МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

ИНСТРУКЦИЯ

ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ПРОИЗВОДСТВУ РАБОТ ПО ИСКУССТВЕННОМУ ЗАМОРАЖИВАНИЮ ГРУНТОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МЕТРОПОЛИТЕНОВ И ТОННЕЛЕЙ

ВСН 189-78

МИНТРАНССТРОЙ

МОСКВА 1978

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

ИНСТРУКЦИЯ
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И ПРОИЗВОДСТВУ РАБОТ ПО ИСКУССТВЕННОМУ ЗАМОРАЖИВАНИЮ ГРУНТОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МЕТРОПОЛИТЕНОВ И ТОННЕЛЕЙ

ВСН 189-78
Минтрансстрой

Утверждена
приказом Главного технического управления
10 мая 1978 г.

Согласована Госстроем СССР
5 мая 1978 г. № 1-1671

МОСКВА 1978

УДК 624.191.53(083.75)

Ответственный за выпуск ДОРМАН Я. А.

© Центральный институт совершенствования технологии строительства, нормативных исследований и научно-технической информации в транспортном строительстве «Оргтрансстрой», 1978

ПРЕДИСЛОВИЕ

Планом развития городского транспорта предусматривается строительство новых и продолжение существующих линий метрополитена в крупных городах СССР.

Сложные инженерно-геологические и гидрогеологические условия строительства метрополитенов требуют применения специальных способов производства работ, в частности, искусственного замораживания грунтов. Этот способ как наиболее эффективный и надежный получил широкое распространение в метростроении. Действующие в настоящее время «Технические условия на производство работ по искусственному замораживанию грунтов при строительстве метрополитенов и тоннелей» (ТУ-Т11-56, Минтрансстрой), разработанные в 1956 году, не полностью отвечают современным требованиям проектирования и производства работ, по замораживанию грунтов.

В соответствии с приказом № 240 Минтрансстроя от 2 декабря 1976 года по теме ТМ-Х-4-77, раздел I, Всесоюзным научно-исследовательским институтом транспортного строительства (ЦНИИСом), Управлением № 157 Главтоннельметростроя, Государственным проектно-изыскательским институтом «Метрогипротранс» разработана «Инструкция по проектированию и производству работ по искусственному замораживанию грунтов при строительстве метрополитенов и тоннелей» (взамен ТУ-Т11-56 Минтрансстроя).

Инструкция разработана в развитие СНиП-III-9-74, раздел 6 «Искусственное замораживание грунтов», и содержит практические рекомендации по изысканиям, проектированию, расчету и производству работ по искусственному замораживанию грунтов при строительстве метрополитенов и тоннелей, а также приемке работ и технике безопасности.

Включение в «Инструкцию» новых технических средств замораживания грунтов, рекомендации по совершенствованию технологии производства работ, уточнению ряда параметров замораживания грунтов, будет способствовать высокой технико-экономической эффективности способа.

«Инструкция» составлена доктором технических наук, профессором Я. А. Дорманом (руководитель работы), инженером

С. А. Зукакянцем, инженером С. А. Вассерманом, инженером Е. А. Василенко, инженером Б. А. Карасевым, кандидатом технических наук В. А. Квашниным, инженером Д. Г. Максимовичем, инженером М. Х. Пржедецким, инженером В. Я. Цодиковым при участии кандидата технических наук С. Н. Власова, инженера П. А. Васюкова, кандидата технических наук Ю. А. Кошелева.

Дополнительно в работе участвовали: ст. техник Л. С. Бычкова, инженер А. А. Копылова, инженер Е. Ю. Пафунин, инженер Г. О. Смирнова.

В уточнении отдельных вопросов участвовали инженер А. А. Агаев, инженер В. Я. Гацко, инженер П. С. Исаев, инженер В. В. Киселев, инженер К. И. Сахиниди, инженер М. М. Синичкин.

Замечания и предложения по «Инструкции» просьба направлять по адресу: 129329, Москва, Игарский пр., 2, Всесоюзный научно-исследовательский институт транспортного строительства (ЦНИИС).

Зам. директора института, канд. техн. наук Г. Д. ХАСХАЧИХ

Руководитель отделения тоннелей и метрополитенов, канд. техн. наук В. П. САМОЙЛОВ

	Ведомственные строительные нормы	ВСН 189-78 Минтрансстрой СССР
Министерство транспортного строительства (Минтрансстрой)	Инструкция по проектированию и производству работ по искусственному замораживанию грунтов при строительстве метрополитенов и тоннелей	Взамен «Технических условий на производство работ по искусственному замораживанию грунтов при строительстве метрополитенов и тоннелей» (ТУ-Т11-56 Минтрансстрой)

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Требования настоящей Инструкции должны выполняться при проектировании и производстве работ по искусственному замораживанию грунтов при строительстве метрополитенов и других тоннелей, а также может быть использована при строительстве подземных сооружений в водонасыщенных неустойчивых грунтах.

1.2. Работы по замораживанию грунтов должны производиться в соответствии с требованиями главы СНиП III-9-74 (раздел 6) «Искусственное замораживание грунтов» настоящей Инструкции, инструкций и указаний на отдельные виды тоннельных и строительно-монтажных работ, правил противопожарной охраны, а также главы СНиП III-А.11-70 и изданных в его развитие правил по технике безопасности.

1.3. Искусственное замораживание грунтов следует применять в сложных гидрогеологических условиях (водонасыщенных песках, супесях, плывунах и т. п.) в целях создания временного укрепления водонасыщенных грунтов в виде прочного и водонепроницаемого ледогрунтового ограждения замкнутого контура при строительстве подземных сооружений.

Искусственное замораживание может применяться и в устойчивых водоносных грунтах при притоке воды свыше 50 м³/ч, если эти грунты подстилают неустойчивые водоносные грунты.

Внесены Всесоюзным научно-исследовательским институтом транспортного строительства (ЦНИИС)	Утверждены Главным техническим управлением Министерства транспортного строительства СССР 10 мая 1978 г. Приказ № 21	Срок введения в действие—1 октября 1978 г.

1.4. Искусственное замораживание грунтов должно обеспечивать:

водонепроницаемость и прочность ледогрунтового ограждения, способного воспринять на себя полное горное и гидростатическое давление;

соблюдение проектного направления и габаритов выработок;

сохранность прилегающих к выработкам наземных и подземных сооружений;

максимальную скорость строительства в конкретных инженерно-геологических условиях.

1.5. При замораживании грунтов должна быть обеспечена полная защита выработок от поступления грунтовых вод как по контуру, так и со стороны забоя. Для этого ледогрунтовое ограждение должно быть заглублено в водоупор. При отсутствии под водоносной толщей водоупора или недостаточной его мощности должно быть создано искусственное днище из замороженного грунта.

1.6. Замораживание грунтов может выполняться с применением холодильных машин с использованием в качестве хладоагента преимущественно аммиака. При соответствующем технико-экономическом обосновании допускается использовать фреон и жидкий азот.

Настоящей инструкцией предусматривается применение холодильных установок с использованием в качестве хладоагента преимущественно аммиака.

1.7. Работы по искусственному замораживанию грунтов допускается производить только по проекту замораживания грунтов, увязанному с проектом организации строительства основного сооружения.

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

1.8. При использовании типовые проекты должны быть привязаны проектной организацией к местным условиям.

1.9. В проекте производства работ по замораживанию грунтов должны быть учтены расположение подземных коммуникаций (водопровода, канализации, теплосети, кабельной сети, телефона, газа и др.) и состояние зданий и сооружений, расположенных в зоне замораживания грунтов, для предотвращения их повреждения.

1.10. За осадкой или подъемом фундаментов зданий и сооружений, существующих и возводимых на закрепленных

(замороженных) грунтах, должно быть установлено наблюдение как в процессе постройки, так и после сдачи их в эксплуатацию, до полного оттаивания замороженных грунтов.

1.11. В процессе выполнения работ по замораживанию грунтов должна составляться техническая документация согласно требованиям настоящей Инструкции.

1.12. По завершении отдельных этапов работ и по окончании замораживания грунтов в целом производится приемка выполненных работ.

2. ПРОЕКТНЫЕ РАБОТЫ

2.1. Проект искусственного замораживания должен быть составлен на основании материалов инженерно-геологических изысканий, выполненных в соответствии с действующей «Инструкцией по инженерно-геологическим изысканиям для проектирования и строительства метрополитенов, горных железнодорожных и автодорожных тоннелей» $\frac{\text{ВСН 189-78}}{\text{Минтрансстрой}}$.

2.2. Проект искусственного замораживания грунтов должен быть увязан с проектом производства основных работ.

2.3. Технический проект и рабочие чертежи по замораживанию грунтов должны разрабатываться в объемах, предусмотренных в соответствии с эталонами Метрогипротранса, утвержденными Министерством транспортного строительства.

2.4. Величина заглубления замораживающих колонок в водоупор, определяемая проектом, должна быть достаточной для восприятия полного гидростатического давления при вскрытии водоупора выработкой под данное сооружение.

2.5. Подземные коммуникации, расположенные в расчетной зоне замораживания, подлежат перекладке или теплоизоляции.

2.6. При интенсивном городском движении, а также при наличии больших зданий и значительного числа подземных сооружений, препятствующих осуществлению работ с поверхности, замораживающие колонки можно устанавливать в специально пройденных для этой цели выработках (штольнях, траншеях, камерах). Размер и конструкции выработок устанавливаются с учетом условий монтажа и эксплуатации замораживающих колонок.

2.7. При замораживании больших массивов и значительном количестве подземных коммуникаций разрешается комбинированное расположение замораживающих колонок (сочетание наклонных с вертикальными).

При расположении колонок в непосредственной близости от коммуникаций для предотвращения их замерзания предусматриваются мероприятия по п. 2.5 или осуществляется зональное замораживание.

2.8. При замораживании грунтов непосредственно из забоя выработок или штолен и камер допускается веерное расположение замораживающих колонок.

2.9. Конструкция замораживающих скважин определяется проектом в зависимости от геологических и гидрогеологических условий пересекаемых грунтов, способа и глубины бурения, направления скважин и наличия поглощающих грунтов.

2.10. При двух пластах поглощающих пород, над каждым из которых залегают неустойчивые грунты, применяют замораживающие скважины с двумя колоннами обсадных труб, а при одном слое—с одной колонной. При отсутствии поглощающих пород применяются замораживающие скважины простейшей конструкции.

2.11. Рекомендуемый диаметр направляющей трубы (кондуктора) при замораживающей колонке диаметром 100/114 мм:

при бурении скважин без обсадки—150—200 мм;

при бурении скважин с одной колонной обсадных труб—200—250 мм;

при бурении скважин с двумя колоннами обсадных труб 250—300 мм.

2.12. Направляющая труба (кондукгор) при вращательном способе бурения должна иметь длину не менее 4 м, для вертикальных скважин—не менее 3 м.

2.13. Замораживающая колонка должна состоять из замораживающей трубы, оголовника, питающей трубы и башмака. Трубы должны применяться согласно п. 2.76 настоящей Инструкции. Нижняя часть колонки должна быть выполнена в форме конуса длиной 15 см.

2.14. Устье замораживающей колонки должно быть снабжено головкой, которая может быть сборной, состоящей из нескольких частей, или литой. В головке должна быть вмонтирована гильза для термометра и трубки для присоединения питающей и отводящей труб.

2.15. Питающие и отводящие трубы замораживающих колонок должны присоединяться к штуцерам коллектора и распределителя посредством прорезиненных шлангов и газовых труб на муфтах.

2.16. Минимальная мощность h (в м) водоупорного слоя,

подстилающего замороженные водоносные грунты, определяется по формуле:

$$h = 0{,}3\frac{\gamma_в \cdot HD}{\gamma_г \frac{D}{4} + c}, \qquad (1)$$

где D—диаметр выработки, м;

H—давление столба воды на основание подошвы водоупора, м;

$\gamma_в$ —объемная масса воды, кг/м^3;

$\gamma_г$ —объемная масса грунта, кг/м^3;

c—коэффициент сцепления, кгс/м^2.

2.17. Ледогрунтовое днище образуется с помощью периферийных наклонных или дополнительных скважин в пределах контура выработки.

Для того чтобы избежать промораживания пород внутри выработки, рекомендуется при наличии специального оборудования выше проектируемого днища в пределах контура выработки применять зональное замораживание.

2.18. Толщину днища (подушки) h (в м) из замороженного грунта можно определять по формуле

$$h = \frac{G}{\pi D\, \sigma_{ср}}, \qquad (2)$$

где G—сила, стремящаяся срезать подушку, тс;

$\sigma_{ср}$—допускаемое напряжение на сдвиг мерзлого грунта, кгс/см^2 (приложение 1).

2.19. Количество центральных замораживающих скважин, необходимых для образования искусственного днища расчетной толщины, определяется по формуле

$$n = \frac{F_0}{f}, \qquad (3)$$

где F_0—площадь, подлежащая замораживанию центральными скважинами, м^2;

$f = \frac{\pi d^2}{4}$ —площадь ледогрунтового одиночного цилиндра м^2, а d—его диаметр.

2.20. Для расчета толщины ледогрунтового ограждения из замороженных грунтов определяют нагрузку на нее и строят эпюру давления грунтов.

Горизонтальное давление грунтов P (в тс/м^2) вычисляют по формулам:

$$P = \gamma_n \left(\frac{\gamma_1}{\gamma_n} h_1 + \frac{\gamma_2}{\gamma_n} h_2 + \ldots + \frac{\gamma_{n-1}}{\gamma_n} h_{n-1} + h_n \right) A_n, \qquad (4)$$

для однородных грунтов

$$P = \gamma H A_n, \qquad (5)$$

где $\gamma_1, \ldots, \gamma_n$—объемный вес отдельных слоев грунтов, тс/м³;

$h_1, \ldots, h_n$—толщина соответствующего слоя грунта, м;

$A_n = tc^2 \frac{90-\varphi}{2}$—коэффициент распора отдельных слоев грунта.

Коэффициент распора A_n для отдельных видов грунта имеет следующее значение: для мелкозернистых песков и плывунов, а также разжиженных грунтов $A_n = 0{,}757$; для гальки, щебня, гравия, песка $A_n = 0{,}526$; для наносов, слежавшихся грунтов, пластичных глин $A_n = 0{,}387$; для гипсов, бурых и неплотных каменных углей, глинистых сланцев $A_n = 0{,}164$; для плотных сланцев, средней плотности известняков и песчаников $A_n = 0{,}017$; для кварцевых пород, габбро $A_n = 0{,}004$; для плотных кварцитов, кремния, базальта $A_n = 0{,}0012$.

2.21. При определении давления несвязных грунтов, залегающих ниже уровня грунтовых вод, учитывают взвешивающее действие воды и в выражение (4) подставляют объемный вес взвешенных в воде частиц грунта, $\gamma_{вз}$ (в тс/м³), определяемый по формуле

$$\gamma_{вз} = (\gamma_0 - 1)(1 - 0{,}01m), \qquad (6)$$

где γ_0—удельный вес грунта, т/м³;

m—влажность грунта, %.

При этом к значению давления, вычисленному по формуле (4) и (5), прибавляется величина полного гидростатического давления.

2.22. Необходимая толщина E (в см) цилиндрического ледогрунтового ограждения ствола шахты круглого сечения глубиной до 100 м определяется по формуле Ляме—Годолина

$$E = R \left(\sqrt{\frac{\sigma_{доп}}{\sigma_{доп} - 2P}} - 1 \right). \qquad (7)$$

Толщина цилиндрического ледогрунтового ограждения шахты глубиной свыше 100 м может быть определена по формуле Домке

$$E = R \left[0{,}29 \frac{P}{\sigma_{сж}} + 2{,}3 \left(\frac{P}{\sigma_{сж}} \right)^2 \right], \qquad (8)$$

где R—радиус ствола в проходке, см;

P—максимальное давление на внешнюю поверхность цилиндра, передаваемое от окружающих грунтов, кгс/см²;

$\sigma_{сж}$—предел прочности замороженного грунта на сжатие, кгс/см^2;

$\sigma_{доп}$—допускаемое напряжение на сжатие для замороженного грунта, кгс/см^2;

$$\sigma_{доп} = \left(\frac{1}{3} \div \frac{1}{5}\right)\sigma_{сж}.$$

Значения пределов прочности на сжатие замороженных грунтов в зависимости от температуры приведены в приложении 2.

2.23. Толщину ледогрунтового ограждения котлованов определяют по методам расчета подпорных стен по формуле

$$E = 0{,}67\sqrt{\frac{P}{\gamma}}. \qquad (9)$$

2.24. При круглом сечении конструкции ледогрунтового ограждения диаметр D (в см) окружности, по которой располагаются центры замораживающих скважин, определяется по формуле

$$D = D_{пр} + 2 \cdot 0{,}6E, \qquad (10)$$

где $D_{пр}$—диаметр выработки в проходке, см;

0,6—установленный опытом коэффициент распространения замороженной зоны от оси замораживающих скважин к центру выработки.

2.25. При определении линии замораживающих скважин учитывают отклонение скважин от проектного направления при их бурении:

для вертикальных скважин—1% длины;

для наклонных скважин—2% длины.

Если замораживающие скважины пробурены с отклонением от заданного направления, превышающим допустимые, но в сочетании со смежными, также отклонившимися, обеспечивают замкнутый контур и необходимую проектную толщину ледогрунтового ограждения, то такие скважины должны считаться удовлетворяющими требованиям настоящей Инструкции.

