Научно-исследовательский институт
бетона и железобетона
Госстроя СССР
(НИИЖБ)

РУКОВОДСТВО
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ
И ИЗГОТОВЛЕНИЮ
СБОРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ
ИЗ КИСЛОТОСТОЙКОГО БЕТОНА

Утверждено
директором НИИЖБ
14 января 1980 г.

Москва 1980

gost.e-ecolog.ru

УДК 691.31:678.06

Рекомендовано к изданию секцией теории железобетона НТС Н И ИЖБ Госстроя СССР от 8 апреля 1980 г.

Руководство по проектированию и изготовлению сборных конструкций из кислотостойкого бетона. М., НИИЖБ, 1980. 27 с. (Науч.-исслед. ин-т бетона и железобетона Госстроя СССР).

Руководство содержит основные положения по проектированию и изготовлению сборных конструкций из кислотостойкого бетона на основе натриевого жидкого стекла.

Приведены нормативные и расчетные характеристики кислотостойкого бетона и требования к расчету и конструированию конструкций по первой и второй группе предельных состояний с учетом влияния агрессивной кислой среды и воды.

Указаны требования к материалам и способам приготовления и укладки кислотостойкого бетона, а также мероприятия по технике безопасности при производстве работ.

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

Табл. 6, ил. I.

© Научно-исследовательский институт бетона и железобетона Госстроя СССР, 1980

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящее Руководство составлено в развитие "Инструкции по проектированию бетонных и железобетонных конструкций, предназначенных для работы в условиях воздействия повышенных и высоких температур" (СН 482-76).

Целью данного Руководства является разработка основных положений по проектированию и изготовлению конструкций из кислотостойкого бетона, эксплуатирующихся в агрессивных кислых жидких и газообразных средах при положительных температурах не выше 50°С.

В Руководстве приведены требования к материалам для бетона; изложена методика для расчета и проектирования элементов конструкций из кислотостойкого бетона по предельным состояниям первой и второй групп и даны рекомендации по технологии его приготовления. В приложении приведены составы и свойства кислотостойких бетонов на жидком стекле с различными модифицирующими добавками и методы контроля качества сырья и готовой продукции.

Руководство составлено на основе лабораторных исследований и результатов опытно-промышленного внедрения конструкций из кислотостойкого бетона.

Руководство разработано НИИЖБ Госстроя СССР(доктора техн.наук, профессора В.М.Москвин, В.В.Патуроев, канд.техн.наук Е.А.Гузеев, д-р техн. наук И.Е.Путляев, канд.техн.наук Г.П.Тонких). В разработке разделов I, 2, 6 и приложений приняли участие канд. техн. наук Н.Ф.Шестеркина (НИИЖБ Госстроя СССР), канд.техн. наук Ю.И.Нянюшкин (ВНИИК Минхимпрома СССР)и канд.техн.наук В.А. Потрепьев (Минтяжстрой СССР).

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

Дирекция НИИЖБ

I. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Настоящее Руководство распространяется на проектирование и изготовление сборных конструкций заводского изготовления из кислотостойкого бетона, работающих при положительных температурах (не выше 50°С) в кислых жидких и газообразных средах.

Кислотостойкий бетон[1] - бетон, изготовленный на основе натриевого жидкого стекла, кислотостойких наполнителей и заполнителей, отвердителя, полимерной уплотняющей добавки и добавки ингибитора коррозии стальной арматуры.

Примечание. При наличии экспериментальных данных допускается расчет и применение конструкций из кислотостойкого бетона в условиях повышенной температуры до 100°С для жидких кислых сред и до 200°С - для газов. Перепад температур по толщине сечения элемента допускается не более 30°С.

I.2. Армированные и неармированные конструкции из кислотостойкого бетона проектируются в соответствии с указаниями Инструкции СН 482-76 с учетом особенностей эксплуатации.

Расчетные параметры, рекомендуемые Руководством, приняты по наименьшим значениям для повышения надежности работы конструкций.

I.3. Настоящее Руководство распространяется на проектирование и изготовление следующих конструкций, работающих в условиях агрессивных кислых сред с концентрацией не менее 5%:

несущих (сжатые и изгибаемые элементы конструкций вентиляционных галерей, газоходов, коллекторов, наливных сооружений);

самонесущих (изгибаемые плиты стен, перегородок, покрытий; поддоны; лотки и т.д.);

ненесущих (плиты полов; конструкции приямков, каналов, сливов и т.д.).

I.4. Конструкции и изделия их кислотостойкого бетона рекомендуется использовать:

при постоянном и периодическом действии кислот различных концентраций (кроме плавиковой и кремнефтористоводородной) и кислых газов;

при постоянном действии кислот, кислых газов и кратковременном действии воды (продолжительность действия воды см. п.3.7).

---

[1] Термин "кислотостойкий бетон" объединяет в себе термины "полимерсиликатный бетон" и "силикатополимерный бетон".

Допускается использование конструкций из кислотостойкого бетона в естественных температурно-влажностных условиях ($t \leqslant 50^{0}C$; W=60-80%) и при постоянном или периодическом действии воды.

I.5. Не допускается применение несущих и самонесущих армированных конструкций в условиях первоначального длительного действия воды и последующего действия жидких кислых сред.

Примечание. При проектировании армированных конструкций, систематически подвергающихся попеременному действию кислот и воды (плиты пола, ванны, баки и т.п.), следует предусматривать конструктивные мероприятия, обеспечивающие постоянный отвод воды с этих конструкций, исключение затекания воды в труднодоступные места и ее скопление.

2. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КИСЛОТОСТОЙКОГО БЕТОНА, ЭКСПЛУАТИРУЮЩИЕСЯ В АГРЕССИВНЫХ КИСЛЫХ СРЕДАХ

Бетон. Нормативные и расчетные характеристики бетона

2.I. Для конструкций из кислотостойкого бетона предусматриваются проектные марки бетона по прочности на сжатие М 200, М 300 и М 400[*].

2.2. Для конструкций, эксплуатирующихся в условиях агрессивных кислых сред, рекомендуется использовать характеристику кислотонепроницаемости бетона $М_{к}$, которая выражается величиной, обратной глубине проникания кислоты в глубь бетона за эксплуатационный срок службы конструкций в агрессивной среде (30 лет), и равняется I5, 25, 30 и 35.

2.3. Характеристику кислотостойкости определяют по глубине проникания кислоты (концентрация кислоты принимается исходя из условий эксплуатации) в образец размером I0xI0xI0 см за время 30 сут. После испытаний в кислоте образцы испытывают на сжатие для определения коэффициента стойкости $К_{ст}$ (см. п.6.3 настоящего Руководства).

Полученные значения $\delta_{п}$ сравнивают с данными табл.I и определяют характеристику непроницаемости кислого бетона. При промежуточных значениях $\delta_{к}$ рекомендуется меньшее значение кислотонепроницаемости.

---

[*] Состав бетона с компаундом разработан ВНИИ Минхимпрома СССР (см. прил. 2).

Таблица I

Глубина проникания кислоты $\delta_к$ (м) за 30 сут	Характеристика кислотонепроницаемости бетона $М_к$
0,022	I5
0,0I8	25
0,0I6	30
0,0I4	35

2.4. Использование кислотостойкого бетона с кислотонепроницаемостью меньше I5 и $К_{ст}$ меньше 0,7 для конструкций, эксплуатирующихся в агрессивных средах, не рекомендуется.

2.5. Для изготовления несущих армированных конструкций проектная марка должна быть не менее М 200.

2.6. При замоноличивании стыков конструкций следует применять мелкозернистый, песчаный бетон и предусматривать проектную марку бетона конструкций.

2.7. Расчетные сопротивления кислотостойкого бетона на осевое сжатие (призменная прочность) для предельных состояний первой и второй групп в зависимости от проектной марки бетона принимаются согласно указаниям п.2.6 Инструкции СН 482-76 (как для тяжелого бетона).

Расчетные сопротивления на осевое растяжение для предельных состояний первой и второй групп определяют согласно Инструкции СН 482-76 умноженными на коэффициент I,8.

2.8. При расчете конструкций, которые эксплуатируются в условиях влажности 60-80%, исключающих систематическое увлажнение, расчетные сопротивления кислотостойкого бетона $R_{пр}$, $R_{прП}$, $R_р$ и $R_{рП}$ следует умножить на коэффициент условий работы согласно главе СНиП П-2I-75 "Бетонные и железобетонные конструкции" (табл.I5, п.I,а, как в остальных случаях), равный 0,85.

При расчете конструкций, предназначенных для работы в условиях агрессивных кислых сред и воды, расчетные сопротивления кислотостойкого бетона $R_{пр}$, $R_{прП}$, $R_р$ и $R_{рП}$ рекомендуется принимать: при концентрации кислот менее I0% - не больше 0,45; от I0 до 20% - не больше 0,5, более 20% - не больше 0,55 и при эксплуатации в воде - не больше 0,4 от расчетных сопротивлений, приведенных в п.2.7 настоящего Руководства.

2.9. Начальный модуль упругости бетона при сжатии и растяжении в условиях влажности 60-80%, исключающих систематическое увлажнение, в зависимости от марки бетона М 200, М 300 или М 400 принимается по Инструкции СН 482-76 умноженным на коэффициент 0,95.

При действии кислот различных концентраций и воды начальный модуль упругости бетона определяется путем умножения на коэффициент β, принимаемый по табл.2.

Таблица 2

Значение коэффициента β при эксплуатации		концентрации кислоты, %			
в нормальных условиях; влажность 60-80%, исключающая систематическое увлажнение	в условиях возможности выпадения конденсата и при действии воды	5	10	20	30 и более
1	0,75	0,8	0,85	0,9	1

Примечание. При промежуточных значениях концентраций кислот значения коэффициента β следует определять по интерполяции.

2.10. Коэффициент линейных температурных деформаций бетона при изменении температур от 0 до 100°С следует принимать равным $0{,}8 \cdot 10^{-5}$ $^{\circ}C^{-1}$.

2.11. Начальный коэффициент поперечных деформаций бетона (коэффициент Пуассона) μ следует принимать равным 0,2, а модуль сдвига бетона G - равным 0,4 от соответствующих значений $E_б$ с учетом рекомендаций п.2.9 настоящего Руководства.

Арматура

2.12. Для армирования конструкций, а также для закладных деталей следует принимать арматуру классов В-I, $В_р$-I, А-I, А-II, А-III и А-IУ.

2.13. Нормативные и расчетные характеристики арматуры следует принимать согласно указаниям пп.2.13-2.14 Инструкции СН 482-76 (как для температур до 50°С).

3. РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ КИСЛОТОСТОЙКОГО БЕТОНА ПО ПРЕДЕЛЬНЫМ СОСТОЯНИЯМ ПЕРВОЙ ГРУППЫ

Расчет неармированных элементов из кислотостойкого бетона по прочности

3.I. Расчет неармированных элементов по прочности следует производить в соответствии с указаниями Инструкции СН 482-76 как для температур до 50°С, принимая:

расчетные характеристики материалов по разделу 2 настоящего Руководства;

коэффициент β по п.3.2 СН 482-76, равным I;

" $k_п$ по п.I.I6 СН 482-76, равным 0,85;

" $\bar{v}$ по п.I.I6 СН 482-76, равным I;

" a по п.3.7 СН 482-76, равным 0,85.

Расчет армированных элементов из кислотостойкого бетона по прочности

3.2. Расчет армированных элементов по прочности следует производить согласно требованиям Инструкции СН 482-76 как для температур до 50°С и с учетом рекомендаций пп.3.3-3.8 настоящего Руководства.

3.3. Расчетные характеристики материалов следует принимать согласно рекомендациям разд.2 настоящего Руководства.

3.4. При эксплуатации конструкций в условиях действия кислот и кислых газов, в зависимости от предполагаемого времени их непосредственного контакта с конструкцией глубину проникания агрессивных компонентов среды определяют по формуле

$$\delta_к = 2z\sqrt{Д'\tau} + 0{,}01 \quad (м), \qquad (I)$$

где Z - безразмерная величина, принимаемая в зависимости от концентрации кислоты:

при концентрации 5% - Z =0,I6; I0% - Z =0,68; 20% - Z =0,9; 30% и более Z =I,05.

Примечание. При промежуточных значениях концентраций кислоты значение z принимается по интерполяции.

$Д'$ - эффективный коэффициент диффузии кислот в бетоне, принимаемый по табл.3 настоящего Руководства.

Таблица 3

Концентрация серной кислоты, %	Эффективный коэффициент диффузии серной кислоты ($Д' \cdot 10^{-11}$ м^2/с) за период, сут					
	10	100	300	500	1000	10000
5	22,9	9,15	4,81	3,2	2,52	0,892
10	0,93	0,45	0,25	0,165	0,152	0,064
20	0,3	0,15	0,076	0,054	0,05	0,022
30	0,164	0,079	0,042	0,027	0,024	0,01

Примечание. Значение Д' для промежуточных концентраций кислоты и времени ее действия на конструкцию определяется по прямой интерполяции.

τ – время непосредственного контакта кислоты с конструкцией принимается:

до 10 сут – при аварийных проливах кислот;

до 100 сут – при проливах кислот на труднодоступные конструкции;

до 1000 сут – при технологических проливах на конструкции подванных эстакад;

до 10000 сут – в условиях эксплуатации наливных сооружений.

При обосновании время взаимодействия конструкций с кислотой может приниматься другое.

3.5. Толщина защитного слоя бетона (a) для стальной арматуры назначается из условия $a > \delta_к$.

3.6. С учетом вычисленной толщины защитного слоя бетона определяют размеры поперечного сечения конструкций и вычисляют рабочую высоту.

3.7. Допустимую продолжительность действия воды на бетон T_{H_2O}, ч, после его взаимодействия с кислотой концентрацией более 5% определяют по формуле

$$T_{H_2O} = K \cdot lg\, \tau , \qquad (4)$$

где К – коэффициент пропорциональности, принимаемый в зависимости от концентрации кислоты равным:

при концентрации 5% – К=3; 10% – К=6; 20% – К=10; 30% – К=12;

τ – время первоначального действия кислоты на конструкцию, сут.

Примечание. При промежуточных значениях концентрации кислоты значение коэффициента К принимается по интерполяции.

Расчет по прочности сечений, наклонных к продольной оси элемента

3.8. При расчете сечений, наклонных к продольной оси элемента, на действие поперечных сил следует принимать:

расчетные характеристики материалов согласно разд.2 настоящего Руководства;

коэффициент K_1 по п.3.12 СН 482-76, равным 0,5;

" K_2 по п.3.13 СН 482-76, равным 1,8;

" K_3 при расчете изгибаемых элементов без поперечной арматуры по п.3.14 СН 482-76, равным 1,2;

коэффициент K по п.3.17 СН 482-76, равным 1.

4. РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ ПО ПРЕДЕЛЬНЫМ СОСТОЯНИЯМ ВТОРОЙ ГРУППЫ

4.1. Расчет конструкций, эксплуатирующихся в условиях агрессивной кислой среды, по второму предельному состоянию производится по образованию трещин. При эксплуатации конструкций в естественных температурно-влажностных условиях и при постоянном действии воды расчет производится по раскрытию трещин. Допускаемая ширина трещин в нормальных условиях - 0,2 мм, а при действии воды - 0,15 мм (по табл.6 и 7 главы СНиП II-28-73* "Защита строительных конструкций от коррозии", как для слабоагрессивной среды).

Расчет армированных элементов по образованию трещин

4.2. Расчет армированных элементов по образованию трещин следует производить в соответствии с указаниями пп.4.1-4.7 Инструкции СН 482-76, принимая:

расчетные характеристики материалов согласно разд.2 настоящего Руководства;

коэффициенты m_1 и m_2 по п.4.6 СН 482-76 равными соответственно 0,5 и 2.

Расчет армированных элементов по раскрытию трещин

4.3. Расчет по раскрытию и закрытию трещин, нормальных и наклонных к продольной оси элемента, следует производить в соответствии с указаниями Инструкции СН 482-76, принимая:

ширину раскрытия трещин a_T, нормальных к продольной оси элемента, на уровне центра тяжести растянутой арматуры по пп.4.8-4.10 Инструкции СН 482-76;

расчетные характеристики материалов согласно разд.2 настоящего Руководства.

