ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА

Часть III, раздел Б

Глава 5

СТАБИЛИЗАЦИЯ И ИСКУССТВЕННОЕ ЗАКРЕПЛЕНИЕ ГРУНТОВ

ПРАВИЛА ОРГАНИЗАЦИИ, ПРОИЗВОДСТВА И ПРИЕМКИ РАБОТ

СНиП III-Б.5-62

Заменен СНиП III-9-74
с 1/X-1975 г. см; пост N 264 от 31.12.74
БСТ N 4, 1975 г. с. 29.

Москва — 1963

gost.e-ecolog.ru

Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА

Часть III, раздел Б

Внесена поправка:
БСТ № 11, 1964, с. 15

Глава 5

СТАБИЛИЗАЦИЯ И ИСКУССТВЕННОЕ ЗАКРЕПЛЕНИЕ ГРУНТОВ

ПРАВИЛА ОРГАНИЗАЦИИ, ПРОИЗВОДСТВА И ПРИЕМКИ РАБОТ

СНиП III-Б.5-62

Утверждены
Государственным комитетом Совета Министров СССР
по делам строительства
29 декабря 1962 г

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛИТЕРАТУРЫ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ, АРХИТЕКТУРЕ
И СТРОИТЕЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ
Москва — 1963

Глава СНиП III-Б.5-62 «Стабилизация и искусственное закрепление грунтов. Правила организации, производства и приемки работ» разработана НИИ оснований и подземных сооружений Академии строительства и архитектуры СССР с участием института ЮжНИИ АСиА УССР, трестом Гидроспецстрой МЭиЭ, Московским филиалом института Оргэнергострой, институтом Фундаментпроект и ЦНИИС Минтрансстроя.

С введением в действие главы СНиП III-Б.5-62 «Стабилизация и искусственное закрепление грунтов. Правила организации, производства и приемки работ» утрачивает свою силу СНиП издания 1955 г., глава III-Б.2, § 2 «Искусственное закрепление грунтов» и ТУ 120—55, глава II, пп. 148—358 «Технические условия на производство и приемку строительных монтажных работ». Раздел X. «Устройство специальных оснований».

Редакторы — инж. *А. И. БОКУНЯЕВ* (Госстрой СССР), кандидаты техн. наук *Н. М. СОКОЛОВ* (Междуведомственная комиссия по пересмотру СНиП) и *Б. А. РЖАНИЦЫН* (НИИ оснований АСиА СССР)

Государственный комитет Совета Министров СССР по делам строительства	Строительные нормы и правила	СНиП III-Б.5-62
	Стабилизация и искусственное закрепление грунтов. Правила производства и приемки работ	Взамен главы III-Б.2 СНиП издания 1955 г.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящие нормы и правила распространяются на работы по производству постоянного и временного закрепления грунтов и трещиноватых скальных пород с целью повышения их несущей способности, устойчивости или придания им водонепроницаемости при устройстве оснований вновь возводимых и укрепления основания существующих зданий и сооружений, при проходке земляных выработок и для создания противофильтрационных завес в гидротехнических сооружениях.

1.2. Постоянное и временное закрепление осуществляется:

а) песчаных сухих и водонасыщенных песков с коэффициентом фильтрации 2—80 *м/сутки* — **способом двухрастворной силикатизации;**

б) мелких пылеватых сухих и водонасыщенных песков с коэффициентом фильтрации 0,5—5 *м/сутки* — **способом однорастворной силикатизации или способом смолизации;**

в) лессовых грунтов с коэффициентом фильтрации 0,1—2 *м/сутки*, залегающих выше уровня грунтовых вод, — **способом однорастворной силикатизации;**

г) лессовых грунтов с коэффициентом газопроницаемости 10—20 *см/мин* и залегающих выше уровня грунтовых вод — **термическим способом;**

д) трещиноватых и кавернозных скальных пород, а также песчано-гравелистых грунтов — **способом цементации.** В кавернозных скальных породах при большой скорости грунтовых вод в качестве вспомогательного способа к цементации применяется **горячая битумизация.**

1.3. Закрепление водонасыщенных грунтов для создания временных водонепроницаемых стенок при проходке земляных выработок производится методом **искусственного замораживания.**

1.4. Производство работ по искусственному закреплению грунтов допускается только по утвержденному проекту, увязанному с проектом всего сооружения.

Примечание. Внесение в проект изменений, вызванных несоответствием проектных геологических и гидрогеологических условий фактическим, должно быть согласовано с проектной организацией.

1.5. За осадкой фундаментов зданий и сооружений, возводимых на закрепленных грунтах, должно быть установлено наблюдение как в процессе постройки, так и после сдачи их в эксплуатацию.

1.6. До начала производства работ по закреплению грунтов должны быть учтены расположение подземных коммуникаций (водопровод, канализация, кабельная сеть, телефон, газ и др.) и состояние зданий и сооружений, расположенных в зоне закрепления грунтов.

1.7. При производстве работ по искусственному закреплению грунтов должны выполняться правила противопожарной охраны и техники безопасности, предусмотренные главой СНиП III-А.11-62 «Техника безопасности в строительстве».

2. СИЛИКАТИЗАЦИЯ И СМОЛИЗАЦИЯ ГРУНТОВ

2.1. Закрепление грунтов силикатизацией производится:

а) при двухрастворном способе — путем поочередного нагнетания в грунт под давлением через инъекторы жидкого стекла (сили-

Внесены Академией строительства и архитектуры СССР	Утверждены Государственным комитетом Совета Министров СССР по делам строительства 29 декабря 1962 г.	Срок введения 1 июля 1963 г.

ката натрия) и раствора хлористого кальция заданной концентрации;

б) при однорастворном способе силикатизации мелких пылеватых песков — путем нагнетания гелеобразующей смеси из растворов жидкого стекла и фосфорной кислоты (п. 2.11 — рецептура I) или смеси из растворов жидкого стекла, серной кислоты и сернокислого глинозема (п. 2.11 — рецептура II);

в) при однорастворном способе силикатизации лессовидных грунтов — путем нагнетания в грунт раствора жидкого стекла заданной концентрации.

2.2. Закрепление грунтов способом смолизации производится путем нагнетания гелеобразующей смеси, приготовленной из разбавленного раствора карбамидной смолы (крепителя М) и раствора соляной кислоты.

Примечание. Смолизация песчаных грунтов, pH водной вытяжки которых более 7,6, производится с предварительной обработкой закрепляемого массива 1—2%-ным раствором соляной кислоты в случае сухих грунтов и 3—5%-ным—при наличии грунтовых вод.

2.3. Изыскательские работы надлежит выполнять в две стадии: предварительную—для определения возможности закрепления и выбора способа; основную—для подробного изучения геологического строения, гидрогеологических условий, состава, свойств и состояния грунтов.

2.4. Материалы предварительной стадии изысканий содержат:

а) данные о водопроницаемости грунтов по результатам лабораторных и полевых определений;

б) данные о пределе прочности на сжатие и водоустойчивость образцов грунтов, закрепленных в лабораторных условиях.

2.5. Материалы основной стадии изысканий должны содержать:

а) данные о геологическом строении и гидрогеологических условиях площадки (разрезы с выделением литологических и стратиграфических разновидностей, положение уровня грунтовых вод, направление и скорость их движения);

б) данные о гранулометрическом составе литологических разновидностей грунтов, химическом составе водных вытяжек и грунтовых вод;

в) данные о пористости и коэффициенте фильтрации грунтов.

2.6. Проект силикатизации и смолизации должен содержать:

а) планы и разрезы закрепляемого массива с расположением точек инъекций и указанием его объема;

б) разрезы с указанием глубины погружения инъекторов, количества заходок и их расположения по глубине;

в) данные о водопроницаемости закрепляемых грунтов и направлении и скорости движения грунтовых вод;

г) указания о контрольных выработках;

д) количество растворов или смесей, нагнетаемых в одну заходку, и потребное количество растворов на весь закрепляемый массив;

е) указания о режиме давления и расходе при нагнетании растворов и смесей, порядке и последовательности нагнетания, а также о количестве одновременно работающих инъекторов;

ж) перечень и характеристику оборудования, потребность в рабочих и материалах;

и) требования к закрепленному грунту (прочность, монолитность, водоустойчивость, водопроницаемость, непросадочность).

Требования к материалам

2.7. Применяемые для закрепления грунтов химические материалы должны удовлетворять требованиям и техническим условиям действующих Государственных стандартов на жидкое стекло, хлористый кальций, ортофосфорную кислоту, серную кислоту, сернокислый глинозем.