При нарушении этого требования для устранения возможности прорыва водонасыщенных грунтов или воды в выработку следует пробурить дополнительные скважины.

2.26. Диаметр окружности D (в м), на которой располагают центры замораживающих скважин с учетом среднего отклонения скважин, определяется по формулам:

при наклонных скважинах

$$D = D_{пр} + 1{,}2E + 0{,}02L \qquad (11)$$

при вертикальных скважинах

$$D = D_{пр} + 1{,}2E + 0{,}01L, \qquad (12)$$

где L—длина скважины, м.

2.27. Число замораживающих скважин n (в шт.), располагаемых по окружности, определяется по формуле

$$n = \frac{\pi D}{a}. \qquad (13)$$

При расположении замораживающих скважин по прямолинейному контуру их число

$$n = \frac{l}{a}, \qquad (14)$$

где a—расстояние между замораживающими скважинами, м;

l—периметр контура, м.

2.28. Расстояние между замораживающими скважинами определяется проектом, но не должно быть менее:

для стволов шахт—1,2 м;

для эскалаторных тоннелей—1,1 м;

для выработок при создании сплошного замороженного массива:

по контуру—1,5 м;

внутри контура в ряду и между рядами скважин—3 м;

для открытых выработок (котлованов) с расположением скважин в 2 ряда:

по контуру котлована внутреннего ряда—1,25 м;

по контуру котлована внешнего ряда—1,5 м;

расстояние между рядами—3 м.

2.29. Для наблюдения за процессом замораживания должно быть предусмотрено бурение контрольных скважин:

гидрогеологических, оборудованных фильтром,—для наблюдения за колебаниями уровня грунтовых вод;

термометрических, оборудованных термометрами,—для измерения температур грунта.

2.30. Контрольных скважин должно быть:

гидрогеологических—не менее двух (располагаются внутри и вне замораживаемого контура);

термометрических—не менее 10% общего количества основных замораживающих скважин (располагаются между замораживающими колонками и внешней границей ледогрунтового ограждения).

2.31. При наличии нескольких водоносных горизонтов необходимо наблюдать за колебаниями горизонта грунтовых вод на каждом водоносном горизонте.

2.32. Диаметр и глубина гидрогеологических и термометрических наблюдательных скважин определяются проектом.

Гидрогеологические скважины должны входить в водонасыщенные грунты.

2.33. В процессе замораживания одного или нескольких водонасыщенных 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. Участок трубы в пределах водоносного слоя должен быть перфорированный.

2.34. Искусственное водопонижение вблизи замораживаемого участка, как правило, запрещается.

2.35. Потребное количество холода, необходимого для замораживания грунтов, должно рассчитываться в следующем порядке:

а) Определяются объемы грунта и грунтовой воды, подлежащие замораживанию:

общий объем замороженного грунта и грунтовой воды определяется по формулам

$$V_1 = Fh_1 \cdot V_2 = Fh_2;\ \ldots;\ V_n = Fh_n; \qquad (15)$$

объем воды, заключенный в отдельных слоях грунта, определяется по формулам

$$V_1' = V_1 \cdot m_1;\ V_2' = V_2 \cdot m_2;\ \ldots;\ V_n' = V_n \cdot m_n; \qquad (16)$$

объем твердых частиц грунта определяется по формулам

$$W_1 = V_1 - V_1';\ W_2 = V_2 - V_2';\ \ldots;\ W_n = V_n - V_n', \qquad (17)$$

где F—площадь сечения ледогрунтового ограждения, м^2;

h_i—толщина отдельных слоев, м;

m_i—удельное содержание воды в соответствующих слоях, %.

б) Определяется потребное количество холода:

количество холода q_1 (в ккал), необходимое для охлаждения воды, заключенной в замораживаемых грунтах, от естественной температуры t_1 до температуры замерзания воды t_0 по формуле

$$q_1 = V' \gamma_1 C_1 (t_0 - t_1), \qquad (18)$$

где V_1—объем воды, содержащейся в грунте, м^3;

γ_1—плотность воды (1000 кг/м^3);

C_1—удельная теплоемкость воды, ккал/кг °С;

количество холода на ледообразование (скрытая теплота) по формуле

$$q_2 = V' \gamma_1 C_2, \qquad (19)$$

где C_2—скрытая теплота плавления льда, 80 ккал/кг;

количество холода q_3 (в ккал), потребное для охлаждения льда от температуры t_0 до средней температуры замораживания t_2, по формуле

$$q_3 = V' \gamma_1 C_3 (t_2 - t_1), \qquad (20)$$

где C_3—удельная теплоемкость льда при средней температуре 0,54 ккал/кг °С;

количество холода q_4 (в ккал), потребное для охлаждения грунтов (твердых частиц) от начальной до конечной температуры, определяют по формуле

$$q_4 = W \gamma_2 C_4 (t_2 - t_1), \qquad (21)$$

где W—объем твердых частиц грунта, м³;

γ_2—плотность грунта, кг/м³;

C_4—теплоемкость твердых частиц грунтов, ккал/кг °С.

Общее количество холода Q (в ккал), потребное для замораживания расчетного объема грунта и грунтовой воды, определяется по формуле

$$Q = q_1 + q_2 + q_3 + q_4. \qquad (22)$$

2.36. Потери холода $Q_п$ (в ккал/ч) на охлаждение грунтов и грунтовой воды, примыкающих к ледогрунтовому ограждению, определяются по формуле

$$Q_п = F' q', \qquad (23)$$

где F'—наружная поверхность ледогрунтового ограждения с температурой 0°С, м²;

q'—среднее количество тепла, притекающего на 1 м² замороженной поверхности, имеющей температуру 0°С, в течение часа, равное 6 (ккал/м²·ч).

Величину q' можно определить по формуле

$$q' = \frac{1{,}13 t_1 \sqrt{\lambda C_г \gamma_г}}{\sqrt{\Delta T}}, \qquad (24)$$

где t_1—естественная температура грунта, °С;

λ—коэффициент теплопроводности (незамороженного) грунта, ккал/м·ч °С (приложение 3);

$C_г$—теплоемкость грунта, ккал/кг °С;

ΔT—промежуток времени между началом и концом замораживания, ч.

2.37. Количество холода $Q_н$ (в ккал/ч), передаваемого грунтам замораживающими трубами, или холодопроизводительность замораживающей станции (нетто), вычисляется по формуле

$$Q_н = S\,\alpha_н, \qquad (25)$$

где S—общая площадь внешних поверхностей замораживающих колонок, м²;

$\alpha_н$—коэффициент тепловосприятия от грунтов к наружной поверхности замораживающей колонки, ккал/м²·ч.

Коэффициент тепловосприятия замораживающей колонки зависит от температуры охлаждающего рассола, внешнего диаметра замораживающих колонок, коэффициентов теплоперехода теплопроводности замороженного грунта и диаметра ледогрунтового ограждения.

В практических расчетах значение коэффициента тепловосприятия замораживающей колонки $\alpha_н$ принимается при температуре рассола минус 20—25°С 200—250 ккал/м²·ч, при температуре минус 30—35°С—350—400 ккал/м²·ч.

2.38. Площадь боковых поверхностей S (в м²) замораживающих колонок определяется по формуле

$$S = \pi\, dnL, \qquad (26)$$

где d—внешний диаметр замораживающих колонок, м;

n—количество замораживающих колонок;

L—длина замораживающих колонок, м.

2.39. Холодопроизводительность замораживающей станции (брутто) $Q_{бр}$ (в ккал/ч) определяется по формуле

$$Q_{бр} = Q_н + Q_п + Q', \qquad (27)$$

где Q'—потери холода в рассольной сети и холодильной установке, которые можно принимать от 1 до 1,5% холодопроизводительности (нетто) замораживающей станции.

Потери холода в рассольной сети рассчитывают по общим формулам теплопередачи отдельно в рассолопроводах, распределителе, коллекторе, в соединительных и отводящих трубках.

2.40. Время T (в сутках), затраченное на замораживание грунтов, определяется по формуле

$$T = \frac{Q}{[Q_{бр} - (Q_п + Q')] \cdot 24}. \qquad (28)$$

2.41. Время T (в часах), необходимое для замораживания требуемого объема грунта (при расчетной толщине ледогрунтового ограждения) в зависимости от расстояния между сква-

жинами, теплофизических свойств грунтов, влажности, начальной и конечной температуры грунтов, диаметра замораживающих колонок, может быть определено также по формуле проф. Я. А. Дормана[1]

$$T = \frac{1{,}3aE\left[(1-m)\,\gamma_{\text{г}}C_{\text{г}}(t_2-t_1) + m\gamma_{\text{в}}(t_1+8D+0{,}54t_2)\right]}{\pi d\,\alpha_{\text{н}}} \qquad (29)$$

(обозначения те же, что и в предыдущих пунктах).

2.42. Для решения некоторых теплофизических задач можно применить расчеты по методу гидравлических аналогий (проф. В. С. Лукьянова), позволяющему выбрать выгоднейшие решения из различных вариантов. К числу таких задач относятся:

а) установление режима работы холодильной станции, необходимого для поддержания в проектном состоянии ледогрунтового ограждения во время сооружения объекта, и расчет температурного поля в период оттаивания грунтов;

б) расчеты температурных полей при схемах ступенчатого и зонального замораживания;

в) замораживание грунтов в условиях фильтрационного потока;

г) замораживание с предварительным нагнетанием холодной воды в грунты, обладающие высокой естественной температурой;

д) тепловые расчеты бетонной крепи, бетонируемой в замороженных грунтах с учетом влияния теплоты гидратации цемента температурного режима бетона и окружающих грунтов.

2.43. Прочность замораживающих грунтов зависит от температуры. Изменение температуры ледогрунтового ограждения по его толщине описывается логарифмической кривой: наибольшая температура будет у стенок замораживающей колонки и наименьшая (0°С)—у наружной границы ледогрунтового ограждения. Во всех расчетах принимают среднюю температуру.

Расчеты показывают, что средняя температура ледогрунтового ограждения составляет 30—40% температуры рассола, циркулирующего в замораживающих колонках. При температуре рассола минус 20°С средняя температура ледогрунтового ограждения минус 6—10°С.

---

[1] По материалам книги Я. А. Дормана «Искусственное замораживание грунтов при строительстве метрополитенов». Издательство «Транспорт», 1971.

2.44. Подбор мощности компрессоров и холодильного оборудования замораживающей станции производят по общим правилам холодильной техники, исходя из следующих параметров:

холодопроизводительность (брутто) замораживающей станции;

температура охлаждающего рассола.

Технические характеристики аммиачных и фреоновых компрессоров приведены в приложении 4.

2.45. Гидравлический расчет рассольной сети включает расчеты количества рассола, циркулирующего в различных участках сети, диаметра труб и выбора рассольного насоса.

Количество рассола $V_р$ (в м³/ч), проходящего через поперечное сечение магистральных труб в единицу времени (расход рассола) в период образования ледогрунтового ограждения (активное замораживание), определяют по формуле

$$V_р = \frac{Q_к}{\gamma \cdot C_р (t_1 - t_2)}, \qquad (30)$$

где $Q_к$—холодопроизводительность компрессоров, работающих на объекте в указанный период, ккал/ч;

γ—плотность раствора хлористого кальция заданной концентрации, кг/м³;

$C_р$—удельная теплоемкость раствора хлористого кальция при заданной температуре и концентрации, ккал/кг °С;

$t_1 - t_2$—средняя разность температур подаваемого и возвращающегося рассолов в рассолопроводах, принимаемая равной 2—3°С.

Примечание. Определение количества рассола $V_р$ в период пассивного замораживания определяется проектом.

2.46. Пределы скоростей движения рассола: в питающих трубах—0,6—1,5 м/с; в кольцевом пространстве замораживающей колонки—0,08—0,20 м/с; в магистральных трубопроводах (рассолопроводах, рассолораспределителе, коллекторе) рекомендуется принимать 1,0—1,5 м/с.

2.47. Напор ΣH_i (в м), развиваемый насосами для перекачки рассола, определяется по следующей формуле

$$\Sigma H_i = 1{,}2(H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5), \qquad (31)$$

где H_1—гидравлические сопротивления трения в системе рассолопроводов, м;

H_2—то же в замораживающих колонках, м;

H_3—сумма местных сопротивлений в сети рассолопроводов, м;

H_4—то же в замораживающих колонках, м;

H_5—геометрическая высота подачи рассола, м.

2.48. Гидравлические потери сопротивления трению $H_{тр}$ (в кг/см²) системы трубопроводов определяются по формуле Дарси—Вейсбаха

$$H_{тр} = \lambda_{тр} \frac{l}{d} \cdot \frac{\gamma v^2}{2g}, \qquad (32)$$

$$d = d_э = 4\frac{F}{П}, \qquad (33)$$

где l—длина трубопровода, м;

d—внутренний диаметр трубопровода, м;

$d_э$—эквивалентный гидравлический диаметр, м;

v—скорость движения рассола, м/с;

g—ускорение силы тяжести, равное 9,81 м/с²;

$\lambda_{тр}$—коэффициент гидравлического сопротивления трубопровода, учитывающий характер и физические свойства рассола;

γ—плотность раствора хлористого кальция, кг/м³;

F—внутренняя площадь сечения труб, м²;

$П$—внутренний периметр сечения труб, м.

2.49. Гидравлический коэффициент сопротивления $\lambda_{тр}$ турбулентного потока Re>3100 определяется по формуле

$$\lambda_{тр} = \frac{0{,}3164}{\sqrt[4]{\mathrm{Re}}}, \qquad (34)$$

где Re—коэффициент, равный $\frac{v d_n \gamma}{\eta g}$, в котором:

η—коэффициент вязкости рассола, кгс/м²;

d_n—гидравлический диаметр, м.

2.50. В случае ламинарного потока гидравлический коэффициент трения определяется по формуле

$$\lambda_{тр} = \frac{64}{\mathrm{Re}}. \qquad (35)$$

При Re<2320 движение жидкости в трубах считается ламинарным.

При 2320<Re<13000 движение жидкости является переходным от ламинарного к турбулентному. При Re>13000 имеет место турбулентное движение.

Режим движения рассола в рассольной системе перемен-

ный, а именно: ламинарный в кольцевом пространстве, турбулентный в рассольной сети и переходный в питающих трубах.

2.51. Мощность N (в кВт), расходуемая рассольным насосом, определяется по формуле

$$N = \frac{V\gamma H}{\eta_н \cdot 102 \cdot 3600}, \qquad (36)$$

$\eta_н$—коэффициент полезного действия насоса.

2.52. Тип рассольного насоса выбирается по количеству циркулирующего в сети рассола и необходимому напору для преодоления гидравлических сопротивлений в сети. Гидравлические потери принимаются по опытным данным или определяются по общепринятым формулам для расчета потерь в трубопроводах.

2.53. Замораживающая станция должна быть расположена возможно ближе к участку замораживания грунтов, на территории строительной площадки или вблизи нее.

2.54. Размеры замораживающей станции должны соответствовать расчетному количеству и типам холодильного оборудования.

2.55. Стены замораживающей станции должны быть из несгораемых материалов, а высота зданий должна быть не менее 4 м.

2.56. Аппаратное отделение может быть расположено как в здании станции, так и вне его.

Высота аппаратного отделения должна быть не менее 3 м.

2.57. Электропусковая аппаратура должна размещаться в здании замораживающей станции в отгороженной части.

2.58. Проект электротехнических устройств замораживающей станции должен соответствовать действующим правилам устройства электротехнических установок.

2.59. Здание замораживающей станции должно иметь два выхода. Двери и окна здания должны открываться наружу.

2.60. Электрическое освещение в здании станции должно обеспечивать освещенность не менее 60 люкс.

Рекомендуется для освещения иметь два независимых источника.

2.61. Кнопка аварийного отключения электрического привода компрессоров должна быть расположена вне здания на наружной стене, в непосредственной близости к выходу.

2.62. Здание станции должно иметь принудительную вытяжную вентиляцию.

2.63. При размещении холодильных машин необходимо выдержать следующие размеры проходов:

главный проход и проход между электросборками и выступающими частями не менее 1,5 м;

между выступающими частями машин не менее 1 м;

между гладкой стеной и машиной (или аппаратом)—не менее 0,8 м, если проход не является главным для обслуживания, и не менее 0,5 м (для мелких машин) при отсутствии прохода.

2.64. При установке горизонтальных компрессоров с ременной передачей цилиндры должны располагаться в сторону, противоположную двигателю.

2.65. Взаимное расположение основных частей холодильного оборудования должно обеспечивать наименьшую длину трубопроводов между ними.

2.66. В схеме трубопроводов должна быть предусмотрена возможность отсоса аммиака из любого аппарата (на случай утечки аммиака) через мосты переключений на всасывающих линиях.

2.67. Аммиак из холодильной установки должен выпускаться в воду через соответствующий смеситель, причем для поглощения 1 кг аммиака должно быть не менее 3 л воды.

2.68. Рассольная сеть должна быть запроектирована с наименьшим количеством соединений, стыков и фасонных частей.

Примечание. К рассольной сети относятся: рассолопроводы прямой и обратный, распределитель и коллектор, замораживающая колонка с питающей и обратной трубами.

2.69. Рассолопровод должен быть минимальной длины, при длине рассолопровода более 150 м должны быть предусмотрены компенсаторы. Количество и тип компенсаторов устанавливаются проектом.

2.70. Рассолопровод может укладываться как в траншее, так и на поверхности с соответствующей теплоизоляцией.