Расчет элементов армированных конструкций по деформациям

а) Определение кривизны армированных элементов на участках без трещин в растянутой зоне

4.4. На участках элемента, где отсутствуют нормальные к продольной оси трещины, кривизну изгибаемых, внецентренно-сжатых и внецентренно-растянутых элементов различных сечений следует определять, как для сплошного упругого тела согласно указаниям п.4.12 Инструкции СН 482-76 с учетом действительных характеристик материала, приведенных в разд.2 настоящего Руководства. Коэффициент C, учитывающий влияние длительной ползучести бетона, принимается равным 1 при кратковременном нагружении и равным 2 - при длительном нагружении.

б) Определение кривизны армированных элементов на участках с трещинами в растянутой зоне

4.5. На участках элемента, где образуются нормальные к продольной оси трещины в растянутой зоне, кривизну изгибаемых, внецентренно-сжатых, внецентренно-растянутых элементов следует определять согласно указаниям п.4.13 Инструкции СН 482-76, принимая коэффициент ν, характеризующий упругопластическое состояние бетона сжатой зоны, равным при длительном действии нагрузки:

в нормальных условиях ($t \leq 50^{0}C$; W =60-80%) 0,13;

при постоянном действии воды (больше чем предусмотрено в п.3.7 настоящего Руководства) 0,1;

при кратковременном действии нагрузки 0,45.

Примечание. При других сочетаниях действия нагрузки и среды коэффициент ν принимать, как при длительной действии нагрузки .

в) Определение прогибов

4.6. Прогибы и жесткость элементов следует определять согласно требованиям пп.4.14-4.18 Инструкции СН 482-76, принимая:

величину C согласно рекомендациям п.4.4 настоящего Руководства;

величину G согласно рекомендациям п.2.11 настоящего Руководства.

5. КОНСТРУКТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

5.I. При проектировании конструкций из кислотостойкого бетона для обеспечения условий их изготовления, долговечности и совместной работы арматуры и бетона следует выполнять конструктивные требования, приведенные в Инструкции СН 482-76 как для тяжелого бетона, а также дополнительные требования, изложенные в п.5.2 настоящего Руководства.

5.2. Толщину защитного слоя бетона для продольной рабочей, поперечной (хомутов и отогнутых стержней) и распределительной арматуры в конструкциях, предназначенных для эксплуатации в агрессивной кислой среде, следует принимать в соответствии с рекомендациями пп.3.4-3.6 настоящего Руководства.

Учитывая полученную толщину защитного слоя бетона для стальной арматуры, назначаются минимальные размеры поперечного сечения конструкций, которые должны удовлетворять расчету по действующим условиям и соответствующим группам предельных состояний.

6. ПРИГОТОВЛЕНИЕ КИСЛОТОСТОЙКОГО БЕТОНА

Материалы для бетона

6.I. Армированные и неармированные конструкции, на проектирование которых распространяются требования настоящего Руководства, изготовляются из бетона, содержащего следующие компоненты:

натриевое жидкое стекло (ГОСТ I3078-67) с силикатным модулем 2,7-2,9 и плотностью I,38-I,42 г/см^3;

кислотостойкие заполнители: природный кварцевый песок (ГОСТ 8736-77), кислотостойкий щебень, получаемый из кислотостойких пород (андезит, гранит, базальт) (ГОСТ 8267-75). Предел прочности при сжатии естественного камня, применяемого для изготовления песка и щебня, должен составлять не менее 80 МПа, кислотостойкость - не менее 96% по ГОСТ 473.I-72 и водопоглощение - не более 2% по ГОСТ I2730-78. Крупность песка не должна превышать I-3 мм, а максимальный размер щебня должен быть не более I/4 толщины бетонируемой конструкции и не более расстояния между арматурными стержнями. Заполнители для кислотостойкого бетона по гранулометрическому составу и содержанию примесей должны удовлетворять требованиям главы СНиП I-В-I-62 "Заполнители для бетонов и растворов" и ГОСТ I0268-70.

Заполнители рекомендуется применять следующих фракций:

песок - 0,I5-I; I-3 мм, щебень - 5-I0; I0-20; 20-40 мм.

Тонкомолотый наполнитель - диабазовая мука (СТУ 36-I3.7I7-6I) или андезитовая мука (ТУ-6-I2-I0I-77);

инициатор твердения - кремнефтористый натрий (ГОСТ 87-77) с содержанием чистого Na_2SiF_6 не менее 93% и влажностью не более I%. Тонкость помола кремнефтористого натрия должна быть для получения бетона марки М 250 - 3000 $см^2/г$, а для марок М 350 и М 400 - 5000 $см^2/г$;

уплотняющая добавка - фуриловый спирт (ССТ 59-I27-73) или полимерный компаунд, состоящий из фурилового спирта и фенолформальдегидной резольной водорастворимой смолы типа ФРВ-I или ТРВ-4 (ТУ 6-05-II04-78), взятых в соотношении 70-90% фурилового спирта и 30-I0% ТРВ;

для армированных конструкций в качестве ингибитора коррозии следует применять комплексную добавку парадодецилбензилпиридиновый хлорид (катапин) (ГОСТ 6-873-76) + алкилбензолсульфат одновалентных металлов (сульфонол) (ГОСТ I253-56), в количестве соответственно 0,3 и 0,2% массы жидкого стекла.

6.2. Для изготовления несущих конструкций настоящим Руководством предусматривается изготовление бетона на основе других составляющих (см.прил.2) при проведении экспериментальной проверки.

6.3. Основные компоненты кислотостойкого бетона приведены в табл.4.