2.8. Карбамидная смола 45—50%-ного раствора (крепитель М) должна иметь: удельный вес 1,15—1,2, вязкость по Фору-Энглеру 4—10; pH=7,2÷7,8.

2.9. Применяемый рабочий раствор жидкого стекла для двухрастворной силикатизации назначается с удельным весом согласно табл. 1.

Таблица 1

Зависимость удельного веса жидкого стекла от коэффициента фильтрации

Коэффициент фильтрации грунта в *м/сутки*	Удельный вес раствора жидкого стекла при температуре 18°С
2—10	1,35—1,38
10—20	1,38—1,47
20—80	1,41—1,44

2.10. Рабочий раствор хлористого кальция, применяемый для двухрастворной сили-

катизации, должен иметь удельный вес 1,26—1,28 и pH не менее 5,5.

2.11. Рабочие растворы и гелеобразующие смеси, применяемые для однорастворной силикатизации мелких пылеватых песков, должны удовлетворять требованиям, указанным в табл. 2.

Таблица 2

Составы гелеобразующих смесей

Рецептура	Наименование компонентов гелеобразующей смеси	Удельный вес раствора	Объемное содержание в смеси	Время гелеобразования в ч
I	Фосфорная кислота . .	1,025	3—4 части	4—10
	Жидкое стекло	1,19	1 часть	
II	Серная кислота	1,06	1,3 части	10—16
	Сернокислый алюминий	1,06	0,7 »	
	Жидкое стекло	1,19	1,5—1,8 части	

Приготовление гелеобразующих смесей должно производиться непосредственно перед нагнетанием их в грунт. При смешивании компонентов жидкое стекло рабочей концентрации примешивается к растворам-отвердителям.

2.12. Рабочий раствор жидкого стекла для силикатизации лессовых грунтов должен иметь удельный вес 1,13.

2.13. Рабочие растворы и гелеобразующие смеси, применяемые при смолизации грунтов, должны удовлетворять требованиям, указанным в табл. 3.

Таблица 3

Состав гелеобразующей смеси

Наименование компонентов гелеобразующей смеси	Удельный вес раствора при 18 °С	Объемное содержание в смеси	Время гелеобразования в ч
Карбамидная смола . . .	1,07—1,08	100 частей	1,5—4
2—5%-ный раствор соляной кислоты	1,01—1,025	2—5 части	

Примечание. Уточнение времени гелеобразования устанавливается при каждой партии смолы опытным путем перед началом работ.

Требования к оборудованию

2.14. Для производства работ по силикатизации и смолизации грунтов необходимо следующее оборудование:

а) для нагнетания растворов и смесей в грунт — инъекторы, насосы, разводящая сеть, шланги;

б) для забивки инъекторов в грунт — пневматические молотки весом до 30 *кг* или механические копры с подвесным молотом;

в) для извлечения инъекторов из грунта — лебедка, копер, домкраты грузоподъемностью около 10 *т*.

Примечание. Применение вибраторов для погружения инъекторов не разрешается;

г) тара для приготовления и хранения рабочих химических растворов и гелеобразующих смесей.

2.15. Инъекторы надлежит изготовлять из стальных цельнотянутых труб с внутренним диаметром 19—38 *мм* и толщиной стенок не менее 5 *мм*. Перфорированная часть инъекторов должна иметь длину в пределах 0,5—1,5 *м*.

2.16. Насосы для нагнетания должны обеспечивать подачу растворов через каждый инъектор с расходом от 1 до 5 *л/мин* при давлении до 15 *ата*.

Примечание. Допускается применение агрегатов из нескольких спаренных насосов указанных характеристик.

2.17. Разводящая сеть (нагнетательные и воздушные резиновые шланги, соединения насосов со шлангами и шлангов с инъекторами, краны и пр.), а также манометры на насосах должны соответствовать принятым при нагнетании давлениям.

2.18. Работы по силикатизации и смолизации грунтов обеспечиваются сжатым воздухом и паром для подогрева растворов в зимних условиях.

Правила производства работ

2.19. Основные работы по силикатизации и смолизации грунтов состоят из следующих процессов: погружение инъекторов; приготовление растворов и гелеобразующих смесей; извлечение инъекторов, промывка оборудования и тампонаж скважин.

2.20. Погружение инъекторов в грунты производится:

а) забивкой, если выше области закрепления залегают рыхлые грунты;

б) опусканием в предварительно пробуренные скважины с применением обсадных труб до глубины на 1—1,5 *м* выше зоны закрепления с последующей забивкой, если вы-

ше закрепляемого массива залегают плотные глины и крупнообломочные грунты.

Затрубное пространство между обсадной трубой и инъектором в этом случае тампонируется.

Примечание. Погружение инъекторов в предварительно пробуренные скважины может применяться и при проходке рыхлых грунтов, если погружение забивкой на данную глубину окажется неосуществимым.

2.21. Забивка инъекторов должна производиться с помощью направляющих в строго заданном проектом направлении.

2.22. В процессе забивки инъекторов ведется журнал, в котором отмечаются номера скважин, номера заходок и глубина погружения.

2.23. Нагнетание растворов в грунт надлежит производить отдельными заходками. Длина одной заходки должна превышать длину перфорированной части инъекторов на половину радиуса закрепления.

2.24. Давление и нормы расхода растворов или смесей при нагнетании устанавливаются проектом и уточняются пробным нагнетанием до начала работ.

2.25. Растворы должны нагнетаться в грунты равномерно и медленно. Рекомендуемый режим нагнетания приведен в табл. 4.

Таблица 4

Режим нагнетания раствора

Грунты	Коэффициент фильтрации в *м/сутки*	Объем нагнетаемого раствора в *л/мин*
Пески мелкие	2—10 10—20 20—30	1—2 2—3 3—5
Пылеватые пески	0,3—1 1—5	1—2 2—5
Лессовидные грунты	0,1—2	2—5

2.26. Оборудование, применяемое для нагнетания растворов (насосы, шланги, инъекторы), должно периодически во время работы и после окончания ее промываться горячей водой, и инъекторы, кроме того, смазываться тавотом.

2.27. Порядок нагнетания растворов через один инъектор по глубине задается проектом.

2.28. Нагнетание растворов-компонентов в заходку при двухрастворном способе силикатизации осуществляется во всех случаях в последовательности: жидкое стекло, хлористый кальций.

2.29. Разрывы во времени между нагнетанием жидкого стекла и хлористого кальция не должны превышать интервалов, указанных в табл. 5.

Таблица 5

Разрыв времени для нагнетания растворов при различных скоростях грунтовых вод

Скорость движения грунтовых вод в *м/сутки*	Максимально допустимые разрывы времени в *ч*
0	24
0,5	6
1	4
1,5	2
3	1

2.30. Каждый из растворов, применяемых при двухрастворном способе силикатизации, должен нагнетаться отдельным насосным агрегатом. Смешение этих растворов в баках, насосах, шлангах и инъекторах запрещается. Оборудование, используемое для нагнетания жидкого стекла, может применяться для нагнетания раствора хлористого кальция (или наоборот) только после тщательной промывки его горячей водой.

2.31. При двухрастворном способе силикатизации грунтов порядок нагнетания растворов по глубине в зависимости от величины коэффициента фильтрации грунтов устанавливается проектом.

2.32. При температуре воздуха ниже +15°С растворы жидкого стекла и хлористого кальция должны подогреваться до температуры +40°С.

2.33. Отверстия в грунте, оставшиеся после извлечения инъекторов, должны быть затампонированы цементным раствором или пластичной глиной.

2.34. Работы по силикатизации и смолизации грунтов в зимнее время допускается производить при температуре грунта в зоне закрепления не ниже +1°С и в тепляках с положительной температурой.

Контроль качества и приемка работ

2.35. В процессе производства работ по силикатизации грунтов ведется постоянный контроль качества исходных химических ма-

териалов, рабочих растворов и гелеобразующих смесей, а также качества работ.

2.36. Контроль качества растворов и гелеобразующих смесей осуществляется путем пробного закрепления грунтов в лабораторных условиях и последующего испытания закрепленных образцов на прочность и водоустойчивость.

2.37. Качество работ по закреплению грунта в зависимости от назначения закрепления проверяется:

а) забивкой контрольных инъекторов для определения монолитности и конфигурации закрепленного массива;

б) бурением или вскрытием шурфов с отбором монолитов для лабораторных испытаний прочности и водоустойчивости закрепленного грунта;

в) нагнетанием воды в грунт через контрольные инъекторы для определения удельного водопоглощения закрепленного грунта;

г) наблюдениями за изменением режима движения грунтовых вод после устройства противофильтрационных завес.

2.38. Приемка работ по силикатизации и смолизации грунтов должна установить соответствие прочности и водопроницаемости их требованиям проекта.

