не допускается содержание в нем примесей портландцемента, известняка, доломита, магнезита и других пород, содержащих карбонаты и силикаты кальция.

2.10. Допускается замена кварцевого песка промышленными отходами, отвечающими требованиям, предъявляемым к пескам (отходы динасового производства, отсев производства щебня), при соответствующей экспериментальной проверке и технико-экономическом обосновании.

2.11. Общая влажность сыпучих материалов перед подачей в смеситель не должна превышать 1 % по массе.

2.12. Сырьевые материалы - перлит, песок, жидкое стекло, щебень - должны храниться на складах в условиях, исключающих их загрязнение пылью, увлажнение атмосферными осадками и образование наледи в зимнее время.

Едкий натр, используемый в качестве добавки, должен храниться в закрытых складах в специальной таре.

Составы и основные свойства кислотостойких бетонов

2.13. Кислотостойкий высокопрочный бетон для армированных и неармированных конструкций должен соответствовать положениям настоящих Рекомендаций.

2.14. Основные показатели качества бетона:

Средняя плотность, кг/м^3	2200-2400
Прочность на сжатие, МПа	80-100
Прочность на растяжение при изгибе, МПа	10-14
Модуль упругости, МПа	5,0.10^4
Кислотостойкость, %, не менее	85
Водостойкость, %, не менее	65
Кислотопроницаемость, мм	5-10

2.15. Составы кислотостойкого высокопрочного бетона приведены в табл.1*.

---

* Методика подбора составов кислотостойкого бетона приведена в приложении 5 настоящих Рекомендаций.

Таблица I

Наименование материала	Расход материала, кг/м^3, для составов			
	I	2	3	4
Щебень кислотостойких горных пород	I030	-	II45	-
Песок кварцевый	520	I245	560	I245
Кварцевая мука	300	255	-	-
Перлит молотый	300	500	460	660
Жидкое натриевое стекло				
а) М = 2,8-3,0; ρ = I,32 г/см^3	200	260	-	-
б) М = 1,85-I,9; ρ = I,39 г/см^3	-	-	235	335

Приготовление бетонной смеси

2.I6. Перед приготовлением бетонной смеси сырьевые материалы подлежат переработке (помол, рассев, сушка и т.д.), обеспечивающей выполнение требований пп. 2.9-2.I2 настоящих Рекомендаций.

2.I7. Все материалы следует дозировать по массе. При дозирова - нии материалов на замес отклонения не должны превышать ±I % массы жидкого стекла, наполнителя и ±2 % массы заполнителей.

2.I8. Бетонную смесь следует готовить в бетоносмесителях принудительного действия (типа СБ-35).

Бетоносмеситель необходимо загружать в соответствии с его паспортной вместимостью, не допуская отклонения более чем на I0 %.

Коэффициент выхода бетонной смеси должен составлять 0,6-0,65.

2.I9. Рекомендуется соблюдать следующий порядок загрузки материалов и их перемешивание в бетоносмесителе: в смеситель загружают сухие материалы и перемешивают их не менее I мин, затем в смесь заливают жидкое стекло и дополнительно перемешивают в течение 2-3 мин.

Признаком достаточного перемешивания смеси является равномерное распределение всех компонентов по объему смеси, однородное увлажнение смеси жидким стеклом, отсутствие комков.

Удобоукладываемость бетонной смеси, определяемая в соответствии с приложением 3 настоящих Рекомендаций, после перемешивания должна составлять не менее 3-4 см.

2.20. Добавление в готовый замес жидкого стекла, воды или наполнителя не допускается.

2.2I. Общая влажность сыпучих материалов перед подачей в смеси-

тель не должна превышать I % по массе.

2.22. Бетонную смесь следует готовить в помещении, температура в котором не должна быть ниже I5 °С.

При приготовлении бетонной смеси в зимних условиях заполнители, наполнитель и жидкое стекло должны иметь в момент загрузки в смеситель температуру не ниже I5 °С.

2.23. Бетонную смесь необходимо готовить в таком объеме, чтобы ее можно было уложить в течение I ч.

2.24. Готовую смесь из бетоносмесителя выгружают в приемный бункер, доставляют к месту укладки и загружают в форму.

2.25. При транспортировании бетонной смеси следует принять меры для исключения доступа воздуха.

Формование изделий и конструкций

2.26. Формование изделий должно осуществляться в стальных формах, удовлетворяющих требованиям ГОСТ 2578I-83. Толщина листа и размеры ячеек обшивки поддона определяются согласно "Руководству по расчету и проектированию стальных форм" (М., Стройиздат, I970) и "Рекомендаций по динамическому расчету стальных форм" (М., НИИЖБ, I984).

2.27. Все соединения элементов формы, с целью исключения затекания вяжущего, а также подсоса воздуха во время уплотнения должны быть герметичными.

2.28. Крепление бортов разборных форм должно обеспечивать минимальную трудоемкость и максимальную быстроту сборки форм и распалубки изделий.

2.29. Для смазки форм следует применять графитную смазку по ГОСТ 3333-80* марки УССА. Смазку на поверхность форм следует наносить кистью. Толщина слоя должна быть 0,I-0,3 мм.

С целью исключения операции смазки рекомендуется применение форм с покрытием из термостойкого пластика (фторопласт).

2.30. Проектное положение арматуры при изготовлении изделий обеспечивается установкой специальных фиксаторов. В качестве фиксаторов рекомендуется применять бетонные кубики (плитки) с высотой ребра, равной величине защитного слоя бетона в конструкции, имеющие на одной из своих граней выводы вязальной проволоки, с помощью которых фиксаторы соединяются с арматурными изделиями. Фиксаторы изготовляются из мелкозернистого бетона в стальных многогнездных формах по технологии, принятой для самих изделий.

2.3I. Формы должны быть жестко закреплены на верхней раме уплотняющей машины. Крепления не должны допускать смещений форм во время вибрации.

Наиболее надежным и простым в эксплуатации является электромагнитное крепление форм к виброплощадке.

2.32. Консольный свес форм от края вибрирующих рам или блоков не должен превышать 300 мм.

2.33. Для укладки бетонной смеси в формы рекомендуется применять бетоноукладчики, оснащенные ленточными питателями, обеспечивающими равномерную раскладку и разравнивание бетонной смеси слоем заданной толщины. Минимальный угол наклона стенок бункеров к горизонтали должен быть не менее 75^{0}. Вибрация стенок бункера при выгрузке бетонной смеси не допускается.

2.34. Бетонная смесь должна быть уложена в формы не позднее чем через I ч после приготовления.

2.35. Укладку бетонной смеси в формы следует начинать одновременно с включением виброплощадки. Продолжительность уплотнения бетонной смеси зависит от высоты формуемых изделий и определяется экспериментально, но должна быть не менее 5 мин.

2.36. Уплотнение бетонной смеси следует производить на следующем формовочном оборудовании:

виброплощадки - серийные с частотой колебаний 50 Гц и с увеличенной (до 0,7 мм) амплитудой колебаний;

ударные столы - специальные, работающие по режиму: частота 4,4 Гц (260 уд/мин), высота падения верхней рамы 4,5 мм;

для малоармированных плоских изделий из мелкозернистого бетона могут быть применены установки роликового формования.

2.37. При ударном и особенно при вибрационном уплотнении изделий, имеющих высоту более I50 мм, рекомендуется применять пригрузы:

инерционные с интенсивностью 20-30 г/см^{2};

безынерционные с интенсивностью 80-I00 г/см^{2}.

Пригрузы должны иметь покрытие, обладающее малой адгезией к перлитосиликатной смеси.

Применение пригрузов для массивных изделий позволяет получить прирост прочности до I0-I5 % и значительно улучшить качество поверхности изделий.

Пригруз следует устанавливать за 2-3 мин до окончания формования изделия.

2.38. Безвибрационная роликовая технология уплотнения рекомендуется к применению при формовании плитных изделий толщиной от 50 до 250 мм, армированных плоскими сетками или предварительно напрягаемой стержневой арматурой, из бетонных смесей, имеющих особо жесткую консистенцию.

Роликовое формование осуществляется с помощью специальной формовочной установки, принцип действия которой основан на эффекте послойного вдавливания бетонной смеси, которая непрерывно подается из раздаточного бункера под вращающиеся уплотняющие ролики, закрепленные на балке, перемещающейся возвратно-поступательно с помощью кривошипно-шатунного механизма. Форма с изделием при этом перемещается по рольгангу перпендикулярно направлению движения роликов.

2.39. Технологический процесс роликового формования изделий из кислотостойкого бетона характеризуется следующими основными параметрами:

скорость перемещения формы с изделием - 0,8-I,0 м/мин;

частота перемещения балки с уплотняющими роликами, число двойных ходов в мин - 45;

радиус уплотняющего ролика должен быть не меньше толщины уплотняемого изделия;

ширина стабилизирующей балки должна быть не менее двойной толщины формуемого изделия.

Бетонная смесь, подвергаемая безвибрационному роликовому уплотнению, должна иметь коэффициент раздвижки зерен крупного заполнителя не менее I,2.

Тепловлажностная обработка

2.40. Смеси кислотостойкого высокопрочного бетона способны твердеть и набирать высокую прочность только в среде насыщенного водяного пара при повышенных давлении и температуре.

2.4I. В зависимости от особенностей состава и режима тепловой обработки бетонные смеси проявляют большую или меньшую склонность к вспучиванию. Во избежание вспучивания в процессе тепловой обработки, поверхность изделий из перлитосиликатного кислотостойкого бетона следует покрывать крышками, внутренняя поверхность которых должна быть покрыта материалом, исключающим адгезию к бетонной смеси и стойким к воздействию высоких температур (до I80 °С).

2.42. Перед началом тепловлажностной обработки допускается выдержка отформованных изделий без крышек не более 2 ч. При большей

продолжительности выдержки изделий необходимо принять меры по предотвращению испарения воды с открытой поверхности бетонной смеси и карбонизации жидкого стекла углекислотой воздуха. В таких случаях изделия следует покрывать воздухонепроницаемыми пленками, руберои - дом и т.д.

2.43. Режимы тепловлажностной обработки должны обеспечивать получение материалов с заданными свойствами (высокую прочность, кислото- и водостойкость) при минимально возможных затратах энергети - ческих ресурсов.

2.44. Продолжительность этапов тепловлажностной обработки зависит от массивности пропариваемых изделий и уточняется эксперимен - тально.

Рекомендуемый режим тепловой обработки изделий, имеющих размер не более 300 мм:

Подъем давления пара до 0,8 МПа и
температуры до I79 °С ..... 3 ч
Изотермическая и изобарическая выдержка ..... 8 ч
Сброс давления и температуры ..... 3-4 ч

2.45. Во избежание значительных перепадов температуры по сечению изделия и возникновения дефектов структуры бетона скорости подъема температуры в период подъема давления пара должна быть 0,85 ± 0,05 °С/мин.

2.46. После тепловлажностной обработки кислотостойкий высокопрочный бетон должен быть охлажден по режимам, исключающим высокие температурные напряжения. Для этого рекомендуется выдержать изделия в автоклаве с открытой крышкой до достижения разности температур окружающего воздуха и кислотостойкого бетона не более 40 °С.

В холодное время года рекомендуется ограничить доступ холодного воздуха в цех устройством тепловых завес.

Устранение дефектов поверхности изделий и конструкций

2.47. Изделия из кислотостойкого бетона могут иметь на лицевой поверхности дефекты, допускаемые для категории А3 по ГОСТ I3015.0 - 83 и подлежащие устранению до предъявления изделий отделу технического контроля:

сколы бетона и подобные им дефекты, возникшие при распалубке изделий, заделываются самотвердеющим кислотостойким раствором;

поры и раковины, появившиеся в процессе формования изделий,

затираются самотвердеющей шпаклевкой.

2.48. Составы самотвердеющих кислотостойких шпаклевок и растворов приведены в табл.2.

Таблица 2

Состав	Компоненты, мас.ч.			
	Перлит молотый	Жидкое стекло ρ =1,39 г/см^3 M =2,8-3,0	Кремнефтористый натрий	Кварцевый песок
Шпаклевка	100	37	5	-
Раствор	100	90	13,6	300

2.49. Самотвердеющие кислотостойкие растворы и шпаклевки приготовляются в небольших количествах, чтобы их можно было использовать в течение 1-1,5 ч. Разбавлять жидким стеклом частично схватывающуюся шпаклевку не допускается.

2.50. Дозирование материалов для изготовления растворов и шпаклевок производится по массе.

2.51. Перемешивание раствора или шпаклевки производится в смесителях типа УПМ-35 или СО-23Б. Небольшие объемы раствора или шпаклевки допускается перемешивать вручную.

2.52. Порядок загрузки материалов:

а) при приготовлении раствора: песок, смесь молотого перлита и кремнефтористого натрия перемешивают в течение 2-3 мин, затем добавляют жидкое стекло и перемешивание продолжают еще 2-3 мин до получения однородной массы;

б) при приготовлении шпаклевки: перлит и кремнефтористый натрий перемешивают в течение 2-3 мин, добавляют жидкое стекло и снова перемешивают до получения однородной массы в течение 2-3 мин.

2.53. Поверхность изделия перед нанесением на нее шпаклевки или раствора очищают от пыли, грязи, жирных пятен с помощью проволочных щеток, затем огрунтовывают раствором жидкого стекла плотностью 1,05-1,1 г/см^3 и заделывают раствором или шпаклевкой. При этом используется ручной инструмент, применяемый при отделочных работах с обычными растворами и шпаклевками.

2.54. Работы по исправлению дефектов поверхностей изделий следует производить в помещении с температурой не ниже 10 ^{o}С.

Отремонтированные изделия вывозятся на склад готовой продукции не ранее чем через 3-5 сут хранения их в условиях, исключающих увлажнение.

Контроль качества изделий и конструкций

2.55. Контроль качества изделий и конструкций на предприятии должен охватывать все технологические операции от приемки исходных материалов до контроля проектных показателей готовых изделий по ГОСТ 13015.1-81. Система пооперационного контроля включает в себя:

входной контроль (контроль исходных материалов);

текущий контроль за соблюдением заданных технологических режимов (загрузка материалов, подача заполнителей в бункера, дозирование материалов, приготовление бетонной смеси, подготовка форм, формование изделий, тепловлажностная обработка и т.д.);

контроль качества бетонной смеси и бетона;

контроль толщины защитного слоя бетона;

контроль качества готовых изделий.

