МИНИСТЕРСТВО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ
НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

ГОССТРОЙ СССР

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
БЕТОНА И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА
НИИЖБ

РУКОВОДСТВО

ПО БЕТОНИРОВАНИЮ ФУНДАМЕНТОВ И КОММУНИКАЦИЙ ОБЪЕКТОВ НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В УСЛОВИЯХ ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ С УЧЕТОМ ТВЕРДЕНИЯ БЕТОНА ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Р 350-79

Москва 1979

gost.e-ecolog.ru

УДК 693.547.3

В Руководстве даны рекомендации по устройству фундаментов и коммуникаций объектов нефтяной и газовой промышленности из монолитного и сборного бетона и железобетона в условиях вечномерзлых грунтов с учетом твердения бетона при отрицательных температурах.

В работе приведены требования к устройству гидроизоляции, приготовлению, транспортировке и укладке смеси, данные о нарастании прочности бетона в вечномерзлых грунтах с применением и без применения добавок-ускорителей твердения, рассмотрены особенности технологии производства бетонных работ в зависимости от мерзлотно-грунтовых условий глубины заложения и сезона.

Руководство предназначено для работников строительных и проектных организаций Министерства строительства предприятий нефтяной и газовой промышленности.

Руководство разработали сотрудники СФ ВНИИСТа: д-р техн.наук С.Ф. Бугрим, канд.техн.наук Е.И. Слепокуров, инженер В.В. Андреев; сотрудники лаборатории спецматериалов ВНИИСТа: канд.хим.наук Т.И. Розенберг, канд.техн.наук Э.Д. Брейтман; сотрудники лаборатории ускоренных методов твердения бетона НИИЖБа Госстроя СССР: д-р.техн.наук, проф. С.А. Миронов, канд.техн. наук О.С. Иванова.

Все замечания и предложения по Руководству просим направлять по адресу: 169400,г. Ухта, Коми АССР, ул. Юбилейная, 14, СФ ВНИИСТа.

© Всесоюзный научно-исследовательский институт по строительству магистральных трубопроводов (ВНИИСТ), 1979

ВВЕДЕНИЕ

Как известно, вечномерзлые грунты имеют небольшую отрицательную температуру и содержат в своем составе лед. Несущая способность вечномерзлых грунтов при использовании их по первому принципу (с сохранением мерзлоты) для конкретных грунтовых условий зависит от температуры грунта и его засоленности.

Технология бетонных работ в вечномерзлых грунтах имеет свои особенности. Гидратационное твердение бетона нужно обеспечить при минимальном привнесении тепла и в сроки, согласованные с восстановлением проектного мерзлотного режима основания.

Наиболее сложными являются условия эксплуатации бетона в зоне контакта сезонного оттаивающего грунта с вечной мерзлотой.

Требуемая долговечность бетона в этой зоне обеспечивается как конструктивными мероприятиями (устройством изоляции), так и соответствующим составом бетона (применением воздухововлекающих добавок).

ВНИИСТ, НИИКБ	Руководство по бетонированию фундаментов и коммуникаций объектов нефтяной и газовой промышленности в условиях вечномерзлых грунтов с учетом твердения бетона при отрицательных температурах	Р 350-79

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Настоящее Руководство распространяется на проектирование и строительство фундаментов и коммуникаций объектов нефтяной и газовой промышленности в условиях вечномерзлых грунтов при использовании их по первому принципу (с сохранением мерзлоты).

I.2. Руководство разработано в развитие главы СНиП III-I5-76 "Бетонные и железобетонные конструкции монолитные. Правила производства и приемки работ" и главы СНиП II-I8-76 "Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах. Нормы проектирования".

I.3. При проектировании и строительстве фундаментов и коммуникаций в вечномерзлых грунтах следует выполнять все требования глав СНиП II-I8-76 и СНиП III-I5-76, а также дополнительные требования настоящего Руководства.

I.4. Для устройства фундаментов под объекты нефтяной и газовой промышленности можно применять соответствующие конструкции из монолитного, сборно-монолитного и сборного бетона и железобетона. Выбор конструкции фундамента для конкретных условий производят на основе технико-экономического анализа с учетом конкретных мерзлотно-грунтовых условий, сезона и сроков строительства, наличия базы и др. При прочих равных условиях предпочтение следует отдавать сборным элементам (сваям, столбам, плитам, блокам) заводского изготовления.

I.5. До начала бетонных работ должен быть составлен проект производства работ, включающий наряду с требованиями глав [illegible] требования настоящего Руководства.

Внесено ВНИИСТом Миннефтегазстроя и НИИКБом Госстроя СССР	Утверждено ВНИИСТом и НИИКБом 27 марта 1979 г.	Разработано впервые

I.6. Для свайных фундаментов в проекте должен быть указан способ погружения свай. В качестве основного способа рекомендуется погружение свай в пробуренные скважины, диаметр которых превышает наибольший размер поперечного сечения сваи, с заполнением пазух грунтовым или грунтово-цементным раствором.

При твердомерзлых глинистых, пылеватых или мелкозернистых песчаных грунтах допускается погружение свай с протаиванием грунта.

Применение в вечномерзлых грунтах бурозабивных и забивных свай не рекомендуется.

I.7. Допускается применение буронабивных свай с обсадкой верхней части свай асбестоцементными трубами на 0,5–I,0 м глубже уровня сезонного оттаивания грунта и на 0,2–0,5 м выше дневной поверхности грунта.

2. СВЕДЕНИЯ О МЕРЗЛОТНО-ГРУНТОВЫХ УСЛОВИЯХ

2.I. Для выбора оптимальной технологии бетонных работ необходимо иметь сведения о грунтах, окружающих бетон, по материалам инженерно-геологических изысканий для конкретной площадки в соответствии с требованиями главы СНиП II-I8-76. При выборе технологии бетонных работ следует учитывать вид грунта, его мерзлотное состояние, температуру вечномерзлого грунта, глубину сезонного оттаивания и промерзания, просадочность грунта основания, засоленность и химический состав солей в грунте, наличие и характер грунтовых вод.

2.2. В соответствии с главой СНиП II-I8-76 грунты называются мерзлыми, если они имеют отрицательную температуру и содержат в своем составе лед. Грунты называются вечномерзлыми, если находятся в мерзлом состоянии в течение 3 лет и более.

2.3. Вечномерзлые грунты по степени цементации их льдом и по реологическим свойствам подразделяются на твердомерзлые, пластичномерзлые и сыпучемерзлые.

К твердомерзлым относят крупнообломочные, песчаные и глинистые грунты, сцементированные льдом, если их температура находится ниже ^{0}С для:

крупнообломочных грунтов	-0^{0}
песков крупных и средней крупности	-0,1
песков мелких и пылеватых	-0,3
супесей	-0,6
суглинков	-1
глин	-1,5

К пластичномерзлым относят грунты, содержащие лед и имеющие более высокую температуру.

К сыпучемерзлым относят крупнообломочные и песчаные грунты, не сцементированные льдом вследствие малого его содержания.

2.4. К засоленным вечномерзлым грунтам относят грунты, в составе которых содержатся легкорастворимые соли в количествах, превышающих следующие значения (в % к массе скелета грунта) для:

песков	0,1
супесей	0,15
суглинков	0,2
глин	0,25

Мерзлотное состояние (твердомерзлое или пластичномерзлое) засоленного грунта определяют не по температурам, приведенным в п.2.3 настоящего Руководства, а по его сжимаемости. Твердомерзлым считают грунт, характеризующийся коэффициентом сжимаемости $a \leq 0{,}001$ см^{2}/кгс.