2.39. При приемке работ по силикатизации и смолизации грунтов должны быть предъявлены следующие документы:

а) планы и профили закрепленного массива с обозначением местоположения инъекторов;

б) журналы забивки инъекторов и нагнетания растворов и смесей (см. приложения 1, 2, 3);

в) журналы лабораторных испытаний исходных химических материалов;

г) журналы и акты контрольных испытаний закрепленного грунта;

д) журналы наблюдений за скоростью движения и уровнем грунтовых вод в пьезометрах;

е) журналы наблюдения за осадками фундаментов.

3. ТЕРМИЧЕСКОЕ ЗАКРЕПЛЕНИЕ ЛЕССОВЫХ ГРУНТОВ

3.1. Закрепление лессовых грунтов термическим способом производится путем нагнетания раскаленных газов по порам закрепляемого грунта, в результате чего происходит его обжиг. Сжигание топлива (газообразного, жидкого и сжиженных газов) производится в скважинах, пробуренных в толще закрепляемого грунта, по всей глубине скважины или на отдельных ее участках с регулированием при этом химического состава продуктов горения. В обоих случаях в грунт нагнетается под давлением через жароупорные трубопроводы и скважины воздух, нагретый до требуемой температуры в специальных нагревательных агрегатах.

3.2. Для усиления фильтрации продуктов горения и горячего воздуха по порам грунта, получения по возможности цилиндрической формы обожженного грунта вокруг скважины (с уширением книзу), увеличения эффективности термической обработки, улучшения технических и экономических показателей и ускорения процесса обжига грунтов необходимо постоянно поддерживать избыточное давление в скважинах за счет нагнетания в них под давлением сжатого воздуха.

3.3. Для обеспечения избыточного давления в скважине устье ее должно быть герметизировано и осуществлены мероприятия по уменьшению газопроницаемости верхней зоны грунта.

Требования к проектированию

3.4. При разработке проекта термического закрепления грунта учитывается экономическая сторона этого метода. Нерационально применять его для закрепления оснований при небольшой (1—3 *м*) мощности просадочной толщи.

3.5. Проект термического закрепления грунтов составляется на основе инженерно-геологических и гидрогеологических полевых и лабораторных исследований. Материалы этих исследований должны содержать:

а) данные о геологическом строении и гидрогеологических условиях площадки (разрезы с выделением литологических разновидностей грунтов, положение уровня грунтовых вод, направление и скорость их движения);

б) данные о физико-механических свойствах грунтов (влажность весовая и объемная, объемный вес, пористость), данные компрессионных испытаний и испытаний на просадочность, фильтрацию и сдвиг;

в) коэффициент газопроницаемости грунта;

г) данные пробного обжига грунтов, если это указано в задании на проектирование.

3.6. Проект термического закрепления

грунтов должен содержать данные о размещении скважин, размерах закрепляемого массива, диаметре и глубине скважин, расположении оборудования, виде и расходе топлива и воздуха, продолжительности обжига, порядке производства работ и методах и объеме контроля их качества.

Примечание. Рекомендуется применять жидкое и газообразное топливо и сжиженные газы.

3.7. Бурить скважины следует сухим способом. Для облегчения выноса породы допускается продувка скважин сжатым воздухом.

При бурении отбираются образцы грунтов в целях установления их соответствия данным геологических изысканий.

3.8. Диаметр термически закрепляемого массива грунта обжигаемых скважин по всей ее глубине должен быть не менее 1,5 *м*.

3.9. Расчетное сопротивление термически укрепленного грунта по всей поверхности обожженного массива следует принимать в пределах 4—6 *кг/см²*, а модуль деформации этого грунта—200—300 *кг/см²*. Большие значения могут приниматься на основе данных опытного обжига грунта.

Примечание. Сопротивление необожженного грунта, находящегося в промежутках между обожженными столбчатыми опорами, не учитывается.

3.10. Во избежание оплавления грунта максимальная температура газов в скважине должна быть ниже температуры плавления окружающего ее грунта (не выше 1 100°С).

Систематический перегрев скважины будет свидетельствовать о недостаточной мощности источников сжатого воздуха.

3.11. Температуру газов в скважине в процессе обжига грунта необходимо регулировать путем изменения количества воздуха.

3.12. Проектом должны быть предусмотрены мероприятия по защите котлованов и скважин от атмосферных и других поверхностных вод.

Кроме того, при сжигании по всей глубине скважины, в грунтах, имеющих повышенную газопроницаемость, следует предусмотреть мероприятия по снижению газопроницаемости верхней зоны грунта путем поверхностного уплотнения, устройства защитных козырьков, глинизации, обетонирования и т. п.

Требования к оборудованию и материалам

3.13. В комплект рабочего оборудования должны входить:

а) горелки (форсунки) для подачи и сжигания в скважинах жидкого и газообразного топлива;

б) герметические затворы с камерами сгорания, устанавливаемые в верхней части скважины или вынесенные на дневную поверхность;

в) портативная насосная установка для одновременной подачи в несколько скважин под давлением топлива (при работе на жидком топливе);

г) газодувка для нагнетания в скважины под давлением газа (при работе на газообразном топливе);

д) воздухонагнетательная установка для подачи в скважины сжатого воздуха;

е) механизированное оборудование для бурения скважин;

ж) газосборник, распределяющий газ по скважинам (при работе на газообразном топливе);

и) воздухосборник, распределяющий сжатый воздух по скважинам;

к) редуктор и распылитель (для сжиженного газа);

л) контрольно-измерительные приборы для замеров фактических расходов и давлений воздуха и газа, а также температуры.

Примечание. При сжигании топлива в нижней части скважины рекомендуется применять устройство ГПИ Фундаментпроект.

3.14. Горелки (форсунки) надлежит применять отдельно для жидкого и газообразного топлива или взаимозаменяемые со съемными наконечниками из стандартных металлических трубок с возможностью регулирования подачи топлива и сжатого воздуха.

Маховички регуляторов подачи топлива и воздуха должны иметь шкалы с делением для фиксирования рабочего их положения.

К форсункам для жидкого топлива, имеющим малый диаметр выходного отверстия (0,3 *мм*) и тонкую иглу для очистки этого отверстия, необходимо предусматривать комплект запасных частей.

После проведения работ следует производить профилактический осмотр форсунок, чистку и смазку их.

3.15. Конструкция герметических затворов должна удовлетворять следующим требованиям:

а) максимально возможная герметизация верхней части скважины, не допускающая выхода из нее наружу горячих газов;

б) удобство разжигания скважин и последующего процесса обжига;

в) удобство наблюдения за температурным режимом и давлением горячих газов в скважине;

г) безопасность в работе;

д) несложность в изготовлении и установке в рабочее положение;

е) инвентарность.

3.16. Насосная установка должна обеспечивать подачу жидкого горючего под давлением не менее 2—3 *атм* в 12—15 скважин одновременно.

Подача жидкого топлива естественным напором производится из емкостей, установленных на высоте 5—8 *м* над устьем скважины.

В каждой установке предусматривается приспособление для замера расхода топлива и его давления на выходе.

3.17. В качестве газодувки может применяться вакуум-насос, спаренный с электродвигателем и газосборником, смонтированными на одной передвижной раме, с производительностью в пределах 165—600 $м^3/ч$ при давлении 0,3—0,5 *ати*.

3.18. Для бурения скважин применяются механизированные станки вращательного, ударного и шнекового бурения.

3.19. При обжиге применяются следующие контрольно-измерительные приборы:

а) пружинные манометры на газодувке — до 2 $кг/см^2$, на газосборнике — до 2 $кг/см^2$, на насосной установке — до 6 $кг/см^2$, на воздухосборнике — до 5—6 $кг/см^2$, на крышке затвора (для замеров избыточного давления в скважинах) — до 0,6—1 $кг/см^2$;

б) для замеров температуры грунта в стенках скважин — оптические пирометры;

в) для замеров температуры обжигаемого грунта вокруг скважины — термопары с гальванометром;

г) для замеров расхода воздуха и газа — дифференциальные манометры или U-образные стеклянные манометры с диафрагмами, или газовоздушные счетчики.

3.20. Емкости с горючим должны устанавливаться на расстоянии не менее 10 *м* от обжигаемых скважин, а газодувка — на расстоянии 5—10 *м*.

Утечки как газообразного, так и жидкого топлива не допускаются.

Подземная часть емкости должна быть покрыта снаружи одним слоем битума.

3.21. При температуре наружного воздуха минус 10°С и ниже проводку для топлива необходимо утеплять, а жидкое топливо в случае его загустевания слегка подогревать.