2.56. Испытания исходных материалов в соответствии с требованиями раздела 2 настоящих Рекомендаций должны проводиться по следующим методам:

а) испытание щебня - по ГОСТ 8269-76 для каждой новой партии. Влажность щебня должна определяться не реже 2 раз в смену. Пробы отбираются из расходных бункеров;

б) испытание песка - по ГОСТ 8735-75 для каждой новой партии. Содержание SiO_2 в рядовом песке должно определяться по ГОСТ 6139-78 для каждой партии и при изменении поставщика. Влажность песка должна определяться не реже 2 раз в смену. Проба отбирается из расходных бункеров;

в) дисперсность тонкомолотого перлита должна определяться не менее 2 раз в смену по ГОСТ 310.2-76. Проба отбирается на посту помола;

г) кислотостойкость исходных материалов должна определяться по ГОСТ 473.1-81 не реже 2 раз в месяц и обязательно при изменении поставщика сырьевых материалов и поступлении новой партии;

д) жидкое стекло должно испытываться при поступлении каждой новой партии, а также во всех случаях корректировки его модуля и плотности на заводе. Испытания должны проводиться по ГОСТ 13078-81.

2.57 При приготовлении бетонной смеси необходимо периодически, не реже 2 раз в смену, проверять правильность дозирования материалов. Дозирование считается удовлетворительным, если 8 результатов из 10 определений будут отвечать требованиям п.2.17 настоящих Рекомендаций. Дозаторы должны проверяться органами ведомственного над-

зора не реже I раза в месяц и органами государственного надзора Госстандарта СССР не реже I раза в год.

Удобоукладываемость бетонной смеси определяется не реже 2 раз в смену по методике, приведенной в приложении 3 настоящих Рекомендаций.

2.58. Контроль форм должен осуществляться систематически с проверкой их геометрических размеров согласно ГОСТ I8886-73, а также качества их очистки и смазки.

2.59. Контроль качества установки арматурных каркасов, сеток, закладных деталей проводится согласно техническим условиям на данный вид продукции или другим нормативным документам. Контроль величины предварительного натяжения арматуры осуществляется согласно "Руководству по технологии изготовления предварительно напряженных железобетонных конструкций" (М., Стройиздат, I975).

2.60. Контроль тепловой обработки изделий из кислотостойкого высокопрочного бетона осуществляется методом контроля температуры с помощью дистанционных термометров, термографов и автоматических программных регуляторов. Давление насыщенного пара воды в автоклаве контролируется манометрами.

2.6I. При изготовлении партии изделий (партией считается объем изделий, единовременно загружаемых в камеру термовлажностной обработки) должны также изготавливаться образцы размером I0xI0xI0 см в количестве 8-I2 шт. Условия твердения кубов должны быть идентичны условиям твердения конструкций.

2.62. Прочность бетона определяется по испытанию образцов размером I0xI0xI0 см на центральное сжатие по ГОСТ I0I80-78 с использованием поправочного коэффициента, равного 0,85 разрушающей нагрузки.

2.63. Контроль и оценка прочности кислотостойкого высокопрочного бетона должны проводиться по ГОСТ I8I05.I-80.

2.64. Определение кислотостойкости бетонов проводится путем сравнения прочности при сжатии образцов размером I0xI0xI0 см после 30 сут нахождения в кислой среде или 24-часового кипячения в среде, воздействию которой будет подвергаться конструкция в производственных условиях, с исходной прочностью. Образцы испытывают на прочность по ГОСТ I0I80-78.

Коэффициент кислотостойкости вычисляют по формуле

$$K_{ст} = \frac{R_2}{R_1} \cdot 100\ \%\ , \qquad (I)$$

где R_1 - прочность на сжатие эталонных образцов, хранившихся 30 сут

в воздушно-сухих условиях при температуре I5±5 °С и относительной влажности воздуха 60-80 %; R_2 - прочность на сжатие образцов-кубов, хранившихся 30 сут в растворе кислоты или подвергавшихся 24-часовому кипячению.

2.65. В случае эксплуатации конструкций и изделий в условиях постоянного или длительного контакта с водой или возможности выпадения конденсата, определение водостойкости бетонов проводится путем сравнения определенной по ГОСТ I0I80-78 прочности образцов размером I0xI0xI0 см после 30 сут нахождения их в воде или 8-часового кипячения с исходной прочностью эталонных образцов, хранившихся 30 сут в воздушно-сухих условиях при температуре I5±5 °С и относительной влажности 60-80 %.

Коэффициент водостойкости вычисляют по формуле

$$K_в = \frac{R_3}{R_1} \cdot I00\ \%, \qquad (2)$$

где R_3 - прочность на сжатие образцов-кубов после пребывания в воде; R_1 - см. формулу (I).

2.66. Для оценки прочности, жесткости и трещиностойкости армированных конструкций необходимо производить испытания в соответствии с требованиями государственных стандартов на изделия или рабочих чертежей.

2.67. Контроль качества готовой продукции проводится по ГОСТ I30I5.I-82 и состоит в проверке формы и размеров изделий, качества армирования, закладных деталей и монтажных петель, а также прочности, кислотостойкости и водостойкости бетона в изделиях.

Маркировка изделий, складирование и транспортирование

2.68. Каждое изделие, выпускаемое предприятием, маркируют по ГОСТ I30I5.2-82 с указанием:

даты изготовления;

паспортного номера;

индекса и вида изделия;

номера браковщика ОТК.

2.69. На каждую партию изделий составляют паспорт, который завод выдает заказчику. В паспорте приводят: наименование завода-изготовителя, номер паспорта и дату его составления, наименования изделий и их условный индекс, число изделий в партии, проектные раз-

меры изделий, дату изготовления и приемки партии ОТК, номер браковщика, вид, марку и остаточную прочность бетона, а при необходимости - специальные характеристики.

2.70. Паспортный номер изделий содержит две цифры: первая - номер партии по паспорту, вторая - номер изделия в партии.

2.71. Паспортный номер наносят на боковую открытую поверхность изделия в одном из его углов.

2.72. Индекс соответствует сокращенному наименованию изделия. Буквы и цифры наносят так, чтобы по ним можно было судить о рабочем положении и чтобы они не были закрыты после монтажа.

2.73. Заводская марка свидетельствует о принятии изделия ОТК, является контрольным знаком и подтверждает соответствие изделия техническим условиям; ее наносят рядом с индексом.

2.74. Готовые и принятые ОТК изделия из кислотостойкого бетона хранят рассортированными по видам и типоразмерам на закрытых специально оборудованных складах и штабелях.

2.75. Площадки под склад рекомендуется устраивать с уклонами и канавками для стока поверхностных вод.

2.76. Каждое изделие при хранении опирают на деревянные инвентарные прокладки таким образом, чтобы не вызывать перенапряжений в бетоне.

При хранении изделий в штабелях нижний ряд прокладок укладывают на выровненное горизонтальное основание;

прокладки всех вышеизложенных рядов располагают строго по вертикали - одна над другой. Толщина прокладок рекомендуется на 10-20мм больше превышения монтажных петель и других выступающих частей над поверхностью изделий. Наибольшая высота штабеля рекомендуется не выше 2,5 м.

2.77. Изделия на складе укладывают монтажными петлями вверх, а заводской маркировкой - в сторону проходов.

2.78. Проходы между штабелями следует устраивать в продольном направлении - через каждые два смежных штабеля, а в поперечном - не реже чем через 25 м. Ширина проходов рекомендуется не менее 0,7 мм, а зазоры между смежными штабелями - не менее 0,2 м.

2.79. При транспортировании изделия укладывают на прокладки в соответствии с п.2.76 настоящих Рекомендаций.

2.80. Изделия укладывают в железнодорожные вагоны и автомашины вдоль направления движения.

2.81. Наружные размеры поперечного сечения штабеля погруженных изделий рассчитывают таким образом, чтобы изделия не выходили за пределы габаритов транспорта, а длина их обеспечивала бы повороты в пределах радиусов закруглений, принятых на данной трассе.

2.82. Поднимают и опускают изделия при погрузке плавно, не допуская рывков, толчков или ударов.

2.83. Во время транспортирования штабеля с изделиями прикрепляют к бортам или раме платформы и закрепляют между собой в горизонтальном положении.

Растворы и бетоны для монтажных швов и замоноличивания стыков

Материалы, используемые для приготовления бетонов и растворов

2.84. В качестве связующих в растворах для монтажных швов и бетонах для замоноличивания стыков рекомендуется использовать эпоксидные смолы, жидкое стекло, серный цемент и фурановую смолу ФАМ.

2.85. Из эпоксидных смол предпочтительнее использовать смолы ЭД-16 и ЭД-20 по ГОСТ 10587-76.

Для отверждения эпоксидных смол используют полиэтиленполиамин марки А в соответствии с ТУ 6-02-594-75. Отвердитель вводят в количестве 10 % от расхода смолы.

В качестве пластификаторов, вводимых в количестве 20 % от расхода смолы, могут быть использованы дибутилфталат (ДБФ) в соответствии с ГОСТ 2102-75 и олигоэфиракрилат (МГФ-9) в соответствии с ТУ 6-01-450-76.

2.86. Жидкое натриевое стекло, используемое для приготовления бетона и раствора, должно удовлетворять требованиям п.2.3 настоящих Рекомендаций.

Для отверждения жидкого стекла используют технический кремнефтористый натрий, отвечающий требованиям ГОСТ 87-77 и выпускаемый по ТУ 6-09-1461-76. Кремнефтористый натрий должен быть сухим (влажность не более 1 %), тонкодисперсным, не содержать слежавшихся комьев, а содержание Na_2SiF_6 должно быть не менее 93 %.

С целью повышения плотности, прочности, водо- и кислотостойкости в жидкостекольные композиции вводят фуриловый спирт, качество которого должно соответствовать требованиям ОСТ 59-127-73.

2.87. Сера, используемая для приготовления кислотостойкого бетона, должна отвечать требованиям ГОСТ 127-76*.

2.88. Рекомендуемая в качестве связующего фурановая смола ФАМ должна соответствовать требованиям, предъявляемым к ней.

Для отверждения ФАМ используют бензосульфокислоту (БСК), выпускаемую в соответствии с ТУ МХП 307-54.

Наиболее полное отверждение полимербетона на основе смолы ФАМ имеет место при введении 25-30 % бензосульфокислоты. Для равномерного распределения БСК необходимо подогреть до 55-60 °С. При этой температуре кислота легко плавится и не кристаллизуется при последующем охлаждении до 35-40 °С. В расплавленном виде с температурой 35-40 °С кислота хорошо перемешивается и равномерно распределяется в смеси полимербетона.

2.89. В качестве заполнителей кислотостойких бетонов и растворов применяют песок и щебень, отвечающие требованиям пп.2.8-2.II настоящих Рекомендаций. Возможно применение штучных кислотостойких керамических материалов, а также кислотостойких минеральных попутных продуктов и отходов промышленности (шлаки тепловых электростанций).

2.90. В качестве тонкомолотого наполнителя может быть использована андезитовая (ТУ 6-I2-I0I-77) или диабазовая (СТУ-I3.7I7-6I) мука, кварц молотый пылевидный (ГОСТ 9077-82), а также молотые базальт, бештаунит, кварцит, шлак тепловых электростанций*, бой каменного литья, кремниевая галька. Кислотостойкость тонкомолотого наполнителя должна быть не менее 96 %, а тонкость помола должна характеризоваться остатком на сите № 008 не более I0 %.

Растворы

2.9I. Растворы, предназначенные для замоноличивания конструкций, должны характеризоваться подвижностью, соответствующей осадке стандартного конуса 6-8 см.

Ориентировочные составы растворов приведены в табл.3.

2.92. При заделке монтажных швов и замоноличивании стыков конструкций растворами на основе жидкого стекла количество кремнефтористого натрия в зависимости от его сорта, а также модуля жидкого стекла должно уточняться из стехиометрического соотношения (см.приложение 4 настоящих Рекомендаций).

---

* На Донецком комбинате камнелитых и керамических изделий налажен выпуск кислотостойкого порошка в соответствии с ТУ 2I УССР 835-74 получаемого путем помола топливного шлака Мироновской ГРЭС.

Таблица 3

Компоненты раствора	Содержание компонента, кг/м³					
	Номер состава					
	I	2	3	4	5	6
Жидкое стекло	480	370	-	-	-	-
Кремнефтористый натрий	77	66	-	-	-	-
Фуриловый спирт	I4	II	-	-	-	-
Эпоксидная смола	-	-	450	350	-	-
Полиэтиленполиамин	-	-	45	35	-	-
Дибутилфталат	-	-	90	70	-	-
Смола ФАМ	-	-	-	-	460	350
Бензосульфокислота	-	-	-	-	II5	88
Песок	950	II50	960	I080	940	I050
Тонкомолотый заполнитель	700	630	680	685	690	700

2.93. Прочность клеевого соединения, изготовленного на растворах, приведена в табл.4.

Таблица 4

Номер состава раствора	Прочность, МПа			
	на равномерный отрыв	на растяжение при изгибе	на равномерный отрыв	на растяжение при изгибе
	в условиях естественной влажности		в кислоте	
I	I,8-2,0	3,I-3,4	I,5-I,7	2,7-2,9
2	2,2-2,5	3,3-3,6	I,8-2,I	2,7-3,0
3	3,4-3,9	8,7-9,2	Разрушение	Разрушение
4	3,2-3,6	8,3-8,6	То же	То же
5	3,3-3,7	8,2-8,5	"	"
6	3,2-3,5	8,0-8,4	"	"

Бетоны

2.94. Для замоноличивания стыков сборных железобетонных конструкций могут быть использованы полимерсиликатный бетон, бетон на основе эпоксидной смолы, бетона на основе смолы ФАМ и серный бетон.

Серный бетон целесообразно применять при необходимости получения требуемой прочности бетона замоноличивания стыка через 0,5-I сут.

2.95. Ориентировочные составы бетонов для замоноличивания сты-

ков приведены в табл.5.

Таблица 5

Компоненты бетонной смеси	Содержание компонента, кг/м³, в бетоне			
	полимерсиликатном	на эпоксидной смоле	на смоле ФАМ	на серном цементе
Жидкое стекло	300	-	-	-
Кремнефтористый натрий	48	-	-	-
Фуриловый спирт	9	-	-	-
Эпоксидная смола	230	230	-	-
Полиэтиленполиамин	I3	I3	-	-
Дибутилфталат	46	46	-	-
Смола ФАМ	-	-	220	-
Бензосульфокислота	-	-	55	-
Сера техническая	-	-	-	200
Щебень	I020	I920	I200	II50
Песок	5I0	460	560	590
Тонкомолотый наполнитель	5I0	4I0	350	3I0

2.96. Прочность бетонов, используемых для замоноличивания стыков, приведена в табл.6.

Таблица 6

Бетон	Предел прочности бетона при сжатии, МПа	
	в условиях естественной влажности	после выдержки в кислоте
Полимерсиликатный	25	23
На эпоксидной смоле	60	50
На смоле ФАМ	45	39
На серном цементе	45	40

Схемы защиты стыка от действия агрессивной среды

2.97. Рекомендуемые схемы защиты стыка от действия среды приведены на рис.I.

2.98. Стык получают путем заливки бетоном замоноличивания пазов сборных железобетонных конструкций.