2.5. Монолитные скальные и сыпучемерзлые грунты не меняют своих физико-механических свойств и не дают осадки при оттаивании, поэтому их относят к непросадочным грунтам. Мерзлые крупнообломочные, трещиноватые и выветренные скальные грунты, а также глинистые грунты, в которых трещины, пустоты и поры заполнены льдом, являются просадочными грунтами, они в значительной мере меняют свои физико-механические свойства при оттаивании и дают осадку, что следует учитывать при производстве бетонных работ.

2.6. Грунтовые воды в районах распространения вечномерзлых грунтов подразделяют на надмерзлотные, межмерзлотные и подмерзлотные. В осенне-зимний период замерзания надмерзлотных вод возможно образование локальных линз воды с напором 2-3 кгс/см^2 и более с насыщением бетона водой под напором перед замораживанием.

2.7. Следует определить степень агрессивности грунтовых вод как среды для бетона в соответствии с требованиями главы СНиП II-28-73 "Защита строительных конструкций от коррозии ".

2.8. Следует учитывать глубину заложения бетона, выделив:

активную зону (на глубину сезонного оттаивания грунта), температура грунта в которой в значительной степени зависит от сезонных колебаний температуры наружного воздуха;

промежуточную зону (от глубины сезонного оттаивания до 10 м), в которой влияние сезонных колебаний температур относительно невелико;

зону стабильных температур (на глубине более 10 м и до нижней границы распространения вечномерзлых грунтов), в которой отсутствуют сезонные колебания температур.

3. ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКТИВНЫМ РЕШЕНИЯМ ФУНДАМЕНТОВ И СВАЙНЫХ ОСНОВАНИЙ

3.1. При проектировании фундаментов под объекты нефтяной и газовой промышленности из бетона и железобетона на вечномерзлых грунтах следует соблюдать все требования главы СНиП II-18-76 с учетом следующих дополнений.

3.2. По боковой поверхности бетонной конструкции на глубину 0,5-1,0 м ниже уровня сезонного оттаивания и на 0,2-0,5 м выше уровня грунта устраивают гидроизоляцию, как указано на рисунке. Гидроизоляцию можно выполнять из полиэтиленового пленочного материала в 2-3 слоя или из асбестоцементных материалов толщиной не менее 5 мм.

3.3. Марку бетона по прочности устанавливают расчетом. Марку бетона по морозостойкости (Мрз) в пределах гидроизоляции принимают равной 300. К бетону, размещающемуся в вечно - мерзлых грунтах ниже гидроизоляции, требование по морозостойкости не предъявляется. В бетонную смесь вводят воздухововлекающие добавки для обеспечения воздухововлечения от 4 до 5%.

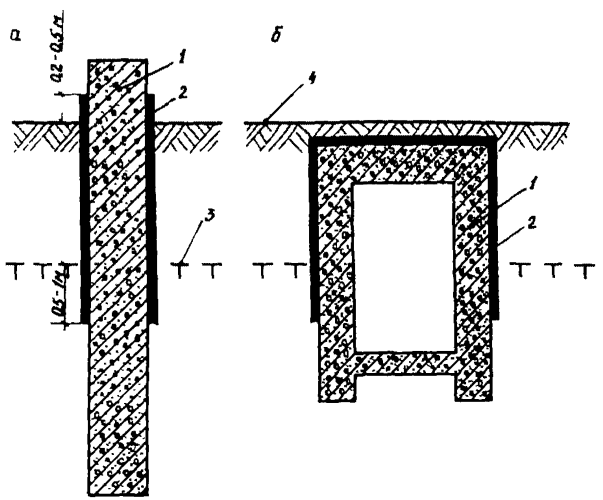

Схема устройства гидроизоляции:

а - сьам; б- коммуникационного канала.
1 - тело бетона; 2 - гидроизоляция; 3 - уровень сезонного оттаивания грунта; 4 - уровень грунта

3.4. Укладку бетона враспор с вечномерзлым грунтом с устройством опалубки рекомендуется широко применять лишь в зоне устройства гидроизоляции и выше. Для устройства опалубки рекомендуется применять конструктивные асбестоцементные изделия с тем, чтобы опалубка выполняла функцию гидроизоляции.

4. ТРЕБОВАНИЯ К БЕТОНУ И ТЕХНОЛОГИИ БЕТОННЫХ РАБОТ

4.I. При выборе параметров технологии бетонных работ в вечномерзлых грунтах следует учитывать грунтово-мерзлотные условия, глубину заложения конструкции и сезон производства работ.

4.2. Рекомендуемые основные способы бетонирования в вечномерзлых просадочных грунтах и в зоне сезонного оттаивания приведены в табл. I.

При соответствующем технико-экономическом обосновании допускается применение других способов, если они обеспечивают удовлетворительный темп гидратационного твердения бетона, не повышают засоленности грунта выше нормы пункта 2,4 настоящего Руководства и не вызывают просадок фундамента.

4.3. При бетонировании в непросадочных вечномерзлых грунтах допускается применение всех способов зимнего бетонирования в соответствии с главой СНиП III-I5-76. Для конструкций, несущая способность которых определяется смерзаемостью бетона с вечномерзлым грунтом (висящие сваи, буронабивные сваи и т.п.), применение бетона с химическими добавками солей не рекомендуется.

Устройство гидроизоляции бетона в соответствии с п.3.2 настоящего Руководства обязательно как в просадочных, так и в непросадочных вечномерзлых грунтах.

4.4. Для приготовления бетонных смесей рекомендуется применять портландцемент преимущественно высоких марок (не ниже М 400) в соответствии с табл. 2.

Применение шлакопортландцементов и пуццолановых портландцементов не рекомендуется.

4.5. Все материалы, применяющиеся для приготовления бетона , должны удовлетворять требованиям соответствующих стандартов. Применение заполнителей, имеющих водопоглощение более 3%, не рекомендуется.

Таблица I

Способы бетонирования в вечномерзлых просадочных грунтах и зоне сезонного оттаивания

Мерзлотное состояние грунтов	Зона грунта	Способы бетонирования в зависимости от сезона							
		зимой		весной		летом		осенью	
		рекомендуемые	недопустимые	рекомендуемые	недопустимые	рекомендуемые	недопустимые	рекомендуемые	недопустимые
Пластичномерзлые	Активная	$Т_э$	Т,Х	$Т_э$	Т,Х	$Т,Т_э$	Х	$Т_э$	Т,Х
От пластичномерзлых до $-5^{\circ}С$	"	$Х_э,Т_э$	Т,Х	$Х_э,Т_э$	Т,Х	$Х,Х_э$	Т,Х	$Х_э$	Т,Х
Ниже $-5^{\circ}С$	"	$Э_п,Э_р$	Т,Х	$Э_п,Э_р$	Т,Х	$Т,Э_п$	$Э_р$,Х	$Э_п,Э_р$	Т,Х
Пластичномерзлые	Промежуточная	Т	Х	Т	Х	Т	Х	Т	Х
От пластичномерзлых до $-5^{\circ}С$	"	$Х,Э_р$	Т	$Х,Э_р$	Т	$Х,Э_р$	Т	$Х,Э_р$	Т
Ниже $-5^{\circ}С$	"	$Э_п Э_р$	Х	$Э_п,Э_р$	Х	$Э_п,Э_р$	Х	$Э_п,Э_р$	Х
Пластичномерзлые	Зона стабильной температуры	Т	Х	Т	Х	Т	Х	Т	Х
От пластичномерзлых до $-5^{\circ}С$	"	Х	Т	Х	Т	Х	Т	Х	Т
Ниже $-5^{\circ}С$	"	$Э_п,Э_р$	Т,Х	$Э_п,Э_р$	Т,Х	$Э_п,Э_р$	Т,Х	$Э_п,Э_р$	Т,Х