3.22. На площадке, где проводится обжиг, необходимо иметь противопожарные средства (пожарный инвентарь, огнетушители, песок, брезент и др.).

Правила производства работ

3.23. Перед началом работ по обжигу грунта необходимо произвести:

а) отрыть котлованы или траншеи;

б) пробурить скважины на проектную глубину;

в) установить затворы с камерами сгорания и произвести тщательную герметизацию верхней части скважины (при сжигании на всю глубину скважины);

г) установить в скважине при сжигании в нижней части регулятор, а затем смонтировать отдельные элементы устройства ГПИ Фундаментпроект;

д) подвести и подключить электроэнергию, воду, топливо и сжатый воздух;

е) произвести опробование всего оборудования.

3.24. При установке затворов с камерами сгорания необходимо обратить особое внимание на обеспечение максимально возможной герметичности.

Затвор с камерой из огнеупорных воронок устанавливают в верхнюю расширенную часть скважины (приямок диаметром 0,75 *м*). Пространство между стенками камеры и грунтом плотно забивают бетоном марки 100 на красном кирпичном щебне.

При установке затвора с металлической камерой на дневную поверхность скважины в камере приваривается стальная труба (желательно из жаропрочной стали) длиной 0,8—1 *м*, которая плотно забивается в верхнюю часть скважины с устройством защитного бетонного козырька толщиной 150—200 *мм*.

Примечание. При сжигании топлива в нижней части скважины указанные выше мероприятия не обязательны, а регулятор устанавливается строго на проектной отметке.

3.25. К разогреву скважины при сжигании топлива по всей ее глубине следует приступать лишь после приобретения бетоном 50% проектной прочности.

3.26. Разжиг скважин при жидком топливе следует производить в следующем порядке. В скважину опускается на проволоке

зажженный факел, на пламя факела через форсунку направляется слабая струя горючего и воздуха. Разжигание считается законченным, когда внутренняя огнеупорная часть камеры раскалится до ярко-красного цвета. После этого факел вынимается из скважины, форсунка клиньями закрепляется в затворе и расход горючего и воздуха доводят до расчетной величины.

3.27. Разжиг скважин при газообразном топливе (природном или коксовом газе) производится в следующем порядке: газ зажигается на поверхности при выходе его из форсунки, и слабая струя горящего газа направляется на камеру затвора. При этом между запорной втулкой форсунки и отверстием верхней крышки затвора необходимо оставлять зазор для выхода продуктов горения. По мере нагрева камеры интенсивность горения увеличивается путем добавления газа и воздуха.

3.28. При разжиге скважины (сжигание в нижней части скважины) нужно руководствоваться следующими правилами. Зажигание производится у затвора камеры с помощью факела длиной не менее 0,8 *м*. Первоначально в верхней части скважины создается зона с температурой выше температуры вспышки топлива, затем путем регулирования давления эта зона перемещается в нижнюю часть скважины, предназначенную для сжигания топлива, после чего производится регулирование температуры до пределов, указанных проектом.

3.29. Скважина по всей глубине должна быть прогрета до температуры 800—1000°С.

3.30. Контроль температуры стенок скважины ведется при помощи оптического пирометра.

3.31. При падении давления в скважинах вследствие возможного ослабления герметичности затвора и фильтрации продуктов сгорания через образовавшиеся трещины вокруг затвора необходимо срочно произвести работы по усилению герметизации. Трещины в бетоне заделать цементным раствором, а при фильтрации через дневную поверхность грунта применять уплотнение глиной.

Контроль качества и приемка работ

3.32. В процессе производства работ по термическому закреплению грунтов ведется журнал работ согласно приложению 4.

3.33. Качество обжига проверяется по методике и в объеме, указанных в проекте. При этом проверяются фактические размеры (диаметр, глубина) закрепленных зон грунта.

3.34. После подписания акта о приемке работ скважины заполняют грунтом, который плотно утрамбовывается.

4. ЦЕМЕНТАЦИЯ ТРЕЩИНОВАТЫХ И КАВЕРНОЗНЫХ СКАЛЬНЫХ ПОРОД И ГРАВЕЛИСТЫХ ГРУНТОВ

4.1. Цементация трещиноватых кавернозных скальных пород, а также гравелистых грунтов производится путем нагнетания тампонажных растворов через инъекторы (тампоны), смонтированные в пробуренных скважинах.

Цементация производится цементными суспензиями, цементными растворами с добавлением глины, песка, суглинка и других инертных материалов.

4.2. Работы по цементации производятся в соответствии с проектно-сметной документацией, в состав которой входят:

а) конструктивные чертежи сооружения с показанием габаритов противофильтрационных завес по глубине и ширине;

б) чертежи с показанием расстояний между скважинами, рядами противофильтрационных завес и расположения контрольных скважин;

в) краткие данные о геологическом строении, гидрогеологии площадки и агрессивности грунтовых вод;

г) чертежи специального инъекционного оборудования и приспособлений, не предусмотренных в существующих пособиях и инструкциях;

д) результаты лабораторных исследований по подбору состава смесей;

е) технические условия на производство цементационных работ, в которых отражается специфика условий данного объекта с учетом назначения проектируемых работ.

Примечания: 1. Объем инженерно-геологических изысканий и состав первичной документации для обоснования проекта определяются на основании действующих инструктивных указаний соответствующих ведомств.

2. Технические условия на производство цементационных работ составляются с учетом специально проведенной опытной цементации (на данном объекте) или на основе существующего опыта в аналогичных условиях. Отказ от производства опытных работ должен быть обоснован в проектном задании.

3. При определении объема проектно-сметной документации учитываются стадия проекта и общие указания II части СНиП.

4.3. В том случае, если проектом предусмотрена дополнительная битумизация или ее необходимость выявляется в процессе производства работ, она выполняется в соответствии с пп. 4.21-4.37 настоящего раздела.

Требования к материалам и оборудованию

4.4. Сорт и марки цемента, вид и крупность заполнителя и химических добавок, а также состав раствора устанавливаются проектом в зависимости от назначения цементации, природных условий и степени агрессивности грунтовых вод.

4.5. Типы и производительность инъекционного оборудования (растворомешалки, насосы, инъекторы, напорные шланги и т. п.) устанавливаются проектом в зависимости от водопроницаемости пород, состава и консистенции растворов и давления, при котором производится нагнетание последних:

а) подача готового инъекционного раствора должна быть непрерывной при максимальной производительности цементационного насоса;

б) в качестве цементационных насосов применяются двухпоршневые грязевые насосы двухстороннего действия, развивающие давления от 30 до 80 *ата* с расходом от 100 до 300 *л* в минуту; для очень густых концентраций растворов с песком при проектном давлении не свыше 6—8 *атм* могут применяться диафрагмовые насосы.

Правила производства работ

4.6. Способы бурения скважин, их наклон и диаметры устанавливаются проектом в зависимости от принятой технологии цементации, глубины скважин и природных условий.

Способы бурения должны обеспечивать эффективное проникание растворов в поры и трещины при минимальной стоимости работ. После окончания бурения скважины промываются водой или продуваются воздухом. В особых случаях, указанных в проекте, перед нагнетанием раствора производится специальная промывка трещин и пор под давлением.

4.7. Бурение скважин в неустойчивых породах, залегающих выше цементируемой зоны, производится с применением обсадных труб.

Цементируемые зоны в неустойчивых породах обсаживаются перфорированными обсадными трубами или же принимаются специальные меры (установленные проектом), обеспечивающие бурение и цементацию таких зон.

4.8. Допустимые отклонения в расстояниях между скважинами (в устье и на забое) устанавливаются проектом в зависимости от проникающей способности растворов, необходимой плотности тампонирования пород на различных глубинах, а также расстояний между скважинами.

Примечание. Необходимость и способы замеров искривления скважин устанавливаются проектом.

4.9. Гидравлическое опробование скважин до цементации, его продолжительность и давление устанавливаются проектом в зависимости от технологических условий цементации.

4.10. Цементный раствор непрерывно перемешивается в течение всего периода нагнетания.

4.11. Способ цементации (нисходящими или восходящими зонами и т. д.), величина одновременно цементируемых зон, а также минимальная глубина установки тампонов (инъекторов) при цементации глубоких зон устанавливаются проектом.

4.12. Цементация начинается вслед за гидравлическим опробованием скважины (зоны) при давлении, установленном в проекте. Нагнетание должно быть непрерывным до отказа в поглощении раствора, за который принимается снижение расхода раствора в нагнетаемую зону до величины, не превышающей 0,5 *л* в минуту в течение 20 *мин* при заданном предельном давлении.