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

2.72. Распределительные и коллекторные трубопроводы должны быть размещены в форшахте или галерее.

В отдельных случаях допускается размещать эти трубопроводы на поверхности с устройством теплоизоляции.

2.73. Замораживающие колонки должны присоединяться к распределительному и коллекторному трубопроводам по схеме с попутным движением жидкости.

2.74. На коллекторных и распределительных трубопроводах в наиболее высоких точках должны устанавливаться воздухоспускные устройства.

2.75. При определении размеров форшахты необходимо

учитывать размещение распределительных коллекторов и трубопроводов, соединительных труб от замораживающих колонок и проходы для обслуживающего персонала. Форшахта должна быть надежно закреплена.

2.76. Трубы для рассольной сети и замораживающих колонок, питающих и отводящих рассол при замораживании грунтов, определяются проектом:

для рассолопроводов по ГОСТ 8734—75;

для распределителя и коллектора по ГОСТ 8734—75 или 10704—76;

для замораживающих колонок—насосно-компрессорные по ГОСТ 633—63 или бесшовные стальные по ГОСТ 8732—70, 8734—75;

питающие и отводящие—по ГОСТ 3262—75 или полиэтиленовые, для больших глубин—высокопрочные марки ТЭК.

2.77. После создания ледогрунтового ограждения проектных размеров работа замораживающей станции должна обеспечивать только поддержание грунта в замороженном состоянии при заданных температурах и осуществляться по специальному режиму или при уменьшении количества 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.

2.78. Рекомендуется при соответствующих условиях предусматривать также локальный, зональный, дифференцированный методы замораживания, а также использование мерзлых грунтов в качестве ограждающих несущих конструкций при проходке глубоких котлованов. Замороженные стены котлованов необходимо защищать теплоизоляцией путем покрытия их матами по деревянному каркасу с оставлением воздушной прослойки 15—20 см между матами и ледогрунтовой стенкой.

2.79. Производство строительных работ в пределах, ограниченных ледогрунтовым ограждением, разрешается только после составления акта о приемке ограждения.

2.80. Разработка грунтов под защитой ледогрунтового ограждения производится в соответствии с проектом и требованиями глав СНиП. Применение гидромеханизации и буровзрывных работ разрешается при соблюдении мероприятий, гарантирующих сохранность ледогрунтового ограждения. Для взрывов замороженного грунта следует применять взрывчатые вещества, не чувствительные к низким температурам.

2.81. Во время выемки грунта из земляной выработки при

положительных температурах воздуха должна быть обеспечена защита замороженной стенки от действия атмосферных осадков и солнечных лучей при строгом контроле за состоянием ледогрунтового ограждения и своевременной корректировкой режима работы замораживающей станции в целях сохранения размеров ограждения и ее температуры.

2.82. При обнаружении в процессе разработки грунта замораживающих колонок, отклонившихся внутрь выработки, их необходимо отключить от распределителя и коллектора, удалить из них рассол и затем отрезать часть, выступающую внутрь выработки.

2.83. Рекомендуется стволы шахт метрополитенов с большим притоком воды в коренных породах проходить с предварительным замораживанием на полную глубину ствола.

2.84. Применение низких температур рекомендуется при замораживании грунтов, содержащих рассолы крепостью свыше 3° Be′, воду с температурой выше плюс 20°С, проточную воду, движущуюся со скоростью, превышающей 30 м/сутки, при значительных отклонениях замораживающих колонок.

3. ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ

Бурение скважин и монтаж замораживающих колонок

3.1. Разбивка мест заложения скважин должна производиться согласно «Технической инструкции по производству геодезическо-маркшейдерских работ при строительстве транспортных тоннелей» (ВСН 160-69 Минтрансстроя).

3.2. До начала производства работ необходимо уточнить расположение подземных коммуникаций (телефона, газа, водопровода, кабельной сети и др.) с соответствующими службами подземного хозяйства и осмотреть здания и сооружения, расположенные в зоне и вблизи зоны замораживания грунтов, для проверки их состояния.

3.3. При выборе способов бурения скважин должны учитываться скорость бурения, стоимость буровых работ, необходимость обеспечения минимальных отклонений скважин и предотвращения выноса грунта.

3.4. Бурить вертикальные скважины можно вращательным, ударным или комбинированным способом. Бурить наклонные скважины рекомендуется вращательным способом станками шпиндельного типа (приложение 5). В ряде случаев, при глубине скважин более 75 м, рекомендуется применять роторное бурение. Выбор способа бурения и бурового оборудования обосновывается в проекте.

3.5. Бурить скважины вращательным способом необходимо с промывкой глинистым раствором, качество которого должно систематически контролироваться. В приложении 6 даны характеристики насосов для промывки.

3.6. В устойчивых, неразмывающихся грунтах промывка может производиться водой.

3.7. Глиноемники для глинистого раствора должны устраиваться из трех секций, разделенных перегородками с двумя отверстиями размером 20×20 см в каждой.

Емкость каждой секции при бурении скважин в песчаных и супесчаных грунтах в зависимости от объема бурения рекомендуется принимать в пределах от 10 до 50 м³.

3.8. Для работы в зимних условиях должен предусматриваться подогрев глины и глинистого раствора до плюс 30—40°С.

3.9. Глинистый раствор должен удовлетворять следующим условиям (при температуре плюс 15°С):

плотность 1,15—1,25 т/м³ по ареометру;

вязкость 20—25 с по стандартному полевому вискозиметру СПВ-5;

коллоидальность 95—97% по гранулированному стеклянному цилиндру емкостью 100 м³;

содержание песка не выше 5—7% по отстойнику Лысенко.

3.10. При приготовлении глинистого раствора рекомендуется исходить из следующего количества глины и воды на 1 м³ раствора (табл. 1).

Таблица 1

Плотность глинистого раствора	Содержание глины в растворе по массе в %	Потребное количество на 1 м³ раствора	
		глины в воздушно-сухом состоянии, кг	воды в л
1,10	15	165	935
1,14	20	230	910
1,17	25	290	880
1,20	30	360	840
1,24	35	430	810
1,29	40	520	770

3.11. Глинистый раствор для сохранения постоянства требуемых показателей должен очищаться от шлама и периодически заменяться.

Очищается глинистый раствор пропусканием его по циркуляционной системе из деревянных желобов с перегородками.

Устройство циркуляционной системы должно удовлетворять следующим требованиям:

ширина желоба не менее 0,3 м;

высота не менее 0,25 м;

уклон 1—0,75 см на 1 м.

Через каждые два метра на высоту 0,1 м от нижней кромки желоба делаются перегородки (перепады).

Общая длина желобов в зависимости от глубины и диаметра скважины, а также от свойства буримых пород должна быть не менее 15 м.

На всю систему должно устанавливаться 1—3 промежуточных отстойника сечением 1,0×1,0 м, глубиной 0,5—0,75 м.

3.12. При бурении рекомендуется очищать глинистый раствор способом принудительной очистки на вибрационных ситах или сепараторах.

3.13. При бурении скважин в трещиноватых, кавернозных и крупнопористых грунтах, поглощающих воду, должны применяться растворы бентонитовых глин или вязкие глинистые растворы, получаемые добавлением жидкого стекла или кальцинированной соды.

Сода вносится в раствор в количестве от 1 до 3% массы (глины).

Жидкое стекло (силикат натрия) плотностью 1,50—1,56 с модулем $\frac{n \cdot SiO_2}{Na_2O} = 2{,}5—3{,}0$ добавляется к глинистому раствору в количестве 1—3% объема глинистого раствора.

3.14. Для предотвращения потерь промывочного раствора при бурении поглощающих грунтов рекомендуется также тампонировать скважину глинистым раствором состава 1 : 2 (расход раствора 5—10 м^3 на 1 м мощности поглощающего грунта).

3.15. Если над поглощающим грунтом залегает неустойчивая порода, ее необходимо перекрыть обсадными трубами. В этом случае скважина тампонируется после закрепления ее обсадными трубами.

Направляющая труба (кондуктор) должна быть установлена под наблюдением маркшейдера и надежно закреплена. Одновременно необходимо принять меры, предупреждающие просачивание глинистого раствора на поверхность при бурении.

3.16. При бурении вертикальных скважин ударным способом первая труба колонны обсадных труб может служить направляющей трубой (кондуктором). В этом случае первая труба должна опускаться строго по отвесу и проверяться. При

отклонении направляющей трубы (кондуктора) от заданного проектного направления должны быть сделаны необходимые исправления.

3.17. Для предупреждения отклонения скважин от проектного направления при бурении должны быть приняты следующие меры:

а) вышка и буровой агрегат должны быть установлены на прочном основании;

б) перед началом бурения необходимо тщательно проверить установку вышки станка;

в) не допускать забуривания и бурения скважин без направляющей трубы неисправным буровым станком, шпинделем, имеющим во втулке большой люфт;

г) проверять положение направляющей трубы и при необходимости делать нужные исправления;

д) центрированно закреплять штанги в патроне;

е) не употреблять для работы погнутые штанги и колонковые трубы;

ж) производить забуривание скважины при минимальной частоте вращения;

з) применять при бурении «фонари» длиной не менее 4 м, пустотелые, при толщине стенок труб 4—5 мм, со сквозной штангой;

и) при бурении в породах перемещающейся твердости употреблять удлиненный «фонарь» или колонковый снаряд (длиной не менее 6 м);

к) при переходе во время бурения от мягких пород к твердым ограничивать подачу снаряда на забой и одновременно уменьшать осевое давление и частоту вращения бурового снаряда;

л) не применять при большом диаметре скважины штанги малого диаметра;

м) не применять затупившийся режущий инструмент.

3.18. Для регулирования подачи промывочной жидкости в скважину на нагнетательной линии насоса должен быть установлен тройник с вентилями или трехходовой кран.

3.19. Для предупреждения зашламования скважин при бурении с промывкой храпок всасывающего шланга следует устанавливать в приемнике на высоте 0,3—0,4 м от дна и по возможности чаще чистить глиноемник и промежуточные отстойники.

3.20. При бурении скважин вращательным способом должны применяться следующие наконечники:

долото «РХ» с «фонарем» для бурения сплошным забоем по мягким сыпучим грунтам;

долото трехшарошечное с «фонарем» для бурения сплошным забоем по крепким грунтам и грунтам средней крепости;

коронку с колонковой трубой при необходимости получения керна в твердых глинистых грунтах при бурении в крепких грунтах;

штыревые долота для хрупких очень крепких грунтов.

3.21. Трехшарошечные долота должны применяться следующих типов:

«М»—для мягких грунтов;

«С»—для средних грунтов;

«Т»—для грунтов выше средней крепости;

«К»—для наиболее крепких грунтов.

3.22. Долота должны быть армированы твердыми сплавами, для чего могут быть применены шихтовой сплав «ВОКАР», металлокерамический сплав типа ВКЗ и трубчатый зерновой сплав «ЛИКАР».

3.23. При бурении с отбором керна применяются коронки следующих типов:

— зубчатые стальные коронки, ребристые коронки КР-1, КР-2 и КР-3, а также мелкорезцовые коронки МР-2, СМ-2 для бурения рыхлых и мягких грунтов;

— при бурении грунтов средней твердости коронки МР-2; СМ-2; МР6-1 и БТ-4;

— коронки СМ1, СТ1, а также самозатачивающиеся коронки БК, ТП-3 и БТ-46 для наиболее крепких пород.

3.24. Зазор между долотом и «фонарем» должен быть в пределах 10—20 мм. Скважины сплошным забоем должны буриться бурильными штангами диаметром не менее 50 мм.

3.25. Осевое давление снаряда на забой в зависимости от характера проходимых пород и диаметра долота определяется по табл. 2.

Таблица 2

Диаметр долота в мм	Суммарное давление на долото, в кг при грунтах			
	вязкая глина	твердая слоистая глина	слоистый песчаник	песок
150	350—450	550—700	500—1000	250—300
135	250—350	450—600	500—900	200—250
115	250—300	350—500	400—800	200

3.26. При турбинном и роторном бурении оптимальные условия эксплуатации трехшарошечных долот приведены в табл. 3.

Таблица 3

Условный номер долота	Диаметр долота, мм	Частота вращения долота, об/мин	Осевая нагрузка на долото, тс	Подача раствора, л/с
6	133	120	4	10
6А	140	120	4	10
7	161	170	5	15
8	190	500	8	20

3.27. При колонковом бурении частоту вращения снаряда следует назначить по табл. 4.

Таблица 4

Диаметр коронки, мм		Частота вращения шпинделя, об/мин	Средняя окружная скорость коронки, м/с
наружный	внутренний		
130	110	120—180	0,76—1,13
115	90	120—180	0,63—0,97

3.28. Скорость восходящего потока глинистого раствора принимают 0,3—0,5 м/с и более в зависимости от скорости бурения; количество глинистого раствора, требуемого при бурении скважины при диаметре бурильных штанг 50 мм приведено в табл. 5.

Таблица 5

Скорость восходящей струи, м/с	Количество глинистого раствора, л/мин, при диаметре скважины, мм			
	150	135	115	100
0,25	235	175	126	88,5
0,30	285	205	150	106
0,35	330	240	176	124
0,40	376	276	200	140

3.29. Резцы коронок при колонковом бурении изготовляются из пластинок металлокерамических твердых сплавов РЭ или ВК (победит):

прямоугольные пластинки формы Г-41 и Г-51—для бурения пород средней крепости;

косоугольные пластинки формы Г-54 и Г-52—для бурения слабых грунтов;

ромбические пластинки формы Г-54 и Г-52—для бурения в мягких породах;

восьмигранные пластинки формы Г-53—для бурения в твердых и крепких породах.

3.30. Угол заточки резцов должен быть 50—65° для бурения пород средней крепости и 50—40° для бурения мягких пород. Армирование резцов твердыми сплавами должно производиться с помощью газовой сварки. Применение электросварки не допускается.

3.31. Скважины должны буриться ниже глубины замораживания на величину отстоя шлама, но не менее 1 м.

3.32. Скважина по окончании бурения вращательным способом должна быть промыта глинистым раствором при максимальной подаче насоса и с вращением снаряда на забое в течение 20—30 мин во избежание оседания шлама.

При ударном бурении скважина по окончании бурения должна быть очищена от возможных осадок грунта.

3.33. Опускание замораживающей колонки должно производиться немедленно по окончании бурения и промывки скважин.

3.34. В скважинах, пробуренных с обсадными трубами, эти трубы извлекаются после опускания замораживающих колонок.

3.35. Каждая пробуренная скважина и опущенная в нее замораживающая колонка должны быть приняты с составлением паспорта (приложение 7).

3.36. Нижняя часть замораживающей колонки перед опусканием в скважину должна быть опрессована гидравлическим давлением на избыточное давление 25 кгс/см^2 в течение 5—10 мин.

3.37. Трубы, составляющие замораживающую колонку, должны соединяться муфтами на резьбе с обваркой соединений высококачественными электродами.

3.38. Каждая замораживающая колонка должна быть дважды проверена на водонепроницаемость (герметичность):

— путем опрессовки на избыточное давление 25 кгс/см^2 в течение 5—10 мин отдельных муфтовых соединений по мере опускания колонки в скважину и опрессовки всей колонки в целом; при опрессовке каждого муфтового соединения необходимо путем осмотра убедиться в отсутствии просачивания жидкости в сварочных швах;

— наблюдениями за уровнем жидкости, заполняющей колонку в течение трех суток, если за указанный срок высота

поверхности жидкости изменится не более чем на 3 мм, колонка считается годной для эксплуатации.

3.39. Опрессовка замораживающей колонки должна производиться:

при температуре воздуха выше 0°С—водой;

при температуре воздуха ниже 0°С—раствором хлористого кальция при опускании колонки в замороженный грунт.

3.40. На каждой замораживающей колонке должна быть вывешена табличка с указанием ее номера.

3.41. Гидрогеологические и термометрические скважины бурятся тем же способом, что и скважины для замораживания. Гидрогеологические скважины в толще песчаных и супесчаных водоносных грунтов рекомендуется бурить ударным способом.

3.42. В термометрическую скважину должна опускаться колонка с конусом, с обваркой соединений отдельных звеньев труб и испытыванием их на водонепроницаемость согласно п. 3.38. Допускается соединение отдельных звеньев труб свертко муфт на льне и сурике с последующим гидравлическим испытанием на водонепроницаемость.

Разбивка мест заложения замораживающих скважин и измерение их отклонений от заданного направления

3.43. Скважины разбиваются относительно основных осей сооружений, выносимых от пунктов геодезической основы и закрепляемых постоянными знаками. Точность выноса осей должна быть в пределах 10 мм, а точность разбивки скважин— в пределах 30 мм.

3.44. В случае невозможности произвести разбивку скважин от осей сооружений (застроенность участка и другие причины) разбивка производится непосредственно от геодезической основы.

3.45. Местоположение скважин, расположенных по криволинейному контуру, определяется в полярной системе координат от центра сооружения.

Если возможно произвести разбивку от центра, полярные координаты скважин переводят в координаты системы, принятой для данного строительства, и разбивка осуществляется от пунктов геодезической основы.

3.46. Наклонные скважины при замораживании грунтов под зданиями, подземными коммуникациями и другими сооружениями, а также при замораживании днища вертикальных выработок разбиваются исходя из проектных данных.

3.47. Разбивочные данные корректируются в зависимости

от фактического положения конструкций по исполнительным чертежам, а в случае отсутствия или ненадежности данных — по контрольным шурфам.