Стык П отличается от стыка I наличием дополнительного антикоррозионного защитного покрытия на основе эпоксидной смолы (см.табл.3,

состав 3), нанесенного после отверждения бетона замоноличивания.

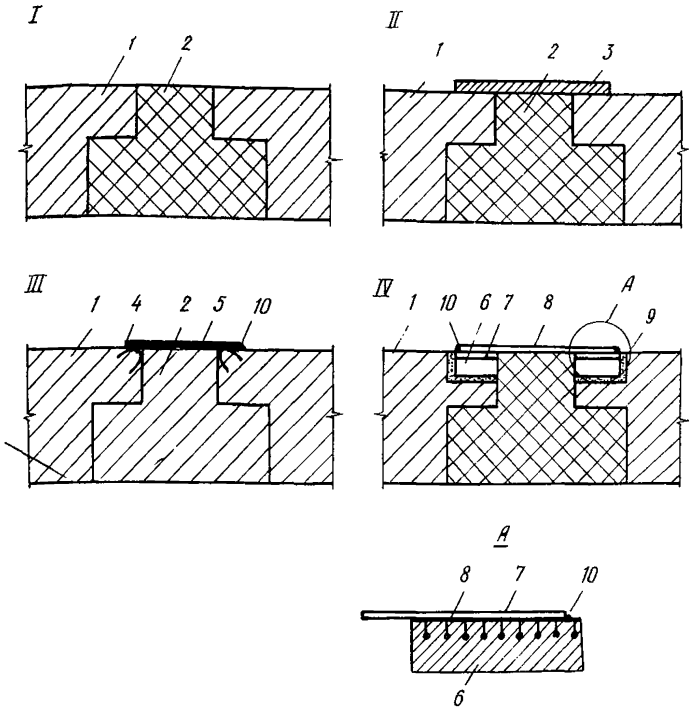


Рис.I. Конструктивные схемы стыков (I,П,Ш,IУ) сборных железобетонных конструкций

I - сборная железобетонная конструкция; 2 - бетон замоноличивания стыка; 3 - антикоррозионное защитное покрытие; 4 - фторопластовый элемент; 5 - фторопластовый лист; 6 - бетонный брус; 7 - полиэтиленовый ребристый лист; 8 - полиэтиленовый гладкий лист; 9 - эпоксидный раствор; I0 - сварной шов

Ширина защитного антикоррозионного покрытия должна быть на 200-300 мм больше ширины стыка. Перед нанесением защитного антикоррозионного покрытия на стык должен быть нанесен грунтовочный слой, включающий в себя (мас.ч.): жидкое стекло - I00, кремнефтористый

натрий - 16, тонкомолотый наполнитель - 150, фуриловый спирт - 3.

Для устройства стыка Ш сборные конструкции в процессе их изготовления должны быть снабжены заанкеренными фторопластовыми элементами. В качестве фторопластовых элементов, закладываемых в форму при бетонировании конструкции, может быть использована фторопластовая трубка, разрезанная вдоль продольной оси, фторопластовый лист. После сборки конструкций и замоноличивания пазов бетоном к фторопластовым элементам приваривают фторопластовый лист.

Для устройства стыка IУ предварительно должны быть изготовлены бетонные бруски с полимерной облицовкой. Для изготовления бетонных брусков с полимерной облицовкой на дно формы укладывают ребристый полиэтилен (анкерными ребрами вверх), при необходимости арматурный каркас, после чего укладывают полимерсиликатный бетон. Затем бетонные брусья приклеивают в пазы сборных конструкций раствором на основе эпоксидной смолы (см.табл.3, составы 3,4), а после монтажа конструкций и замоноличивания стыков бетоном устанавливают полиэтиленовый лист и приваривают его к полиэтилену бетонного бруса.

2.99. Для изготовления бетонных брусков с полимерной облицовкой в качестве последней следует использовать листы полиэтиленовые с анкерными ребрами*. Толщина листов должна быть 2 мм. Полиэтиленовый лист, привариваемый** к профилированному полиэтиленовому листу бетонных брусков, изготовляется из полиэтилена тех же марок и той же толщины, что и профилированный лист.

2.100. В табл.7 приведены возможные варианты выполнения стыка, представляющие собой сочетания конструкций стыка (см.рис.1) и бетона замоноличивания.

2.101. Выбор варианта стыка следует производить в зависимости от условий эксплуатации по табл.8 с учетом требуемых прочностных характеристик бетона замоноличивания.

---

* Полиэтиленовые листы с анкерными ребрами выпускаются в соответствии с ТУ 7-19-4-77 из полиэтилена высокого давления опытно-экспериментальной базой Донецкого ПромстройНИИпроекта и Енакиевским заводом железобетонных напорных труб.

** Сварку полиэтилена производят в соответствии с РСН-251-82 ручным экструзионным сварочным устройством типа РЭСУ-500, выпускаемым опытно-экспериментальной базой Донпромстройниипроекта.

Таблица 7

Номер варианта стыка	Номер конструкции стыка (см.рис.I)				Бетон замоноличивания			
	I	П	Ш	IУ	полимер-силикатный	на эпоксидной смоле	на смоле ФАМ	на сером цементе
I	+					+		
2	+						+	
3		+			+			
4		+				+		
5		+					+	
6		+						+
7			+		+			
8			+			+		
9			+				+	
I0			+					+
II				+	+			
I2				+		+		
I3				+			+	
I4				+				+

Таблица 8

Температура среды, ^{o}C	Номер варианта стыка по табл.7 при концентрации неорганических кислот, %				
	30	40	50	60	концентрированная
До 40	I-I4	I,3-I4	I,3,4,6-I4	7-I4	7-I0
От 4I до I00	I-I0	I,3-I0	I,3,4,6,7-I0	7-I0	7-I0

Сварка соединений сборных конструкций при монтаже

2.I02. Выпуски арматуры и закладные детали не должны быть погнутыми, в случае необходимости правку следует производить способами, исключающими нарушение их проектного положения, а также скалывание бетона.

2.I03. При сварке закладных и соединительных деталей, а также выпусков арматуры должны применяться типы и марки электродов, режимы и приемы сварки, обеспечивающие нормальный провар, хорошее формирование швов, отсутствие пор и трещин в них. При этом должны учитываться особенности конструкций узлов и соединений, вид и толщина

антикоррозионного защитного слоя. Сварку следует производить в соответствии с требованиями "Инструкции по сварке соединений арматуры и закладных деталей железобетонных конструкций" СН 393-78 (М., Стройиздат, 1979).

2.104. Свариваемые элементы конструкций должны быть предварительно очищены от раствора, ржавчины, краски, жировых пятен и других загрязнений и высушены.

Антикоррозионное покрытие выпусков арматуры и закладных деталей

2.105. После производства сварочных работ, непосредственно перед нанесением антикоррозионных покрытий, поверхности закладных деталей, связей и сварных швов должны быть очищены от остатков сварочного шлака и копоти, образовавшихся в процессе сварки, а также от остатков бетона и коррозионных повреждений арматуры. Поверхности сварных швов, закладных деталей и связей следует зачистить ручными или механическими щетками до металлического блеска для обеспечения прочного сцепления и антикоррозионным покрытием.

2.106. На сварной шов, закладные детали и связи наносят щеткой три слоя эпоксидного клея (100 мас.ч. смолы и 10 мас.ч. полиэтиленполиамина).

Замоноличивание стыков

2.107. Замоноличивание стыков бетоном должно производиться после выверки, правильности установки конструкций, приемки сварных соединений, выполнения антикоррозионных работ, а также подготовки бетона стыков.

2.108. Подготовка стыков к замоноличиванию заключается в очистке торцов конструкций, центрирующих прокладок, арматурных выпусков от затеков бетона, загрязнений, масляных пятен, ржавчины, снега, наледи и др.

2.109. Подготовку стыков к замоноличиванию следует производить путем пескоструйной обработки или обработки металлическими щетками с последующей промывкой струей воды. Перед замоноличиванием бетон следует высушить.

Масляные или другие жирные вещества удаляют 10%-ным раствором каустической соды. При этом расход раствора составляет 1,5 л на 1 м^2.

2.110. При влажной погоде защищаемую поверхность следует просушить. Сушка производится горячим воздухом непосредственно перед на-

несением защитного покрытия с помощью электрического калорифера или пламени газовой горелки.

2.II1. При замоноличивании стыков конструкций в зимнее время стыкуемые поверхности бетона следует предварительно отогреть до положительной температуры.

2.II2. Укладке в стык бетона замоноличивания должна предшествовать тщательная обработка поверхности бетона стыка связующим бетона (жидкое стекло + кремнефтористый натрий; эпоксидная смола + полиэтиленполиамин; смола ФАМ + бензосульфокислота) по п.2.95 настоящих Рекомендаций.

2.II3. Бетонная смесь для замоноличивания стыков должна обладать подвижностью, обеспечивающей качественное заполнение полости и получение плотного бетона. Величина подвижности выбирается в зависимости от размеров и характера армирования стыков и должны находиться в пределах 6–I2 см осадки конуса. Наибольшую подвижность должны иметь бетонные смеси, предназначенные для заполнения густоармированных стыков малого сечения.

2.II4. Приготовление растворных и бетонных смесей целесообразно производить в серийно выпускаемых смесителях принудительного действия.

2.II5. Состав бетона и раствора должен подбираться лабораторией и выдаваться на производство с указанием расхода всех составляющих материалов по массе на I $м^3$ бетона или раствора и на I замес бетономешалки.

2.II6. Дозировку щебня, песка и тонкомолотого наполнителя следует производить по массе с точностью ± 2 %, а жидкого стекла, кремнефтористого натрия, фурилового спирта, эпоксидной смолы, смолы ФАМ, полиэтиленполиамина, дибутилфталата и бензосульфокислоты – с точностью $\pm I$ %.

2.II7. Загрузку бетоносмесителя производят в следующей последовательности: вначале загружают крупный и мелкий заполнитель, тонкомолотый наполнитель и кремнефтористый натрий. Смесь сухих компонентов перемешивают в течение 3–4 мин, после чего в бетономешалку вводят тщательно перемешанную смесь жидкого стекла и фурилового спирта и дополнительно перемешивают 3–4 мин до достижения смесью полной однородности.

Примечание. При расчете состава бетона или раствора на замес следует учитывать воду, содержащуюся в заполнителе, и соответственно уменьшать количество воды, добавляемое в жидкое стекло для получения требуемой плотности.

2.II8. При заделке вертикальных швов конструкций эпоксидными композициями в растворную смесь следует дополнительно вводить тик - сотропные кислотостойкие добавки в количестве 5-I0 % от расхода эпоксидной смолы.

2.II9. Приготовление эпоксидного раствора или бетона включает в себя: дозирование и перемешивание смолы, пластификатора и отверди - теля; дозирование и перемешивание крупного и мелкого заполнителя, тонкомолотого наполнителя и, при необходимости, тиксотропной добавки; последующее смешение и тщательное перемешивание (4-5 мин) этих двух смесей.

2.I20. В качестве отвердителя фурановой смолы ФАМ используют бензосульфокислоту (БСК), представляющую собой при нормальной температуре кристаллическое вещество. Для равномерного распределения БСК в массе бетона ее следует подогревать до 55-65 °С или раство - рять в ацетоне или этиловом спирте. Количество растворителя не должно превышать I0 % массы бензосульфокислоты. Раствор бензосульфокислоты в ацетоне может сохраняться при нормальной температуре до Iмес.

2.I2I. Бетон на основе жидкого стекла должен быть уложен в стык не позднее чем через 40 мин после его приготовления, а бетоны на основе эпоксидных смол и смолы ФАМ - не позднее чем через I-I,5 ч.

2.I22. Серный бетон готовят путем тщательного перемешивания крупного и мелкого заполнителя, тонкомолотого наполнителя и серы, последующего нагрева смеси в котлах при температуре II5-I20 °С и постоянном перемешивании. Готовую бетонную смесь укладывают в стык, бетонные поверхности которого предварительно нагреты до 40-60 °С.

2.I23. При замоноличивании стыков сборных конструкций должны обеспечиваться предусмотренные проектом:

прочность, монолитность и, при необходимости, морозостойкость бетона замоноличивания;

стойкость бетона стыков к механическим повреждениям и коррозии;

непроницаемость, обеспечивающая сопротивление прониканию жидкости, равная этому показателю основной конструкции.

2.I24. При замоноличивании стыков следует преимущественно применять методы укладки бетона с виброуплотнением. При использовании метода прессования дополнительное уплотнение бетона осуществляется внутренними и внешними вибраторами, закрепленными на поршнях используемой пресс-формы.

При замоноличивании стыков с виброуплотнением бетонной смеси следует использовать составные металлические формы с карманами,

расположенными под углом 45°. Бетон подают сверху в карманы формы и уплотняют глубинными и поверхностными вибраторами. Излишний бетон удаляют после снятия опалубки.

2.125. При замоноличивании вертикальных стыков подачу бетонной смеси из бункера в стык производят при включенном вибраторе до момента заполнения половины объема полости стыка; после чего при помощи того же вибратора бетонную смесь уплотняют в стыке и продолжают заполнение оставшейся половины стыка с последующим уплотнением.

2.126. Температура бетона на основе жидкого стекла при укладке в стык, а также температура в полости стыка должна быть не менее 15 °С.

Ускорение твердения бетона

2.127. С целью ускорения твердения бетона в стыке целесообразно производить его тепловую обработку. Термообработку бетона стыка следует осуществлять по режиму: подъем температуры + изотермический прогрев + остывание бетона.

2.128. Обогрев бетона в полости стыка с целью ускорения его твердения может быть осуществлен следующими нагревательными устройствами: установками инфракрасного излучения, токопроводящей резиной, греющими полотнами и опалубкой. При наличии на строительной площадке пара или горячего воздуха допускается обогрев стыкуемых элементов и бетона заделки в местных тепляках.

2.129. Температура изотермического прогрева бетона на основе жидкого стекла должна составлять 50 °С при скорости подъема температуры не более 20 °С/ч и скорости остывания бетона в стыке не более 12 °С/ч. Время изотермического прогрева должно составлять 6-8 ч.

2.130. Температура изотермического прогрева бетона на основе эпоксидных смол и смолы ФАМ должна составлять 80-120 °С, время - 4-6 ч. Скорость подъема и понижения температуры - в соответствии с п.2.129 настоящих Рекомендаций.

2.131. Температура тепловой обработки бетона должна регулироваться системой автоматического регулирования или отключением и включением электропитания, а также изменением напряжения тока.

Регулирование скорости остывания бетона следует осуществлять периодическим выключением и включением напряжения или подбором соответствующего типа и толщины теплоизоляции.