Примечание. Цементация также прекращается, если достигнут предельный расход раствора на зону или на 1 *пог. м* скважины, указанный в проекте.

4.13. При больших не уменьшающихся поглощениях раствора предельно густой концентрации, при прорывах раствора на поверхность или в соседние скважины, а также при обнаруженных деформациях сооружений и поверхности основания, вызванных давлением при нагнетании, производится снижение давления или делается перерыв в цементации. Выбор тех или иных мероприятий и условий возобновления цементации регламентируется технологическими указаниями проекта.

4.14. Бурение очередных зон в одной и той же скважине и нагнетание в них растворов производятся вслед за окончанием цементации предыдущих зон без выдержки на время твердения цементного камня в зацементированной зоне.

Примечание. В случае прекращения цементации до практического отказа в поглощении раствора, а также при наличии напорных вод с пьезометрическим уровнем, превышающим отметку устья скважины, бурение и цементация очередных зон производятся после выстойки, продолжительность которой устанавливается проектом.

4.15. Цементация пород в зимнее время осуществляется с соблюдением следующих требований:

а) температура цементируемых пород должна быть не ниже +1°С;

б) цементационная установка должна быть смонтирована в отапливаемом помещении с положительной температурой;

в) температура раствора, поступающего в скважину (около ее устья), не должна быть ниже +5°С.

4.16. Отклонения в технологии бурения и цементации против указаний пп. 4.6, 4.9, 4.11 и 4.14 должны быть обоснованы в проекте.

4.17. Цементация грунтов основания в области распространения вечномерзлых грунтов производится на основе данных о мерзлотно-грунтовых условиях и специально произведенных опытных цементационных работ.

Контроль качества и приемка работ

4.18. Приемка работ по цементации трещиноватых и кавернозных скальных пород и гравелистых грунтов производится на основании данных их опробования через контрольные скважины, изучения технической документации работ (буровых и цементационных журналов), а также актов лабораторного испытания применяемых материалов (приложение 5).

4.19. Сроки выполнения контрольных работ, количество контрольных скважин и условия, определяющие качество выполненных работ, устанавливаются проектом.

4.20. На участках, где выполненная цементация будет признана неудовлетворительной, производится цементация через дополнительные скважины, местоположение которых и количество устанавливаются при приемке.

Горячая битумизация

4.21. Нагнетание горячего битума в полости и трещины кавернозных пород производится через пробуренные скважины, оборудованные специальными инъекторами, обеспечивающими подогрев битума в стволе скважины.

Состав проекта определяется согласно п. 4.2 настоящего раздела.

4.22. Предельная величина давления при нагнетании битума в грунт определяется условиями, исключающими деформацию грунта.

4.23. Марки битумов, применяемые для битумизации, составы смесей из них, добавки или заполнители должны назначаться проектом в соответствии с назначением битумизации.

4.24. Для предотвращения подвижек битума в трещинах породы необходимо в конце процесса битумизации нагнетать менее пластичный битум.

4.25. Нагнетаемый битум должен быть очищен от механических примесей и воды и иметь температуру на 10—20°С ниже температуры его вспышки.

4.26. Бурение скважин и их подготовка для нагнетания битума производятся в соответствии с указаниями пп. 4.5—4.7 настоящей главы.

4.27. Нагнетание битума сопровождается постепенным ростом давления. Величина давления с каждым циклом должна повышаться.

4.28. Нагнетание битума производится насосами, имеющими производительность 0.5—1 $м^3/ч$, развивающими давление до 50—80 *атм*.

Насосы должны быть оборудованы обратным сбросом, обеспечивающим регулирование расхода битума при нагнетании.

4.29. Нагнетание битума в скважину необходимо начинать только после того, как цементный раствор, закрепляющий инъектор в скважине, приобретает прочность 15—20 $кг/см^2$

4.30. Битумизационные скважины оборудуют электронагревателями, конструкция которых устанавливается проектом.

4.31. Температура битума в котле и скважине поддерживается на заданном уровне путем подогрева битума. При снижении давления в скважине электропрогреватель инъектора выключается (но не ранее чем через 30 *мин* с начала прогрева); в случае повторного подъема давления в скважине электропрогреватель вновь включается.

4.32. Для предотвращения потерь битума, растекания и выноса его напорными водами на далекое расстояние от скважины нагнетание битума следует производить в несколько приемов (циклов) с перерывами, обеспечива-

ющими остывание битума до температуры, резко снижающей его подвижность.

4.33. Первый цикл нагнетания производится при давлении не выше 2—3 *ати*.

Перед повторными циклами битум, заполняющий скважину, разогревается в течение 1—2 *ч*.

При большом сопротивлении остывшего в скважине и породе битума давление нагнетания может быть повышено до предельно допустимого. После ликвидации «пробки» давление вновь должно быть снижено.

Перерывы в нагнетании битума делаются:

а) при отсутствии подъема давления в течение 2—3 *ч* с начала нагнетания;

б) в случае резкого снижения давления;

в) при прорыве битума на поверхность или в соседние скважины.

4.34. Процесс нагнетания в каждую скважину считается законченным:

а) при отказе в поглощении битума при повторных циклах нагнетания;

б) при отсутствии существенного снижения давления после прорыва битумных пробок (см. п. 4.33);

в) при невозможности ликвидации прорыва битума на поверхность;

г) при обнаруженных деформациях грунта.

4.35. Приемка работ по горячей битумизации и контроль их качества регламентируются указаниями проекта и пп. 4.18—4.20 настоящего раздела.

5. ИСКУССТВЕННОЕ ЗАМОРАЖИВАНИЕ ГРУНТОВ

5.1. Искусственное замораживание грунтов производится охлажденным рассолом, циркулирующим в установленных в грунте замораживающих колонках.

5.2. Искусственным замораживанием должно быть достигнуто закрепление неустойчивых водоносных грунтов для создания прочного и водонепроницаемого замкнутого контура на время производства работ по устройству подземного сооружения.

5.3. Материалы инженерно-геологических изысканий для объектов, на которых проектируется искусственное замораживание грунтов, должны содержать:

а) физико-механические и теплофизические характеристики грунтов (объемный вес, пористость, влажность, коэффициент фильтрации и коэффициент теплопроводности в талом и мерзлом состоянии);

б) данные о естественной температуре, засоленности, скорости и направлении фильтрации грунтовых вод;

в) данные о наличии напорных горизонтов грунтовых вод и взаимной их гидравлической связи, а также связи их с открытыми водоемами.

5.4. Установка замораживающих колонок в песчаные и глинистые грунты производится гидравлическим способом (при глубине погружения до 20 *м*) при отсутствии вблизи места погружения сооружений или в заранее пробуренные скважины.

5.5. Подземные коммуникации, находящиеся в зоне замораживающих скважин, подлежат перекладке или теплоизоляции.

5.6. При интенсивном городском движении, а также при наличии больших зданий и значительного числа подземных сооружений над местом замораживания установку замораживающих колонок допускается производить из специально пройденных для этой цели штолен или траншей, перекрытых помостом.

Размер и конструкция штолен устанавливаются проектом.

5.7. При установке замораживающих колонок из штолен допускается их веерное расположение.

5.8. Допускается сочетание вертикальных колонок с наклонными.

5.9. Для закрепления коротких участков в неустойчивых водоносных грунтах допускается горизонтальная установка колонок из готовой выработки.

5.10. Замораживающие колонки должны быть заглублены ниже водоносных грунтов в водоупорный грунт на величину согласно проекту. При отсутствии водоупорных грунтов должно быть заморожено дно земляной выработки.

5.11. В процессе замораживания одного или нескольких водоносных слоев грунтов, заключенных между глинистыми прослойками, должен быть обеспечен свободный выход (подъем) грунтовых вод через разгрузочную скважину (трубу), закладываемую на глубину не менее 1 *м* в водоносный слой.

Труба в пределах водоносного слоя должна быть перфорированной.

5.12. Для наблюдений за процессом замораживания в проекте предусматривается устройство контрольных скважин:

а) гидравлических — не менее двух (по одной вне и внутри замораживаемого контура). При наличии нескольких водоносных горизонтов гидрогеологические скважины предусматриваются на каждом горизонте;

б) термометрических — оборудованных заленивленными термометрами или термометрами сопротивления.

5.13. Искусственное водопонижение вблизи замораживаемого участка без особой санкции проектной организации запрещается.

Требования к конструкции и монтажу замораживающих колонок

5.14. Замораживающая колонка должна изготовляться по специальному или типовому чертежу и конструктивно выполняться из двух труб: внешней — замораживающей и внутренней — питающей.