3.48. Все изменения проектного расположения скважин должны согласовываться с проектной организацией.

3.49. Положения устьев скважин, закрепленные в натуре, передаются буровому мастеру. Передача оформляется в буровом журнале с записью глубин (длин) бурения и номеров скважин.

3.50. Наклонные замораживающие скважины на поверхности при сооружении наклонных тоннелей разбиваются от основных осей эллипса расположения скважин, закрепляемых на дневной поверхности. Расчет центра эллипса и разбивка скважин производятся на отметке нулевого горизонта (на средней планировочной отметке строительной площадки), установленной проектом.

3.51. Центр и оси эллипса разбиваются от геодезической основы, принятой для строительства тоннелей, и закрепляются постоянными знаками (бетонными монолитами), а направление осей—монолитами или специальными марками в стенах фундаментальных зданий. Направления осей закрепляются с расчетом видимости монолитов (знаков) из центра эллипса и сохранности их на весь период производства работ по бурению и монтажу колонок. Рекомендуется при наличии условий на строительной площадке выносить и закреплять за пределами эллипса нормально к основной оси смещенные малые оси эллипса с определением величины смещения по оси и выноски на них осей скважин.

3.52. Направляющие трубы (кондуктора), устанавливаемые при бурении вертикальных скважин, должны быть проверены с помощью отвеса или уровня.

3.53. Перед установкой направляющих труб (кондукторов) для наклонных скважин с углом наклона до 60° траншеи для них разбиваются в плане и профиле от основных осей эллипса. Дно траншеи профилируется по нивелиру или шаблону в соответствии с расчетными данными положения низа трубы (кондуктора).

3.54. Перед установкой направляющей трубы (кондуктора) на дне траншей укладывается и укрепляется основание под кондуктор в виде деревянных брусьев или специальных металлических скоб, вбиваемых в грунт. Основание укладывается по линии проектного положения низа направляющих труб (кондукторов) с помощью наклонного луча трубы теодолита, установленной по заданному уклону, или инструментальным

способом согласно требованиям «Технической инструкции по геодезическим и маркшейдерским работам при инженерных изысканиях, проектировании и строительстве подземных сооружений» (ВСН 160-69).

3.55. Точность установки направляющих труб (кондукторов) для наклонных скважин определяется в зависимости от длины скважины, длины кондуктора и установленного допуска отклонения скважины при бурении.

Погрешность установки m'_α и m'_β (в мм) не должна превышать величин, рассчитываемых по формулам:

в плане
$$m'_\alpha = \frac{M3438}{2L\cos\beta\sqrt{\frac{L}{S'}}}, \qquad (37)$$

в профиле
$$m'_\beta = \frac{M3438}{2L\sqrt{\frac{L}{S'}}}, \qquad (38)$$

где M—предельно допустимое отклонение скважины при бурении, м;

L—длина скважины, м;

S'_β—длина кондуктора, м;

β—угол наклона скважины к горизонту;

α—в плане.

Допускается параллельное смещение устанавливаемого кондуктора до 30 мм во всех направлениях.

3.56. По окончании бурения скважины и монтажа колонки производится съемка скважины в плане и по высоте от основных осей сооружений и высотных реперов с точностью 30 мм.

Примечание. За устье принимается центр верха замораживающей колонки, расположенной в устье кондуктора на момент измерения ее искривления.

3.57. Работы по определению отклонений скважин выполняются в четыре этапа:

измерение искривлений скважин до глубины, в пределах которой обеспечена прямая видимость источника света, опускаемого в скважину;

измерение искривлений за пределами видимости;

вычисление отклонений;

составление исполнительных чертежей.

3.58. При измерении отклонений скважин (вертикальных и наклонных) инструментальные наблюдения ведутся до максимальной глубины, на которой виден опускаемый в скважину источник света. После ухода источника света за пределы видимости ведется наблюдение за отсветом с фиксацией его

глубины и направления отклонения (влево, вправо, вниз, вверх).

3.59. Перед измерением искривлений из скважины (замораживающей колонки) должна быть удалена вода, а устье колонки закреплено в кондукторе.

3.60. Искривления с помощью геодезических инструментов измеряются в соответствии с требованиями «Технической инструкции по геодезическим и маркшейдерским работам при инженерных изысканиях, проектировании и строительстве подземных сооружений» (ВСН 160-69). Для вертикальных скважин рекомендуется применять гидроскопические инклинометры типа «Зенит-ИГ-2М, ВД-2 и И447-Д, разработанные Всесоюзным научно-исследовательским маркшейдерским институтом (ВНИМИ).

3.61. Искривления скважин (вертикальных и наклонных) под углом больше 80° в пределах видимости опущенного в скважину источника света измеряется с помощью лотаппарата и специальной палетки с метровой сеткой, а с углом наклона до 80°—с помощью теодолита.

Искривления скважин с бóльшими углами наклона, когда нельзя применять обычный инструмент, измеряются теодолитом с внецентренной трубой.

3.62. За пределами видимости источника света разрешается определять положение скважин глубиной до 75 м экстраполяцией на $^1/_4$ измеренной длины, глубиной более 75 м—на длину не более 15 м.

3.63. Искривления скважин за пределами видимости источника света должны измеряться инклинометрами. Тип прибора выбирается в зависимости от конструкции скважины и требуемой точности измерения. Точность измерения, обеспечиваемая применяемыми приборами, должна быть в пределах установленных допусков отклонений скважин.

Искривления скважин с углом наклона 30° измеряются тросиковым инклинометром. Наблюдения измерения отклонений скважин производятся в соответствии с требованиями «Технической инструкции по геодезическим и маркшейдерским работам при инженерных изысканиях, проектировании и строительстве подземных сооружений».

3.64. При бурении скважин глубиной более 70 м рекомендуется производить промежуточные измерения искривления скважин в процессе работ в количестве, зависящем от геологических условий, конструкции скважин и характера искривлений.

3.65. В зависимости от применяемого прибора и методики

измерений должна производиться оценка точности измеренных искривлений.

Ошибки в измерениях подсчитываются по каждому составленному сечению прогнозируемого ледогрунтового ограждения и результаты оценки указываются на исполнительных чертежах.

3.66. Фактическая глубина (длина) пробуренных скважин определяется путем измерения длины опускаемых питающих труб. В момент опускания питающих труб верх колонки нивелируется. По результатам измерений подсчитывается отметка конуса замораживающей колонки.

Ошибка в определении длины скважины не должна превышать 10 см.

3.67. На участках замораживания, где в результате отклонения скважин не гарантируется образование ледогрунтового ограждения проектных размеров, должны быть пробурены дополнительные скважины или увеличено время активного замораживания, обеспечивающее создание необходимой ледогрунтовой защиты. Выбор способа определяется в каждом конкретном случае технической и экономической целесообразностью: условиями бурения скважин и эксплуатации замораживающей станции, сроками производства работ, установленных генеральным графиком, и другими факторами.

3.68. При замораживании грунтов вертикальными скважинами при проходке вертикальных выработок должны быть составлены следующие исполнительные чертежи:

а) план в масштабе 1 : 100 на нулевой отметке с показанием фактического расположения скважин, рассольной сети, замораживающей станции и других коммуникаций, связанных с исполнением работ по замораживанию;

б) план горизонтальных проекций скважин (сборное сечение) в масштабе 1 : 50;

в) развертка скважин по проектному контуру с показанием геологического разреза, положения скважин с указанием фактических и проектных отметок забоя (конуса), фактического уровня подземных вод и положения фильтров (по высоте) наблюдательных гидрогеологических скважин.

3.69. При замораживании грунтов наклонными скважинами для проходки эскалаторных тоннелей должны быть составлены следующие исполнительные чертежи:

а) проекции фактического расположения скважин на нормальную к оси наклонного хода плоскость в масштабе 1:50 с указанием габаритов выработки и проектного расположения скважин (сборное сечение);

б) нормальные к оси наклонного тоннеля сечения по скважинам (через 5—10 м) в масштабе 1 : 50 с литологической и гидрогеологической характеристикой грунтов, показанием проектного положения скважин и габаритов выработки; нормальные сечения должны быть составлены по всем характерным участкам геологического разреза выработки: на контактах слабых грунтов с крепкими, на горизонтах с малой теплопроводностью пород, на участках сильноводоносных пластов;

в) проекции скважин на вертикальную осевую плоскость наклонного тоннеля по правой и левой стороне в масштабе 1 : 100 с нанесением контура выработки, гидрогеологического разреза, уровня подземных вод и положения фильтров наблюдательных и гидрогеологических скважин;

г) план в масштабе 1 : 100 на нулевой отметке с указанием расположения скважин, рассольной сети, замораживающей станции и других коммуникаций, связанных с замораживанием.

Примечание. Для других выработок исполнительные чертежи должны быть составлены в соответствии с требованиями п. 3.68.

3.70. На все скважины должны составляться технические характеристики по форме, приведенной в приложении 8, заполняемые на основании записей в буровых журналах, паспортов скважин и контрольных маркшейдерских измерений.

3.71. На исполнительных чертежах наносятся расчетные радиусы замораживания грунтов в зависимости от фактического расположения скважин, на основании чего определяется степень соответствия положения ледогрунтового ограждения проекту.

При этом необходимо учитывать неравномерность распространения замороженной зоны относительно линии расположения скважин и центра окружности ледогрунтового цилиндра скважины смещать в направлении центра выработки в соответствии с п. 2.24.

3.72. Исполнительные чертежи должны быть предъявлены комиссии по приемке работ по замораживанию, а копия их передана организации, осуществляющей проходческие работы.

3.73. Количество дополнительных вертикальных замораживающих скважин не должно превышать 10%—количества основных скважин, при глубине замораживания до 100 м и 20%—при глубине замораживания свыше 100 м. Для наклонных скважин соответственно 20 и 25%.

В целях сокращения количества дополнительных замораживающих скважин рекомендуется бурить скважины сначала через одну, с тем, чтобы промежуточные скважины закладывать с учетом искривлений ранее пробуренных.

Монтаж замораживающей станции и рассольной сети

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

3.75. Все аппараты замораживающей станции, работающие под давлением, до соединения их в общую систему должны быть предъявлены инспекции Котлонадзора для технического освидетельствования и регистрации.

3.76. Порядок регистрации и освидетельствования сосудов, работающих под давлением, указан в Правилах безопасности на аммиачных холодильных установках, изд. ВНИИХИ, 1966.

3.77. Техническое освидетельствование вновь устанавливаемых аппаратов инспектором Котлонадзора может не производиться, если смонтированные аппараты были осмотрены и испытаны на заводе-изготовителе и при транспортировке и монтаже не имели никаких повреждений, о чем администрация предприятия должна составить акт и представить его в инспекцию Котлонадзора при регистрации аппаратов.

3.78. Машины и аппараты, изготовленные на заводе, должны иметь паспорт и сопровождаться всеми необходимыми документами.

3.79. Все заводские паспорта, а также акты, составленные в процессе монтажных работ, должны находиться у главного механика участка или стройуправления.

3.80. До начала монтажных работ должны быть проведены необходимые мероприятия по охране труда монтажников, технике безопасности, а также по обеспечению пожарной безопасности.

3.81. До начала монтажа должны быть закончены все строительные работы по зданию замораживающей станции, сооружены фундаменты под машины и аппараты, устроены галереи для коллекторов, траншеи для рассолопроводов, водопровода, канализации и электрокабелей.

О правильности разбивки осей фундаментов, о качестве бетона и соответствии фундаментов проектным размерам должен быть составлен акт.

3.82. При бетонировании фундаментов для компрессоров должны соблюдаться следующие требования:

— перед укладкой бетона необходимо проверить надежность закрепления закладных частей, металлического каркаса и опорных плит и правильность устройства опалубки колодцев для анкерных болтов, обеспечивающего в последующем беспрепятственную выемку этой опалубки;

— возле закладных частей, служащих опорами для соответствующих частей компрессора, уплотнять бетон необходимо с особой тщательностью.

3.83. Верх фундамента не должен доводиться до проектной отметки на 30—50 мм, что необходимо для подливки рамы или станины оборудования.

3.84. Колодцы для анкерных болтов бетонируются бетоном марки не ниже 150 с применением мелкого гравия. Перед бетонированием колодцы должны быть тщательно очищены от остатков опалубки и мусора и промыты.

3.85. Подливка рамы (станины) компрессора должна производиться бетоном марки не ниже 150, причем при толщине подливки менее 40 мм допускается применение бетона с мелким заполнителем или цементно-песчаного раствора той же марки. Верхняя поверхность фундамента перед подливкой должна быть насечена, очищена и промыта. Подливка допускается только после установки и выверки оборудования.

3.86. Перед началом монтажа компрессора необходимо проверить по чертежу правильность расположения отверстий для фундаментных болтов и глубину заложения анкерных плит.

3.87. Каждый смонтированный компрессор, бывший ранее в работе, перед опробованием подлежит ревизии на месте; новые компрессоры, полученные непосредственно с завода, подлежат разборке и осмотру без полной ревизии.

3.88. По окончании сборки для проверки, регулировки и наладки работы необходимо произвести холостую обкатку компрессора без нагрузки с открытыми крышками и без нагнетательных клапанов в течение 2 ч.

3.89. После холостой обкатки, устранения обнаруженных дефектов и приработки деталей компрессоры проверяют под нагрузкой воздушным давлением 6—8 кгс/см^2 в течение трех часов. При этом производится продувка и проверка на герметичность всей аммиачной системы, включая конденсатор и испаритель.

3.90. Секции оросительного конденсатора перед установкой должны быть предварительно осмотрены и испытаны.

3.91. Поддон для оросительного конденсатора должен быть установлен на деревянных или каменных столбах. При этом должен быть обеспечен доступ для осмотра днища поддона, а также для подтяжки болтов (при разборном поддоне).

3.92. При монтаже конденсаторов все фланцевые соединения должны быть собраны на клингеритовых или паранитовых прокладках, смазанных графитной мастикой.

3.93. Конденсатор по окончании монтажа подлежит испытанию на плотность соединения:

в аммиачной части—сжатым воздухом при избыточном давлении 18 кгс/см² в течение 18 ч, при этом допускается падение давления в течение первых 6 ч испытания не свыше 0,2 кгс/см²;

в водяной части—гидравлическим испытанием водой при постоянном избыточном давлении 6 кгс/см² в течение 15 мин.

При испытании утечку воздуха выявляют путем покрытия соединений и швов мыльной пеной. Обнаруженные недостатки должны устраняться после снижения давления до атмосферного.

3.94. Кожухотрубный горизонтальный конденсатор типа КТГ должен быть установлен строго горизонтально. Все соединения должны быть уплотнены и не давать утечек в водяной части при гидравлическом избыточном давлении 6 кгс/см² и в аммиачной части при избыточном давлении сжатого воздуха 18 кгс/см².

3.95. Конденсатор элементный типа КЭ должен быть установлен вертикально. Аммиачная часть элементного конденсатора испытывается сжатым воздухом избыточным давлением 18 кгс/см²; водная часть—испытывается гидравлическим избыточным давлением 6 кгс/см².

3.96. Секции и бак испарителя перед монтажом должны быть предварительно осмотрены и испытаны:

секция—гидравлическим избыточным давлением 24 кгс/см²;

бак—наполнением водой.

Бак испарителя должен быть установлен на деревянном или бетонном основании.

3.97. Секции испарителя соединяются коллекторами посредством фланцев с уплотнением соединений клингеритовыми или паранитовыми прокладками. Секции к баку должны крепиться полосовым железом на болтах.

3.98. Испытания кожухотрубных и вертикально-трубных испарителей производятся сжатым воздухом при избыточном давлении 12 кгс/см². При этом давление не должно падать в течение 18 ч. Секции вертикально-трубного испарителя должны быть испытаны сжатым воздухом в баке испарителя, наполненном водой.

При испытании сжатым воздухом необходимо предварительно не менее двух раз продувать аммиачную часть кожухотрубного испарителя и отдельно секции вертикально-трубного испарителя для удаления загрязнений.

3.99. Противоточные предохранители должны монтироваться на бетонных фундаментах с выверкой по отвесу и уровню.

Предохранитель после монтажа должен быть испытан на плотность: аммиачная система—сжатым воздухом при избыточном давлении 18 кгс/см², а водяная—гидравлическим избыточным давлением 6 кгс/см².

3.100. Холодильная установка при расположении маслоотделителя вне машинного отделения должна иметь обратный клапан над маслоотделителем.

При расположении маслоотделителей в здании установка обратных клапанов не обязательна. В этом случае над маслоотделителем устанавливается специальный запорный вентиль, который должен быть запломбирован в открытом положении.

3.101. Аммиачный нагнетательный трубопровод в местах прохода через сгораемые стены и перекрытия должен быть изолирован от последних несгораемой изоляцией.

3.102. При монтаже трубопроводов для хладоагента следует следить, чтобы нагнетательные линии имели уклон 1—2% в сторону конденсатора, всасывающие линии уклон 0,5% в сторону испарителей.

3.103. Для аммиачных трубопроводов должны применяться исключительно бесшовные стальные (цельнотянутые) трубы по ГОСТ 8732—70.

Применять газовые и чугунные трубы для аммиачных трубопроводов запрещается.

3.104. Трубопроводы с арматурой и аппаратурой должны соединяться:

резьбовым штуцером—трубопроводы диаметром от 6 до 10 мм;

специальными аммиачными фланцами—трубопроводы диаметром свыше 10 мм;

соединением труб сваркой встык.