Примечания: I. Значения принятых в таблице индексов:

Т - укладка бетонной смеси с температурой 5-20°С, подобранной в соответствии с п. 4.7 настоящего Руководства без добавок-ускорителей твердения с последующим выдерживанием по методу термоса;

$Т_э$ - укладка такой же смеси с электропрогревом на 3/4 глубины сезонного оттаивания;

$Э_п$ – укладка такой же смеси с электропрогревом на всю глубину заложений бетона;

$Э_р$ – укладка аналогичной смеси, предварительно разогретой до 40–60°С;

Х – укладка бетонной смеси, подобранной в соответствии с пп. 4.7 и 4.8 настоящего Руководства с добавками-ускорителями твердения при температуре смеси 5–15°С с последующим выдерживанием по методу термоса;

$Х_э$ – укладка такой же смеси (с добавками) и применение электропрогрева на 3/4 глубины сезонного оттаивания с последующим выдерживанием по методу термоса.

2. По СНиП II-А.7-71 зимний сезон включает месяцы со средней температурой наружного воздуха ниже –5°С; осенний и весенний – со средними температурами от –5 до + 5°С и летний сезон – со средними температурами выше + 5°С.

Таблица 2

Выбор вида вяжущего

Способ бетонирования	Рекомендуемые виды вяжущего	Допускаемые виды вяжущего
Т, $Т_э$, $Э_п$, $Э_р$	Портландцемент, гидрофобный портландцемент М 400–600	БТЦ, ОБТЦ
Х, $Х_э$	То же	Портландцемент М 300

Применение быстротвердеющих портландцементов (БТЦ, ОБТЦ) целесообразно лишь в том случае, когда они вырабатываются за 1–2 мес, не теряя активности при хранении. При необходимости длительного хранения лучше использовать гидрофобные портландцементы.

4.6. Для ускорения твердения бетона в контакте с вечномерзлыми грунтами рекомендуется применять комплексные добавки, состоящие из солей – ускорителей твердения и микропенообразователей, затрудняющих миграцию солей из бетона в грунт.

Для предотвращения опасного повышения засоленности прилегающего к бетону грунта в качестве ускорителей твердения рекомендуется применять соли, химически связывающиеся с минералами цементного клинкера (хлористый кальций по ГОСТ 450 –77;

нитрат кальция по ГОСТ 4142-77; смесь нитрита и нитрата кальция ННК по ТУ 603-7-04-74; смесь нитрита, нитрата и хлорида кальция ННХК по ТУ 6-18-157-73; комплексная добавка НКМ по (ВСН 2-57-74 Миннефтегазстрой) в ограниченных количествах в соответствии с табл. 3.

Таблица 3

Рекомендуемые дозировки химических добавок - ускорителей твердения

Вид грунта	Количество безводных солей, % от массы цемента, при температурах грунта, °С		
	от -1,5 до -3	от -3,1 до -5	ниже -5
	Хлористый кальций, ННХК		
Пески, супеси	2	3[1]	3[1]
Суглинки и глины	1	2	3[1]
	Комплексная добавка НКМ, ННК		
Пески, супеси	3	4	6
Суглинки, глины	2	4	5

Примечания: 1. Для армированных по расчету конструкций добавка хлористого кальция не должна превышать 2% от массы цемента.

2. Комплексная добавка состоит из нитрата кальция и мочевины в соотношении 3:1, 1:1 по массе.

Добавка других солей допускается лишь после экспериментальной проверки отсутствия опасной миграции солей из бетона в грунт. Засоленность прилегающего к бетону грунта на 0,5 м ниже уровня сезонного оттаивания через 3 мес после укладки не должна превышать нормативов, указанных в п.2.4.

Если естественная засоленность грунта превышает требования п.2.4, применение бетона с добавками солей допускается в том случае, если за счет миграции засоленность прилегающего к бетону грунта увеличивается не более чем на 0,05%.

В качестве микропенообразователя рекомендуется добавка СНД по ТУ 38 101253-73 или СНВ по ТУ 81-05-75-69 в количестве 0,01-0,02% от массы цемента.

4.7. Назначать составы бетона для применения в вечно – мерзлых грунтах следует по методике НИИЖБа, учитывающей новую маркировку цемента (Рекомендации по назначению состава бетона с учетом маркировки цемента по ГОСТ 10178–62, М., Стройиздат, 1968). Примеры назначения состава бетона приведены в прил. I.

4.8. При подборе состава бетона должна быть установлена расчетная марочная прочность бетона $R_т$ путем деления заданной проектом марки бетона на технологический коэффициент, учитывающий сроки набора прочности и особенности способов бетонирования. Для бетонов без добавок-ускорителей твердения технологический коэффициент назначается по табл. 4, а с добавками – по табл. 5.

Таблица 4

Технологические коэффициенты при применении бетонов без добавок-ускорителей твердения и температуре вечномерзлого грунта до – I,5°С

Проектная марка бетона	Достижение 100%-ной прочности в месячном возрасте		Достижение 100%-ной прочности в 6-месячном возрасте	
	без предварительного прогрева	с прогревом до 50% от R_{28}	без предварительного прогрева	с прогревом до 50% от R_{28}
200–300	0,65	0,70	0,75	I,0
I50	0,60	0,65	0,75	I,0
I00	0,56	0,60	0,75	I,0

Таблица 5

Технологические коэффициенты при применении бетонов с добавками-ускорителями твердения

Проектная марка бетона	Возраст бетона к моменту достижения проектной марки, сут	Технологический коэффициент при дозировке добавок, % от массы цемента							
		хлористого кальция, ННХК			комплексных добавок ННКМ, ННК				
		I	2	3	2	3	4	5	6
	При температуре грунта от - I,5 до - 3°С								
200–300	28	0,65	0,75	-	0,60	0,70	-	-	-
	90	0,80	I,0	-	0,70	0,90	-	-	-
	I80	I,00	I,I0	-	I,00	I,I0	-	-	-
I50–200	28	0,70	0,80	-	0,65	0,75	-	-	-
	90	0,80	I,00	-	0,75	I,00	-	-	-
	I80	I,00	I,I0	-	I,00	I,I0	-	-	-
	При температуре грунта от -3,I до - 5°С								
200–300	28	-	0,75	0,80	-	0,70	0,75	-	-
	90	-	I,00	I,00	-	0,90	0,90	-	-
	I80	-	I,I0	I,I0	-	I,00	I,I0	-	-
I00–I50	28	-	0,80	0,85	-	0,75	0,80	-	-
	90	-	I,00	I,00	-	I,00	I,00	-	-
	I80	-	I,I0	I,I0	-	I,00	I,I0	-	-
	При температуре грунта ниже -5°С								
200–300	28	-	0,70	0,80	-	-	-	0,75	0,80
	90	-	0,90	I,00	-	-	-	0,90	I,00
	I80	-	I,00	I,00	-	-	-	I,00	I,I0
I00–I50	28	-	0,70	0,85	-	-	-	0,80	0,90
	90	-	0,70	0,85	-	-	-	0,80	0,90
	I80	-	I,00	I,I0	-	-	-	I,00	I,I0

Примечания: I. Данные табл. 4 и 5 составлены для конструкций средней массивности с $M_п \geq 4$. При бетонировании более массивных конструкций с $M_п < 4$ технологический коэффициент должен быть увеличен на 0,05.