5.15. Для замораживающих труб колонок должны применяться насосно-компрессионные трубы по ГОСТ 633—50 или бесшовные стальные трубы по ГОСТ 8732—58 и 8734—58.

5.16. Для питающих труб следует применять газовые трубы по ГОСТ 3262—55.

5.17. Нижний открытый конец питающей трубы не должен доходить до дна замораживающей трубы на 0,4—0,5 *м*, для чего к нему должен быть приварен стержень диаметром 10—12 *мм*.

5.18. Соединение труб производится на муфтах с уплотнением резьбы льном на сурике. При глубоких выработках муфты должны быть обварены по контуру с помощью электросварки с проверкой на плотность и прочность (см. п. 5.54).

Примечание. При замораживании нескальных грунтов для ограждения котлованов допускается соединение звеньев труб в стык на электросварке с помощью качественных электродов.

5.19. В головке замораживающей колонки должен быть предусмотрен штуцер для установки термометра.

5.20. Погружение замораживающих колонок гидравлическим способом (подмывом) должно производиться с крана или вышки, оборудованных специальными направляющими устройствами.

5.21. Для бурения скважин под замораживающие колонки могут применяться установки ударного, вращательного, турбинного и комбинированного способов бурения.

5.22. Наклонные скважины следует бурить преимущественно станками вращательного бурения.

5.23. Вертикальные скважины глубиной более 75 *м*, в особенности в скальных грунтах, необходимо бурить турбинными или роторными установками.

Требования к холодильным установкам

5.24. Для искусственного замораживания грунтов применяются аммиачные холодильные машины.

5.25. Следует отдавать предпочтение оросительным конденсаторам. Допускается применение кожухотрубных и элементных конденсаторов.

5.26. Сети хладагента должны быть выполнены из бесшовных стальных труб (см. п. 5.15).

5.27. На конденсаторах, испарителях, промежуточных сосудах и ресиверах устанавливаются предохранительные клапаны с выкидными трубами для хладагента.

5.28. Холодильная установка должна быть оснащена следующими контрольно-измерительными приборами:

а) мановакуумметрами по одному на нагнетательной и всасывающей линии каждого компрессора, а также на всех теплообменных аппаратах (конденсаторах, испарителях, промежуточных сосудах и т. п.);

б) термометрами, устанавливаемыми на нагнетательной и всасывающей стороне компрессоров, на конденсаторах, на испарителях, перед регулирующими вентилями, а также на линии подачи воды в конденсатор и линии ее отвода;

в) водомерами на линии подачи свежей воды на конденсатор;

г) дистанционными указателями уровня жидкого хладагента в испарителе и промежуточном сосуде;

д) дистанционными указателями уровня рассола в системе со звуковым сигналом, включающимся при падении уровня ниже установленной отметки.

5.29. Испарители, переохладители, отделители жидкости, промежуточные сосуды, а также трубопроводы хладагента с низкими температурами должны иметь теплоизоляцию.

5.30. Вид хладагента, используемого для зарядки системы, определяется проектом в зависимости от типа выбранных холодильных машин.

Для зарядки системы аммиачных холодильных машин используется аммиак по ГОСТ 6221—52. Для смазки холодильных машин должны применяться масла, удовлетворяющие ГОСТ 1707—51 и 5546—59.

Требования к наружной рассольной сети

5.31. Наружная рассольная сеть должна состоять из распределителя и коллектора. Для обеспечения достаточно равномерного питания замораживающих колонок рассольную сеть, как правило, следует выполнять по незамкнутому контуру.

5.32. Для рассольной сети рекомендуется применять стальные бесшовные трубы. Диаметр труб назначается проектом в соответствии с гидравлическими расчетами.

5.33. Соединения труб должны быть преимущественно фланцевыми. Допускается соединение на муфтах и на сварке.

5.34. Рассольная сеть должна иметь компенсаторы тепловых перемещений.

5.35. В начале прямой и в конце обратной линии рассольной сети должно быть установлено по одному термометру в специальных штуцерах.

5.36. Во всех высоких точках рассольной сети должны быть поставлены воздушные вентили или вантузы.

5.37. На распределителе и коллекторе должны быть предусмотрены штуцера, оборудованные пробковыми кранами. Количество штуцеров должно превышать на 10—15% количество замораживающих колонок.

5.38. Соединение замораживающих колонок с распределителем и коллектором выполняется с помощью гибких шлангов.

5.39. Для уменьшения обогрева рассола в наружной сети рассолопроводы, распределитель и коллектор должны быть теплоизолированы. Трубы, соединяющие замораживающие колонки с распределителем и коллектором, не должны иметь теплоизоляции.

5.40. Для размещения распределителя и коллектора устраивают специальные галереи, располагая их либо ниже поверхности земли (форшахты), либо на поверхности. Допускается расположение распределителя и коллектора на поверхности земли в специальных коробках. Размеры галереи должны обеспечивать возможность свободного прохода обслуживающего персонала.

5.41. Вид и концентрация теплоносителя (рассола), применяющегося для заполнения сети, должны определяться проектом в зависимости от требуемой температуры охлаждения из условия, что температура замерзания теплоносителя была бы при вертикально трубных испарителях на 5°С, а при кожухотрубных на 8°С ниже рабочей температуры испарений.

5.42. При рабочей температуре не ниже минус 45°С заполнение системы производится раствором хлористого кальция в соответствии с ГОСТ 450—58.

Правила производства работ

Бурение скважин и установка в них замораживающих колонок

5.43. Разбивка осей скважин под замораживающие колонки производится от главных осей сооружения. Допускается отклонение от проекта ±2 *см*.

5.44. Диаметр скважины должен на 50 *мм* превышать диаметр муфты замораживающей колонки.

5.45. Бурение в нескальных грунтах следует производить с промывкой скважин глинистым раствором. В трещиноватых, кавернозных скальных породах и крупнопористых грунтах должны применяться растворы из бентонитовых глин либо вязкие глинистые растворы.

5.46. При бурении скважин должны быть установлены направляющие трубы (кондукторы), длина которых устанавливается проектом в зависимости от глубины скважины. Кондукторы должны устанавливаться под наблюдением геодезиста и надежно закрепляться в грунте.

5.47. В процессе бурения необходимо принимать меры для предупреждения отклонений скважин от проектного направления. Максимальные отклонения (допуски) не должны превышать:

а) при глубине скважины до 75 *м*—1% ее длины;

б) то же, более 75 *м* — 0,5% ее длины.

5.48. При большой глубине (более 75 *м*) скважины отклонения должны измеряться в процессе бурения, в остальных случаях—по окончании бурения.

5.49. Скважины под замораживающие колонки, пробуренные с отклонением от проектного направления больше допусков п. 5.47, могут считаться удовлетворяющими техническим условиям, если при фактическом поло-

жении смежных с ними также отклонившихся скважин могут быть обеспечены монолитность и проектная толщина льдогрунтовой стенки.

5.50. Бурение дополнительных замораживающих скважин должно учитываться проектом в количестве не более 10% общего их числа.

5.51. При бурении некоторых скважин в целях установления соответствия геологии строительной площадки данным геологических изысканий необходимо отбирать образцы грунта, а также отмечать отметки водоупорного грунта. Число таких скважин устанавливается в зависимости от сложности геологического строения.

5.52. Бурение скважин должно производиться на 0,2—0,3 *м* ниже проектной отметки башмака колонки с целью создания участка скважины для отстоя шлама.

5.53. По окончании бурения скважина должна быть очищена от возможных остатков грунта и в нее немедленно вслед за этим погружена замораживающая колонка. В скважинах, пробуренных с обсадными трубами, извлечение последних производится после опускания замораживающих колонок.

5.54. По мере опускания замораживающих колонок в скважину все соединения труб должны проверяться на прочность и плотность путем опрессовки гидростатическим давлением 25 *ати* в течение 5—10 *мин*. Падение давления в трубах (кроме обусловленного разницей температур), а также просачивание жидкости или появление «пота» на трубах не допускаются.

Примечание. При замораживании грунтов для отрывки котлованов в нескальных грунтах опрессовку допускается производить при давлении 10—15 *ати*.

5.55. При отрицательных температурах наружного воздуха опрессовку следует производить раствором хлористого кальция.

5.56. Помимо испытания гидростатическим давлением герметичность колонки необходимо проверять путем наблюдения за уровнем залитой в нее жидкости. Колонка считается герметичной, если за трехдневный срок уровень жидкости в ней изменяется не более чем на 2—3 *мм*.

5.57. Каждая пробуренная скважина и опущенная в нее замораживающая колонка должны быть приняты с составлением паспорта (приложение 6).