Контроль качества

2.132. Система контроля качества замоноличивания стыков сборных железобетонных конструкций включает в себя:

приемочный контроль качества материалов, используемых для замоноличивания стыков (заполнители, смолы, отвердители и др.);

контроль дозировки компонентов бетонной смеси;

контроль прочности бетона;

контроль состояния выпусков арматуры и закладных деталей;

контроль качества сварных соединений;

контроль качества антикоррозионных покрытий на сварных соединениях и закладных деталях;

контроль плотности стыка.

2.133. Контроль качества должен осуществляться заводской или строительной лабораторией.

2.134. Контроль качества сварки закладных деталей и арматуры следует производить в соответствии с ГОСТ 10922-75.

2.135. Контроль прочности бетона следует осуществлять путем испытания контрольных образцов по ГОСТ 10180-78, приготовленных из того же замеса, что и бетон замоноличивания, и выдержанных в условиях твердения бетона стыка.

2.136. При термической обработке бетона замоноличивания контроль прочности следует проводить от каждой партии бетона, подвергаемого одновременной термообработке. Контроль за нарастанием прочности бетона замоноличивания осуществляют путем испытания шести контрольных кубов, три из которых испытывают после окончания термообработки и достижения образцами температуры окружающей среды, а три других - через 30 сут твердения в условиях твердения бетона замоноличивания.

2.137. Плотность замоноличенного стыка определяют по проницаемости воды с помощью фильтратометра ФМ-3 в соответствии с инструкцией к прибору. При этом плотность стыка должна быть не менее плотности бетона конструкции.

Техника безопасности

2.138. При производстве работ необходимо соблюдать правила техники безопасности согласно требованиям главы СНиП Ш-4-80 "Техника безопасности в строительстве".

2.139. Все работающие перед началом производства работ должны

пройти соответствующий инструктаж.

2.140. Перед началом работ необходимо проверить исправность и надежность работы используемых машин и механизмов.

2.141. Жидкое стекло, добавку едкого натра, а также материалы для замоноличивания монтажных швов и стыков - кремнефтористый натрий, фуриловый спирт, полимерные смолы, пластификаторы, отвердители, серу - следует хранить на складе в герметичной таре. Помещение должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией и оснащено противопожарным инвентарем.

2.142. Лица, производящие рассев сухих материалов, приготовление бетонной смеси и замоноличивание, должны работать в защитных очках, респираторах и специальной одежде.

2.143. Прием пищи в местах складирования материалов и производственных помещениях не допускается.

2.144. Перечень обязательных инструкций:

а) общий инструктаж по технике безопасности;

б) инструктаж для рабочих смесительного отделения;

в) инструктаж для формовщиков;

г) инструктаж для рабочих, занятых на погрузочно-разгрузочных работах;

д) инструктаж для инженерно-технического персонала цеховой лаборатории.

2.145. При использовании электропрогрева бетона замоноличивания должны быть приняты следующие меры по технике безопасности: установка деревянных решеток у распределительных щитов; отсутствие на участке посторонних людей; постоянный надзор за участком электро - монтерами; обеспечение резиновыми галошами и перчатками лиц, производящих замер температуры бетона.

Отходы производства

2.146. Отходов производства и сточных технологических вод, содержащих вредные вещества, в производстве кислотостойкого высокопрочного бетона нет.

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ БЕТОННЫХ АРМИРОВАННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КИСЛОТОСТОЙКОГО БЕТОНА

3.1. Основные положения проектирования бетонных и железобетонных конструкций из кислотостойкого бетона необходимо принимать в соответствии с пп. 1.3; 1.4 ; 1.5; 1.6; 1.8; 1.9 СНиП 2.03.01-84.

Основные расчетные требования

3.2. Расчет бетонных и армированных конструкций из кислотостойкого бетона следует выполнять с учетом требований соответствующих пунктов СНиП 2.03.01-84 и положений настоящих Рекомендаций.

3.3. К трещиностойкости конструкций из кислотостойкого бетона предъявляются требования соответствующих категорий в зависимости от условий, в которых работает конструкция, от степени агрессивности внешней среды и от вида применяемой арматуры:

а) 1-я категория - не допускается образование трещин;

б) 2-я категория - допускается ограниченное по ширине кратковременное раскрытие трещин при условии обеспечения их последующего надежного закрытия (зажатия).

При кратковременном раскрытии трещин более 0,05 мм необходимо предусматривать защиту бетонных поверхностей трещиностойкими, лакокрасочными покрытиями;

в) 3-я категория трещиностойкости для конструкций из кислотостойких бетонов, эксплуатирующихся в условиях воздействия жидких кислых сред, не допускается.

Категории требований к трещиностойкости железобетонных конструкций из кислотостойких бетонов приведены в табл.9.

Таблица 9

Условия работы конструкций	Рекомендуемые категории требований трещиностойкости железобетонных конструкций и предельно допустимая ширина непродолжительного раскрытия трещин при арматуре	
	стержневой, классов А-I, А-II, А-III и проволочной Вр-I	стержневой, классов Ат-IУс, Ат-Уск, Ат-УIк
Элементы, воспринимающие давление жидкостей или газов		
при полностью растянутом сечении	I-я категория	I-я категория
при частично сжатом сечении	2-я категория $a_{crc_1} = 0,05$ мм	I-я категория
Прочие элементы	2-я категория $a_{crc_2} = 0,1$ мм	2-я категория $a_{crc_1} = 0,05$ мм

Нагрузки, учитываемые при расчете конструкций из кислотостойких бетонов по образованию трещин, их раскрытию или закрытию, должны приниматься согласно табл.2 СНиП 2.03.01-84.

3.4. Прогибы элементов кислотостойких армированных конструкций не должны превышать предельно допустимых величин, устанавливаемых в соответствии с п.I.20 СНиП 2.03.0I-84.

3.5. При расчете по прочности бетонных и армированных конструкций из кислотостойких бетонов, предназначенных для эксплуатации в условиях всестороннего воздействия жидких агрессивных сред, случайный эксцентриситет $e_0^{сл}$ принимается в соответствии с п.I.2I СНиП 2.03.0I-84.

При расчете бетонных и армированных конструкций из кислотостойких бетонов, предназначенных для эксплуатации в условиях одностороннего воздействия жидких агрессивных сред, вследствие неоднородного изменения прочностных и деформационных свойств бетона по сечению элемента, эксцентриситет $e_0^{сл}$ увеличивается против указанных в п.I.2I СНиП 2.03.0I-84 значений в 2 раза.

Дополнительные рекомендации по проектированию предварительно напряженных конструкций

3.6. Предварительное напряжение армированных конструкций из кислотостойкого бетона применяется в соответствии с указаниями пп.I.23-I.30 СНиП 2.03.0I-84 и положениями настоящих Рекомендаций.

Натяжение арматуры на упоры производится механическим и электротермическим способами. Натяжение арматуры на затвердевший бетон производится только механическим способом.

При натяжении на упоры применяется стержневая металлическая арматура.

При натяжении на бетон применяется стержневая металлическая и стеклопластиковая арматура. Натяжение металлической арматуры на затвердевший кислотостойкий бетон не допускается.

3.7. При расчете предварительно напряженных элементов из кислотостойкого бетона следует учитывать потери предварительного напряжения арматуры по табл.5 СНиП 2.03.0I-84, за исключением потерь от усадки бетона, которые при расчете конструкций из кислотостойкого бетона допускается не учитывать.

Материалы для бетонных и армированных конструкций из кислотостойкого бетона

Бетон

3.8. Для бетонных и армированных конструкций, проектируемых в

соответствии с положениями настоящих Рекомендаций, предусмотрен бетон плотной структуры на основе натриевого жидкого стекла с активным тонкомолотым наполнителем, тяжелый крупно- и мелкозернистый, марки по средней плотности 2300, автоклавного твердения.

3.9. При проектировании бетонных и армированных конструкций из кислотостойкого бетона в зависимости от условий работы устанавливаются показатели качества бетона, основным из которых является класс бетона по прочности на сжатие "В" (должен быть указан в проекте во всех случаях).

3.10. Для бетонных армированных конструкций предусматриваются бетоны по прочности на сжатие в состоянии естественной влажности не ниже В60; В80; В100; применение кислотостойкого бетона классом по прочности на сжатие ниже В60, вследствие снижения химической стойкости и увеличения проницаемости, не рекомендуется. Указанным классам бетонов соответствуют марки по морозостойкости F 300, F 400, F 500 и марки по водонепроницаемости W 6, W8, W10.

3.11. Срок твердения (возраст) бетона, отвечающий его классу по прочности на сжатие, принимается через 10 сут после автоклавной обработки.

3.12. Для бетонных и армированных конструкций, подвергающихся эпизодическому воздействию воды и растворов кислот концентрации менее 20 %, а также постоянному воздействию растворов кислот любых концентраций, рекомендуется применение кислотостойкого бетона классов В80 и В100; подвергающихся эпизодическому воздействию растворов кислот концентрации выше 20 % рекомендуется также применение бетона класса В60.

3.13. Для замоноличивания стыков сборных конструкций из кислотостойкого бетона следует применять бетоны в соответствии с разделом 2 настоящих Рекомендаций.

Нормативные расчетные характеристики кислотостойкого бетона

3.14. Нормативными сопротивлениями бетона являются:
сопротивление осевому сжатию призм (призменная прочность) $R_{вп}$;
сопротивление осевому растяжению $R_{вtн}$.

3.15. Значения нормативного сопротивления бетона $R_{вп}$ (с округлением) в зависимости от класса бетона по прочности на сжатие даны ниже в табл.11.

Нормативное сопротивление кислотостойкого бетона растяжению в случаях, когда прочность бетона на растяжение не контролируется,

принимается в зависимости от класса бетона по прочности на сжатие согласно табл.II.

3.I6. Расчетные сопротивления бетона для предельных состояний первой и второй групп определяются путем деления нормативных сопротивлений на соответствующие коэффициенты надежности по бетону при сжатии γ_{bc} или растяжении γ_{bt}, принимаемые для кислотостойкого бетона по табл.I0.

Таблица I0

Кислотостойкий бетон	Коэффициент надежности по бетону при сжатии γ_{bc} и растяжению γ_{bt}			
	Расчет конструкций по предельным состояниям			
	первой группы		второй группы	
	γ_{bc}	γ_{bt}	γ_{bc}	γ_{bt}
B60, B80, BI00, в т.ч. мелкозернистый	I,5	I,7	I	I

Таблица II

Вид сопротивления	Нормативные сопротивления бетона R_{bn} и R_{btn}, расчетные сопротивления бетона для предельных состояний второй группы $R_{b,ser}$ и $R_{bt,ser}$, МПа, при классе бетона по прочности на сжатие		
	B60	B80	BI00
Сжатие осевое (призменная прочность) R_{bn} и $R_{bt,ser}$	32,5	43,0	54,0
Растяжение осевое R_{btn} и $R_{bt,ser}$	4,0	5,0	6,0

Расчетные сопротивления бетона для предельных состояний первой группы R_b и R_{bt} снижаются путем умножения на коэффициенты условий работы бетона γ_{bi}, учитывающие особенности свойств бетона, длительность действия нагрузки ее многократную повторяемость, условия и стадии работы конструкции, способ ее изготовления, размеры сечений и т.п.

Расчетные сопротивления бетона для предельных состояний второй группы $R_{b,ser}$ и $R_{bt,ser}$ вводят в расчет с коэффициентом условий работы бетона $\gamma_b = I$.

Значения расчетных сопротивлений в зависимости от класса тяжелого крупно- и мелкозернистого кислотостойкого бетона по прочности на сжатие приведены: для предельных состояний первой группы – в

табл.I2, для предельных состояний второй группы - в табл.II.

Таблица I2

Вид сопротивления	Расчетные сопротивления бетона для предельных состояний первой группы R_b и R_{bt}, МПа, при классе бетона по прочности на сжатие		
	В60	В80	В100
Сжатие осевое (призменная прочность)	22,0	28,5	36,0
Растяжение осевое	2,4	2,9	3,5

Расчетные сопротивления бетона для предельных состояний первой группы, приведенные в табл.I3, в соответствующих случаях следует умножать на коэффициенты условий работы бетона согласно табл.I5 СНиП 2.03.01-84 (п.2,а как в остальных случаях).

Таблица I3

Факторы, обусловливающие введение коэффициента условий работы	Коэффициент условий работы бетона γ_{b13}	
	для R_b и R_{bt}	для E_b
Воздействие жидких сильноагрессивных сред		
длительное действия воды и растворов неорганических кислот концентрации ниже I0 %	0,40	0,75
длительное действие растворов неорганических кислот концентрации от I0 до 30 %	0,55	0,90
длительное действие растворов неорганических кислот концентрации выше 30 %	0,60	I,00
эпизодическое кратковременное действие воды и растворов неорганических кислот	0,80	I,00

При расчете конструкций, предназначенных для работы в условиях воздействия агрессивных жидких кислых сред и воды, расчетные сопротивления бетона для предельных состояний первой и второй групп умножаются на коэффициент условия работы γ_{b13}, значения которого приведены в табл.I3.

При расчете конструкций, предназначенных для эксплуатации в условиях попеременного замораживания и оттаивания, расчетные сопротивления бетона для предельных состояний первой и второй групп умножаются на коэффициент условий работы γ_{b6}, значение которого

принимается равным в водонасыщенном состоянии – 0,4; в условиях эпизодического водонасыщения – 0,7.

3.17. Значения начального модуля упругости $E_в$ при сжатии и растяжении принимаются по табл.14.

Таблица 14

Вид кислотостойкого бетона	Начальные модули упругости бетона при сжатии и растяжении $E_в \cdot 10^{-3}$, МПа, при классе бетона по прочности на сжатие		
	В60	В80	В100
Тяжелый мелкозернистый	40,0	46,0	52,0

Для бетонов, подвергающихся попеременному замораживанию и оттаиванию, значения $E_в$, указанные в табл.14, следует умножать на коэффициент условий работы γ_{b6}, принимаемый по табл.15 СНиП 2.03.01-84.

Для бетонов, подвергающихся действию жидких агрессивных сред, значения $E_в$ следует умножать на коэффициент условий работы γ_{b13}, принимаемый по табл.13.

3.18. Коэффициент линейной температурной деформации кислотостойкого бетона α_{bt} при изменении температуры от –40 до +50 °С принимается равным $1 \cdot 10^{-5}$ $град^{-1}$.

При наличии данных о минералогическом составе заполнителей, водонасыщении бетона и т.п. допускается принимать другие обоснованные значения α_{bt}.

3.19. Начальный коэффициент поперечной деформации кислотостойкого бетона ν (коэффициент Пуассона) принимается равным 0,18-0,2, а модуль сдвига кислотостойкого бетона G – равным 0,4 от соответствующих значений $E_в$, указанных в табл.14 настоящих Рекомендаций.

3.20. Нагрузку от собственного веса при расчете конструкций следует определять исходя из средней плотности бетонных и железобетонных конструкций, равной соответственно 2300 и 2400 кг/м^3.