2. При применении электропрогрева бетона с химическими добавками технологический коэффициент должен приниматься не менее 0,8. В тех случаях, когда в табл. 5 значение коэффициента равно и более 0,8, к табличным данным следует добавлять 0,05.

5. ПРИГОТОВЛЕНИЕ БЕТОННОЙ СМЕСИ И ТРАНСПОРТИРОВКА ЕЕ К МЕСТУ УКЛАДКИ

5.I. Приготавливать бетонную смесь можно на стандартных или передвижных бетоносмесительных установках с дозировкой компонентов по массе.

5.2. Химические добавки рекомендуется вводить в виде концентрированных растворов: хлористый кальций - в виде водного раствора с плотностью I,26 г/см^3, добавку НКМ - в виде раствора с плотностью I,40 г/см^3. В указанные растворы рекомендуется добавлять СПД или СНВ в соответствии с п.4.6 настоящего Руководства.

5.3. Вода затворения и заполнители должны быть подогреты с таким расчетом, чтобы температура бетонной смеси на выходе из бетоносмесителя соответствовала заданной заводской лабораторией. При этом температура воды затворения не должна превышать 80°С, а заполнителей - 40°С.

5.4. Температура бетонной смеси задается заводской лабораторией исходя из условий транспортировки, с тем, чтобы в месте укладки она была бы не ниже 5°С при применении химических добавок и не ниже I0^{o}С для смесей без добавок. При этом температура бетонной смеси на выходе из бетоносмесителя не должна превышать 35°С.

5.5. Места погрузки и выгрузки бетонной смеси должны быть защищены от ветра и утеплены. При необходимости следует утеплять тару для перевозки смеси (бадьи, кузов автосамосвала) или же подогревать ее в пути следования.

5.6. Качество бетонной смеси должно удовлетворять требованиям ГОСТ 7473-76 "Смеси бетонные. Технические условия".

5.7. Время транспортировки бетонной смеси, исходя из условий удобоукладываемости, не должно превышать:

30 мин при температуре бетонной смеси t = 40°С;

45 мин при t = 20-30°С;

I20 мин при t = 5-20°С.

6. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ И УКЛАДКА БЕТОННОЙ СМЕСИ

6.I. Подготовка котлована, опалубочные и арматурные работы, а также укладка бетонной смеси должны вестись в соответствии с требованиями главы СНиП III-I5-76 и с учетом требований настоящего Руководства.

6.2. Если при устройстве котлована будет обнаружен жильный лед, то его следует удалить до подошвы либо на глубину не менее I м с последующим заполнением сыпучим трамбованным песком.

6.3. Как правило, в вечномерзлых грунтах следует применять бетонирование враспор с вечномерзлым грунтом, причем размеры котлована должны соответствовать габаритам конструкции. В активной зоне грунта следует устраивать опалубку с таким расчетом, чтобы она образовала гидроизоляцию конструкции в соответствии с п. 3.2 настоящего Руководства.

6.4. Для конструкций из бетона и железобетона в вечномерзлых грунтах обязательно устройство гидроизоляции в соответствии с п. 3.2 настоящего Руководства. Гидроизоляцию монолитного бетона рекомендуется обеспечивать путем устройства опалубки из асбестоцементных плит или труб либо из пленочных полиэтиленовых материалов.

Сборные элементы рекомендуется изолировать, обворачивая их полиэтиленовой липкой лентой в 2-3 слоя. Допускается устройство изоляции из листовых материалов типа изол или бризол. Применение окрасочной гидроизоляции или же оклеечной изоляции пергамином или толью не допускается. Устройство гидроизоляции должно быть подтверждено особым актом скрытых работ.

6.5. Для уменьшения протаивания и ускорения восстановления мерзлотного режима грунта при пластичномерзлых грунтах основания рекомендуется устраивать специальную теплоизоляционную подготовку. Нет необходимости устраивать теплоизоляционную подготовку для оснований из непросадочных скальных грунтов (независимо от их мерзлотного состояния), из твердомерзлых грунтов, а также при устройстве набивных и камуфлетных свай и при заполнении свай-оболочек.

6.6. Рекомендуется следующее устройство теплоизоляционной подготовки. Поверхность основания покрывают слоем 3-5 см уплотненного сухого (сыпучего) песка, на котором сооружают настил из деревянных брусьев толщиной 5-10 см. В антисептировании древесины для настила нет необходимости.

Допускается устройство теплоизоляционной подготовки из керамзита слоем 10-15 см. По настилу или по теплоизоляционной подготовке укладывают один слой пергамина с нахлестом 10-15 см для предотвращения утечки цементного молока.

6.7. Подготовленный под бетонирование котлован должен быть защищен от грунтовых вод, атмосферных осадков и оттаивания грунта летом. Допускается промораживание грунта зимой до температуры не ниже $-10^{\circ}C$.

6.8. Перед бетонированием котлован, опалубку и арматуру следует очистить от снега и наледей.

6.9. Бетонирование следует начинать сразу же после окончания подготовки котлована и вести без перерыва с тщательным виброуплотнением смеси. Укладку смеси следует вести в строгом соответствии с требованиями СНиП III-15-76.

При необходимости перерывов последние должны быть предусмотрены проектом организации работ, где следует указать меры защиты бетона на время перерыва и мероприятия по обеспечению сцепления бетона.

6.10. Электроразогрев бетонной смеси перед укладкой осуществляется переменным электрическим током напряжением до 380 В в специально оборудованных бункерах или бадьях, обеспечивающих равномерный прогрев. Температура разогретой бетонной смеси не должна превышать $40^{\circ}C$. Оптимальная подвижность смеси перед разогревом 6-8 см. Время разогрева 10-15 мин. Ориентировочный расход электроэнергии 30 квт·ч на 1 $м^3$ бетона.

7. ВЫДЕРЖИВАНИЕ, РАСПАЛУБКА И ЗАГРУЗКА КОНСТРУКЦИЙ

7.1. После окончания бетонирования незащищенные поверхности бетона следует укрыть гидро- и теплоизоляционными ма-

териалами, обеспечивающими медленное и равномерное остывание конструкции.

7.2. Термическое сопротивление утепляющего укрытия должно обеспечивать сохранение в бетоне положительной температуры до момента достижения бетоном, размещенным в активной зоне грунта и выше дневной поверхности в опалубке, прочности не менее (% проектной прочности):

I) для бетонных и железобетонных конструкций с ненапрягаемой арматурой при проектной марке бетона:

I50	50,
200 и 300	40,
400 и 500	30;

2) для конструкций с предварительно напрягаемой арматурой – 70.

В бетоне, размещенном в промежуточной зоне вечномерзлого грунта и зоне стабильных температур при соблюдении требований настоящего Руководства, требования п.7.2 выполняются автоматически.

7.3. Расчет утепляющей опалубки рекомендуется выполнять по нормативам "Руководства по зимнему бетонированию с применением термоса" (М., Стройиздат, I975).