3.105. Фасонные части, вентили и сварные стыки должны располагаться не ближе 200 мм от стен.

3.106. Для предупреждения повышения давления в кожухотрубных, элементных конденсаторах и испарителях, а также в промежуточных сосудах и ресиверах должен быть предусмотрен выпуск аммиака в атмосферу через предохранительные клапаны по выкидной трубе.

3.107. Аммиачные трубопроводы после их монтажа должны быть продуты воздухом для удаления песка, окалины и пр.

3.108. Смонтированные рассольные магистральные трубопроводы должны быть испытаны водой с избыточным давлением 6 кгс/см², которое не должно снижаться в течение 15 мин.

3.109. Для присоединения питающих и отводящих труб на распределителе и коллекторе должны устанавливаться штуцеры в количестве, превышающем на 10—15% количество колонок. На штуцерах должны устанавливаться запорные пробковые краны диаметром, соответствующим диаметру питающих и отводящих труб.

3.110. Питающие трубы перед опусканием в колонку должны быть опрессованы воздухом с избыточным давлением 5 кгс/см^2.

3.111. 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.

3.112. Монтаж электрических установок замораживающей станции должен быть выполнен в полном соответствии с «Правилами технической эксплуатации и безопасности обслуживания электроустановок промышленных предприятий», утвержденными Госэнергонадзором.

Контрольно-измерительные приборы и устройства

3.113. Контрольно-измерительные приборы должны быть установлены:

на замораживающей станции для контроля за работой холодильных агрегатов и их регулирования;

в форшахте на рассольной сети для контроля за правильной и равномерной циркуляцией раствора хлористого кальция;

в зоне замораживаемых грунтов для контроля за процессом образования ледогрунтового ограждения.

3.114. На замораживающей станции должны быть установлены следующие контрольно-измерительные приборы и устройства:

а) аммиачные манометры—по одному на нагнетательной стороне компрессора и по одному (мановакуумметру) на всасывающей его стороне. Манометры должны быть установлены также на конденсаторах, испарителях, линейных ресиверах и промежуточных сосудах в отделителях жидкости. Кроме аммиачных манометров на каждом компрессоре должен устанавливаться масляный манометр со шкалой 0—6 кгс/см^2.

Примечание. Аммиачные манометры должны иметь две шкалы: шкалу давлений и соответствующую ей шкалу температур. Аммиачные манометры должны быть с пластинчатой мембраной. Мановакуумметр на нагнетательной стороне должен иметь шкалу «Вакуум до 760 мм рт. ст 0—25 кгс/см^2», а на всасывающей стороне должен иметь шкалу «Вакуум до 750 мм рт. ст. 0—12 кгс/см^2»;

б) проходные поплавковые регулирующие вентили ПРВ с аммиачным фильтром для поддержания постоянного уровня жидкого аммиака в испарителе и промежуточном отделителе жидкости;

в) воздухоотделитель для удаления из конденсатора или его ресивера воздуха и инертных газов;

г) дистанционные указатели уровня для наблюдения за уровнем жидкого аммиака в испарителе и промежуточном сосуде;

д) предохранительные клапаны на конденсаторе, линейном ресивере, промежуточном сосуде и маслоотделителе с выпуском газа в воздух;

е) ртутные термометры со шкалой от +30 до 150°С на нагнетательной стороне компрессора и на конденсаторе;

ж) спиртовые термометры со шкалой от +30 до —60°С на всасывающей стороне компрессора, на испарителе и регулирующей станции;

з) термометры на вводах и выводах поступающей воды на конденсатор и выводах из него.

3.115. На рассольной сети должны быть установлены следующие контрольно-измерительные приборы:

а) манометры не менее как по одному на нагнетательной линии у рассольного насоса, на прямой и обратной линиях рассольных коллекторов;

б) термометры на прямой и обратной линиях рассолопровода и на замораживающих колонках из расчета не менее одного термометра на пять колонок с учетом перестановки термометров;

в) дистанционные указатели уровня рассола в баке испарителя для наблюдения за утечкой рассола. Указатель уровня рассола должен быть оборудован звуковой сигнализацией, подающей сигнал при изменении уровня рассола в баке испарителя (уравномером, например ЦНИИгоросушения).

Примечания. 1. Рекомендуется устанавливать дифференциальные манометры для замеров количества циркулирующего раствора хлористого кальция в рассолопроводе и замораживающих колонках или рассоломеры, а на линии подачи свежей воды на конденсатор водомеры.

2. Рекомендуется применять разработанные Московским горным институтом счетчики холода.

3.116. В зоне замораживаемых грунтов должны быть установлены следующие контрольно-измерительные приборы:

а) измерители уровня грунтовых вод в гидрогеологических скважинах;

б) термометры не менее одного в каждой термометрической скважине.

Примечания. 1. В термометрических скважинах рекомендуется устанавливать термометры сопротивления.

2. Толщина и сплошность ледогрунтового ограждения может определяться ультразвуковым прибором УКЛЦ-1 и МАП-1.

3.117. Форшахта должна быть связана с замораживающей станцией звуко-световой аварийной сигнализацией.

3.118. На замораживающей станции в электрораспределительном устройстве на распределительном щите должны быть установлены следующие электрические контрольно-измерительные приборы со шкалами соответственно принятому эксплуатационному напряжению (6000, 380, 220 и 127 В):

а) общий щитовой вольтметр для контроля напряжения;

б) амперметры щитовые (с трансформаторами тока) для контроля электродвигателей компрессоров, рассольных и водяных насосов, генераторов возбуждения;

в) амперметры щитовые, общие, вводные (с трансформатором тока) для контроля питающей кабельной сети, распределительного устройства и распределительного щита замораживающей станции;

г) киловольтметры щитовые (с трансформаторами напряжения) для контроля напряжения в сети 6000 В и состояния распределительного устройства;

д) сигнальные контрольные блинкеры и лампы цветные по системе Ж.З.К. (желто-зелено-красные)—ПТЭ—МЭС СССР Министерства электростанций для контроля за положением приборов и аппаратуры;

е) счетчики электрической активности и реактивной энергии типа ИТ и ИТР.

Примечание. Все электрические контрольно-измерительные приборы должны быть щитового исполнения, технического класса точности измерения.

Контрольно-измерительные приборы должны подвергаться проверке и регулированию согласно «Правилам 12—58 организации и проведения проверки мер и измерительных приборов и контроля за состоянием измерительной техники, соблюдением стандартов и технических условий».

Предпусковые испытания и зарядка замораживающей системы аммиаком и раствором хлористого кальция

3.119. Маслоотделители и ресиверы для аммиака до соединения их в общую систему должны быть испытаны гид-

равлическим избыточным давлением 30 кгс/см² или сжатым воздухом с избыточным давлением 20 кгс/см² и предъявлены для технического освидетельствования инспекции котлонадзора. Маслоотделители и ресиверы (сосуды) должны быть зарегистрированы в инспекции котлонадзора.

3.120. Все аппараты и трубопроводы аммиачной системы после монтажа должны подвергаться генеральному испытанию на плотность воздушным избыточным давлением:

в сторону нагнетания—от нагнетательного запорного вентиля до регулирующей станции (маслоотделитель, конденсатор, ресивер, трубопровод) — 18 кгс/см²;

в сторону всасывания (испаритель, всасывающие трубопроводы) за регулирующим вентилем—12 кгс/см².

Одновременно нужно отрегулировать предохранительные клапаны, которые на всасывающей стороне должны открываться при избыточном давлении 12,5 кгс/см², а на нагнетательной 18 кгс/см².

3.121. Испытание после монтажа следует производить до изоляции трубопроводов и аппаратов.

3.122. Нагнетание воздуха в аппараты производится аммиачным компрессором в несколько приемов со ступенями 3—5 кгс/см².

3.123. Нагнетание воздуха надо производить следующим образом: открыть запорный нагнетательный вентиль на компрессоре; открыть пробку или грязевик на всасывающем коллекторе при закрытом всасывающем вентиле и пустить в ход компрессор; сначала довести избыточное давление во всей системе до 12 кгс/см², затем закрыть запорный вентиль регулирующей станции, в результате чего разъединяются нагнетательная и всасывающая линии, и продолжать нагнетать воздух в систему конденсации, т. е. маслоотделитель, конденсатор и ресивер до избыточного давления 18 кгс/см².

3.124. Систему необходимо оставлять под давлением в течение 18 ч с фиксацией давления через каждый час.

Станция признается выдержавшей испытания на герметичность, если по истечении первых 6 часов давление снизится не более чем на 10%, а в течение остального времени будет постоянным.

При удовлетворительных результатах генерального испытания аммиачной системы воздухом составляется акт и компрессор подготавливается к работе на аммиаке.

Примечания. 1. При воздушном испытании запрещается прибавлять аммиак в воздух.

2. Воспрещается заглушать предохранительные клапаны на комп-

рессоре для достижения требуемого давления при испытании системы на герметичность.

3. Всасывающий вентиль на компрессоре во время испытания должен быть закрыт.

3.125. Перед заполнением системы аммиаком количество его следует определять, исходя из системы охлаждения, типа и величины аппаратов и нормы заполнения системы количества аммиака устанавливаются проектом или следующими нормами (в % емкости аппарата):

Кожухотрубные испарители	80
Вертикальнотрубные испарители	80
Конденсаторы кожухотрубные, оросительные или элементные (с ресивером)	100% емкости ресивера
Переохладители	100
Промежуточные сосуды	30
Трубопроводы жидкого аммиака	100
Ресиверы (линейные или циркуляционные) . .	100

Примечание. Для пересчета объема аммиака в массовое количество среднюю плотность аммиака принимать 0,65 кг/л.

3.126. Аммиак для заполнения системы должен доставляться на замораживающую станцию в специальных баллонах и отвечать ГОСТ 6221—75.

При зарядке системы баллоны с аммиаком должны присоединяться к регулирующей станции посредством трубки диаметром 6 мм с накидными гайками, причем баллоны следует класть в наклонном положении головками вниз.

Количество фактически заряженного аммиака должно определяться взвешиванием баллонов в процессе зарядки.

При зарядке аммиачной системы производится дополнительная проверка плотности соединений трубопроводов и арматуры на утечку аммиака химическим индикатором—полоской бумаги, пропитанной раствором фенолфталеина (при утечке аммиака белые полоски бумаги краснеют).

3.127. После перехода в систему жидкого аммиака из первых баллонов компрессор должен быть пущен в работу, чтобы понизить давление в испарителе и обеспечить дальнейшее наполнение системы. При этом конденсатор при зарядке аммиаком должен охлаждаться водой, как при обычной работе холодильной установки.

Подогревание баллонов для ускорения выхода аммиака запрещается. Необходимо соблюдать меры предосторожности и иметь наготове аммиачные противогазы.

3.128. При наполнении системы приблизительно на 90%

расчетного количества аммиака производится пробное включение замораживающей станции в работу для проверки достаточности наполнения; при этом рассольная система должна быть заполнена раствором хлористого кальция.

3.129. При обратном заполнении баллонов аммиаком из холодильной установки норма заполнения баллона не должна превышать 0,5 кг на литр емкости баллона.

Баллоны могут быть заполнены не более чем на 75% их емкости.

3.130. 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 избыточным давлением, которое в 1,5 раза превышает рабочее давление, но не меньше чем 6 кгс/см^2.

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.

3.131. Концентрация рассола в рассольной системе должна соответствовать такой температуре замерзания его, которая на 5°С ниже заданной рабочей температуры рассола.

Во избежание возможного замерзания рассола в трубах кожухотрубных испарителей концентрация рассола должна соответствовать температуре замерзания на 8°С ниже рабочей температуры испарения аммиака.

3.132. Хлористый кальций для заполнения рассольной системы доставляется к замораживающей станции в кристаллическом виде или в виде готового раствора и должен соответствовать ГОСТ 450—70.

3.133. Секции испарителя должны быть полностью покрыты рассолом.

3.134. Количество кристаллического хлористого кальция для приготовления рассола заданной концентрации q (в т) определяется по формуле

$$q = Vq_c, \tag{39}$$

где V—емкость (объем) всей рассольной системы, подлежащей заполнению, м^3;

q_c—количество соли на 1 м^3 воды при заданной концентрации раствора (приложение 9).

Концентрация раствора (плотность) должна измеряться при температуре 15°С.

3.135. Количество кристаллического хлористого кальция для пополнения рассольной системы в процессе эксплуатации

замораживающей станции следует принимать из расчета 30 кг на 1 м² поверхности установленных испарителей за один месяц.

3.136. На месте работ должен быть запас хлористого кальция из расчета заполнения 25% объема рассольной системы.

3.137. После заполнения аммиачной и рассольной систем замораживающая станция и рассольная сеть включаются в пробную работу (пусковой период).

В течение этого периода должны быть окончательно отрегулированы машины и аппараты, проверены в работе все замораживающие колонки, замораживающая станция и рассольная сеть. Вся система должна быть подготовлена к эксплуатации.

3.138. После монтажа системы и заполнения ее аммиаком все запорные вентили на газовых нагнетательных магистралях нужно запломбировать в открытом положении, за исключением запорных вентилей на компрессорах.

3.139. По окончании пускового периода составляется акт предпускового испытания установки и сдачи ее в эксплуатацию. При этом должна быть составлена документация, указанная в приложении 10.

3.140. Готовность замораживающей системы к работе должна быть оформлена актом о пуске системы в эксплуатацию по форме, приведенной в приложении 11.

Термоизоляция аппаратов и трубопроводов

3.141. Термоизоляции подлежат испарители, отделители жидкого аммиака, промежуточные сосуды (при многоступенчатом сжатии), а также трубопроводы холодильного агента с низкими температурами и рассольные трубопроводы.

3.142. Термоизоляционные материалы, применяемые для изоляции поверхностей, должны выдерживать соответствующий температурный режим без изменения своих свойств, а также не должны разрушаться от местного и кратковременного увлажнения и вызывать коррозию изолируемых поверхностей. Конструкция, расчет, материалы и производство работ по термоизоляции определяются проектом.

3.143. Термоизоляцию аппаратов и трубопроводов следует производить после генерального испытания замораживающей станции.

3.144. После производства изоляции все трубопроводы, соединяющие компрессоры и аппараты холодильной установки, следует окрасить в цвета, указанные в табл. 6.

Таблица 6

Трубопровод	Назначение трубопровода	Цвет окраски
Аммиачный	Всасывающий	Синий
	Жидкостный	Желтый
	Нагнетательный	Красный
Рассольный	Нагнетательный	Зеленый
	Обратный сливной	Коричневый
Водопроводный . . .	Нагнетательный	Голубой
	Обратный сливной	Фиолетовый

4. ЗАМОРАЖИВАНИЕ ГРУНТОВ

Эксплуатация замораживающей станции и рассольной сети

4.1. При эксплуатации замораживающей станции необходимо руководствоваться действующими «Правилами по эксплуатации холодильного оборудования и техники безопасности на аммиачных холодильных установках». Обслуживающий замораживающую станцию персонал должен:

следить за поддержанием оборудования в образцовом состоянии и за экономным расходованием воды, электроэнергии, смазочных и других материалов;

внимательно проверять состояние основных частей холодильного оборудования при передаче смены;

своевременно проводить техническое обслуживание и профилактический ремонт;

о всех замеченных неисправностях оборудования делать записи в журнале работы замораживающей станции;

в случае аварии обязательно составлять акт с указанием причин.

4.2. Температура всасываемых паров, определяемая по термометру, установленному у компрессора перед запорным всасывающим вентилем, должна быть на 5—10°С выше температуры испарения. Температура нагнетаемых паров аммиака у компрессора должна соответствовать температурам испарения и конденсации (приложение 12).

При эксплуатации замораживающей станции температура нагнетаемого аммиака при выходе его из компрессора должна соответствовать температурам испарения и конденсации, но быть не выше 150°С и не ниже 70°С для горизонтальных компрессоров и соответственно 135°С и 70°С для вертикальных компрессоров.

4.3. В процессе эксплуатации замораживающей станции необходимо:

не допускать нагрева трущихся частей компрессора более чем на 25—30°С выше температуры воздуха в машинном помещении, но не выше 60°С;

своевременно (по графику) удалять грязь из грязеуловителя, спускать масло из маслоотделителя и воздух из воздухоотделителя;

поддерживать перепад температур охлаждающей воды и конденсации аммиака в пределах 4—6°С;

не допускать избыточного давления при конденсации аммиака выше 13 кгс/см²;

не допускать утечки аммиака из конденсатора, а также наблюдать за правильной подачей воды и орошением конденсатора;

следить за тем, чтобы перепад температур испарения аммиака и рассола в испарителе не превышал 5°С;

поддерживать установленный режим работы замораживающей станции и систематически следить за показаниями контрольно-измерительных приборов (термометров, манометров, рассоломеров, водомеров и др.).

4.4. Не реже одного раза в месяц вскрывать и прочищать приемный, всасывающий и нагнетательный масляный фильтры.

В течение первого месяца после монтажа и включения компрессора в эксплуатацию вскрытие, осмотр и прочистку приемного и нагнетательного фильтров следует производить через каждые 5—6 дней эксплуатации.

4.5. Масла́, применяемые для смазки цилиндра компрессора, должны отвечать требованиям ГОСТа, не вступать в химическое соединение с холодильными агентами, не замерзать при минимальной (наинизшей) температуре испарения. Температура вспышки масла должна быть выше максимальной температуры нагревания холодильного агента не менее чем на 25°С.