Таблица 4

Наименование компонентов	Содержание, % массы жидкого стекла	Расход, кг на I $м^3$ бетонной смеси
Натриевое жидкое стекло	I00	280-300
Кремнефтористый натрий	I5-I8	42-45
Кислотостойкий наполнитель	I26-I30	360-380
Кислотостойкий песок	200-2I0	560-600
Кислотостойкий щебень	4I0-420	I200-I220
Фуриловый спирт *	3	8,4-9

* При применении полимерного компаунда вместо фурилового спирта проектирование конструкций производится на основе экспериментальной проверки.

Примечание. Количество жидкого стекла указано для натриевого жидкого стекла с силикатным модулем 2,7-2,9 и плотностью не менее I,38 г/см^3.

Приготовление и укладка бетона

6.4. Описание оборудования, инструментов, приспособлений, а также их размещения для заводской технологии изготовления бетонных и железобетонных конструкций приведено в прил.I.

6.5. Перед началом производства работ должны быть проверены исходные параметры компонентов бетонной смеси на основании требований пп.6.I-6.3 настоящего Руководства.

6.6. Приготовление бетонной смеси следует проводить в помещении, температура в котором должна быть не ниже I0^{0}С.

6.7. Дозировку сухих компонентов следует производить по массе с точностью ±2%. Дозировку жидких компонентов допускается производить по объему с помощью специальных мерников с точностью н е более 2%.

6.8. Тонкомолотый кислотостойкий наполнитель просеивается через сито 0I5 (I600 отв/см^2) для получения тонкости помола не ниже 2000 см^2/г. Остаток на сите можно использовать как мелкий заполнитель.

6.9. Сушку заполнителей и наполнителей при необходимости следует производить в камере сухого прогрева при температуре I00-I20^{0}С с постоянным отводом пара и конденсата.

6.I0. Кремнефтористый натрий при влажности более I% просушивается и при тонкости помола менее указанной в п.6.I настоящего Руководства домалывается до необходимой тонкости.

6.II. Разбавление натриевого жидкого стекла при его плотности более I,42 г/см^3 производится водой с температурой не ниже I5^{0}С.

6.I2. Перед приготовлением бетонной смеси мерные емкости, бункера, дозаторы, барабаны, бетономешалки должны быть тщательно очищены от посторонних материалов и затвердевшего бетона.

6.I3. При приготовлении бетонной смеси в зимних условиях заполнители, наполнители и жидкое стекло должны иметь в момент загрузки в бетономешалку температуру не ниже I5^{0}С.

6.I4. Приготовление бетонной смеси должно производиться в бетономешалке принудительного действия с объемом не менее 0,25 м^3.

6.I5. После дозировки всех компонентов бетонной смеси в необходимых количествах производится их предварительное перемешива-

ние: тонкомолотый наполнитель перемешивается с кремнефтористым натрием; жидкое стекло перемешивается с фуриловым спиртом до однородной смеси. При использовании комплексной добавки катапин + сульфонол, первоначально приготовляется водный раствор сульфонола в соотношении I:2 (сульфонол + вода) и добавляется к нему катапин, после чего приготовленную смесь наливают в раствор жидкого стекла с фуриловым спиртом и перемешивают до однородной смеси. Для приготовления бетона с добавкой полимерного компаунда дозируют фуриловый спирт и фенолформальдегидную смолу согласно рекомендациям п.6.I настоящего Руководства, после чего заливают в жидкое стекло и тщательно перемешивают.

6.I6. Смесь сухих компонентов и смесь жидкого стекла с фуриловым спиртом и добавкой ингибиторов коррозии могут приготовляться на объеме бетонной смеси, предусмотренной для укладки за 24 ч. Перед использованием заранее приготовленные смеси необходимо тщательно перемешивать. Добавка компаунда вводится в объем жидкого стекла, используемого только для разового замеса.

6.I7. После приготовления всех составляющих, в бетономешалку первоначально загружается песок и приготовленная смесь наполнителя с кремнефтористым натрием, а затем щебень; после этого все сухие компоненты перемешиваются в течение I-2 мин. К перемешанной сухой смеси добавляется предварительно приготовленная смесь жидкого стекла с фуриловым спиртом и добавкой ингибиторов коррозии или с полимерным компаундом, общая смесь перемешивается в течение 2-3 мин.

6.I8. Длительность операции по укладке бетонной смеси и ее уплотнению не должна превышать срока ее жизнеспособности (при $t = I0 \div 20^{0}C$ жизнеспособность бетонной смеси 30-40 мин).

Примечание. В случае необходимости увеличения жизнеспособности бетонной смеси на I5-20 мин может быть использовано жидкое стекло с силикатным модулем не более 2,7 или введена добавка кремнийорганических соединений ГКЖ-I0 или ГКЖ-II (см.прил.2, состав 2).

6.I9. Бетонная смесь, приготовленная согласно рекомендациям пп.6.5-6.I8 настоящего Руководства, должна быть совершенно однородной и иметь требуемую подвижность: осадка конуса должна составлять не более 6-8 см. Добавление в готовый замес жидкого стекла, воды, полимерной добавки или наполнителей не разрешается.

6.20. Формование бетонной смеси должно осуществляться в стальных формах, отвечающих требованиям ГОСТ 18886-73. Перед укладкой бетонной смеси в форму необходимо проверить правильность установки стальной арматуры и закладных деталей, обеспечив фиксаторами необходимый защитный слой. Стенки формы должны быть чистыми и гладкими и со стороны соприкосновения с бетоном смазаны составами, предохраняющими от сцепления бетона с опалубкой (солидол, легроин, масла и т.п.).