7.4. Электропрогрев уложенного бетона рекомендуется производить в наземных и подземной частях сооружения на 3/4 глубины сезонного промерзания. Рекомендуется применять ускоренные режимы прогрева, обеспечивающие набор 50% прочности от проектной.

7.5. Электропрогрев следует начинать через I–2 ч после укладки бетона: разогревают бетон до 40–50°С, затем отключают электроэнергию и выдерживают в течение I–2 ч, после чего разогревают бетон до 70–80°С с выдержкой при этой температуре в течение I–2 ч. Технология электропрогрева должна удовлетворять требованиям "Руководства по электротермообработке" (М., Стройиздат, I974).

7.6. Движение людей по забетонированным конструкциям, а также доставке на них опалубки для возведения вышележащих конструкций допускается лишь после достижения бетоном прочности не менее I5 кгс/см^2.

7.7. Нагружение бетона подвижными или неподвижными нагрузками должно производиться только на основании данных по фактической прочности бетона и фактической температуре грунта основания и соответствующего расчета.

7.8. Распалубливание бетонных и железобетонных конструкций должно производиться в следующие сроки:

снятие боковых элементов опалубки, не несущих нагрузки от массы конструкции, после достижения бетоном прочности, обеспечивающей сохранность поверхности и кромок углов при снятии опалубки;

снятие опалубки, воспринимающей массу бетона конструкции, армированной несущими сварными каркасами - после достижения бетоном этих конструкций не менее 25% проектной прочности.

Распалубливание несущих железобетонных конструкций - после достижения бетоном прочности, указанной в табл. 6, а также после достижения температуры грунта основания проектного значения.

Таблица 6

Прочность бетона к моменту снятия несущей опалубки

Виды конструкций	Прочность бетона (% от проектной) при фактической нагрузке	
	свыше 70% от расчетной	менее 70% от расчетной
Находящиеся в мерзлом грунте	100	70-85
Несущие длиной менее 6 м	100	70
Несущие длиной 6 м и более	100	80

7.9. Загружение конструкции полной проектной нагрузкой возможно после достижения бетоном проектной прочности и восстановления проектной температуры грунта основания.

7.10. Изготовление сборных элементов (стен, [illegible] ков, крышек и др.) заводского изготовления рекомендуется

смесей без добавок солей-ускорителей твердения, но с обязательным применением воздухововлекающих добавок и с устройством гидроизоляции. При соответствующих обоснованиях допускается устройство гидроизоляции в построечных условиях.

7.II. При погружении сборных элементов в пробуренные скважины или же в подготовленный котлован следует обеспечить размещение гидроизоляции в соответствии с п.3.2 и ее сохранность от повреждений. К погружению допускают изделия, бетон в которых имеет прочность не менее 70% от марочной при пластичномерзлых грунтах и I00% – при твердомерзлых грунтах основания.

7.I2. Пазухи рекомендуется заполнять пастой из суглинистого и супесчаного грунта и воды подвижностью 8–I2 см с добавкой до I0% цемента. Заполнять пазухи выше уровня сезонного оттаивания рекомендуется крупноскелетными непучинистыми грунтами.

7.I3. Сборные элементы допускается загружать проектной нагрузкой лишь после восстановления проектной температуры грунта основания.

8. УСТРОЙСТВО СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ ИЗ СБОРНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА

8.I. Из сборного железобетона в вечномерзлых грунтах применяют фундаменты из буроопускных свай и свай-оболочек.

8.2. Буроопускные сваи устанавливают в предварительно пробуренные скважины диаметром большим, чем максимальный размер сечения свай. Например, для свай сечением 300х300 мм диаметр скважины пробуривают в 500 мм.

8.3. При бурении скважины следует вести контроль за состоянием грунта в зоне опирания сваи. При опирании сваи на пластовый лед рекомендуется увеличить глубину бурения против проектной отметки уровня опирания сваи на I м и насыпать песчаную подушку высотой I м под подошвой сваи.

8.4. Установку сваи в скважины производят после окончания бурения: летом - не позднее трех часов, а зимой - не позднее трех суток.

8.5. Пазухи между стенкой скважины и поверхностью сваи заполняют песчаным, цементно-песчаным или известково-песчаным раствором состава I:5 (цемент или известь: песок), что определяется проектом. Перед установкой сваи заливают раствором около 0,6 высоты скважины из расчета полного заполнения пазух и вытеснения раствора на поверхность после погружения сваи до проектного положения.

8.6. По качественным показателям сваи должны удовлетворять требованиям проекта. При этом марка бетона по прочности должна быть не менее М 200, а по морозостойкости - Мрз 300. Высокая морозостойкость создается за счет применения воздухововлекающих добавок (см. п. 4.6 настоящего Руководства).

Применение добавок солей-ускорителей твердения для сборного железобетона не допускается.

8.7.Перед опусканием сваи в скважину на боковую поверхность ее должна быть нанесена гидроизоляция из расчета ее размещения после установки в деятельном слое грунта на глубину 0,5-I м ниже уровня сезонного оттаивания грунта и на 0,2 - 0,5 м выше уровня грунта (см.рисунок).

8.8. Изоляцию рекомендуется образовать двумя слоями липкой полиэтиленовой ленты либо оклейкой изолом или бризолом . Устройство окрасочной гидроизоляции битумом не рекомендуется.

При производстве работ должны быть приняты меры против повреждения гидроизоляции в процессе установки сваи в проектное положение.

8.9. При применении свай-оболочек устройство гидроизо - ляции в соответствии с п.3.2 настоящего Руководства обяза - тельно.

Допускается устройство обмазочной гидроизоляции с двух сторон. При этом гидроизоляция должна быть нанесена до установки оболочки в проектное положение.

9. КОНТРОЛЬ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ И КАЧЕСТВА БЕТОНА

9.I. Контроль производства бетонных работ при бетонировании в вечномерзлых грунтах следует осуществлять на всех стадиях. Он должен соответствовать требованиям СНиП Ш-I5-76 с учетом дополнений, изложенных ниже.

9.2. Качество бетонной смеси и материалов для ее приготовления должно соответствовать требованиям раздела 4 настоящего Руководства. Особо тщательно необходимо контролировать дозировку химических добавок. Контроль концентрации раствора следует осуществлять по плотности при помощи ареометров не реже двух раз в смену.

9.3. Необходимо контролировать достаточную тщательность перемешивания смеси (без комков и загрязнений), а также соответствие заданной температуры и подвижности смеси на выходе из смесителя.

9.4. Контроль качества укладки и выдержки бетона заключается:

в проверке подготовки основания, состояния опалубки и в соответствии арматуры проекту;

в проверке подвижности и температуры смеси на месте укладки (два раза в смену);

в наблюдении за тщательностью укладки смеси и ее уплотнением;

в наблюдении за тем, чтобы бетон был своевременно укрыт и утеплен после окончания бетонирования или во время перерывов в работе, а также, чтобы укрытие и утепление были сохранены в течение всего периода выдерживания бетона;

в измерении температуры уложенного бетона и грунта основания (один раз в сутки);

в установлении возможности распалубки и загрузки конструкции.

9.5. Для замера температуры бетона и грунта основания рекомендуется устраивать термометрические скважины, обсаженные металлическими трубами и закрытые пробками. Измерение температуры бетона следует вести на глубине и на отмое 5 см

а грунта основания – у подошвы фундамента не менее чем в двух точках на сооружении. Измерение можно осуществлять любыми измерителями (термометрами сопротивления, термопарами, термисторами, заленивленными термометрами), обеспечивающими точность измерения $\pm$ 0,I°С. Измерительные приборы должны быть протарированы по контрольному термометру, проверенному при 0°С в смеси воды со льдом. В термометрическую скважину для обеспечения контакта следует налить 2–3 см машинного масла.