4.6. Для смазки аммиачных компрессоров следует применять минеральные масла:

ХА (фригус), ГОСТ 5546—66—для смазки цилиндров и сальников;

индустриальное 50 или машинное СУ (ГОСТ 20799—75)—для смазки группы движения (коренных подшипников, направляющих крейцкопф, головки шатуна);

консистентную смазку № 1—13 (ГОСТ 1631—61)—для электродвигателей на шариковых и роликовых подшипниках.

4.7. В зимнее время при перерыве в работе холодильной

установки, если есть опасность замерзания воды, она должна быть слита из охлаждающих рубашек цилиндров компрессоров.

4.8. При внезапном прекращении циркуляции рассола компрессор должен быть остановлен.

4.9. Пуск, остановка и эксплуатация холодильных машин и аппаратов должны производиться в соответствии с инструкцией по эксплуатации замораживающей станции.

4.10. Планово-предупредительный ремонт холодильного оборудования должен производиться по установленному графику.

4.11. Включение замораживающих колонок в работу (эксплуатацию) для замораживания грунтов должно осуществляться параллельно. При этом все замораживающие колонки должны быть пущены в эксплуатацию в течение 3—5 суток.

В отдельных случаях, при соответствующем обосновании, замораживающие колонки могут быть пущены в работу (эксплуатацию) группами последовательно.

4.12. При расположении замораживающих колонок в два ряда они должны включаться в эксплуатацию параллельно; каждая пятая скважина второго ряда должна быть оставлена не включенной для наблюдения за понижением температуры грунта. При достижении в них температуры 0°С скважины включаются в эксплуатацию.

4.13. При обслуживании рассольной сети и замораживающих колонок необходимо следить за бесперебойной циркуляцией рассола во всех подключенных колонках, для чего один раз в сутки очищать от инея участок длиной 10—15 см соединительного шланга на каждой колонке и следить за скоростью нарастания инея. Циркуляция рассола определяется на ощупь рукой.

Примечания. 1. Наличие на соединительных и отводящих шлангах и головке колонки свежего пушистого инея свидетельствует о нормальной их работе.

2. Желтый рыхлый, легко отделяющийся при простукивании иней свидетельствует о ненормальной работе колонки.

3. Отсутствие инея на трубах и шлангах свидетельствует о том, что температура в форшахте ниже температуры рассола.

4.14. Воздух из коллектора и распределителя необходимо выпускать ежедневно через воздушные краники и не допускать образования воздушных мешков в шлангах, соединяющих колонки с коллектором и распределителем.

4.15. Включать и отключать колонки разрешается только по предписанию механика или начальника проходки, сделанному в журнале работы колонок (приложение 13).

4.16. Подключать новую колонку, заполненную теплым рассолом, к коллектору с температурой минус 5°С и ниже следует медленно с перерывами так, чтобы температура исходящего рассола понижалась в ней не более чем на 1—3°С (во избежание разрыва труб).

4.17. Систематически следует замерять уровень рассола в каждом испарителе для определения утечки рассола в колонках. Замер производить не ранее чем через 10 мин после остановки рассольных насосов и рассоломешалок у испарителей. Результаты замера уровня рассола, а также добавление рассола в систему или выпуск части его из системы отмечать в журнале работы замораживающей станции (приложение 14).

Примечание. При наличии более одного испарителя они должны быть соединены уравнительной трубой для рассола.

4.18. Необходимо следить, чтобы не было обрыва питающей трубы в колонке, т. е. чтобы циркуляция рассола происходила по всей высоте колонки.

Примечание. Признаком разрыва питающей трубы будет меньшая по сравнению с другими колонками разность температур прямого и обратного рассола в этой колонке.

4.19. Должно быть установлено систематическое наблюдение за отсутствием утечки рассола хлористого кальция из рассольной сети.

4.20. При утечке рассола хлористого кальция из системы необходимо немедленно ликвидировать эту утечку.

Скопившийся в результате утечки рассол (в форшахте, в выработке) на поверхности должен быть немедленно убран, а место разлива рассола хорошо промыто водой.

4.21. В начальный период эксплуатации замораживающей станции (в первые сутки) температура циркулирующего рассола должна быть не ниже минус 5°С и доводиться до рабочей температуры в течение последующих 4—5 суток.

4.22. Количество циркулирующего рассола во всех замораживающих колонках должно быть одинаковым (колебание по разным колонкам допускается в пределах 5%).

4.23. Количество рассола, циркулирующего в замораживающих колонках, должно периодически проверяться.

4.24. Температура циркулирующего рассола должна быть одинаковой во всех колонках с возможными колебаниями по разным колонкам в пределах 1—2°С.

4.25. В помещении замораживающей станции на видном месте должны быть вывешены:

аммиачная и рассольная схемы замораживающей станции;

инструкция по эксплуатации холодильных установок;

инструкция по эксплуатации электрооборудования;

правила внутреннего распорядка и техники безопасности;

график планово-предупредительного ремонта оборудования.

4.26. В течение всего периода эксплуатации замораживающей станции должен вестись журнал работы замораживающей станции (приложение 14), показатели работы станции должны записываться в журнал через каждые 2 ч.

4.27. Температура рассола, циркулирующего в каждой замораживающей колонке, и температура рассола в прямом и обратном рассолопроводах должны записываться в журнал работы замораживающих колонок (приложение 13). Замер производят не реже одного раза в смену.

Данные наблюдения по контрольным скважинам записываются в журнал записи температур в контрольных термометрических скважинах на различных горизонтах (приложение 15).

Данные наблюдений за уровнем грунтовых вод записываются в журнал записи наблюдений за уровнем грунтовых вод в гидрогеологических скважинах (приложение 16).

4.28. По достижении проектных размеров и температуры ледогрунтового ограждения должен быть составлен акт готовности участка для ведения основных работ (приложение 17).

Процесс замораживания грунтов и контроль за ним

4.29. Проектом должны быть установлены два периода процесса замораживания грунтов:

замораживание грунтов;

поддержание грунтов в замороженном состоянии.

4.30. Работа замораживающей станции и подача рассола в замораживающие колонки должны производиться:

в период замораживания грунтов—непрерывно;

в период поддержания грунтов в замороженном состоянии—по специально установленному режиму.

4.31. Время, необходимое для периода замораживания грунтов и режим подачи рассола в замораживающие колонки для поддержания грунтов в замороженном состоянии устанавливается проектом.

4.32. В период поддержания грунтов в замороженном состоянии станция должна работать и подавать рассол в замораживающие колонки непрерывно при замораживании котлованов, в которых замороженные стенки используются как временные ограждающие и несущие конструкции.

4.33. В процессе замораживания грунтов должно быть обеспечено систематическое наблюдение за образованием ледогрунтового ограждения, его толщиной и температурой приборами УКЛЦ-1 и МАП-1.

При наблюдениях должны определяться следующие показатели:

— уровень грунтовых вод в гидрогеологических контрольных скважинах;

— температуры в термометрических контрольных скважинах;

— температуры охлаждающего рассола в замораживающих колонках;

— температуры охлаждающего рассола на прямой и обратной линиях рассолопровода.

4.34. Ориентировочная средняя скорость нарастания (образования) перемычки из замороженного грунта T (в часах) может быть определена по формуле (29) п. 2.41.

4.35. Средняя температура ледогрунтового ограждения принимается в пределах 30—40% температуры холодоносителя, циркулирующего в замораживающих колонках.

4.36. Образование ледогрунтового ограждения проектной толщины может считаться законченным при следующем комплексе показателей:

при достижении проектной температуры на разных глубинах термометрических скважин, расположенных в зоне замороженных грунтов, и температуры 0°С в скважинах, расположенных на границе ледогрунтового ограждения;

при подъеме уровня воды в гидрогеологических скважинах, расположенных внутри замороженного ледогрунтового ограждения;

при нормальной работе всех замораживающих колонок в процессе замораживания грунтов;

при достижении разности температур охлаждающего рассола на прямой и обратной линиях рассолопровода 1—2°С.

4.37. Подъем уровня грунтовых вод в гидрогеологической скважине, расположенной внутри замороженного контура, определяется по сравнению с уровнем воды в гидрогеологической скважине, расположенной вне замороженного контура.

4.38. Окончательная проверка образования замкнутого ледогрунтового ограждения производится пробной откачкой воды из специально устроенного зумпфа (шурфа) или из водопонижающей скважины с последующим наблюдением за восстановлением уровня грунтовых вод в течение 24 ч.

При наличии замкнутого ограждения уровень грунтовых вод не должен восстанавливаться до первоначальной отметки.

Результаты пробной откачки и восстановления уровня грунтовых вод должны быть зафиксированы актом.

Контроль за образованием ледогрунтового ограждения рекомендуется проводить также с помощью ультразвукового прибора.

4.39. К проведению подземных выработок в зоне замороженных грунтов ниже уровня грунтовых вод разрешается приступать только после образования замкнутого замороженного контура проектной толщины и достижения заданных температур грунта.

4.40. При проведении подземных выработок в зоне замороженных грунтов должны вестись систематические наблюдения за состоянием грунтов и зоны распространения замораживания внутри выработки.

Через каждые 5 м выработки должны быть составлены исполнительные разрезы с указанием зоны замораживания внутри выработки, температуры грунта и названия проходимых грунтов.

4.41. В процессе проведения подземных выработок наблюдения за температурами рассола в колонках, в термометрических скважинах производятся так же, как и во время замораживания.

4.42. Замораживающие колонки, пересекающие выработку, выходящие или непосредственно приближающиеся к выработке, должны быть своевременно отключены из рассольной системы, а рассол из них удален.

4.43. Контроль за работой холодильной установки и определение количества выработанного холода необходимо осуществлять по показателям работы замораживающей станции.

4.44. Ориентировочно количество фактически выработанного холодильной установкой холода в зависимости от типа установленного компрессора, температуры конденсации и испарения аммиака можно определять по заводским кривым холодопроизводительности компрессора в рабочих условиях (приложения 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25). Определенная по этим кривым часовая холодопроизводительность компрессора, умноженная на число часов его работы в сутки, даст количество фактически выработанного холода этой установкой в ккал/сутки.

4.45. Окончание работ по замораживанию грунтов должно быть оформлено актом на прекращение работ (приложение 26).

5. ОТТАИВАНИЕ ЗАМОРОЖЕННЫХ ГРУНТОВ И ИЗВЛЕЧЕНИЕ ТРУБ

Оттаивание замороженных грунтов

5.1. Оттаивание замороженных грунтов должно производиться согласно проекту и после полного окончания работ в замороженных грунтах.

Оттаивание замороженных грунтов может происходить естественным путем или производиться искусственно.

Искусственное оттаивание грунтов должно производиться в тех случаях, когда необходимо провести его быстро и равномерно. Естественное же оттаивание замороженных грунтов происходит медленно и неравномерно и может вызвать одностороннее давление.

5.2. Искусственное оттаивание замороженных грунтов должно осуществляться циркуляцией нагретого рассола в замораживающих колонках. Рассол должен нагреваться постепенно до температуры плюс 50 плюс 70°С.

Расчет температурных полей при оттаивании замороженных грунтов можно производить по методу гидравлических аналогий.

Извлечение обсадных труб и замораживающих колонок

5.3. Обсадные трубы могут извлекаться до начала замораживания грунтов или после окончания оттаивания замороженных грунтов. Извлекать обсадные трубы рекомендуется до начала замораживания, после монтажа замораживающих колонок.

Пространство между стенкой скважины и колонкой должно быть заполнено глинистым раствором. При извлечении обсадных труб замораживающая колонка не должна быть поднята.

Рекомендуется извлекать обсадные трубы вокруг ствола одновременно из двух скважин, находящихся в диаметрально противоположных сторонах, а затем из двух скважин, расположенных на диаметре, перпендикулярном к первому, и т. д. При извлечении обсадных труб после окончания проходки необходимо немедленно тампонировать скважину (бетоном, цементным раствором, глиной и т. д.).

5.4. Замораживающие колонки должны извлекаться после полного окончания работ в замороженных грунтах.

5.5. Количество подлежащих извлечению колонок и способ их извлечения устанавливаются проектом в зависимости от застроенности площадки и доступа к колонкам, а также сте-

пени ожидаемых осадок поверхности и сохранности наземных и подземных сооружений при извлечении колонок.

5.6. Извлекать замораживающие колонки из скважин следует после демонтажа рассольной системы и удаления из колонок рассола. Башмак замораживающей трубы должен быть отрезан внутренним труборезом. Сдвигать замораживающую колонку при подъеме рекомендуется домкратами, а в дальнейшем—извлекать лебедкой с полиспастом.

Перед подъемом колонка должна быть полностью заполнена тампонажным раствором. В случае утечки раствора в грунт подъем колонки необходимо приостановить и пополнить количество раствора. Уплотнять раствор в скважине следует путем залива его в трубу выше уровня поверхности земли.

5.7. Не поддающиеся извлечению колонны труб должны быть залиты тампонажным раствором.

5.8. Извлекать замораживающие колонки из скважин до естественного оттаивания грунта следует путем искусственного оттаивания слоя грунта толщиной 3—5 см вокруг трубы путем циркуляции в трубе нагретого рассола. Отогревать рекомендуется несколько колонок сразу.

Установка для оттаивания представляет собой бак, в котором нагревается рассол. Рассол подается насосом через питающую трубу в колонку, откуда после охлаждения поступает обратно в бак.

5.9. В случае оставления замораживающих труб в грунте они должны быть заполнены цементным или глинистым раствором с песком.

После извлечения замораживающих труб скважины должны быть затампонированы с разделением водоносных горизонтов: в водоупорных грунтах—глиной, в водосодержащих—песком или щебнем.

При пересечении замораживающей скважиной нескольких водоносных горизонтов следует учесть возможность гидравлического соединения всех водоносных горизонтов после оттаивания грунтов.

5.10. Тампонаж скважин, пересекающих несколько водоносных горизонтов, при необходимости разобщения последних должен производиться по водоупорным пластам цементным раствором или жирной глиной в соответствии с правилами тампонажа скважин.

5.11. Для подъема замораживающих колонок применяют вибромолоты, вибропогружатели, лебедки, домкраты и полиспасты.

5.12. Извлекать замораживающие колонки при искусствен-

ном оттаивании замороженных грунтов разрешается после полного оттаивания грунта.

5.13. Демонтаж скважин (извлечение труб и колонок) должен быть оформлен актом на скрытые работы по ликвидации скважин (приложение 27) с указанием мест заложения скважин, способов их ликвидации, объемов работ и т. д., а также актом на скрытые работы по устройству тампонажа (приложение 28).

6. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

6.1. При выполнении работ по искусственному замораживанию грунтов следует руководствоваться «Правилами безопасности и производственной санитарии при строительстве метрополитенов и тоннелей» (Оргтрансстрой, М., 1975), утвержденными Президиумом ЦК профсоюзов рабочих железнодорожного транспорта 9 июля 1974 г., зам. министра транспортного строительства 10 июня 1974 г.

6.2. При производстве строительно-монтажных работ по искусственному замораживанию грунтов должны выполняться правила противопожарной охраны и техники безопасности, предусмотренные главой СНиП III-А-70 «Техника безопасности в строительстве».

6.3. Все оборудование с электрическим приводом и пусковая аппаратура должны быть заземлены в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» (Л., Госэнергоиздат, 1969), утвержденными Госэнергонадзором 12 апреля 1969 г.

6.4. При изысканиях необходимо руководствоваться «Правилами безопасности при геологоразведочных работах» (М., «Недра», 1964).

6.5. При работе замораживающей станции следует руководствоваться «Правилами техники безопасности на аммиачных, холодильных установках» (М., изд. ВНИХИ, 1967), а также «Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением», утвержденными Госгортехнадзором 19 мая 1970 г. и «Правилами 12-58 организации и проведения проверки мер и измерительных приборов и контроля за состоянием измерительной техники, соблюдением стандартов и технических условий», (М., Стандартгиз, 1959).

6.6. Руководство работами по замораживанию грунтов может быть возложено на лиц, имеющих высшее и среднее техническое образование, а также на практиков со стажем по производству этих работ не менее 5 лет, прошедших соответствующее обучение.

6.7. Рабочие, выполняющие работы, связанные с замораживанием грунтов, должны пройти производственный инструктаж по технике безопасности. В дальнейшем проверка знаний правил техники безопасности проводится ежегодно.

Инженерно-технические работники, занятые на замораживании грунтов, обязаны один раз в два года сдать экзамены по технике безопасности.

6.8. Надзор за правильным и безопасным ведением работ и соблюдением техники безопасности на участке возлагается на начальника участка (производителя работ). Ответственным за безопасное ведение работ в течение смены является: во время бурения и монтажа—сменный мастер, во время эксплуатации—старший по смене.

6.9. Старший по смене обязан перед началом смены проверить состояние и работу механизмов и вспомогательного оборудования.

При обнаружении неисправностей, которые могут повлечь за собой аварию, поломку механизмов или несчастный случай, старший по смене обязан немедленно поставить об этом в известность начальника смены или начальника участка (производителя работ) и одновременно принять меры к устранению замеченных недостатков, а также сообщить следующей смене и сделать соответствующую запись в журнале приема-сдачи.

6.10. При приемке смены необходимо тщательно осмотреть механизмы, оборудование, систему трубопроводов, установить, не перегреваются ли подшипники насосов и электродвигателей.