6.21. Уплотнение бетонной смеси производится на вибростоле со стандартными параметрами вибрирования. Допускается также производить уплотнение поверхностными и глубинными вибраторами. Продолжительность вибрирования должна быть не более 40-60 с. Более длительное вибрирование не рекомендуется во избежание расслоения бетонной смеси.

6.22. После укладки и уплотнения смеси поверхность конструкции заглаживается металлическими гладилками под уровень, указанный в проекте.

6.23. Жидкое стекло и уплотняющая добавка, применяемые для приготовления бетона, должны храниться при положительных температурах.

Сушка конструкций и изделий

6.24. После изготовления конструкции выдерживаются в формах при температуре не ниже 15°С и влажности 60-80% в течение 2 сут, после чего распалубливаются и помещаются в сушильную камеру.

6.25. Сушка конструкций производится при температуре 110-120°С в течение 48 ч. При этом предусматривается постоянный отвод пара при помощи вентиляторов или отверстий в крышке камеры.

Подъем температуры должен быть не более 30°С в час при естественном остывании.

Примечание. При толщине конструкции более 20 см время выдержки при температуре 120°С устанавливается по опытным данным.

Контроль прочности, кислотостойкости и водостойкости

6.26. Описание оборудования и приборов, использующихся для контроля технологического процесса, приведено в прил.3.

6.27. В процессе изготовления конструкций лаборатория должна систематически контролировать качество применяемых исходных ма-

териалов и соответствие их требованиям действующих ГОСТ и ТУ, а также прочность, кислотостойкость и водостойкость кислотостойкого бетона.

6.28. Необходимо тщательно контролировать правильность дозировки составных частей бетонной смеси в соответствии с рекомендациями п.6.7 настоящего Руководства путем контрольного взвешивания, подвижность бетонной смеси и качество уплотнения материалов, а также температуру сушки и скорость ее подъема.

6.29. При изготовлении партии конструкций (партией считается объем изделий, единовременно загружаемый в камеру сухого прогрева) необходимо также изготавливать образцы-кубы размером 10x10x10 см в количестве 8-12 шт. Условия твердения кубов должны быть идентичны условиям твердения конструкций.

6.30. Марочная прочность бетона определяется по испытанию образцов-кубов с ребром 10 см на центральное сжатие по ГОСТ 10180-78 с использованием поправочного коэффициента, равного 0,95 разрушающей нагрузки.

6.31. Определение кислотостойкости бетонов производится путем сравнения прочности при сжатии образцов-кубов размером 10x10x10 см ускоренного твердения (при температуре 120°С в течение 48 ч) после 30 сут нахождения в кислой среде, воздействию которой будет подвергаться конструкция в производственных условиях. После этого образцы испытывают по ГОСТ 10180-78 и их прочность сравнивают с исходной прочностью.

Коэффициент кислотостойкости вычисляют по формуле

$$K_{ст} = \frac{R_2}{R_1}, \qquad (5)$$

где R_1 - прочность на сжатие эталонных образцов, хранившихся в воздушно-сухих условиях при температуре 15±5°С и относительной влажности воздуха 60-80%;

R_2 - прочность на сжатие образцов-кубов после пребывания в кислоте.

6.32. Определение водостойкости бетонов производится в случае эксплуатации конструкций в условиях постоянного или длительного контакта с водой или возможности выпадения конденсата путем сравнения определенной по ГОСТ 10180-78 прочности кубов размером 10x10x10 см ускоренного твердения после 30 сут на-

хождения их в воде с исходной прочностью кубов

$$K_в = \frac{R_З}{R_I}, \qquad (6)$$

где $R_З$ - прочность на сжатие образцов после пребывания в воде;
R_I - см. формулу (5).

6.33. Из каждой партии несущих конструкций, один элемент должен быть испытан на расчетную и нормативную нагрузки с определением момента трещинообразования и разрушающей нагрузки в соответствии с требованиями проекта.

7. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

7.I. Техника безопасности при производстве работ должна соответствовать основным положениям глав СНиП Ш-А.II-70 "Техника безопасности в строительстве" и СНиП П-А.5-70 "Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений".

7.2. К работам с токсичными материалами (фуриловый спирт, кремнефтористый натрий) допускаются лица не моложе I8 лет.

7.3. Рабочие должны работать в комбинезонах, в плотных резиновых перчатках, надетых на хлопчатобумажные. Кисти рук необходимо смазывать пастой.

7.4. При работе с фуриловым спиртом необходимо выполнять мероприятия по технике безопасности как при работе с огнеопасными веществами.

7.5. Цистерны и емкости для хранения жидкого стекла должны быть ограждены и закрыты крышками.

При перекачивании жидкого стекла насосом, переливании черпаком или ведром все работающие должны надевать защитные очки.

7.6. При сушке кремнефтористого натрия и смешивании его с наполнителем нужно соблюдать следующие меры безопасности:

сушить кремнефтористый натрий и кислотостойкий наполнитель в сушильных барабанах;

просеивать и смешивать наполнитель с кремнефтористым натрием механизированным способом в закрытых барабанах;

при просеивании и смешивании наполнителей с кремнефтористым натрием необходимо надевать респираторы и предохранительные очки;

по окончании работ по сушке и смешиванию кремнефтористого натрия с наполнителем обязательно вычистить одежду и тщательно вы-

мыть незащищенные места.

7.7. Запрещается дотрагиваться до пищи руками, загрязненными кремнефтористым натрием или фуриловым спиртом.