9.6. Контроль прочности бетона производится по ГОСТ I8I05–75 "Бетоны. Контроль и оценка однородности и прочности". За марку по прочности принимается предел прочности при сжатии контрольных образцов бетона, изготовленных и испытанных по методике ГОСТ I0I80–74 "Бетон тяжелый. Методы определения прочности".

9.7. На предприятиях по производству товарного бетона контрольные образцы должны храниться в нормативных условиях в течение 28 сут. На строительных площадках контрольные образцы должны храниться в условиях, анахогичных условиям твердения бетона в конструкциях. В частности, для хранения образцов г массиве бетона рекомендуется изготовить деревянные трубы на расстоянии не менее I00 мм от поверхности бетона. Размещение труб и последующая их заделка должны быть согласованы с проектной организацией.

Допускается хранить контрольные образцы в нормативных условиях, а прочность бетона определять путем умножения результатов испытания контрольных образцов на технологический коэффициент в соответствии с данными по температурам вечномерзлых грунтов и сроками хранения, указанными в табл. 4 или 5 настоящего Руководства.

9.8. Проверку прочности бетона для производства монтажных работ, снятия опалубки и других промежуточных строительных работ допускается производить с помощью шарикового молотка.

9.9. Морозостойкость бетона следует проверить по методике ГОСТ I0060–76 "Бетон тяжелый. Методы определения морозостойкости".

9.10. После 3 лет эксплуатации необходимо производить выборочное вскрытие из расчета одной сваи на 100–200 эксплуатируемых на 1–1,5 м глубже уровня сезонного протаивания и произвести визуально-инструментальное освидетельствование с оформлением специального акта, в котором отражено следующее:

наличие и состояние гидроизоляции;

состояние бетона и его ориентировочная прочность, проверенная с помощью шарикового молотка;

засоленность грунта ниже гидроизоляции (в случае если применялся бетон с добавкой солей);

температура вечномерзлого грунта.

При обнаружении повреждений бетона необходимо принять меры по организации ремонта фундаментов.

10. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ БЕТОНИРОВАНИИ КОНСТРУКЦИЙ

10.1. Во время бетонирования необходимо строго соблюдать правила техники безопасности, изложенные в главе СНиП III-A-11-70 "Техника безопасности в строительстве" и в настоящем Руководстве.

10.2. При использовании электрооборудования и электроинструмента следует руководствоваться "Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителями и правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей" (М., "Энергия", 1970).

10.3. Все электрооборудование с напряжением выше 36 В следует заземлить.

10.4. Проведение электроразогрева смеси и электропрогрева уложенного бетона должно осуществляться лицами, прошедшими специальное обучение и имеющими допуск к этим работам. Места электроразогрева и электропрогрева должны быть ограждены от нахождения там посторонних лиц с установкой предупредительных сигналов. В ночное время эти места должны быть освещены.

10.5. К работе по приготовлению бетонной смеси с добавками могут быть допущены рабочие, которые прошли медос-

нтр, а также инструктаж и обучение по технике безопасности и производственной санитарии в соответствии с "Положением об инструктаже и обучении по технике безопасности и производственной санитарии рабочих и служащих в организациях и на предприятиях Миннефтегазстроя".

I0.6. К работам по приготовлению водных растворов добавок нельзя допускать лиц, имеющих повреждения кожи рук и лица и лиц моложе I8 лет.

I0.7. Хлорид кальция, нитрат кальция, мочевина, НКМ, ННхК должны храниться на индивидуальном складе. Запрещается их хранение в одном помещении с кислотами.

I0.8. При применении нитрата кальция, НКМ или нитрит-нитрат-хлорида кальция в помещениях необходимо устраивать принудительную вентиляцию.

I0.9. Запрещается принимать пищу в помещении, где хранят или приготавливают растворы добавок. Необходимо остерегаться попадания солей и растворов добавок на кожу, в глаза и пищу.

I0.I0. При нарушении п.I0.8 настоящего Руководства и попадании солей или их растворов в пищу возможно отравление. Характерным признаком отравления является посинение пальцев рук и ног и кончика носа, которое возникает через I0–I5 мин после попадания в организм. Помимо этого, при отравлении появляется слабость, головокружение и снижение зрения.

I0.II. При отравлении пострадавшего немедленно эвакуируют в ближайшую поликлинику (больницу) или вызывают врачебную скорую помощь. До прибытия врача пострадавшему следует оказать первую помощь: положить его в хорошо проветриваемое помещение и дать выпить 2–3 стакана чистой воды желательно комнатной температуры. Если после этого не появится рвота, ее надо вызвать искусственно, нажимая двумя пальцами на корень языка, после освобождения желудка надо дать новую порцию воды и опять вызвать рвоту.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение I

ПРИМЕРЫ НАЗНАЧЕНИЯ СОСТАВА БЕТОНА, ТВЕРДЕЮЩЕГО В КОНТАКТЕ С ВЕЧНОМЕРЗЛЫМ ГРУНТОМ

Назначение состава бетона целесообразно производить по методике НИИЖБа (Рекомендации по назначению состава бетона с учетом маркировки цементов по ГОСТ 10178-62. М., Стройиздат, 1968), именуемой в дальнейшем Рекомендациями НИИЖБ, и с учетом положений данного Руководства.

Кроме обычных сведений о материалах, заданной марке бетона и конструкции смеси требуются дополнительные сведения по виду и температуре грунта основания, сезону работ и глубине заложения, что позволяет выбрать способ твердения и технологические поправочные коэффициенты.

Пример I. Требуется назначить состав бетона М 200 с подвижностью 6 см для бетонирования ленточного фундамента на вечномерзлых глинистых грунтах с температурой $-2^{\circ}C$. Предполагается использовать портландцемент М 400, известняковый щебень фракции 10-20 мм с влажностью $W_{щ} = 1,5\%$ и кварцевый песок с $M_{кр} = 2$ и влажностью $W_{п} = 3\%$. Предполагается, что бетонирование будет производиться зимой, строительно-монтажные работы начнутся через неделю после окончания бетонирования, а полная нагрузка на фундамент - через 3 мес после бетонирования.

В соответствии с п.2.3 настоящего Руководства глинистые грунты с температурой $-2^{\circ}C$ находятся в твердомерзлом состоянии, ленточные фундаменты закладываются несколько глубже уровня сезонного промерзания. Можно считать, что конструкция будет размещаться, в основном, в активной зоне грунта. По табл.I для грунтов в активной зоне при бетонировании зимой рекомендуются две технологии: применение бетонных смесей с добавками-ускорителями твердения и электропрогрев на 3/4 глубины сезонного промерзания ($Х_э$) и применение смесей без химических добавок с электропрогревом уложенного бетона на 3/4 глубины промерзания ($Т_э$). Последняя технология не обеспечивает производства работ в заданные сроки,

поэтому принимаем технологию с индексом λ_3 (отметим, что применение простого термосного выдерживания Т или же бетона с добавками солей без электропрогрева не допускается).