Допускается применять другие величины плотности, согласованные в установленном порядке, учитывая особенности технологии на конкретных заводах.

Арматура

3.21. Для армирования кислотостойких конструкций применяется стальная арматура, отвечающая требованиям государственных стандартов, СНиП 2.03.01-84 и СНиП 2.03.11-85, а также стеклопластиковая

арматура, отвечающая требованиям ТУ 7 БССР I-8I.

3.22. В качестве стальной ненапрягаемой арматуры конструкций из кислотостойкого бетона следует преимущественно применять:

а) горячекатаную арматуру класса А-Ш;

б) обыкновенную арматурную проволоку Вр-I диаметром 3-5 мм (в сварных сетках);

допускается также применять:

в) горячекатаную арматуру классов А-I и А-П, в основном для поперечной арматуры линейных элементов, для конструктивной и монтажной арматуры.

Ненапрягаемую арматуру классов А-I, А-П, А-Ш и Вр-I рекомендуется применять в виде сварных каркасов и сеток.

3.23. В качестве стальной напрягаемой арматуры предварительно напряженных элементов из кислотостойкого бетона следует преимущественно применять горячекатаную арматурную сталь классов Ат-IУс, Ат-Уск и Ат-УIк.

Для конструкций из кислотостойких бетонов в качестве напрягаемой арматуры рекомендуется также применять стеклопластиковую арматуру периодического профиля.

3.24. При выборе вида и марок стали для арматуры, устанавливаемой по расчету, а также прокатных сталей для закладных деталей необходимо руководствоваться указаниями п.2.23 главы СНиП 2.03.0I-84.

3.25. Применение стальных закладных деталей с выходом на поверхность конструкций из кислотостойких бетонов без гарантированной защиты от воздействий агрессивной среды не допускается.

3.26. Нормативные и расчетные характеристики стальной арматуры, применяемой для армирования конструкций из кислотостойких бетонов, принимаются согласно указаниям пп.2.25-2.28, 2.30 СНиП 2.03.0I-84.

Расчет бетонных и железобетонных конструкций из кислотостойкого бетона по предельным состояниям первой группы

Расчет бетонных элементов по прочности

3.27. Расчет бетонных элементов из кислотостойкого бетона по прочности следует производить согласно требованиям пп. 3.I-3.8 СНиП 2.03.0I-84 и положениям настоящих Рекомендаций.

3.28. При расчете внецентренно сжатых бетонных элементов должен приниматься во внимание случайный эксцентриситет продольного усилия $e_o^{сл}$, определяемый согласно указаниям п.3.5 настоящих Рекомендаций.

3.29. Значение коэффициента η , учитывающего влияние прогиба на величину эксцентриситета продольного усилия e_o , при работе элемента конструкций из кислотостойкого бетона в воздушно-сухих условиях, в кислой паро-газовой среде, а также при всестороннем действии жидких агрессивных сред, определяется по формуле (I9) СНиП 2.03.0I-84.

При эксплуатации элементов конструкций из кислотостойкого бетона в условиях одностороннего действия жидких агрессивных сред, вследствие изменения деформативности пропитанного слоя сечения элемента, значение коэффициента η определяется по формуле

$$\eta = \frac{I,25}{I - \frac{N}{N_{cr}}} , \qquad (3)$$

где N_{cr} - условная критическая сила, определяемая по формуле

$$N_{cr} = \frac{0,78\, E_в\, J}{\varphi_l \cdot l_o^2\,(0,II + \delta_e)} , \qquad (4)$$

где φ_l - коэффициент, учитывающий влияние длительного действия нагрузки на прогиб элемента в предельном состоянии с учетом коррозионных процессов в бетоне, равный

$$\varphi_l = I,I + \beta \frac{M_l}{M} , \qquad (5)$$

здесь β - коэффициент, принимаемый для кислотостойкого бетона I,25;

M_l - момент относительно растянутой или наименее сжатой грани сечения от действия постоянных и длительных нагрузок; М - то же, от действия постоянных, длительных и кратковременных нагрузок;

l_o - определяется по табл.3.I СНиП 2.03.0I-84; δ_e - коэффициент, принимаемый равным l_o/h , но не менее величины 0,0I.

Расчет по прочности сечений нормальных к продольной оси элемента

3.30. Расчет по прочности сечений кислотостойких железобетонных конструкций, нормальных к продольной оси элемента, должен производиться исходя их предпосылок и условий, изложенных в пп. 3.9-3.I4 СНиП 2.03.0I-84.

3.3I. Расчет изгибаемых элементов кислотостойких железобетонных конструкций прямоугольного, таврового, двутаврового и кольцевого сечений должен производиться согласно указаниям пп.3.I5-3.I8 СНиП 2.03.0I-84.

3.32. Расчет внецентренно сжатых элементов кислотостойких железобетонных конструкций прямоугольного и кольцевого сечений должен

производиться в соответствии с требованиями пп.3.19–3.25 СНиП 2.03.01–84 и положениями п.3.33 настоящих Рекомендаций.

3.33. При расчете внецентренно сжатых элементов при их гибкости $l_0 / r > 14$ следует учитывать влияние прогиба на несущую способность путем умножения e_0 на коэффициент η, определяемый по формулам (19) СНиП 2.03.01–84 и (3) настоящих Рекомендаций. При этом условии критическая сила для вычисления η принимается равной

$$N_{cr} = \frac{0{,}78\, E_b}{l_0^2} \left[\frac{J}{\varphi_l (0{,}11 + \delta e / \varphi_p)} + \alpha J_s \right], \qquad (6)$$

где l_0 – принимается по указаниям п.3.25 СНиП 2.03.01–84; φ_l – определяется по формуле (5) настоящих Рекомендаций; α, φ_p – принимаются по указаниям п.3.24 СНиП 2.03.01–84.

3.34. Расчет центрально и внецентренно растянутых элементов кислотостойких железобетонных конструкций производится согласно пп. 3.26 и 3.27 СНиП 2.03.01–84.

Расчет по прочности сечений, наклонных
к продольной оси элемента

3.35. Расчет по прочности сечений, наклонных к продольной оси элементов кислотостойких железобетонных конструкций, должен выполняться в соответствии с требованиями пп. 3.29–3.35 СНиП 2.03.01–84, при этом для кислотостойкого бетона коэффициенты φ_{bi}, входящие в формулы (72), (80), (84), принимаются как для тяжелого бетона.

Расчет железобетонных элементов на местное действие нагрузок

3.36. Расчет кислотостойких железобетонных элементов на местное действие нагрузок выполняется согласно пп. 3.39–3.43 СНиП 2.03.01–84.

Расчет элементов железобетонных конструкций из кислотостойкого бетона по предельным состояниям второй группы

Расчет по образованию трещин, нормальных и наклонных
к продольной оси элемента

3.37. Расчет по образованию трещин, нормальных и наклонных к продольной оси элемента, следует производить в соответствии с требованиями пп. 4.1–4.12 СНиП 2.03.01–84.

3.38. Расчет по образованию трещин, нормальных и наклонных к продольной оси элемента железобетонных конструкций из кислотостой - ких бетонов, предназначенных для работы в условиях систематического воздействия повышенных температур, следует производить в соответствии с указаниями СНиП 2.03.04-85 "Бетонные и железобетонные конструкции, предназначенные для работы в условиях повышенных и высоких температур".

Расчет по раскрытию трещин, нормальных и наклонных к продольной оси элемента

3.39. Расчет по раскрытию трещин, нормальных и наклонных к продольной оси элементов кислотостойких железобетонных конструкций, следует производить в соответствии с указаниями пп. 4.13-4.17 СНиП 2.03.01-84, принимая коэффициент φ_l в формуле (144) СНиП 2.03.01-84 для случая воздействия жидких агрессивных сред и воды равным 1,8.

Расчет железобетонных элементов по закрытию трещин

3.40. Расчет кислотостойких железобетонных элементов по закрытию трещин следует производить согласно пп. 4.18-4.21 СНиП 2.03.01-84 и с учетом п.4.10 СНиП 2.03.04-85.

Расчет элементов кислотостойких железобетонных конструкций по деформациям

3.41. Деформации (прогибы, углы поворота) элементов кислотостойких железобетонных конструкций должны вычисляться по формулам строительной механики, определяя входящие в них величины кривизны в соответствии с пп. 4.23-4.26 СНиП 2.03.01-84 и пп. 3.42-3.43 настоящих Рекомендаций.

Величина кривизны и деформаций железобетонного элемента отсчи - тывается от их начального состояния, при наличии предварительного напряжения - от состояния до обжатия.

3.42. Величина кривизны кислотостойких элементов определяется только для участков, где в растянутой зоне не образуются трещины, нормальные к продольной оси элемента, либо они закрыты - как для сплошного тела.

Элементы или участки элементов рассматриваются без трещин в растянутой зоне, если трещины не образуются при действии постоянных, длительных и кратковременных нагрузок или закрыты при действии по-

стоянных и длительных нагрузок; при этом нагрузки вводятся в расчет с коэффициентом надежности $\gamma_t = 1$.

3.43. Коэффициент φ_{b2}, входящий в формулу (156) СНиП 2.03.01-84 и учитывающий влияние длительной ползучести бетона, принимается для кислотостойкого бетона при кратковременном действии нагрузки равным 1; при действии постоянных и длительных нагрузок в условиях нормальной влажности 60-70 % - равным 2; в условиях влажности выше 70 % - равным 2,5; в условиях действия растворов кислот концентрации выше 30 % - равным 3; в условиях действия растворов кислот концентрации ниже 30 % и воды - равным 3,5.

Коэффициент φ_{b1}, учитывающий влияние кратковременной ползучести бетона, принимается для кислотостойкого бетона в формулах (156), (157) СНиП 2.03.01-84 в условиях воздушно-сухого состояния равным 0,85, в насыщенном жидкими, агрессивными средами состоянии - равным 0,7.

Для конструкций из кислотостойкого бетона в формуле (155) СНиП 2.03.01-84 кривизна $\left(\frac{1}{r}\right)_4$ обусловлена выгибом элемента только вследствие ползучести бетона от усилия предварительного обжатия и определяется по формулам (158), (159) СНиП 2.03.01-84, где σ_b принимается равной потерям предварительного напряжения арматуры от ползучести кислотостойкого бетона по пп. 8 и 9 табл.5 СНиП 2.03.01-84 для арматуры растянутой зоны, а σ'_b - то же, для напрягаемой арматуры, если бы она имелась на уровне крайнего сжатого волокна бетона.

3.44. Прогибы элемента кислотостойких железобетонных конструкций следует определять согласно пп. 4.31-4.34 СНиП 2.03.01-84, принимая во внимание требования пп. 3.42 и 3.43 настоящих Рекомендаций.

Расчет конструкций из кислотостойкого бетона, армированных стеклопластиковой арматурой, по предельным состояниям первой и второй групп

3.45. Несущая способность и пригодность к нормальной эксплуатации каждого типа конструкций из кислотостойкого бетона со стеклопластиковой арматурой подлежат экспериментальной проверке. Массовое применение стеклопластбетонных конструкций может быть рекомендовано после их апробации в реальных эксплуатационных условиях на объектах экспериментального строительства.

3.46. Расчет стеклопластбетонных конструкций производится согласно СНиП 2.03.01-84 с учетом специфических свойств стеклопласти-

ковой арматуры и особенностей ее работы в бетоне, изложенных в настоящих Рекомендациях.

3.47. Вследствие низкого модуля упругости и высокой прочности стеклопластиковой арматуры, ее применяют главным образом в предварительно напряженных конструкциях. Поскольку предварительное напряжение в стеклопластиках при автоклавной обработке резко снижается, арматуру рекомендуется размещать в пазах или каналах, оставленных при изготовлении конструкций. Замоноличивание пазов и каналов выполняется кислотостойким раствором или мелкозернистым бетоном. Возможно применение бетона на основе серы.

3.48. Закладные детали, поперечные хомуты и сетки в стеклопластбетонных конструкциях изготовляются из нержавеющих сталей либо из обычных сталей с защитным покрытием.

3.49. К трещиностойкости стеклопластбетонных конструкций предъявляются требования 1 категории. Применение конструкций с трещинами требует специального обоснования.

Стеклопластиковая арматура

3.50. Для армирования конструкций из кислотостойкого бетона допускается применять стеклопластиковую арматуру (СПА) периодического профиля, отвечающую требованиям ТУ-7 БССР I-8I. Наиболее целесообразно применение СПА из химически стойкого стекловолокна Щ-I5-ЖТ.

3.5I. За нормативное сопротивление стеклопластиковой арматуры R_{gn} принимается наименьшее контролируемое значение временного сопротивления разрыву, которое назначается в соответствии с ТУ-7 БССР I-8I и гарантируется с обеспеченностью не менее 0,95.

Механические свойства стеклопластиковой арматуры периодического профиля приведены в табл.I5.

Таблица I5

Волокно для СПА	Диаметр d, мм	Нормативное сопротивление R_{gn}, МПа	Начальный модуль упругости E_g, МПа	Относительное удлинение перед разрывом, %
Алюмоборосиликатное	3	I400	50000	2,9
	6	I300		
	7	I300		
	8	I200		
Щ-I5-ЖТ	6	II00	48000	2,6

3.52. Расчетные сопротивления арматуры растяжению для предельных состояний первой и второй групп определяются по формуле

$$R_g = \frac{R_{gn}}{\gamma_g}, \qquad (7)$$

где γ_g – коэффициент надежности по арматуре, равный: I,30 – при расчете конструкций по предельным состояниям первой группы; I,0 – то же, второй группы.

Расчетные сопротивления арматуры для предельных состояний первой и второй групп снижаются путем умножения на соответствующие коэффициенты условия работы γ_{gi}, учитывающие возможность неполного использования прочностных характеристик арматуры в связи с продолжительным действием напряжений, неравномерным распределением напряжений в сечении, условиями анкеровки и т.д.

Коэффициенты условий работы стеклопластиковой арматуры приведены в табл.I6.