7.8. Жидкое стекло в приготовленную смесь сухих компонентов бетонной смеси следует вливать осторожно, избегая разбрызгивания. При этом нужно обязательно пользоваться защитными очками и рукавицами.

7.9. Мешалки для приготовления смесей должны иметь местный отсос.

7.10. При попадании на руки фурилового спирта или кремнефтористого натрия их следует вымыть горячей водой с мылом или подогретым раствором соды, но не растворителем.

7.11. При работе с токсическими веществами обязательно устройство вентиляции в соответствии с проектом производства работ.

7.12. Категорически запрещено присутствие посторонних лиц при производстве работ.

Приложение I

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КИСЛОТОСТОЙКОГО БЕТОНА

Порядок приготовления кислотостойкого бетона и размещения оборудования по технологической линии показан на рисунке.

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

транспортирование микронаполнителя (муки) и отвердителя к расходным бункерам и от бункеров к смесителю должно осуществляться механизированным способом или с использованием пневмотранспорта (возможно использование аэрационных пневможелобов). Во избежание запыления производственных помещений устройства для транспортирования муки и отвердителя должны быть закрыты специальными кожухами;

для помола отвердителя и микронаполнителя необходимо предусмотреть шаровую мельницу;

сушка наполнителей и заполнителей до влажности 1-2% должна осуществляться в сушильных агрегатах барабанного типа серийного производства;

расходные бункера-накопители должны быть рассчитаны на хранение суточного запаса отвердителя, наполнителей и заполнителей;

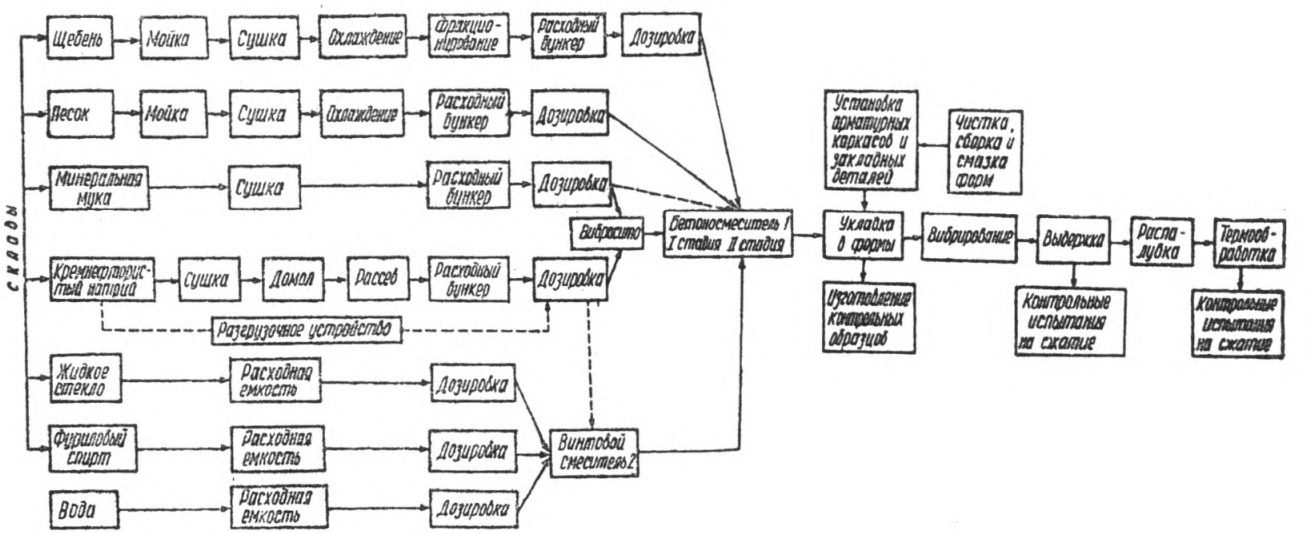
для дозирования жидкого стекла, фурилового спирта, отвердителя, заполнителей и наполнителей используются серийные автоматические весовые дозаторы типа АВДЦ и АВДЖ, обеспечивающие требуемую точность дозировки составляющих;

для приготовления связующего (смеси жидкого стекла с полимерными добавками) должен применяться смеситель с числом оборотов более 1000 об/мин. Емкость его зависит от суточной потребности в связующем и емкости основного смесителя;

для перемешивания микронаполнителя с отвердителем необходимо предусмотреть стандартное виброситo;

в качестве основного смесителя должны использоваться бетономешалки принудительного действия (например, С-773, С-945 и др.). Применение смесителя свободного падения недопустимо;

все процессы, связанные со сборкой и смазкой форм, помещением в термокамеру и выемкой оттуда, а также распалубкой гото-



Технологическая схема производства конструкций из кислотостойкого бетона

вых изделий должны быть по возможности механизированы;

укладка кислотостойкой смеси в формы должна осуществляться с помощью серийных бетонораздатчиков или бетоноукладчиков;

вибрирование изделий должно осуществляться на виброплощадках серийного производства (например, СМ-868, 6691/сI и др.). Тип виброплощадки выбирается в зависимости от габаритов и массы формуемых изделий;

термокамеры должны обеспечивать сухой прогрев изделий при 110-120°С. Конструкция термокамер и подача в них теплоносителя должны обеспечивать равномерный прогрев всех поверхностей изделий. Термокамеры должны быть оборудованы автоматическими контрольно-измерительными приборами и вентиляцией для удаления паров влаги.