Монтаж замораживающей станции и рассольной сети

5.58. Монтаж компрессоров, теплообменных аппаратов и приборов замораживающей станции должен осуществляться в строгом соответствии с проектом и заводскими инструкциями.

5.59. В процессе монтажа каждый устанавливаемый аппарат станции должен проходить индивидуальное испытание гидростатическим или пневматическим давлением, указанным в паспорте.

5.60. При монтаже трубопроводов хладагента следует следить, чтобы нагнетательные линии имели уклоны 1—2% в сторону конденсатора, а всасывающие линии прокладывались с уклоном 0,5% в сторону испарителей.

5.61. Смонтированные трубопроводы хладагента до подключения их к аппаратам необходимо продуть воздухом для удаления окалины, песка и других посторонних предметов.

5.62. После окончания монтажа всей системы хладагента должно быть произведено ее испытание.

При аммиачных машинах испытание производится сжатым воздухом под давлением 12 *ати* для всасывающей стороны и 18 *ати* для нагнетательной. Монтаж системы хладагента считается законченным, если в течение 24 *ч* не происходит падение давления, кроме обусловленного разницей температур.

О результатах испытаний составляется акт.

5.63. Монтаж рассольной сети производится в соответствии со специальными чертежами проекта.

5.64. После соединения всех рассольных труб (коллекторов, распределителей, рассолопроводов) и установки на них предусмотренных проектом приборов и кранов рассольная сеть должна быть тщательно промыта водой, а затем испытана гидростатическим давлением, в 1,5 раза превышающим рабочее давление, но не меньшим чем 6 *ати*. Сеть считается пригодной для эксплуатации, если в течение 15 *мин* давление опрессовки не изменяется и при осмотре сети не обнаруживается течи в трубах и их соединениях.

5.65. Зарядку замораживающей станции хладагентом первоначально следует произвести на 90% расчетного его количества.

5.66. В процессе зарядки станции хладагентом необходимо вести дополнительную

проверку плотности соединения труб и установленной на них арматуры.

5.67. До заполнения рассольной сети теплоносителем из замораживающих колонок и наружных трубопроводов сети должна быть удалена вода, оставшаяся в них после гидравлического испытания.

При заполнении рассольной сети рассол пропускают через сетку с отверстиями 0,5—1 *мм*.

5.68. После зарядки системы хладагентом и рассолом должен быть произведен пробный пуск замораживающей станции и устранены все обнаруженные при этом дефекты.

Замораживание грунта

5.69. Эксплуатация замораживающей станции должна производиться в соответствии с правилами эксплуатации холодильных установок.

5.70. Все замораживающие колонки, если порядок их включения в работу не оговорен особо проектом, должны вводиться в эксплуатацию одновременно (параллельно). Включение колонок в работу группами допускается только при соответствующем обосновании такой необходимости. В последнем случае рекомендуется в первую очередь вводить в действие смежные колонки, имеющие наибольшие отклонения в разные стороны, с целью получения на участках их расположения более интенсивного промораживания грунта.

5.71. Во избежание перенапряжений металла температуру циркулирующего рассола следует постепенно снижать в течение первых суток работы станции до минус 5°С.

5.72. В течение всего периода активного замораживания грунта от начала процесса замораживания до момента образования замкнутого контура льдогрунтовой стенки проектных размеров работа замораживающей станции и подача рассола в замораживающие колонки должны производиться непрерывно.

5.73. После создания льдогрунтовой стенки проектных размеров работа замораживающей станции должна обеспечивать только замороженное состояние грунтов при заданных температурах охлаждения и осуществляться по специальному режиму или при уменьшенном количестве находящихся в работе компрессоров. Указанный режим и количество рабочих компрессоров для этого периода устанавливаются проектом и должны корректироваться в процессе производства работ по данным наблюдений за температурами в термометрических скважинах.

5.74. В процессе образования льдогрунтовой стенки в специальном журнале (приложение 7) должны фиксироваться через каждые 2 *ч* основные показатели работы замораживающей станции по установленным на ней контрольным приборам.

5.75. При эксплуатации замораживающих колонок должен быть установлен строгий контроль их питания рассолом, осуществляемый измерением температуры циркулирующего в них рассола, а также визуально по инею на соединительных трубах. При правильной работе колонки температура выходящего из нее рассола не должна отличаться более чем на 2—3° от температуры обратного рассола, измеренной в коллекторе, а иней на соединительных трубках должен иметь белый цвет и быть плотным. Отсутствие этих признаков будет свидетельствовать о недостаточном питании колонки рассолом и о необходимости ее ремонта или чистки.

5.76. Температура обратного рассола, выходящего из замораживающей колонки, а также температура рассола в распределителе и коллекторе должна ежедневно записываться в специальном журнале (приложение 8). В этом же журнале должны записываться показания дифференциального манометра, установленного на рассольной сети.

5.77. Контроль питания колонок рассолом можно производить с помощью водомеров или расходомеров, присоединямых к соединительным трубкам колонок на время производства измерений. Установка на колонках стационарных скоростных водомеров запрещается.

5.78. Кроме перечисленных выше наблюдений необходимо производить регулярные наблюдения за температурами охлаждения грунта по термометрическим скважинам. Отсчеты температур в этих скважинах должны проводиться один раз в сутки, а результаты их записываются в специальном журнале.

5.79. Момент достижения льдогрунтовой стенкой проектных размеров и сплошности должен устанавливаться по следующему комплексу данных:

а) наличие отрицательной температуры на разных глубинах во всех термометрических скважинах, расположенных в пределах льдогрунтовой стенки;

б) подъем воды в гидравлических скважинах;

в) достижение наинизшей проектной температуры рассола;

г) правильная работа всех замораживающих колонок.

Производство земляных работ

5.80. Производство строительных работ в пределах, ограниченных льдогрунтовой стенкой, разрешается после составления акта о приемке стенки.

5.81. Разработка грунтов под защитой льдогрунтовой стенки производится в соответствии с проектом и правилами глав III-Б.1, III-Б.2, III-Б.3, III-Б.4. Применение гидромеханизированных и буровзрывных работ разрешается при соблюдении мероприятий, гарантирующих сохранность при этом льдогрунтовой стенки.

Для взрывов замороженного грунта следует применять взрывчатые вещества, не чувствительные к низким температурам.

5.82. Выемка грунта из земляной выработки при положительных температурах воздуха производится с защитой замороженной стенки от действия атмосферных осадков и солнечных лучей при строгом контроле за состоянием льдогрунтовой стенки и своевременной корректировке режима работы замораживающей станции с целью сохранения размеров стенки и ее температуры.

5.83. При обнаружении в процессе выемки грунта замораживающих колонок, отклонившихся внутрь земляной выработки, их необходимо отключить от распределителя и коллектора, удалить из них рассол и затем срезать часть, выступающую внутрь выработки.

Оттаивание замороженного грунта

5.84. Оттаивание замороженного грунта разрешается осуществлять естественным или искусственным путем.

5.85. Искусственное оттаивание замороженного грунта должно производиться только при соответствующем указании в проекте и разрешается не ранее полного окончания всех строительных работ в пределах льдогрунтовой стенки.

5.86. Искусственное оттаивание должно осуществляться путем циркуляции в колонках теплоносителя, нагретого до +50 —70°С.

5.87. Извлечение замораживающих колонок должно производиться лишь после окончания всех работ, выполнение которых проектом было намечено произвести под защитой льдогрунтовой стены. Скважины после извлечения из них замораживающих колонок должны быть затампонированы.

Примечание. В случае невозможности извлечения замораживающей трубы из скважины она заполняется цементным или глинистым раствором с песком

Приемка работ

5.88. Приемка работ по искусственному замораживанию грунтов производится в два этапа:

а) промежуточная приемка (приемка монтажных работ);

б) окончательная приемка.

5.89. При промежуточной приемке должны быть установлены:

а) правильность расположения замораживающих колонок и необходимость устройства дополнительных;

б) готовность всей замораживающей системы (станция и сеть) к пуску по материалам исполнительной технической документации и осмотров работ на месте.

5.90. Окончательная приемка устанавливает соответствие льдогрунтовой стенки проектным размерам и температурам на основании следующих данных:

а) журналов работ замораживающей станции и рассольной сети;

б) измерений уровня грунтовых вод в гидравлических скважинах;

в) измерений температур грунта в термометрических скважинах;

г) результатов опытной откачки;

д) контрольной проверки температур льдогрунтовой стенки.

При окончательной приемке должен быть уточнен режим работы замораживающей станции и рассольной системы для поддержания проектных размеров и температуры льдогрунтовой стенки до окончания всех строительных работ, производимых под защитой стенки.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Журнал

работ по двухрастворной силикатизации песков

Наименование строительной организации . . . . . .
Объект строительства . . . . . .