Таблица I6

Факторы, обеспечивающие введение коэффициентов условий работы арматуры	Коэффициенты условий работы арматуры	
	условное обозначение	значение коэффициента
I	2	3
Продолжительное приложение напряжений (см.примечание I)	γ_{g1}	0,65
Зона передачи напряжений	γ_{g5}	$l_x / l_p \leq 1$ l_x – расстояние от начала зоны передачи напряжений до рассматриваемого сечения; l_p – длина зоны передачи напряжений, определенная в соответствии с указаниями п.3.74 настоящих Рекомендаций
Воздействие повышенных температур	γ_{g2}	
а) кратковременное нагревание арматуры в сухом состоянии в процессе изготовления конструкций со скоростью не более 2 °С/мин до температуры, °С (см.примечание 2)		
80		0,95
I00		0,9

Продолжение табл.16

I	2	3
150		0,85
200		0,8
б) длительное воздействие температуры 80 °С		0,9
более 20 и менее 80 °С		По интерполяции
Воздействие автоклавной обработки (t = 174 °С, P = 0,8 МПа) на арматуру, не имеющую преднапряжения	γ_{g_3}	0,6
Воздействие на стеклопластиковую арматуру агрессивных сред	γ_{g_4}	
а) воды		
СПА на волокне:		
алюмоборосиликатном		0,9
Щ-15-ЖТ		1,0
б) 5 н раствора H_2SO_4		
СПА на волокне Щ-15-ЖТ		0,8
в) 1 н раствора $NaOH$		
СПА на волокне:		
алюмоборосиликатном		0,8
Щ-15-ЖТ		0,8

Примечания: 1. Коэффициент γ_{g_4} учитывается при расчете конструкций на воздействие всех основных сочетаний нагрузок, определяемых согласно СНиП П-6-74 "Нагрузки и воздействия".

2. Сопротивление растяжению стеклопластиковой арматуры, кратковременно нагретой в сухом состоянии до температуры не выше 200°С, полностью восстанавливается после охлаждения.

Дополнительные требования по проектированию предварительно напряженных конструкций из кислотостойкого бетона, армированного СПА

3.53. Напряжения в стеклопластиковой арматуре, определяемые для всех фаз изготовления и работы стеклопластбетонных конструкций, не должны превышать расчетных сопротивлений.

Предельную величину предварительного напряжения σ_{gp} (σ'_{gp}) следует назначать с учетом допустимых отклонений $\Delta\sigma_{gp}$, которые принимаются равными 0,05 σ_{gp} (0,05σ'_{gp}), таким образом, чтобы соблюдалось условие

$$\sigma_{gp} + \Delta\sigma_{gp} \leq 0{,}8\, R_{g,ser}, \qquad (8)$$

где $R_{g,ser}$ – расчетное сопротивление арматуры растяжению для второй группы предельных состояний.

3.54. Потери предварительного напряжения стеклопластиковой арматуры определяются по табл.I7, при этом суммарную величину потерь при проектировании конструкций следует принимать не менее 50 МПа.

Таблица I7

Факторы, вызывающие потери предварительного напряжения	Потери предварительного напряжения, МПа
I. Релаксация напряжений стеклопластиковой арматуры	
а) в воздушно-сухих условиях при температуре 20 °С	$0,06\,\sigma_{gp}$
б) в воздушно-сухих условиях при температуре 80 °С	$0,11\,\sigma_{gp}$
в) в водонасыщенном состоянии при температуре 20 °С	$0,16\,\sigma_{gp}$
	При определении потерь от релаксации σ_{gp} принимается без учета потерь. При временном воздействии повышенной температуры и влажности в процессе изготовления или эксплуатации конструкции релаксацию определяют по формуле п.I а и по формуле (9) настоящих Рекомендаций при t с момента напряжения арматуры до окончания действия повышенной температуры или влажности; в дальнейших расчетах принимают большее значение $\alpha_{bt} E_g \Delta t$,
2. Температурный перепад (разность температур натянутой арматуры и устройства, воспринимающего усилие натяжения при пропаривании или прогреве бетона)	где α_{bt} - коэффициент линейной температурной деформации бетона, $^{0}C^{-1}$; E_g - модуль упругости стеклопластиковой арматуры, МПа; Δt - разность между температурой прогреваемой конструкции и устройства, воспринимающего усилие натяжения, °С.
3. Ползучесть бетона	Потери вычисляются умножением величины соответствующих потерь предварительного напряжения стальной арматуры, определенной с учетом вида бетона, технологии изготовления и условий эксплуатации на величину $\frac{E_g}{200 \cdot 10^3\ \text{МПа}}$

3.55. Если заранее известен срок загружения конструкции, потери от усадки и ползучести бетона умножаются на коэффициент φ_t, определяемый по формуле (5) СНиП 2.03.0I-84, а потери от релаксации

напряжений определяются по формуле

$$a t^{b} \sigma_{gp} \quad , \qquad (9)$$

где a и b – коэффициенты, принимаемые равными соответственно 0,013 и 0,17 в воздушно-сухих условиях при температуре 20 °С; 0,02 и 0,2 – в воздушно-сухих условиях при температуре 80 °С; 0,027 и 0,2 – в водонасыщенном состоянии при температуре 20 °С; t – время, сут, отсчитываемое при определении потерь от ползучести – со дня обжатия бетона, от релаксации напряжений – со дня натяжения арматуры.

3.56. Величина предварительного напряжения вводится в расчет с коэффициентом точности натяжения арматуры

$$\gamma_{gp} = 1 \pm \Delta\gamma_{gp} \quad , \qquad (10)$$

где $\Delta\gamma_{gp}$ принимается равным 0,1.

Знак "плюс" принимается при неблагоприятном влиянии предварительного напряжения, знак "минус" – при благоприятном.

При определении потерь предварительного напряжения, при расчете по раскрытию трещин и по деформациям значение $\Delta\gamma_{gp}$ допускается принимать равным нулю.

3.57. Величины напряжений в бетоне и стеклопластиковой арматуре, усилие предварительного обжатия и эксцентриситет его приложения, вводимые в расчет предварительно напряженных конструкций, определяются в соответствии с положениями СНиП 2.03.01-84 с учетом физико-механических свойств стеклопластиковой арматуры и кислотостойкого бетона.

Расчет стеклопластбетонных конструкций из кислотостойкого бетона по предельным состояниям первой группы

Расчет по прочности сечений, нормальных к продольной оси элемента

3.58. Расчет прочности сечений, нормальных к продольной оси элемента, производится в зависимости от соотношения относительной высоты сжатой зоны бетона $\xi = \frac{x}{h_0}$, определяемой из соответствующих условий равновесия, к относительной высоте сжатой зоны бетона ξ_y, при которой предельное состояние элемента наступает одновременно с достижением в растянутой арматуре напряжения, равного расчетному сопротивлению R_g.

Величина ξ_y определяется по формуле (25) СНиП 2.03.01-84

$$\xi_y = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{gi}}{\sigma_{g2}}\left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)}, \qquad (11)$$

где ω - характеристика сжатой зоны бетона определяется по формуле (26) СНиП 2.03.01-84; $\sigma_{gi} = R_g - \sigma_{gp}$ - напряжение в арматуре.

3.59. При проектировании стеклопластбетонных элементов рекомендуется соблюдать условие $\xi = \frac{x}{h_o} \geq \xi_y$, где ξ_y определяется для наиболее растянутого в предельном состоянии стержня продольной арматуры при $\gamma_{gp} > 1$.

С точки зрения полного использования сопротивления арматуры оптимальным является сечение, для которого соблюдается условие $\xi = \xi_y$. Учитывая опасность хрупкого разрушения от разрыва арматуры, проектирование элементов, в которых $\xi < \xi_y$, в каждом случае требует экспериментального обоснования, а их расчет должен производиться по специальным рекомендациям.

3.60. Напряжение в стеклопластиковой арматуре, имеющей сцепление с бетоном и расположенной в сжатой от внешних сил зоне, σ_{gc} принимается не менее величины предварительного напряжения σ'_{gp}, уменьшенной на величину $\sigma_{g2} = \varepsilon_b E_g$.

3.61. Расчет сечений стеклопластбетонных изгибаемых элементов и внецентренно сжатых элементов, имеющих гибкость $l_o / h \leq 30$, следует производить в соответствии с п.3.28 /формула (65)/ СНиП 2.03.01-84 для общего случая.

3.62. При расчете внецентренно сжатых стеклопластбетонных элементов необходимо учитывать случайный начальный эксцентриситет согласно п.1.21 СНиП 2.03.01-84, а также влияние на их несущую способность прогиба. При $l_o / r > 14$ допускается рассчитывать конструкции по недеформированной схеме, учитывая влияние прогиба элемента на его прочность путем умножения эксцентриситета на коэффициент η, определяемый по формуле (19) СНиП 2.03.01-84.

Условная критическая сила

$$N_{cr} = \frac{0,55\, E_g J}{l_o^2 \varphi_l \left(0,07 + \frac{t}{\varphi_{gp}}\right)}, \qquad (12)$$

где значения геометрических параметров J и l_o, а также коэффициентов φ_l и t определяются в соответствии с указаниями пп. 3.24, 3.25 СНиП 2.03.01-84 как для конструкций из тяжелого цементного бетона.

$$\varphi_{gp} = 1 + 45 \frac{\sigma_{bp}}{R_{bt,ser}} \cdot \frac{l_o}{5l_o + h} , \qquad (13)$$

где σ_{bp} – напряжение обжатия бетона, определяемое при коэффициенте $\gamma_{gp} < 1$.

Расчет по прочности сечений, наклонных к продольной оси элемента

3.63. Расчет сечений, наклонных к продольной оси элемента, на действие поперечной силы для стеклопластбетонных элементов без поперечной арматуры должен производиться из условия

$$0{,}3 R_{bt} b h_o \le Q = \frac{1{,}2 R_{bt} b h_o^2 (1 + \varphi_n)}{c} \le 2 R_{bt} b h_o , \qquad (14)$$

где $\varphi_n = 0{,}1 \frac{P}{R_{bt} b h_o} \le 0{,}5$ – коэффициент, учитывающий влияние предварительного напряжения.

Расчет стеклопластбетонных элементов по предельным состояниям второй группы

3.64. Расчет по образованию трещин, нормальных к продольной оси стеклопластбетонного элемента, производится в соответствии с пп.4.2, 4.5, 4.6, 4.7 СНиП 2.03.01-84 с учетом вышеизложенных свойств стеклопластиковой арматуры.

Для предварительно напряженных конструкций, выполненных с последующим натяжением стеклопластиковой арматуры в пазах, момент образования нормальных трещин определяется с учетом заделки пазов бетоном другого класса по прочности

$$M_{сж} = R_{bt,ser} (W_{pl} - W'_{pl}) + R'_{bt,ser} W'_{pl} + P (e_{op} + r), \qquad (15)$$

где R_{bt} и W'_{pl} – соответственно расчетное сопротивление бетона заделки паза осевому растяжению для второй группы предельных состояний и момент сопротивления приведенного сечения паза крайнего растянутого волокна с учетом неупругих деформаций растянутого бетона.

3.65. Поскольку стеклопластбетонные конструкции относятся к конструкциям I категории трещиностойкости, расчет по деформациям необходимо производить в соответствии с п.4.24 СНиП 2.03.01-84 как для элементов без трещин.

Конструктивные требования

3.66. При проектировании бетонных и армированных конструкций из кислотостойкого бетона для обеспечения условий их изготовления, требуемой долговечности и совместной работы арматуры и бетона надлежит выполнять конструктивные требования, изложенные в разделе 5 СНиП 2.03.01-84 и в настоящих Рекомендациях.

3.67. Защитный слой кислотостойкого бетона для рабочей арматуры должен обеспечивать совместную работу арматуры с бетоном на всех стадиях работы конструкции, а также защиту арматуры от внешних воздействий жидких кислых агрессивных сред и прочих неблагоприятных воздействий.

Толщина защитного слоя бетона в кислотостойких конструкциях для ненапрягаемой стальной арматуры рекомендуется:

со стороны длительного воздействия кислых жидких агрессивных сред - не менее 30 мм;

со стороны эпизодического кратковременного воздействия кислых жидких сред и воды - не менее 25 мм;

со стороны, находящейся в воздушно-сухих условиях, согласно пп. 5.5 и 5.6 СНиП 2.03.01-84.

Нормируемая толщина защитного слоя бетона исчисляется от поверхности конструкции до поверхности ближнего арматурного стержня.

3.68. В элементах с напрягаемой продольной арматурой, натягиваемой на бетон, расстояние от поверхности элемента до поверхности канала должно приниматься не менее 40 мм и не менее ширины канала.

Расположение напрягаемой арматуры в пазах элемента допускается только для стеклопластиковой арматуры; при этом толщина защитного слоя бетона, образуемого последующим торкретированием или иным способом, должна приниматься не менее 20 мм.

Каналы и пазы после натяжения арматуры должны быть надежно заинъецированы и заделаны кислотостойкими растворами.

3.69. Минимальные толщины сборных плит должны определяться из условий обеспечения требуемых толщин защитных слоев бетона и условий расположения арматуры по толщине плиты.

3.70. Конструирование предварительно напряженных элементов из кислотостойкого бетона с СПА следует производить с учетом способов натяжения арматуры, ее захватов и закрепления, условий передачи предварительного натяжения на бетон и снятия с формы.

3.71. Минимальные размеры сечений элементов должны назначаться

с учетом экономических требований и условий технологии изготовления конструкции. Размеры сечений конструкций из кислотостойкого бетона со стеклопластиковой арматурой принимаются такими, чтобы соблюдались требования к анкеровке арматуры и ее расположению в бетоне, толщине защитного слоя бетона, расстояниям между стержнями.

3.72. Для продольной рабочей стеклопластиковой арматуры толщина защитного слоя бетона должна составлять не менее диаметра стержня d и не менее 15 мм – в балках высотой менее 250 мм, не менее 20 мм – в колоннах и балках высотой 250 мм и более.

3.73. Толщина защитного слоя бетона у концов предварительно напряженных элементов на участке зоны передачи напряжений должна быть не менее $3d$ и не менее толщины, указанной в п.3.72.

3.74. Длина зоны передачи напряжений l_p для напрягаемой стеклопластиковой арматуры определяется по формуле

$$l_p = \left(1{,}15\,\frac{\sigma_{gp}}{R_{bp}} + 20{,}5\right) d \,. \qquad (16)$$

3.75. Расстояния в свету между стержнями арматуры по высоте и ширине сечения должны обеспечивать совместную работу арматуры с бетоном; назначаются с учетом удобства укладки и уплотнения бетона.

Приложение I

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОДУЛЯ ЖИДКОГО СТЕКЛА УСКОРЕННЫМ МЕТОДОМ

Среднюю пробу для производства анализа отбирают из верхнего отстоявшегося слоя жидкого бетона без перемешивания, предварительно сняв поверхностную пленку; затем приступают к определению содержания в нем окиси натрия. Для этого жидкое стекло разводят водой до плотности I,38 г/см^3. Затем навеску жидкого стекла массой около I г смывают горячей водой в химический стакан емкостью 250–300 мл, тщательно перемешивают, накрывают часовым стеклом и кипятят в течение I0 мин.

После охлаждения в раствор добавляют 3–4 капли 0,2%-ного раствора метилоранжа и титруют децинормальным раствором соляной кислоты до перехода окраски жидкости из желтой в бледно-розовую.

Модуль жидкого стекла определяют по формуле

$$M = 162 - \frac{f}{l} - 2{,}5 \quad , \qquad (17)$$

где f – навеска жидкого стекла, г; 162 и 2,5 – эмпирические коэффициенты; l – объем 0,1 н раствора соляной кислоты, затрачиваемый при титровании, мл.