На основании п.4.6 настоящего Руководства выбираем комплексную добавку, состоящую из 1% $CaCl_2$ и 0,02% СПД от массы цемента. В соответствии с табл. 5 с учетом примечания 2 назначаем технологический коэффициент $K_т$ = 0,85. С учетом технологического коэффициента устанавливаем требуемую прочность бетона для подбора состава:

$$R_б = \frac{200}{0,85} = 235 \text{ кгс/см}^2.$$

Потребное водоцементное отношение рассчитываем по формуле (I) Рекомендаций НИИЖБа:

$$В/Ц = \frac{0,23R_ц + 100}{R_б + 80} = \frac{0,23 \times 400 + 100}{235 + 80} = 0,6.$$

По табл. 3 Рекомендаций НИИЖБа расход воды назначаем 195 л. Соответственно расход цемента

$$Ц = \frac{В}{В/Ц} = \frac{195}{0,6} = 325 \text{ кг/м}^3.$$

Расход щебня и песка Щ + П = 2350 - 195-325=1830 кг/м^3.

Доля песка в смеси крупного и мелкого заполнителя по табл. 4 Рекомендаций НИИЖБа принимается r = 0,405. Расход песка и щебня: П = 163х0,405 = 740 кг/м^3; Щ = 1830 - 740 = = 1090 кг/м^3.

Расход хлористого кальция $CaCl_2$ = 325х0,01 = 3,25 кг/м^3.

В соответствии с п.5.2 добавку следует вводить в виде раствора с плотностью 1,26г/см^3. Согласно прил. 2 количество добавки 3,25 : 0,353 = 9,2 л/м^3. В этот раствор рекомендуется добавить 0,02 х $\frac{325}{100}$ = 0,065 кг или 65 г СПД в расчете на сухое вещество. Соответственно расход воды затворения следует уменьшить на 9,2х1,26-3,25 = 8,35 л/м^3. Вода в щебне 1090 х 0,015 = 16,4 л/м^3, вода в песке 740х0,03=22,1 л/м^3;

требуемая вода затворения В = 195–8,35–16,4–22,1 = 148 л/м^3. Отсюда в расчете на 1 м^3 бетона расход материалов составит:

цемента..... 325 кг;

щебня ..... 1090х 1,01 = 1106 кг;

песка ..... 740 х 1,03 = 762 кг;

воды ..... 146 л;

комплексной добавки ..... 9,2 л.

Расчетный состав сначала проверяют на соответствие его заданной подвижности. Если осадка конуса находится в пределах от 5 до 7 см, подвижность считается удовлетворительной,– в противном случае производят корректировку состава бетона. Для изменения подвижности меняют дозировку воды и цемента, сохраняя В/Ц неизменным.

Из откорректированного состава готовят 6 образцов-кубов 15х15х15 см, из которых 3 шт. пропаривают по режиму 3+6+3 ч при 80–85°С с предварительным выдерживанием 2 ч и через 4 ч после пропаривания испытывают на сжатие. Подбор считается удовлетворительным, если полученная прочность находится в пределах 0,7–0,9 от $R_б$. Три образца испытывают после 28 сут хранения в нормальных условиях. Прочность должна находиться в пределах от 1,0 до 1,1 от $R_б$. При необходимости производят корректировку состава по прочности. Для увеличения прочности, сохраняя неизменным расход воды затворения, увеличивают расход цемента из расчета снижения В/Ц на 0,05, а для уменьшения прочности бетона снижают расход цемента из расчета увеличения В/Ц на 0,05 и производят повторную проверку прочности.

Пример 2. Требуется назначить состав бетона проектной М 300 для бетонирования буронабивных свай на глубину 8 м. Основанием служит вечномерзлая супесь с температурой –4°С. Используются материалы примера 1. Бетонирование предполагается производить весной. При этом проектную марку бетона требуется получать через 6 мес.

В соответствии с п.2.3 грунт находится в твердомерзлом состоянии, причем часть конструкции расположена в активной зоне, а часть в промежуточной.

По табл. I для промежуточной зоны рекомендуются два способа бетонирования: применение бетонных смесей с химическими добавками Х,либо с применением электроразогрева бетонной смеси перед укладкой, но без добавок $Э_р$. В активной зоне допускается применение бетона с добавками с электропрогревом $Х_э$ и без добавок $Т_э$. Применение термосного выдерживания бетона без добавок запрещено. Выбор технологии производят на основе технико-экономического анализа с учетом дальности перевозок смеси, наличия оборудования для электропрогрева, источников получения электроэнергии, добавок.

Для буронабивных свай применение добавок солей не рекомендуется, так как это снижает смерзаемость свай с грунтом . Поэтому выбирают состав бетона без добавок солей, но с добавкой 0,02% СПД от массы цемента. В соответствии с табл. 4 принимают технологический коэффициент $К_т$ = I,0 и устанавливают расчетную прочность бетона для подбора состава:

$$R_б = \frac{300}{I,0} = 300 \text{ кгс/см}^2.$$

Потребное водоцементное отношение рассчитывают по формуле (I) Рекомендаций НИИЖБа.

$$В/Ц = \frac{0,23\,R_ц + I00}{R_б + 80} = \frac{0,23х400+I00}{300 + 80} = 0,50.$$

По табл. 3 Рекомендаций НИИЖБа назначают расход воды затворения (с учетом требуемой подвижности в 6 см) - I95 л/м^3.

Расход цемента $Ц = \frac{I95}{0,50} = 390$ кг/м^3 < 400.

Расход крупного и мелкого заполнителя

$Щ+П = 2350-390-I95 = I765$ кг/м^3.

Расход песка при $r = 0,4 \cdot П = I765х0,4 = 706$ кг/м^3.

Расход щебня $Щ = I765-706 = I059$ кг/м^3.

Уточнение состава бетона путем подбора производят по методике, изложенной в примере I.

Приложение 2

ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ДОБАВОК

Таблица 7

Содержание нитрата кальция в растворах и их плотность

Плотность раствора при 18–20°С, кг/л	Температурный коэффициент плотности А	Содержание безводного нитрата кальция, кг		Температура замерзания раствора, °С
		в 1 кг раствора	в 1 л раствора	
1,02	0,00025	0,027	0,030	-0,8
1,04	0,00029	0,053	0,058	-1,7
1,06	0,00032	0,080	0,087	-2,6
1,08	0,00035	0,103	0,113	-3,2
1,10	0,00038	0,130	0,142	-4,0
1,12	0,0004I	0,150	0,170	-5,1
1,14	0,00044	0,173	0,197	-6,0
1,16	0,00044	0,197	0,227	-7,2
1,18	0,00045	0,217	0,253	-8,7
1,20	0,00046	0,237	0,285	-10,1
1,22	0,00047	0,257	0,317	-11,9
1,24	0,00048	0,278	0,347	-13,6
1,26	0,00050	0,300	0,380	-15,6
1,28	0,0005I	0,318	0,412	-16,8
1,30	0,00053	0,337	0,443	-18,0
1,32	0,00054	0,357	0,473	-19,2
1,34	0,00055	0,377	0,503	-20,4
1,36	0,00056	0,393	0,536	-21,6
1,38	0,00057	0,405	0,560	-23,8
1,40	0,00058	0,416	0,595	-26,0
1,42	0,00059	0,427	0,620	-28,2