Приложение 2

СОСТАВЫ И СВОЙСТВА КИСЛОТОСТОЙКИХ БЕТОНОВ

Таблица 5. Усредненные составы кислотостойкого бетона на основе натриевого жидкого стекла

Наименование составляющих	Содержание составляющих (кг/м^3) в бетонах составов					
	I	2	3	4	5	6
Щебень гранитный или кварцевый	970	800	I200	I030	II00	I000
Песок кварцевый	520	600	660	600	550	630
Мука андезитовая	340	400	320	4I0	500	400
Жидкое стекло натриевое d =I,38–I,42	300	300	260	240	270	250
Кремнефтористый натрий	45	50	37	36	48	36
Фуриловый спирт	I0	I0	7	–	6	–
Кремнийорганическая жидкость ГКЖ-I0 или ГКЖ-II	–	2	–	–	–	–
Жидкое мыло ОП-7, ОП-I0	–	–	–	–	0,6	–
Смола ПН-I	–	–	I4	–	–	–
Полиизоцианат	–	–	–	70	–	–
Компаунд: фуриловый спирт 70–90%, смесь ФРВ – I0–30%	–	–	–	–	–	I3
Вода	–	–	–	–	I0	–

Таблица 6. Ориентировочные свойства кислотостойких бетонов на основе натриевого жидкого стекла

Показатели	Состав бетона					
	I	2	3	4	5	6
Объемная масса, кг/м^3	2I00-2300	2I00-2300	2300-2350	2200-2300	2I90	2I00-2300
Предел прочности, МПа:						
при сжатии $R_{куб}$;	25-28	28-30	50	45-50	30-35	30-40
при сжатии $R_{призм}$;	20-22	-	40	-	27-29	24-33
при растяжении $R_р$;	2-2,5	2,5-3	4,5	3,5-4	2,5	2,9-4,I
Модуль упругости, МПа	$23.I0^3$	$25\cdot I0^3$	$25\cdot I0^3$	$25\cdot I0^3$	$(20-25)\cdot I0^3$	$(I8-20)\cdot I0^3$
Коэффициент Пуассона	0,2I	0,22	0,22	-	-	0,I9
Коэффициент температурного расширения, $^oC^{-I}$	$8\cdot I0^{-6}$	$8\cdot I0^{-6}$	$9\cdot I0^{-6}$	-	-	$8,I\cdot I0^{-6}$
Коэффициент стойкости $K_{ст}$:						
в воде	0,6	0,7	0,85	0,9	0,75	0,9
в кислоте	0,9	0,9	0,98	0,99	0,9	I
в кислых солях	0,75	0,8	0,9	0,99	0,8	0,8
в нейтральных солях	0,7	0,75	0,8	0,85	-	0,8
Проницаемость в кислотах, мм/год	5	3,5	3	I,5	-	4

Приложение 3

ЛАБОРАТОРНЫЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ КОНТРОЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА, КАЧЕСТВА ИСХОДНОГО СЫРЬЯ И ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Контрольные измерения	Периодичность контроля	Методы и нормы контроля	Применяемые приборы, устройства, приспособления
I	2	3	4
А. Исходное сырье			
Плотность жидкого стекла	Для каждой партии	Измерение плотности при 20°С; d =I,38-I,42	Денсиметр ГОСТ I300-57 набор 0,700-I,840
Влажность отвердителя (кремнефтористого натрия)	Каждые сутки	Взвешивание навески материала, не более I% по массе	Шкаф сушильный типа ШС № 3; аналитические весы типа АДВ-200М
Влажность микронаполнителя	То же	То же	То же
Влажность песка	"	Взвешивание навески материала, не более 0,5% по массе	"
Удельная поверхность отвердителя	Каждая партия	Определение сопротивления воздушному потоку, не менее 400 $см^2/г$	Прибор для определения удельной поверхности порошков ПСХ-2

Продолжение прил. 3

I	2	3	4
Удельная поверхность микронаполнителя	Каждая партия	Определение сопротивления воздушному потоку, не менее 2500 $см^2/г$	Прибор для определения удельной поверхности порошков ПСХ-2
Б. Твердение при нормальной температуре			
Контроль прочности образцов кислотостойкого бетона после суточной выдержки при 20°С	Каждое изделие	Испытание на прочность, прочность не ниже указанной в чертежах	Пресс гидравлический 2ПГ-50 или ПСУ-50
В. Тепловая обработка			
Контроль температуры в камерах тепловой обработки	Каждые 30 мин	По показаниям термопар или термометров	Хромель-копелевая термопара с потенциометром ЭПП-09
Г. Готовая продукция			
Размеры, дефекты поверхности	Для каждого изделия	Метрические измерения	Линейка, штангенциркуль, угольник
Предел прочности при сжатии после термообработки	То же	Испытания на прочность, прочность не ниже указанной в чертежах	Пресс гидравлический ГПГ-50
Кислотопроницаемость	"	Глубина проникания кислоты	Мерная стальная линейка

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
I. Основные положения	4
2. Материалы для конструкций из кислотостойкого бетона, эксплуатирующихся в агрессивных кислых средах	5
3. Расчет элементов конструкций из кислотостойкого бетона по предельным состояниям первой группы. . .	8
4. Расчет элементов конструкций из кислотостойкого бетона по предельным состояниям второй группы. . . .	I0
5. Конструктивные требования.	I2
6. Приготовление кислотостойкого бетона	I2
7. Техника безопасности	I8
Приложение I. Оборудование для приготовления кислотостойкого бетона	20
Приложение 2. Составы и свойства кислотостойких бетонов	23
Приложение 3. Лабораторный и производственный контроль технологического процесса качества исходного сырья и готовой продукции . .	25

gost.e-ecolog.ru