Приложение 2

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КИСЛОТОСТОЙКОГО БЕТОНА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА КОНСТРУКЦИЙ ИЗ НЕГО

Транспортирование материалов (щебня, песка) к расходным бункерам и от бункеров к смесителю должно проводиться механизированным способом. Возможно использование стандартного оборудования бетонных заводов.

Транспортирование наполнителя (муки) к расходным бункерам и от бункеров к смесителю должно осуществляться механизированным способом или с использованием пневмотранспорта (возможно использование аэрационных пневможелобов);

для помола наполнителя необходимо предусмотреть шаровую мельницу;

сушка наполнителя и заполнителей должна осуществляться в сушильных агрегатах барабанного типа серийного производства;

расходные бункера-накопители должны быть рассчитаны на хранение суточного запаса наполнителя и заполнителей;

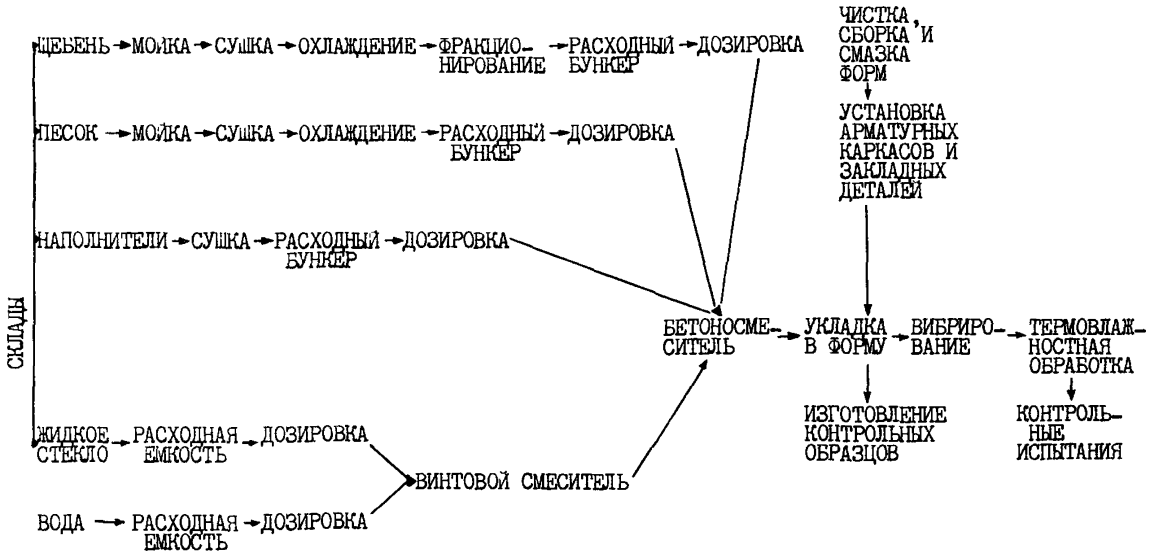
для дозирования жидкого стекла, наполнителя и заполнителей используют серийные автоматические весовые дозаторы типа АВДЦ и АВДЖ, обеспечивающие требуемую точность дозировки составляющих;

в качестве основного смесителя должны использоваться бетоносмесители принудительного действия (например, СБ-35).

Все процессы, связанные со сборкой и смазкой форм, помещением в камеру термовлажностной обработки и выемкой оттуда, а также распалубкой готовых изделий должны быть по возможности механизированы.

Укладка кислотостойкой смеси в форму должна осуществляться с помощью известных в технологии бетона методов.

Камеры тепловой обработки должны обеспечивать прогрев изделий при давлении насыщенного пара воды не менее 0,8 МПа.


ЩЕБЕНЬ
МОЙКА
СУШКА
ОХЛАЖДЕНИЕ
ФРАКЦИОНИРОВАНИЕ
РАСХОДНЫЙ БУНКЕР
ДОЗИРОВКА
ПЕСОК
МОЙКА
СУШКА
ОХЛАЖДЕНИЕ
РАСХОДНЫЙ БУНКЕР
ДОЗИРОВКА
НАПОЛНИТЕЛИ
СУШКА
РАСХОДНЫЙ БУНКЕР
ДОЗИРОВКА
СКЛАДЫ
ЖИДКОЕ СТЕКЛО
РАСХОДНАЯ ЕМКОСТЬ
ДОЗИРОВКА
ВОДА
РАСХОДНАЯ ЕМКОСТЬ
ДОЗИРОВКА
ВИНТОВОЙ СМЕСИТЕЛЬ
БЕТОНОСМЕСИТЕЛЬ
ЧИСТКА, СБОРКА И СМАЗКА ФОРМ
УСТАНОВКА АРМАТУРНЫХ КАРКАСОВ И ЗАКЛАДНЫХ ДЕТАЛЕЙ
УКЛАДКА В ФОРМУ
ВИБРИРОВАНИЕ
ТЕРМОВЛАЖНОСТНАЯ ОБРАБОТКА
ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОНТРОЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ
КОНТРОЛЬНЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Приложение 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДОБОУКЛАДЫВАЕМОСТИ БЕТОННОЙ СМЕСИ

I. Удобоукладываемость определяется с использованием оборудования, применяемого для определения жесткости бетонной смеси по ГОСТ I0I8I.I-8I.

2. Бетонную смесь в количестве 7 кг в три приема загружают в цилиндр, жестко закрепленный на виброплощадке. Поверхность смеси разравнивают без уплотнения и замеряют расстояние от верхнего края цилиндра до поверхности смеси (H_I).

Затем производят уплотнение смеси в течение 60 с и повторно замеряют расстояние от верхнего края цилиндра до поверхности смеси в центре и в четырех диаметрально противоположных точках у стенок и вычисляют среднюю арифметическую величину (H_2).

Разность между измерениями дает величину удобоукладываемости смеси в см

$$y = H_2 - H_I . \qquad (I8)$$

3. Масса пробы бетонной смеси, отобранной для определения удобоукладываемости, должна обеспечить не менее двух определений.

4. Отобранная проба перед проведением испытания должна быть дополнительно перемешана. Определение удобоукладываемости необходимо проводить не позднее чем через I0 мин после отбора пробы.

Приложение 4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОГО КОЛИЧЕСТВА КРЕМНЕФТОРИСТОГО НАТРИЯ В БЕТОННОЙ СМЕСИ

Необходимое количество $Na_2 Si F_6$ может быть определено из следующего соотношения:

$$K = \frac{8349{,}86\rho - 8046{,}15}{62 + m \cdot 60{,}06}, \qquad (19)$$

где К - расход кремнефтористого натрия, % от расхода жидкого бетона; ρ - плотность жидкого стекла, г/см^3; m - кремнеземистый модуль жидкого стекла.

Приложение 5

МЕТОДИКА ПОДБОРА СОСТАВОВ КИСЛОТОСТОЙКОГО БЕТОНА

I. Настоящее приложение устанавливает порядок назначения состава высокопрочного кислотостойкого бетона для изготовления сборных бетонных и железобетонных изделий и конструкций.

Состав бетона подбирается по прочности на сжатие бетона воздушного хранения (после автоклавной обработки по оптимальным режимам).

2. Подбор состава бетонной смеси производится расчетно-экспериментальным способом в следующей последовательности:

определение комплекса свойств, которыми должен обладать бетон конструкций, на основе проектной документации, технических условий и действующих нормативов;

выбор материалов, пригодных для изготовления высокопрочного кислотостойкого бетона, по результатам их лабораторных испытаний и проверки соответствия требованиям ГОСТ, технических условий и настоящих Рекомендаций;

расчет состава бетона для опытных замесов;

экспериментальная проверка состава - приготовление опытных замесов, изготовление и испытание контрольных образцов и обработка полученных результатов;

назначение рабочего состава бетонной смеси и его корректировка.

3. Требования к исходным материалам для изготовления высокопрочного кислотостойкого бетона приведены в разделе 2 настоящих Рекомендаций. Перед подбором состава бетона определению подлежат следующие свойства сырьевых материалов:

крупный заполнитель - зерновой состав, плотность, насыпная объемная масса, пустотность, влажность;

мелкий заполнитель - зерновой состав, плотность, насыпная объемная масса, пустотность, влажность;

молотый перлит - удельная поверхность, влажность;

жидкое стекло - химический анализ, силикатный модуль, плотность.

4. Расчет и назначение исходного состава высокопрочного кислотостойкого бетона выполняется в следующем порядке.

Определяется необходимое качество перлитосиликатной пасты (отношение масс жидкого стекла и перлита $К_м = \frac{ЖС}{Пт}$). Для этого на графиках (рис.2) выделяется область значений плотности и модуля жидкого стекла, при которых достигается заданная марка бетона. Линии на графиках соответствуют нижней границе области.

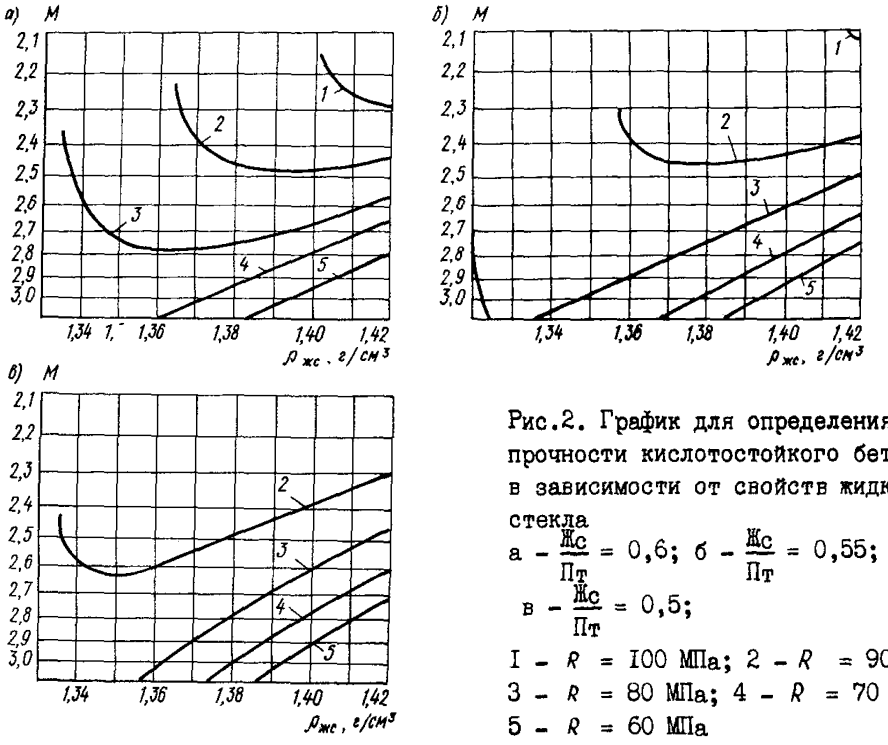


Рис.2. График для определения прочности кислотостойкого бетона в зависимости от свойств жидкого стекла

а – $\frac{Жс}{Пт} = 0,6$; б – $\frac{Жс}{Пт} = 0,55$;

в – $\frac{Жс}{Пт} = 0,5$;

1 – R = 100 МПа; 2 – R = 90 МПа;
3 – R = 80 МПа; 4 – R = 70 МПа;
5 – R = 60 МПа

Затем выясняется, обеспечивают ли свойства(модуль и плотность) имеющегося жидкого стекла получение бетона нужной марки, и определяется отношение $К_м$. Если заданная марка бетона может быть получена при разных отношениях, для расчета следует выбрать меньшую величину $К_м$.

Если свойства жидкого стекла, имеющегося в распоряжении технолога, не позволяют получить бетон нужной марки, их можно скорректировать в сторону снижения. Снижение плотности достигается добавлением воды, снижение модуля - добавкой твердого технического едкого натра. Корректировку свойств стекла следует осуществлять при интенсивном его перемешивании. Необходимые для расчетов формулы даны в нижеприведенных примерах определения состава бетона.

Расчет количества материалов для опытных замесов ведется по формулам

щебень $$Щ = \frac{1000 \cdot \rho^{н}_{щ}}{n};$$

песок $$П = \frac{1000.Пщ \cdot \rho^{н}_{п}}{n};$$

перлит $$Пт = \frac{1000.Пщ.Пп \cdot \alpha}{n\left(1+К_т \frac{\rho_{пт}}{\rho_{жс}}\right)} \cdot \rho_{пт};$$

жидкое стекло $Жс = Пт.Км$,

где Щ, П, Пт, ЖС - соответственно расход крупного заполнителя, песка, тонкомолотого перлита, жидкого стекла, кг/м^3; Пщ, Пп - расчетная пустотность крупного заполнителя и песка, доли единицы объема; $\rho^{н}_{щ}$, $\rho^{н}_{п}$ - насыпная плотность заполнителей; $\rho_{пт}$, $\rho_{жс}$ - плотность перлита (насыпная) и жидкого стекла; n - отклонение Км по объему, равное

$$n = 1 + (\alpha - 1) П_щ \cdot П_п,$$

где α - коэффициент раздвижки зерен песка перлитосиликатной пастой, равный I,4-I,7. Для опытных замесов бетона значение этого коэффициента следует принимать равным I,5.

Проведение опытных замесов и обработка полученных результатов

5. Рассчитанные в соответствии с п.4 настоящего приложения составы для опытных замесов проверяются в лабораторных условиях.

Работа по проведению опытных замесов состоит из следующих этапов:

предварительного расчета материалов на требуемый объем опытных замесов;

корректировки плотности жидкого стекла с учетом влажности материалов;

приготовления бетонных смесей, проверки их удобоукладываемости и объемной массы и корректировки (при необходимости) состава для получения заданной удобоукладываемости. Если величина удобоукладываемости бетона, изготовленного в соответствии с расчетом, отличается от рекомендуемой, в расчет необходимо ввести большее значение *коэффициента* α .

Удобоукладываемость бетонной смеси опытных замесов определяется согласно приложению 3 настоящих Рекомендаций через промежуток времени, соответствующий принятой на данном производстве продолжительности между приготовлением смеси и ее укладкой.

6. При изготовлении опытных замесов в лаборатории необходимо соблюдать следующие основные правила:

опытные замесы должны приготовляться на тех же материалах, которые были приняты при расчете составов и будут использованы при изготовлении конструкций на производстве;

заполнители и перлит должны иметь положительную температуру и применяться в сухом состоянии; в случае применения влажных материалов обязательно должна производиться корректировка плотности жидкого стекла;

дозирование материалов производится по массе с точностью до 0,5%;

приготовление опытных замесов производится в лабораторном смесителе принудительного действия, продолжительность перемешивания не менее 8 мин;

температура в помещении, где приготовляются опытные замесы бетонной смеси и формуются образцы, должна быть не менее 15 ^{0}С;

режим тепловой обработки бетонных образцов должен соответствовать режиму твердения конструкций, для которых производится подбор состава бетона.