Таблица 8

Содержание мочевины в растворах и их плотность

Плотность раствора при 18–20°С, кг/л	Температурный коэффициент плотности А	Содержание безводной СО, кг		Температура замерзания раствора, °С
		в 1 кг раствора	в 1 л раствора	
1,015	0,00024	0,047	0,058	– 2,0
1,020	0,00025	0,065	0,076	– 2,6
1,025	0,00026	0,088	0,093	– 3,2
1,030	0,00027	0,100	0,111	– 3,7
1,035	0,00028	0,118	0,128	– 4,1
1,040	0,00029	0,137	0,146	– 4,6
1,045	0,00030	0,155	0,164	– 5,0
1,050	0,00030	0,173	0,182	– 5,6
1,055	0,00031	0,191	0,200	– 6,2
1,060	0,00032	0,209	0,216	– 6,6
1,065	0,00033	0,227	0,234	– 6,8
1,070	0,00034	0,245	0,252	– 7,3
1,075	0,00034	0,263	0,268	– 7,6
1,080	0,00035	0,281	0,287	– 8,0
1,085	0,00036	0,297	0,305	– 8,3
1,090	0,00037	0,317	0,323	– 8,5

Таблица 9

Содержание нитрата кальция с мочевиной (НКМ) в растворах и их пластичность

Плотность раствора при 18–20°С, кг/л	Содержание безводного НКМ, кг		Температура замерзания раствора (°С), соотношение по массе нитрата кальция к мочевине (в пересчете на сухое вещество)	
	в 1 кг раствора	в 1 л раствора	1 : 1	3 : 1
1,010	0,0148	0,0150	- 0,5	- 0,5
1,015	0,0551	0,0255	- 0,8	- 0,8
1,020	0,0510	0,0520	- 1,5	- 1,5
1,035	0,0770	0,0797	- 2,2	- 2,2
1,050	0,102	0,1074	- 3,0	- 3,0
1,065	0,129	0,1370	- 4,0	- 4,0
1,080	0,154	0,1660	- 4,7	- 4,7
1,090	0,177	0,1940	- 5,5	- 5,5
1,110	0,203	0,2250	- 6,2	- 6,4
1,120	0,227	0,2540	- 7,0	- 7,4
1,140	0,249	0,2840	- 6,6	- 8,4
1,160	0,296	0,3440	- 9,0	- 10,3
1,200	0,333	0,4000	- 10,4	- 14,0
1,230	0,378	0,4650	- 12,4	- 16,8
1,240	0,399	0,4950	- 13,5	- 18,5
1,260	0,417	0,5250	- 14,8	- 20,5
1,270	0,437	0,5550	- 16,6	- 22,6
1,290	0,455	0,5870	- 18,5	- 26,0
1,310	0,469	0,6150	- 20,4	-
1,330	0,488	0,6500	- 22,0	-

Таблица I0

Содержание хлорида кальция в растворах и их плотность

Плотность раствора при 20°С, кг/л	Температурный коэффициент плотности А	Содержание безводного $CaCl_2$, кг			Температура замерзания раствора, °С
		в I кг раствора	в I л раствора	в I л воды	
I,0I5	0,00023	0,020	0,020	0,020	- I,0
I,032	0,00025	0,040	0,04I	0,042	- 2,0
I,049	0,00027	0,060	0,063	0,064	- 3,I
I,066	0,00029	0,080	0,085	0,087	- 4,2
I,084	0,0003I	0,I00	0,I08	0,III	- 5,7
I,I02	0,00033	0,I20	0,I32	0,I36	- 7,5
I,I20	0,00035	0,I40	0,I57	0,I63	- 9,5
I,I39	0,00038	0,I60	0,I82	0,I90	- II,7
I,I48	0,00039	0,I70	0,I95	0,205	- I3,0
I,I58	0,00040	0,I80	0,209	0,220	- I4,4
I,I68	0,0004I	0,I90	0,222	0,235	- I5,9
I,I78	0,00042	0,200	0,236	0,250	- I7,6
I,I80	0,00043	0,2I0	0,250	0,266	- I9,4
I,I98	0,00044	0,220	0,264	0,282	- 2I,4
I,208	0,00045	0,230	0,278	0,299	- 23,7
I,2I8	0,00046	0,240	0,293	0,3I6	- 26,2
I,228	0,00047	0,250	0,307	0,333	- 29,0
I,239	0,00048	0,260	0,322	0,35I	- 32,I
I,249	0,00049	0,270	0,337	0,369	- 36,I
I,260	0,00050	0,280	0,353	0,39I	- 40,7
I,27I	0,0005I	0,290	0,269	0,408	- 45,2
I,282	0,00052	0,300	0,385	0,429	- 50,2
I,293	0,00053	0,3I0	0,40I	0,449	- 55,0
I,304	0,00054	0,320	0,4I7	0,470	(-38,0)
I,326	0,00056	0,340	0,45I	0,5I5	(-20,0)
I,350	0,00057	0,360	0,486	0,563	(-7,2)
I,374	0,00059	0,380	0,522	0,6I3	-
I,396	0,00060	0,400	0,558	0,667	-

Таблица II

Содержание нитрит-нитрат-хлорида кальция в растворах и их плотность

Концентрация раствора, %	Плотность раствора при 20°С, кг/л	Температурный коэффициент плотности А	Содержание безводного ННХК, кг		Температура замерзания раствора, °С
			в 1 кг раствора	в 1 л раствора	
1	1,000	0,00022	0,01	0,010	- 0,5
2	1,018	0,00023	0,02	0,020	- 1,2
3	1,026	0,00024	0,03	0,031	- 1,5
4	1,035	0,00025	0,04	0,041	- 2,2
5	1,043	0,00026	0,05	0,052	- 2,8
6	1,052	0,00027	0,06	0,063	- 3,5
7	1,060	0,00028	0,07	0,074	- 4,0
8	1,070	0,00029	0,08	0,086	- 5,1
9	1,078	0,00030	0,09	0,097	- 5,8
10	1,087	0,00031	0,10	0,108	- 6,8
15	1,131	0,00036	0,15	0,170	-12,5
16	1,175	0,00041	0,20	0,235	-20,1
25	1,218	0,00046	0,25	0,305	-32,0
30	1,263	0,00052	0,30	0,379	-48,0
35	1,306	0,00056	0,35	0,457	-
40	1,365	0,00061	0,40	0,546	-
45	1,412	0,00066	0,45	0,635	-
50	1,460	0,00071	0,50	0,730	-

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 3
I. Общие положения 4
2. Сведения о мерзлотно-грунтовых условиях 5
3. Требования к конструктивным решениям фундаментов и свайных оснований 7
4. Требования к бетону и технологии бетонных работ.. 9
5. Приготовление бетонной смеси и транспортировка её к месту укладки I5
6. Подготовительные работы и укладка бетонной смеси.. I6
7. Выдерживание, распалубка и загрузка конструкций.. I7
8. Устройство свайных фундаментов из сборного железобетона 20
9. Контроль производства работ и качества бетона ... 22
I0. Техника безопасности при бетонировании конструкций 24
Приложения 27

Руководство
по бетонированию фундаментов и коммуникаций
объектов нефтяной и газовой промышленности
в условиях вечномерзлых грунтов с учетом
твердения бетона при отрицательных температурах

Р 350-70

Издание ВНИИСТа

Редактор И.Р. Беляева
Корректор С.Н. Михайлова
Технический редактор Т.В. Веремеева

Л - 66983 Подписано в печать 13.XI.79г. Формат 60x84/16
Печ.л. 2,5 Уч.-изд.л. 2,0 Бум. л. 1,25
Тираж 700экз. Цена 20коп. Заказ 68

Ротапринт ВНИИСТа

gost.e-ecolog.ru