6.11. Территория, на которой производятся работы по замораживанию, должна быть ограждена. Доступ посторонних лиц на территорию запрещается.

6.12. Площадка, рабочие места и проходы должны содержаться в чистоте и порядке.

6.13. В ночное время работы, связанные с замораживанием, разрешается производить только при достаточном освещении.

6.14. Переносные лампы должны иметь напряжение не свыше 12 в.

6.15. При сборке трубопроводов для проверки совпадения отверстий фланцев рабочие должны иметь монтажные ключи, ломики или оправки. Проверка совпадения отверстий пальцами запрещается.

6.16. Исправлять и ремонтировать работающие установки и затягивать болты на движущихся частях и на трубопроводах под давлением запрещается.

6.17. Замораживание грунтов между железнодорожными

путями, различными строениями, трубопроводами и другими сооружениями следует осуществлять по проектам организации и производства работ, согласованным с Горнотехнической инспекцией и с организацией, в ведении которых находятся эти строения и сооружения.

6.18. Материалы, из которых изготовлены детали холодильных машин, соприкасающиеся с холодильным агентом, должны быть к нему химически инертны.

6.19. Машинное отделение, работающее с холодильным агентом (аммиаком), должно быть устроено в первом этаже.

6.20. Машинное отделение должно иметь естественный свет (отношение площади окон к площади пола должно быть не менее 1 : 8).

При машинном отделении должны быть оборудованы: уборная, раздевалка, душевая и умывальник с горячей и холодной водой, если их нет на строительной площадке.

6.21. Измерительные приборы (манометры, измерительные электроприборы и др.) должны быть расположены таким образом, чтобы обеспечивалась возможность наблюдения за ними.

6.22. Температура воздуха в машинном отделении должна быть не ниже плюс 10°С.

6.23. Все холодильные аппараты и трубопроводы должны быть прочно закреплены. Для прямых участков трубопроводов длиной более 100 м обязательно устройство подвижных опор и компенсаторов. В местах, где трубопроводы и аппараты могут подвергаться повреждениям от ударов, необходимо иметь защитные ограждения.

6.24. Воспрещается измерять линейное вредное пространство компрессора при работающем двигателе.

6.25. Воспрещается производить сварку оборудования и трубопроводов, заполненных холодильным агентом.

6.26. Фланцевые и сварные соединения трубопроводов не должны размещаться в стенах, перекрытиях и других недоступных местах.

6.27. Все движущиеся части оборудования должны иметь ограждения, выполненные в соответствии с установленными правилами.

6.28. При производстве такелажных и сварочных работ надлежит соблюдать правила безопасности, установленные для этих работ.

6.29. На холодильных установках, работающих с вредным холодильным агентом, обязательно иметь поглотительные противогазы, резиновые и кожаные перчатки, а также аптечки.

Все это должно храниться в машинном отделении в специальном шкафу, вблизи входной двери. Количество поглотительных противогазов и перчаток должно быть равно числу рабочих машинного отделения в одну смену. Каждый противогаз должен иметь не менее двух запасных фильтров.

Замораживающая станция должна иметь вентиляцию согласно п. 2.62.

6.30. Кроме противогазов, хранящихся в машинном отделении, обязательно иметь вне пределов машинного отделения не менее двух противогазов у лица, ответственного за технику безопасности.

6.31. Рабочие машинных отделений и технический персонал должны быть обучены пользованию противогазом, а также оказанию первой помощи при отравлении холодильным агентом.

6.32. Весь обслуживающий персонал станции обязательно инструктируется пожарной инспекцией или администрацией предприятия.

Обслуживающий персонал замораживающей станции обязан следить за исправным состоянием противопожарного инвентаря и пожарных гидрантов.

6.33. При возникновении пожара с угрозой взрыва системы холодильный агент должен быть выпущен из системы в соответствии с требованиями Правил техники безопасности на холодильных установках.

6.34. Обтирочный материал должен храниться в металлических ящиках с крышкой в количестве не более трехсуточного его расхода, а использованный—немедленно удаляться из станции в металлический ящик и по мере накопления отправляться в переработку.

6.35. Использование нефильтрованного масла не допускается. В фильтрах должен быть двухдневный запас масла, который пополняется механиком станции.

6.36. Баллоны с холодильным агентом должны храниться на огнестойких складах в лежачем положении в количестве, не превышающем 25% годового потребления. Температура воздуха на складе должна быть не выше плюс 25°С. Устройство в нем окон и отопления воспрещается. Освещение допускается только электрическое.

Двери должны открываться из склада наружу.

6.37. Склад для хранения баллонов должен быть удален от зданий и складов для хранения легко воспламеняющихся веществ или горючего не менее чем на 50 м.

6.38. При временном нахождении баллонов на открытом

воздухе они должны быть закрыты во избежание непосредственного воздействия солнечных лучей.

6.39. Совместное хранение баллонов с различными холодильными агентами или другими сжатыми газами, а также горючими материалами воспрещается.

6.40. В машинном отделении допускается хранение не более двух баллонов холодильного агента. Баллон может быть присоединен к системе только на время добавления холодильного агента в систему.

6.41. Перед заполнением системы холодильным агентом содержание каждого баллона должно быть проверено.

6.42. Заполнение системы холодильным агентом должно производиться через коллектор регулирующей станции и при децентрализованном регулировании через наполнительный вентиль на жидкостном трубопроводе. В обоих случаях следует обязательно закрывать запорный вентиль на жидкостной линии, соединяющей заполняемую систему с конденсатором.

6.43. Предельная допускаемая концентрация аммиака в воздухе рабочих помещений должна быть не более 0,02 мг/л.

6.44. К обслуживанию холодильной установки допускаются лица, имеющие соответствующее свидетельство, выданное квалификационной комиссией.

6.45. Компрессоры и аппараты допускаются к эксплуатации только в том случае, если предохранительные клапаны испытаны на установленное для них давление и запломбированы.

6.46. Утечки газа в сальниках компрессоров и соединениях труб должны устраняться немедленно по обнаружении.

6.47. Для нахождения мест утечки холодильного агента допускается пользоваться только специальными для каждого агента химическими индикаторами.

6.48. Открывание цилиндров и картеров компресоров, перебивка сальников компрессоров, демонтаж трубопроводов и аппаратов разрешается только после удаления из них холодильного агента.

6.49. Воспрещается пользоваться открытым пламенем в машинном отделении холодильных установок.

6.50. На время длительных перерывов в работе холодильных машин и аппаратов вода из противоточных горизонтальных кожухов трубчатых и элементных конденсаторов и переохладителей переохлаждающихся рубашек цилиндров компрессоров должна быть спущена.

6.51. Замораживающая станция должна быть связана с форшахтой сигнализацией по п. 3.117.

6.52. Испаритель должен иметь мерное стекло с указанием уровня рассола и приспособление, автоматически сигнализирующее об утечке рассола. Исправность действия сигнализации подлежит проверке каждой сменой.

6.53. При примыкании электрической подстанции, силовой установки или специального помещения для распределительного устройства высоковольтных моторов непосредственно к машинному отделению указанные помещения должны иметь два выхода, причем один выход должен быть наружу, а другой через машинное отделение. Двери должны открываться наружу.

6.54. При необходимости освобождения системы холодильного агента должна быть предусмотрена специальная спускная линия. Спускной запорный вентиль должен быть расположен вне машинного отделения.

6.55. Во избежание взрывов, поломок с тяжелыми последствиями из-за наличия паров хладоагента необходимо соблюдать предписания и указания, полученные от завода, производящего это оборудование, а также иметь постоянный надзор за плотностью соединений трубопроводов, за манометрами и всеми контрольно-измерительными приборами.

6.56. При обнаружении неплотностей в соединениях по запаху не следует вплотную приближать лицо к подозрительным местам, так как струйки выходящих паров могут попасть в глаза и повредить их.

6.57. При работе с рассолом, разъедающим руки, необходимо иметь специальные рукавицы из кожи и брезентовые передники.

6.58. Для оказания первой помощи в машинном отделении должна быть аптечка с противоядиями и перевязочными материалами. При отравлении аммиаком необходимо незамедлительно делать следующее: пить лимонный сок, немного разведенный водой, или винный уксус (чайную ложку на стакан воды), рвотное, глотать кусочки льда, пить теплое молоко, класть холод на голову, немедленно вызвать врача.

Пострадавший должен быть сразу же вынесен на свежий воздух.

В случае прекращения у пострадавшего дыхания произвести искусственное дыхание, накрыть его теплой одеждой и растереть конечности. Пострадавшему дают вдыхать пары уксусной кислоты 1%-го раствора, обливают водой затылок и спину.

6.59. При попадании аммиака в глаза их следует промыть

водой комнатной температуры и закапать в них 2—4%-ный раствор борной кислоты и немедленно обратиться к врачу.

6.60. При попадании жидкого аммиака на кожу нужно растереть пораженное место стерильным ватным шариком или марлевой салфеткой до восстановления чувствительности и покраснения кожи, затем обтереть спиртом и наложить повязку из чистого бинта. В случае образования на коже пузырей или обширных повреждений следует накрыть поврежденное место повязкой из бинта и направить пострадавшего к врачу.

6.61. Освещение форшахты должно быть электрическое с напряжением не выше 12 В.

6.62. Форшахта должна иметь надежные лестницы с перилами.

6.63. Распределитель и коллекторы укрепляются на кронштейнах, установленных на деревянных стойках для крепления форшахты, или же подвешиваются к потолочным перекладинам форшахты на железных хомутах.

6.64. Все пробковые краны должны легко открываться и закрываться, для чего периодически краны необходимо обтирать рассолом, не допуская сильных ударов при сбивании внешнего покрова льда на головке кранов.

7. ПРИЕМКА РАБОТ

7.1. Работы по замораживанию грунтов подлежат приемке в три этапа:

I этап—промежуточная приемка (готовность к пуску замораживающих установок в эксплуатацию);

II этап—окончательная приемка (готовность объекта для ведения основных строительных и горных работ);

III этап—окончание работ по замораживанию и демонтаж оборудования.

7.2. Основанием для созыва комиссии по приемке выполненных работ являются:

на первом этапе—окончание монтажа замораживающих колонок, измерения отклонений скважин, завершение монтажа замораживающей станции и рассольной сети, пробный пуск замораживающей установки;

на втором этапе—нормальная работа системы замораживающей установки, образование ледогрунтового ограждения или массива установленной проектом величины (толщины) и температуры грунта;

на третьем этапе—окончание горнопроходческих строительных работ, искусственного оттаивания грунтов (если пре-

дусмотрено проектом), демонтажа оборудования, извлечения замораживающих колонок и тампонажа скважин.

7.3. Приемка работ должна оформляться приемо-сдаточным актом. К акту необходимо прилагать исполнительную документацию.

7.4. Промежуточной приемкой должны быть установлены:

правильность расположения замораживающих колонок и необходимость устройства дополнительных;

готовность всей замораживающей системы (станции и сети) к пуску.

7.5. Промежуточная приемка заключается в осмотре выполненных работ на месте и проверке исполнительной технической документации (приложения 7, 8, 10). При приемке замораживающих установок генеральным подрядчиком должен быть предъявлен акт, подтверждающий выполнение всех подготовительных работ.

7.6. Включать замораживающую установку до выполнения необходимых подготовительных работ запрещается.

7.7. Окончательной приемкой должно быть установлено наличие замкнутого ледогрунтового ограждения проектной толщины и с температурой грунта по данным:

а) журналов работ замораживающей станции и замораживающих колонок (приложения 13, 14);

б) журнала наблюдений за уровнем грунтовых вод в гидрогеологических скважинах (приложение 16);

в) журнала записи температур грунта в контрольных термометрических скважинах (приложение 15);

г) результатов опытной откачки (п. 4.38);

д) контрольной проверки температур ледогрунтовой стенки.

При приемке устанавливается возможность начала проходки выработки в зоне замороженных грунтов с составлением акта по форме, приведенной в приложении 17. Уточняется проектный режим работы замораживающей станции и рассольной системы для поддерживания проектных размеров и температуры ледогрунтового ограждения до окончания всех горных и строительных работ, производимых под защитой ограждения.

7.8. Специализированная организация, осуществляющая замораживание грунтов в процессе работы, составляет исполнительные графики работы замораживающей установки с указанием во времени температур замороженного грунта, распространения зоны замораживания и количества включенных в работу колонок.

7.9. После окончания проходческих и строительных работ комиссия в составе представителей проектной, строительной и монтажной организаций составляет акт (приложение 26) на прекращение работ по замораживанию и дает разрешение на демонтажные работы.

7.10. Все акты должны быть подписаны ответственными представителями специализированной организации, производившей замораживание грунта, и генеральным подрядчиком по строительству.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

ПРЕДЕЛ
прочности замороженных грунтов при сдвиге

Грунты и их гранулометрический состав	Температура в момент испытания, °С	Влажность по массе, %	Предел прочности при сдвиге, кгс/см²
Глинистый грунт (фракции 0,01—0,005 мм—50%; фракции<0,005 мм—36%)	—0,4	45,5	3,7
	—1,8	50,6	17,2
	—3,0	49,8	20,9
	—4,4	44,0	24,3
	—6,3	42,0	28,5
	—8,8	45,9	33,5
Супесчаный грунт (фракции 1—0,05 мм—68%; фракции <0,005 мм—8%)	—0,4	18,4	4,9
	—0,9	17,8	10,6
	—3,1	19,1	21,8
	—3,9	16,9	24,8
	—6,7	19,0	44,2
	—8,5	16,2	47,5
	—9,3	19,0	48,5

Приложение 2

ПРЕДЕЛЫ
прочности при сжатии замороженного грунта и льда в зависимости от температуры

Грунты, насыщенные водой	Пределы прочности при сжатии (в кгс/см²) при температуре, °С				
	от —1 до —5	от —5 до —10	от —10 до —15	от —15 до —20	от —20 до —25
Чистый лед	18				
Песок	25—85	85—127	127—144	144—152	152—180
Супесь	20—65	65—88	88—105	105—122	122—140
Глинистый	15—45	45—60	60—75	75—95	95—100
Пылеватоилистый	10—15	15—35	35—45	45—65	65—70
Лед	—	—	13—18	18—20	20—30

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГРУНТОВ

некоторых конструкций и материалов при их температуре $t_{гр} = +5 \div 10°C$

По материалам книги В. Я. Цодиков. «Вентиляция и теплоснабжение метрополитенов», М., Издательство «Недра», 1975

Наименование и характеристика грунтов	Объемный вес, кгс/м³	Весовая влажность $W_в$, %	Доля составляющих грунтов, %				Коэффициент теплоемкости с, ккал/кг·°С	Коэффициент теплопроводности λ, ккал/м·ч·°С	Коэффициент температуропроводности $a \cdot 10^{-4}$, м²/ч
			гравий	песок	пыль	глина			
По трассе Московского метрополитена*									
Пески разнозернистые, кварцевые, желтые, четвертичные, аллювиальные, флювиогляциальные	1865	15,9	25,0	74,2	0,4	0,4	0,38	1,69	23,8
Суглинки моренные бурые . . .	1685	29,1	—	—	—	—	0,39	0,85	12,9
То же	2160	10,6	0,7	63,8	12,3	23,2	0,3	1,1	17,0
»	2145	15,7	—	—	—	—	0,3	1,03	16,0
»	2280	17,5	4,0	57,2	10,0	28,8	0,3	1,62	23,6
»	2085	23,6	—	—	—	—	0,35	1,19	16,3
»	2010	40,7	1,0	68,2	15,3	15,5	0,5	1,92	19,0
Пески и супеси желтые, кварцевые, четвертичные	1875	21,7	—	92,7	3,8	3,5	0,35	1,75	26,6
То же	1825	25,9	—	82,6	12,0	5,4	0,3	1,68	30,5
»	2030	29,4	—	56,4	37,6	6,2	0,4	1,64	20,2
»	2075	20,2	—	—	—	—	0,35	0,95	13,1

* Данные Московского энергетического института (1955—1956 гг.).