Для испытания используются образцы размером 10x10x10 см в количестве не менее 3 шт. на каждый вид испытания. Для испытания на водонепроницаемость рекомендуется применять образцы размером 15x15x15 см.

После твердения образцы измеряют, взвешивают, определяют их

среднюю плотность и помещают в испытательные среды. После выдержки образцов в испытательных средах в течение контрольного времени производят повторное взвешивание, определяют водо- и кислотопоглощение бетона. Далее образцы испытывают на прочность при сжатии по ГОСТ 10180-78.

Контроль и оценку однородности прочности, кислото- и водостойкости кислотостойкого высокопрочного бетона производят по ГОСТ 18105-80. Прочность кислотостойкого бетона на сжатие определяется по ГОСТ 10180-80. Кислотостойкость и водостойкость бетона определяется в соответствии с пп. 2.64 и 2.65 настоящих Рекомендаций.

После обработки результатов испытания рассчитывают окончательный состав бетонной смеси, обеспечивающий получение требуемых свойств бетона.

7. По полученным результатам испытания образцов, изготовленных из разных составов бетонной смеси, выбирается тот состав, который имеет наилучшие показатели: хорошую удобоукладываемость, максимальную прочность, кислото- и водостойкость, а также наименьшее кислото- и водопоглощение.

Назначение рабочего состава бетонной смеси и его корректировка в производственных условиях

8. Рабочий состав кислотостойкого бетона и его дозировка устанавливаются исходя из подобранного состава с учетом влажности заполнителей и перлита, а также объема замеса обычными способами.

При проведении первой производственной формовки с использованием подобранного рабочего состава проверяется соответствие удобоукладываемости бетонной смеси заданному ее значению.

В процессе производственной формовки изготовляется не менее двух серий контрольных образцов на каждый вид испытания.

Примеры расчета состава кислотостойкого бетона
для изготовления сборных конструкций

При расчете использованы характеристики материалов, приведенные в табл.I8.

Таблица I8

Материал	Насыпная плотность, г/см³	Плотность, г/см³	Пустотность, доли от объема
Щебень	I,35	2,76	0,5I
Песок	I,362	2,60	0,476
Перлит	0,8	2,40	0,666

Пример I

Имеется жидкое стекло с модулем М = 2,7 и плотностью $\rho_{жс}$ = = I,37 г/см³. Необходимо рассчитать состав бетона марки 800 при коэффициенте раздвижки α = I,5.

Из рис.2 находим, что заданную марку бетона можно получить на имеющемся жидком стекле при соотношении по массе жидкого стекла к перлиту $К_м$ = 0,5–0,6.

Целесообразно принять минимально допустимое значение $К_м$, т.е. для данного случая $К_м$ = 0,5. Тогда массы составляющих бетонной смеси определим по следующим формулам:

$$Щ = \frac{I000.\rho^{н}_{щ}}{n} = \frac{I000.I,35}{I,I2I} = I204 \text{ кг},$$

где $n = I + (\alpha - I).Пщ.Пп = I+(I,5-I).0,5I.0,476 = I,I2I.$

$$П = \frac{I000.Пщ.\rho^{н}_{п}}{n} = \frac{I000.0,5I.I,362}{I,I2I} = 620 \text{ кг};$$

$$Пт = \frac{I000.Пщ.Пп\cdot\alpha\cdot\rho_{пт}}{n\left(1+К_м\frac{\rho_{пт}}{\rho_{жс}}\right)} = \frac{I000.0,5I.0,476.I,5.2,4}{I,I2I.\left(I+\frac{0,5.2,4}{I,37}\right)} = 4I6 \text{ кг};$$

$$ЖС = Км.Пт = 0,5.4I6 = 208 \text{ кг}.$$

Таким образом, при $\rho_{жс}$ = I,37 г/см³ и М = 2,7 состав бетона марки 800 на I м³ следующий:

Щ = I204 кг;
П = 620 кг;
Пт = 4I6 кг;
ЖС = 208 кг.

Пример 2

Имеется жидкое стекло с модулем М = 2,9 и плотностью $\rho_{жс}$ = = I,40 г/см^3. Необходимо рассчитать состав бетона марки 800 при коэффициенте раздвижки α = I,5.

Из рис.2 находим, что заданную марку бетона можно получить двумя способами:

I) снижением плотности жидкого стекла до I,36 г/см^3 (Км = 0,5) или I,35 г/см^3 (Км = 0,55);

2) снижением модуля жидкого стекла до 2,6 при заданной плотности (Км = 0,5-0,6).

Для способа I примем Км = 0,5. Тогда

$$n = I+(\alpha - I).Пщ.Пп = I+(I,5-I).0,5.0,476 = I,I2I.$$

$$Щ = \frac{I000.\rho''_{щ}}{n} = \frac{I000.I,35}{I,I2I} = I204 \text{ кг};$$

$$П = \frac{I000.Пщ.\rho''_{п}}{n} = \frac{I000.0,5I.I,362}{I,I2I} = 620 \text{ кг};$$

$$Пт = \frac{I000.Пщ.Пп \cdot \alpha \cdot \rho_{пт}}{n\left(1 + К_м \frac{\rho_{пт}}{\rho_{жс}}\right)} = \frac{I000.0,5I.0,476.I,5.2,4}{I,I2I.(I+0,88)} = 4I5 \text{ кг};$$

$$ЖМ = Км.Пт = 0,5.4I5 = 207 \text{ кг}.$$

Определим количество жидкого стекла с плотностью I,40 г/см^3 и количество воды, необходимое для получения 207 кг жидкого стекла с плотностью I,36 г/см^3.

$$ЖС_I = \frac{ЖС.\rho_{жс_1}(\rho_{жс}-1)}{\rho_{жс}(\rho_{жс_1}-1)} = \frac{207.I,40.(I,36-I)}{I,36.(I,40-I)} = I92 \text{ кг},$$

где $ЖС_I$ - масса жидкого стекла с исходной плотностью, кг; ЖС - масса жидкого стекла с необходимой плотностью, кг; $\rho_{жс_1}$ - исходная плотность жидкого стекла, г/см^3; $\rho_{жс}$ - необходимая плотность жидкого стекла, г/см^3;

$$В = ЖС - ЖС_I = 207 - I92 = I5 \text{ кг},$$

где В - масса воды, кг.

Таким образом, при $\rho_{жс}$ = I,36 г/см^3 и М = 2,9 состав бетона марки 800 на I м^3 следующий:

Щ = I204 кг;

П = 620 кг;

Пт = 415 кг;
ЖС = 207 кг,
в т.ч. при $\rho_{жс}$ = 1,40 г/см^3 и М = 2,9
ЖС = 192 кг;
В = 15 кг.

Для способа 2 примем Км = 0,5. Тогда

$$Щ = \frac{1000.\rho^{н}_{щ}}{n} = \frac{1000.1,35}{1,121} = 1204 \text{ кг};$$

$$П = \frac{1000.Пщ.\rho^{н}_{п}}{n} = \frac{1000.0,51.1,362}{1,121} = 620 \text{ кг};$$

$$Пт = \frac{1000.Пщ.Пп.\alpha\cdot\rho_{пг}}{n\left(1 + K_м \frac{\rho_{пг}}{\rho_{жс}}\right)} = \frac{1000.0,51.0,476.1,5.2,4}{1,121.(1+0,857)} = 420 \text{ кг};$$

ЖС = Км.Пт = 0,5.420 = 210 кг.

Определим количество жидкого стекла с модулем 2,9 и плотностью 1,40 г/см^3, едкого натра и воды, необходимых для получения 210 кг жидкого стекла с модулем 2,6 и плотностью 1,40 г/см^3.

$$ЖС_2 = \frac{ЖС}{1 + \frac{1,29\cdot\rho_c(\rho_N - 1)}{\rho_N\cdot M_1(M+1)(\rho_c - 1)}} = \frac{210}{1 + \frac{1,29.2,7.(2,13-1)}{2,13,2,6.(2,9+1).(2,7-1)}} =$$

= 190 кг,

где $ЖС_2$ – масса жидкого стекла с исходным модулем, кг; ЖС – масса жидкого стекла с необходимым модулем, кг; ρ_c – плотность силикат-глыбы, использованной в жидком стекле, г/см^3; ρ_N – плотность сухого натрия, г/см^3; М – исходный модуль жидкого стекла; M_1 – необходимый модуль жидкого стекла.

$$NaOH = \frac{1,29.ЖС_2\cdot\rho_c\cdot(\rho_{жс} - 1)(M - M_1)}{\rho_{жс}\cdot M_1(M+1)(\rho_c - 1)\cdot K_4} =$$

$$= \frac{1,29.190.2,7.(1,4-1).(2,9-2,6)}{1,4.2,6.(2,9+1).(2,7-1).0,97} = 3,39 \text{ кг},$$

где $NaOH$ – масса едкого натра (с примесями), кг; K_4 – коэффициент, учитывающий содержание $NaOH$ в техническом едком натре.

$$В = ЖС - ЖС_2 - NaOH = 210-190-3,39 = 16,61 \text{ кг},$$

где В – масса воды, кг.

Таким образом, при $\rho_{жс}$ = I,40 г/см^3 и М = 2,6 состав бетона марки 800 на I м^3 следующий:

Щ = I204 кг;

П = 620 кг;

Пт = 420 кг;

ЖС = 2I0 кг,

в т.ч. при $\rho_{жс}$ = I,40 г/см^3 и М = 2,9

ЖС = I90 кг;

NaOH = 3,39 кг;

В = I6,6I кг.

Пример 3

Имеется жидкое стекло с модулем М = 3,0 и плотностью $\rho_{жс}$ = = I,4I г/см^3.

Необходимо рассчитать состав бетона марки I000 при коэффициенте раздвижки α = I,4.

Из рис.2,а находим, что заданную марку бетона можно получить только снижением модуля жидкого стекла до 2,25 при Км = 0,6.

Тогда

$$n = I+(\alpha-I).П_{щ}.П_{п} = I+(I,4-I).0,5I.0,476 = I,097;$$

$$Щ = \frac{I000.\rho^{н}_{щ}}{n} = \frac{I000.I,35}{I,097} = I23I \text{ кг};$$

$$П = \frac{I000.П_{щ}\cdot\rho^{н}_{п}}{n} = \frac{I000.0,5I.I,362}{I,097} = 633 \text{ кг};$$

$$Пт = \frac{I000.П_{щ}\cdot П_{п}\cdot\alpha\cdot\rho_{пт}}{n\left(1+К_{м}\frac{\rho_{пт}}{\rho_{жс}}\right)} = \frac{I000.0,5I.0,476.I,4.2,4}{I,097.(I+I,02)} = 368 \text{ кг};$$

ЖС = Км.Пт = 0,6.368 = 22I кг.

Определим количество жидкого стекла с модулем 3,0 и плотностью I,4I г/см^3, едкого натра и воды, необходимых для получения 22I кг жидкого стекла с модулем 2,25 и плотностью I,4I г/см^3.

$$ЖС_{2} = \frac{ЖС}{1+\frac{1,29\cdot\rho_{с}(\rho_{N}-1)}{\rho_{N}\cdot M_{1}(M+1)(\rho_{с}-1)}} = \frac{22I}{I+\frac{I,29.2,7.(2,I3-I)}{2,I3.2,25.(3+I).(2,7-I)}} =$$

$$= I97 \text{ кг};$$

$$NaOH = \frac{1{,}29\ ЖС_2 \cdot \rho_c\ (\rho_{жс} - 1)(M - M_1)}{\rho_{жс} \cdot M_1\ (M+1)(\rho_c - 1)\ K_4} =$$

$$= \frac{1{,}29 \cdot 197 \cdot 2{,}7 \cdot (1{,}41 - 1) \cdot (3 - 2{,}25)}{1{,}41 \cdot 2{,}25 \cdot (3+1) \cdot (2{,}7 - 1) \cdot 0{,}97} = 10{,}08 \text{ кг};$$

$$В = ЖС - ЖС_2 - NaOH = 221 - 197 - 10{,}08 = 13{,}92 \text{ кг}.$$

Таким образом, при $\rho_{жс}$ = 1,41 г/см^3 и М = 2,25 состав бетона марки 1000 на 1 м^3 следующий:

Щ = 1231 кг;

П = 633 кг;

Пт = 368 кг;

ЖС = 221 кг,

в т.ч. при $\rho_{жс}$ = 1,41 г/см^3 и М = 3,0

ЖС = 197 кг;

$NaOH$ = 10,08 кг;

В = 13,92 кг.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
Основные буквенные обозначения	4
I. Общие положения и область применения	6
2. Технология изготовления бетонных и армированных конструкций из кислотостойких бетонов	
Материалы для кислотостойких бетонов	6
Составы и основные свойства кислотостойких бетонов	8
Приготовление бетонной смеси	9
Формование изделий и конструкций	I0
Тепловлажностная обработка	I2
Устранение дефектов поверхности изделий и конструкций	I3
Контроль качества изделий и конструкций	I5
Маркировка изделий, складирование и транспортирование	I7
Растворы и бетоны для монтажных швов и замоноличивания стыков	I9
Техника безопасности	30
3. Проектирование бетонных и армированных конструкций из кислотостойкого бетона	3I
Основные расчетные требования	32
Материалы для бетонных и армированных конструкций из кислотостойкого бетона	33
Расчет бетонных и железобетонных конструкций из кислотостойкого бетона по предельным состояниям первой группы	38
Расчет элементов железобетонных конструкций из кислотостойкого бетона по предельным состояниям второй группы	40
Расчет конструкций из кислотостойкого бетона, армированных стеклопластиковой арматурой, по предельным состояниям первой и второй групп	42
Конструктивные требования	50
Приложение I. Определение модуля жидкого стекла ускоренным методом	52
Приложение 2. Оборудование для приготовления кислотостойкого бетона и технологическая схема производства конструкций из него	53
Приложение 3. Определение удобоукладываемости бетонной смеси	55

Стр.

Приложение 4. Определение необходимого количества кремнефтористого натрия в бетонной смеси 56

Приложение 5. Методика подбора составов кислотостойкого бетона 57

Рекомендации по изготовлению и проектированию бетонных и армированных конструкций из кислотостойкого бетона

Научные редакторы И.М.Дробященко и В.В.Фигаровский

Отдел научно-технической информации НИИЖБ
109389, Москва, 2-я Институтская ул., д.6

Редактор Н.А.Романова

Л - 43300 Подписано в печать 12.08.85 Заказ № 1036

Формат 60х84/16. Ротапринт. Усл.кр.-отт.4,2

Уч.-изд.л.4,2 Тираж 400 экз. Цена 63 коп.

Типография ПЭМ ВНИИИС Госстроя СССР
121471, Москва, Можайское шоссе, д.25

gost.e-ecolog.ru