Забивка инъекторов					Нагнетание жидкого стекла								Примечание
дата	смена	№ скважины	№ заходки	продолжительность в *мин*	дата	время нагнетания: начало *ч—мин*	конец *ч—мин*	продолжительность в *мин*	количество раствора: бачков	количество раствора: *л*	давление в *ати*	температура раствора в *град*	

Забивка инъекторов					Нагнетание хлористого кальция								Примечание
дата	смена	№ скважины	№ заходки	продолжительность в *мин*	дата	время нагнетания: начало *ч—мин*	конец *ч—мин*	продолжительность в *мин*	количество раствора: бачков	количество раствора: *л*	давление в *ати*	температура раствора в *град*	

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Журнал

работ по однорастворной силикатизации грунтов, плывунов и лессов

Наименование строительной организации . . . . . .
Объект строительства . . . . . .

Забивка инъекторов					Нагнетание жидкого стекла								время гелеобразования в *ч*	Примечание
дата	смена	№ скважины	№ заходки	продолжительность в *мин*	дата	время нагнетания: начало *ч—мин*	конец *ч—мин*	продолжительность в *мин*	количество раствора: бачков	количество раствора: *л*	давление в *ати*	температура раствора в *град*		

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Журнал

работ по смолизации песков

Наименование строительной организации . . . . . .
Объект строительства . . . . . .

Забивка инъекторов					Нагнетание раствора смолы									
дата	смена	№ скважины	№ заходки	продолжительность в *мин*	дата	время нагнетания: начало *ч—мин*	конец *ч—мин*	продолжительность в *мин*	количество раствора: бачков	*л*	давление в *ати*	температура раствора в *град*	время гелеобразования в *ч*	Примечание

Подписи

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Журнал

работ по термической обработке скважин

Строительная организация . . . . . .
Объект строительства . . . . . .
Скважина № . . . . . .
Отметка устья (по высоте) . . . . . .
Диаметр . . . . . .
Глубина . . . . . .
Дата и время начала обжига . . . . . .
Дата и время окончания обжига . . . . . .
Продолжительность обжига (в *ч*) . . . . . .
Наименование и характеристика горючего . . . . . .
Расход горючего (в *кг* или *м*³) . . . . . .
Наименование и тип воздухонагнетательного оборудования . . . . . .

Подписи:

Нач. участка

Нач. смены

Продолжение приложения 4

Дата	Давление в *ати*			Температура в скважине в *град*	Расход топлива и воздуха по контрольным замерам в *кг* или *м³*			Часы замеров	Общая продолжительность обжига в *ч*	Температура в контрольных точках в *град*	Примечание
	на воздухосборнике	в газо- или топливосборнике	в скважине		за 1 *ч*	за время контроля	итого с начала разжигания				

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Журнал

работ по цементации грунтов

Наименование строительной организации . . . . . .

Объект строительства . . . . . .

Характеристика применяемого оборудования

1. Система насосной установки . . . . . .
2. Конструкция инъектора, трубы-кондуктора и др . . . . . .
3. Конструкции смесительной установки . . . . . .
4. Способ замера расхода раствора . . . . . .

Подписи:

Продолжение приложения 5

№ скважины	Диаметр скважины	Время производства цементации		Продолжительность цементации		Консистенция раствора по объему (*В/Ц*)	Консистенция по удельному весу (по ареометру)	Показания манометра в *ати*	Полное давление в *м вод. ст.*	Расход раствора в *л*	Расход цемента в *кг*	Выдерживание скважины под давлением				Примечание
		дата	*ч—мин*	*ч*	*мин*							продолжительность в *ч*	принятое давление в *ати*	расход воды в *л*	удельное в допоглощение в *л/мин*	

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Строительная организация . . . . . Объект строительства . . . . . .

Паспорт скважины и замораживающей колонки № . . . . . .

I. Бурение

1. Бурение начато . . . . . .
2. Бурение закончено . . . . . .
3. Конструкция скважины . . . . . .
4. Абсолютная отметка устья скважины . . . . . .
5. Глубина скважины от устья: проектная . . . . . фактическая . . . . . .
6. Азимут отклонения скважины . . . . . .
7. Величина отклонения в вертикальной плоскости . . . . . .
8. Разрешается опустить колонку . . . . . (да или нет) . . . . . .

Начальник смены (фамилия, имя и отчество)

. . . . . .

II. Опускание замораживающей колонки и ее испытание

Дата	Название звена колонки	Размеры звена		Способ соединения стыков	Испытания стыков		Примечание (течи, меры их устранения и пр.)
		длина в *м*	диаметр в *мм*		давление в *ати*	продолжительность в *мин*	

Длина замораживающей колонки от устья скважины . . . . . .

Сварку производил сварщик . . . . . (фамилия, имя и отчество)

Испытание производилось в присутствии (должность, фамилия, имя и отчество) . . . . . .

III. Наблюдения за уровнем $\frac{\textit{воды}}{\textit{рассола}}$ *в колонке*

1. Расстояние поверхности жидкости от устья колонки: . . . . . .
   а) начальное на . . . . . (дата) . . . . . *мм*
   б) конечное на . . . . . (дата) . . . . . *мм*
2. Заключение о результатах наблюдений . . . . . .

Геодезист . . . . . (фамилия, имя и отчество)

Продолжение приложения 6

IV. Опускание питательных труб

Дата	Длина звеньев труб	Диаметр	Примечание

Нижний конец трубы не доведен до башмака колонки . . . . . *м*

Общая длина питательной трубы . . . . . *м*

Монтаж питательной трубы производила бригада слесарей . . . . . .

. . . . . (фамилия, имя и отчество бригадира)

Начальник смены . . . . . (подпись)

Механик . . . . . (подпись)

Проверил нач. участка . . . . . (подпись)

Контрольные измерения производил геодезист . . . . . (подпись)

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Журнал работы замораживающей станции

Дата	Часы	№ компрессора	Давление аммиака		Температура										Показания рассоломера	Показания водомера	Уровень рассола в испарителе	Электроэнергия			Простой агрегатов		Подпись дежурного машиниста	Примечание (распоряжения, замечания по работе и т. п.)
			нагнетание	всасывание	аммиака					рассола		воды		воздуха											
					нагнетания	всасывания	конденсации	испарения	перед регулирующим вентилем	в сеть	из сети	поступающей	отходящей	наружного	в станции				сила тока	напряжение	квт-ч	время простоя	причины		

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Журнал работы замораживающих колонок

| Дата | Часы | Температура обратного рассола в колонках № | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Общие положения	3
2. Силикатизация и смолизация грунтов	—
Требования к материалам	4
Требования к оборудованию	5
Правила производства работ	—
Контроль качества и приемка работ	6
3. Термическое закрепление лессовых грунтов	7
Требования к проектированию	—
Требования к оборудованию и материалам	8
Правила производства работ	9
Контроль качества и приемка работ	10
4. Цементация трещиноватых и кавернозных скальных пород и гравелистых грунтов	—
Требования к материалам и оборудованию	11
Правила производства работ	—
Контроль качества и приемка работ	12
Горячая битумизация	—
5. Искусственное замораживание грунтов	13
Требования к конструкции и монтажу замораживающих колонок	14
Требования к холодильным установкам	—
Требования к наружной рассольной сети	15
Правила производства работ	—
Бурение скважин и установка в них замораживающих колонок	—
Монтаж замораживающей станции и рассольной сети	16
Замораживание грунта	17
Производство земляных работ	18
Оттаивание замороженного грунта	—
Приемка работ	—
Приложения	19
1. Журнал работ по двухрастворной силикатизации песков	—
2. Журнал работ по однорастворной силикатизации грунтов, плывунов и лессов	—
3. Журнал работ по смолизации песков	20
4. Журнал термической обработки скважин	—
5. Журнал цементации грунтов	21
6. Паспорт скважины и замораживающей колонки №	22
7. Журнал работы замораживающей станции	23
8. Журнал работы замораживающих колонок	—

Госстройиздат
Москва, Третьяковский проезд, д. 1

* * *

Редактор издательства *Г. Д. Климова*
Технический редактор *З. С. Мочалина*

Сдано в набор 15/III 1963 г. Подписано к печати 17/V 1963 г.
Бумага 84×108$^{1}/_{16}$=0,75 бум. л.—2,46 усл. печ. л. (2,3 уч.-изд. л.)
Тираж 65000 экз. Изд. № XII—7768. Зак. 289 Цена 12 коп.

Типография № 4 Госстройиздата, г. Подольск, ул. Кирова, д 25.

gost.e-ecolog.ru