Пески верхневолжские, кварцево-глауконитовые, слюдистые, серые (юрские)	1570	30,0	—	72,8	26,6	0,6	0,41	1,87	29,2
Суглинки нижневолжские черные, слюдистые (юрские)	2085	29,4	—	66,8	14,3	18,9	0,39	1,16	14,3
Суглинок нижневолжский (юрский) серовато-черный	2020	22,1	—	6,0	52,4	41,6	0,38	1,0	13,0
Суглинок нижневолжский (юрский) серо-черный	2105	21,5	0,4	65,7	13,8	20,5	0,32	0,66	9,8
Глина оксфордская серовато-черная плотная, твердая, слабослюдистая (юрская)	1435	42,3	—	15,3	25,9	58,8	0,5	0,65	9,1
То же	1885	35,0	—	6,0	52,4	41,6	0,44	0,82	9,9
»	1880	52,8	—	17,2	36,0	46,8	0,64	3,24	27,2
»	1965	28,7	—	8,2	51,4	40,4	0,4	0,88	11,2
»	1880	33,3	—	17,1	13,1	69,8	0,44	1,12	13,5
»	1720	51,0	—	23,7	33,2	43,1	0,57	1,07	10,9
»	1673	47,2	—	30,1	36,4	33,5	0,57	0,76	7,9
»	1893	45,4	—	—	—	—	0,54	1,31	12,8
Глина серая, плотная, тугопластичная, слабослюдистая с железистыми оолитами (келловейская)	1920	38,2	—	18,5	37,5	44,0	0,48	0,86	9,3
Глина голубовато-серая плотная с гнездами песка континентальная (юрская)	2180	18,6	—	60,7	12,6	26,7	0,33	1,99	28,0
То же	2020	21,0	—	17,7	13,4	68,9	0,36	0,83	11,4
Глина красно-коричневая, плотная, мергелистая	2130	17,45	—	11,6	67,9	20,5	0,3	0,81	12,7

Продолжение прилож. 3

Наименование и характеристика грунтов	Объемный вес, кгс/м³	Весовая влажность $W_в$, %	Доля составляющих грунтов, %				Коэффициент теплоемкости с, ккал/кг·°С	Коэффициент теплопроводности λ, ккал/м·ч·°С	Коэффициент температуропроводности $a \cdot 10^{-4}$, м²/ч
			гравий	песок	пыль	глина			
Глина красно-коричневая плотная, мергелистая (верхнекаменноугольная)	2135	17,2	—	—	—	—	0,3	1,04	16,3
То же	2095	14,9	—	7,2	27,3	65,5	0,32	0,93	13,9
»	1835	23,2	—	—	—	—	0,38	0,70	10,2
»	2170	19,8	—	12,3	24,4	58,3	0,35	1,15	15,0
»	2155	17,0	—	20,0	34,9	45,1	0,3	1,04	15,8
»	2300	11,0	—	—	—	—	0,25	0,61	10,6
»	2185	9,1	—	42,8	31,9	25,3	0,21	0,84	18,3
Известняки (мячковские) . . .	1970	Воздушно-сухое	—	—	—	—	0,21	0,56	13,5
То же**	2100	6,9	—	—	—	—	0,25	1,0	19,8
Известняки (мячковские) . . .	2000	Воздушно-сухое	—	—	—	—	0,22	0,75	17,0
То же**	2100	5,3	—	—	—	—	0,26	1,47	26,9
Известняки (мячковские) . . .	2000	Воздушно-сухое	—	—	—	—	0,22	0,75	17,0
То же**	2140	6,6	—	—	—	—	0,26	1,69	30,4
Известняки (мячковские) . . .	2030	Воздушно-сухое	—	—	—	—	0,21	0,84	19,7
То же**	2140	4,7	—	—	—	—	0,23	1,52	30,9

Известняки (мячковские) . . .	2070	Воздушно-сухое	—	—	—	—	0,21	0,81	18,6
То же**	2280	9,6	—	—	—	—	0,27	1,65	26,8
Известняки (мячковские) . . .	2100	Воздушно-сухое	—	—	—	—	0,22	0,92	19,9
То же**	2260	6,7	—	—	—	—	0,26	1,60	27,3
Известняки (мячковские) . . .	2400	Воздушно-сухое	—	—	—	—	0,22	1,22	23,1
То же**	2470	3,2	—	—	—	—	0,23	1,68	29,6
Доломиты (мячковские)** . . .	1950	Воздушно-сухое	—	—	—	—	0,23	0,72	16,0
То же**	2080	6,9	—	—	—	—	0,27	1,61	28,7
Доломиты (мячковские)** . . .	1980	Воздушно-сухое	—	—	—	—	0,21	0,74	17,8
То же**	2120	6,8	—	—	—	—	0,26	1,58	28,7
Доломиты (мячковские)** . . .	2300	Воздушно-сухое	—	—	—	—	0,22	1,04	20,5
То же**	2390	3,8	—	—	—	—	0,22	1,48	28,1
По трассе Харьковского метрополитена**									
Мергели	1800	31	—	—	—	—	0,41	1,39	18,8
То же	1830	34,5	—	—	—	—	0,42	1,49	19,3
»	1850	37	—	—	—	—	0,45	1,67	30,0
Глина	1770	19	—	—	—	—	0,32	1,32	23,3
То же	1920	27	—	—	—	—	0,38	1,70	23,3
»	2070	38	—	—	—	—	0,44	2,24	24,6
Суглинки	1680	10	—	—	—	—	0,28	1,37	29,1

Продолжение прилож. 3

Наименование и характеристика грунтов	Объемный вес, кгс/м³	Весовая влажность $W_в$, %	Доля составляющих грунтов, %				Коэффициент теплоемкости с, ккал/кг·°С	Коэффициент теплопроводности λ, ккал/м·ч·°С	Коэффициент температуропроводности $a \cdot 10^{-4}$, м²/ч
			гравий	песок	пыль	глина			
Суглинок	1920	20,5	—	—	—	—	0,35	1,76	26,2
То же	2050	45	—	—	—	—	0,46	2,17	22,9
Пески мало- и средневлажные	1620	2	—	—	—	—	0,18	0,67	23
То же	1710	4,5	—	—	—	—	0,21	0,85	23,6
»	1970	13	—	—	—	—	0,27	1,04	19,5
Пески сильновлажные и водонасыщенные	1760	15	—	—	—	—	0,28	1,94	39,4
То же	1960	17,9	—	—	—	—	0,30	2,11	36,0
»	2060	22	—	—	—	—	0,33	2,28	33,5
По трассе Ташкентского метрополитена**									
Суглинок лёссовидный	1680	14	—	—	—	—	0,29	1,23	25,2
То же	1710	20	—	—	—	—	0,33	1,27	22,5
»	1760	15	—	—	—	—	0,30	1,41	26,7
»	1800	12	—	—	—	—	0,28	1,31	26,9
»	1920	24	—	—	—	—	0,35	1,62	24,2
По трассе Ленинградского метрополитена									
Пески послеледниковые мелкозернистые	1930	20,5	—	—	—	—	0,33	1,35	21,1

** Данные Харьковского автомобильно-дорожного института (1968 г.). Все образцы известняков и доломитов испытывались в воздушно-сухом и водонасыщенном состояниях.

Пески межморенные разнозернистые	2170	14,9	—	—	—	—	0,35	1,76	23,1
Супеси нижней морены	2195	7,6	—	—	—	—	0,21	1,28	27,8
Суглинок верхней морены	2000	17,3	—	—	—	—	0,31	1,02	16,4
Глина ленточная позднеледниковая	1866	23,0	—	—	—	—	0,39	0,73	10,0
Глина кембрийская	2130	12,5	—	—	—	—	0,33	1,47	21,2
По трассе Минского метрополитена* **									
Песок мелкий	1660	3,3	—	—	—	—	0,21	0,94	26,9
То же	1790	5,2	—	—	—	—	0,25	1,1	24,6
»	1900	8,1	—	—	—	—	0,28	1,33	25,0
Песок средней крупности	1670	2,2	—	—	—	—	0,22	0,9	26,0
То же	1630	1,8	—	—	—	—	0,22	0,97	27,0
»	1630	2,0	—	—	—	—	0,22	1,1	30,7
Пески крупные и гравелистые	1650	3,4	—	—	—	—	0,21	0,69	19,9
То же	1700	4,4	—	—	—	—	0,23	0,76	19,4
»	1800	4,9	—	—	—	—	0,22	1,26	31,8
Суглинки пылеватые	2030	20,9	—	—	—	—	0,34	1,4	20,3
Суглинки лёссовидные	1970	16,3	—	—	—	—	0,33	1,0	15,4
То же	1900	18,0	—	—	—	—	0,34	1,15	17,8
»	2050	20,4	—	—	—	—	0,34	1,33	19,1
Супесь моренная	2160	10,2	—	—	—	—	0,27	0,86	14,7
То же	1930	8,8	—	—	—	—	0,27	1,26	24,1
»	2120	11	—	—	—	—	0,29	1,62	26,3

*** Данные институтов БелГИИЗ и БелНИИ (1974 г.).

Продолжение прилож. 3

Наименование и характеристика грунтов	Объемный вес, кгс/м³	Весовая влажность $W_в$, %	Доля составляющих грунтов, %				Коэффициент теплоемкости с, ккал/кг·°С	Коэффициент теплопроводности λ, ккал/м·ч·°С	Коэффициент температуропроводности $\alpha \cdot 10^{-4}$, м²/ч
			гравий	песок	пыль	глина			
Новомосковские гипсовые рудники****									
Гипсовая порода	2270	19÷26	—	—	—	—	0,49	1,65	14,7
То же	2280	19÷26	—	—	—	—	0,28	0,91	14,5
»	2240	19÷26	—	—	—	—	0,28	1,10	14,0
»	2220	19÷26	—	—	—	—	0,34	0,91	12,0
Конструкционные и разные материалы [35, 48]									
Обделка тоннелей из железобетона, ГОСТ 13015—70	2500	3	—	—	—	—	0,24	1,75	29,2
Путевое основание из бетона, ГОСТ 13579—68	2400	3	—	—	—	—	0,24	1,60	27,8
Обделка тоннелей из чугунных тюбингов	7220	0	—	—	—	—	0,12	54	625
Сталь	7900	0	—	—	—	—	0,11	39	450
Вода (t=+20°С)	998,2	100	—	—	—	—	1,004	0,515	5,13
Воздух (t=+20°С; φ=60%)	1,164	—	—	—	—	—	0,242	0,0217	546
Лед (t=0°С)	920	—	—	—	—	—	0,54	1,935	39,1

**** Данные лаборатории микроклимата и теплофизических измерений Института жилища Академии строительства и архитектуры СССР (1959 г.).

ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПРЕССОРОВ И ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Одноступенчатые аммиачные компрессоры

Показатели	АУ-200		АУ-300	АУУ-400		АО-600	АО-1200
	У-образный четырехцилиндровый блоккартерный безкрейцкопфный		У-образный четырехцилиндровый безкрейцкопфный	УУ-образный безкрейцкопфный		горизонтальные крейцкопфные двойного действия со встречным движением поршней (оппозитные)	
Холодопроизводительность при температуре кипения минус 15°С, конденсации плюс 30°С, ккал/ч	150000	200000	300000	300000	400000	575000	1150000
Диаметр цилиндра, мм	150		200	150		280	
Ход поршня, мм	130		150	130		220	
Число цилиндров	4		4	8		2	4
Частота вращения, об/мин	720	960	720	720	960	500	
Электродвигатель:							
тип	Асинхронный АП-91-6	Асинхронный АП-92-6	Асинхронный А-103-8	Синхронный А-103-8	Синхронный А-103-6	Синхронный СДКП-14-36-12	Синхронный СДКП-16-32-12
мощность, кВт	55	75	125	125	160	320	630
напряжение, В	220/380		220/380	220/380		6000	
Тип привода	Клиноременный		Непосредственный	Непосредственный			
Масса компрессора, т	2,3	2,4	2,7	3,6	3,65	9,02	16,37

Двухступенчатые аммиачные компрессоры

Показатели	ДАУ-50	ДАО-275	ДАО-550	ДАОН-175	ДАОН-350
	у-образный четырехцилиндровый прямоточный	горизонтальные двухступенчатые	крейцкопфные, оппозитные	двухступенчатые низкотемпературные горизонтальные оппозитные	
Холодопроизводительность при температуре кипения минус 40°С, конденсации плюс 35°С	50000	275000	550000*	175000**	350000**
Количество цилиндров, шт.	4	2	4	2	4
в том числе:					
1-й ступени	3	1	2	1	2
2-й ступени	1	1	2	1	2
Диаметр цилиндра, мм:					
1-й ступени	150	450		500	
2-й ступени	150	280		280	
Ход поршня, мм	130	220		220	
Частота вращения, об/мин	960	500		500	
Электродвигатель:	Асинхронный	Синхронный		Синхронный	
тип	АП-91-6	СДКП-14-31-12	СДКП-15-34-12	СДКП-14-31-12	СДКП-15-31-12
мощность, кВт	55	320	630	320	630
напряжение, В	220/380	6000		6000	
габаритные размеры, мм	—	4060×4860××1500	5500×5120××1700	4060×4860××1500	4060×4860××1500
Масса электродвигателя, т	2,0	10,0	17,0	10,3	17,87
Компрессор без электродвигателя в объеме поставки, тип привода	Ременный	Непосредственный		Непосредственный	

* Температура кипения минус 35°С.
** Температура кипения минус 50°С.

Передвижные холодильные станции[1] (фреоновая)

Показатели	ПХС-100	ПНС-100
Холодопроизводительность, ккал/ч:		
при температуре кипения минус 20°С, конденсации плюс 35°С	350000	260000
при температуре кипения минус 40°С, конденсации плюс 35°С	100000	100000
Холодоагент	Фреон-22	Аммиак
Марка компрессора	П-220	ДАУ-50
Общая мощность электродвигателя, кВт	210	210
Мощность электродвигателя компрессора, кВт	75	75
Напряжение питания для цепей, В:		
силовых	380	380
управления	220	220
Частота вращения компрессора, об/мин	1450	960
Масса станции в объеме поставки, т	2,8	3,1
Расход охлаждающей воды при температуре воды плюс 30°С, м³/ч	70	85
Наружная теплообменная поверхность испарителей, м²	300 Оребренная медная труба	90 Аппарат панельного типа
Наружная теплообменная поверхность конденсаторов, м²	165 Оребренная медная труба	80 Аппарат тоннельного типа
Степень автоматизации	Автоматическая защита, автоматическое питание испарителя	Автоматическая защита
Вид кузова	Стандартный КУНГ-П10	Изготавливается заводом «Компрессор»
Марка шасси прицепа	МАЗ-5224В	МАЗ-5224В

[1] Основными элементами холодильной станции являются две холодильные установки ПХУ-50 с непрямоточными одноступенчатыми компрессорами П220. Каждая из них может работать самостоятельно.

Одноступенчатая фреоновая холодильная установка 22ФУУ-400

Холодопроизводительность при температуре кипения минус 40°С, конденсации плюс 30°С, ккал/ч	100000	70000
Холодоагент	Фреон-22	
Марка компрессора	22ФУУ400/1	22ФУУ400/3
Мощность, потребляемая компрессором, кВт	76	56
Число цилиндров	8	
Ход поршня, мм	130	
Диаметр цилиндра, мм	150	
Теоретический описываемый объем, $м^3/ч$	1056	794
Масса компрессора с двигателем, т	2,4	
Электродвигатель:	А103-6м	А103-8м
частота вращения, об/мин	985	740
мощность, кВт	160	125
напряжение, В	380	220/380
масса, т	1,12	1,09
Смазочное масло	ХФ-12	
Расход охлаждающей воды, $м^3/ч$	4	3
Расход масла, кг/ч	0,25	

Агрегаты аммиачные двухступенчатые автоматизированные типа АД

Показатели	АД130-3 (АД130-7-4)	АД260-7-4
Диапазон работы по температуре, °С:		
кипения	От минус 25°С до минус 55°С	
конденсации	До плюс 45°С	
Холодопроизводительность, ккал/ч на спецификационном режиме при температуре кипения минус 40°С, конденсации плюс 40°С, ккал/ч	135000	260000

Продолжение прилож. 4

Показатели	АД130-3 (АД130-7-4)		АД260-7-4	
Эффективная мощность на спецификационном режиме, кВт:				
низкая ступень	42		84	
высокая ступень	48		96	
Агрегаты компрессорные, входящие в состав двухступенчатых агрегатов	Низкая ступень 5ВХ-350/2,60	Высокая ступень А110-1	Низкая ступень АН250-7-6	Высокая ступень А220-1
Монтажная масса, т	2,6	2,4	4,0	2,7
Теоретически описываемый объем, $м^3/ч$	850	301	1700	602
Частота вращения вала компрессора, об/мин	2920	1480	2920	1480
Марка электродвигателя	ДО2-82-2	ДОД2-91-4	ДО2-92-2	ДЗ-31551-4
Суммарная установленная мощность, кВт	135		240	

БУРОВЫЕ УСТАНОВКИ

Буровая установка УРБ-3АМ

Начальный диаметр бурения, мм	295
Глубина бурения (расчетная), м	300; 500
Диаметр бурильных труб, мм	60,3; 73
Диаметр проходного отверстия ротора, мм	250
Грузоподъемность лебедки, т	2,8
Рекомендуемый диаметр каната, мм	15,5
Привод установки	Д54А
Частота вращения, об/мин	1300
Общая мощность двигателя, л. с.	54
Подъемное устройство. Мачта сварная складывающаяся:	
высота, м	16
грузоподъемность, т	10
Грязевой насос типа 11Гр:	
подача, л/мин	250
расчетное давление, кгс/см^2	50
Габаритные размеры установки, м:	
длина	10,7
ширина	2,8
высота	3,4
Масса установки в транспортном положении, т	13,2
Общая масса поставляемого оборудования, т	16,8
Угол наклона к горизонту, град	90
Глиномешалка:	
тип	ГМЭ-0,75
емкость барабана	0,75
Электродвигатель:	
тип	АОЛ2-32-4
мощность, кВт	3
частота вращения, об/мин	1500

Тяжелая установка наклонного бурения ТУНБ-150

Глубина бурения, м	150
Диаметр бурения, мм:	
а) начальный	300
б) конечный	151

Продолжение прилож. 5

Диаметр бурения труб, мм	63,5
Длина и диаметр обсадной колонки, мм:	
а) до 4 м	273
б) до 50 м	219
в) до 100 м	168
г) до 150 м	114
Угол бурения к горизонту, град.:	30÷75
основной угол	30
Вращатель:	
тип	Подвижный
подача вращателя	Гидравлическая
ход вращателя, мм	2000
усилие вверх, кгс	7000
усилие вниз, кгс	4000
Крутящий момент на шпинделе, кгс · м	240
Наибольшая скорость шпинделя:	
холостая подача вверх, м/с	0,21
рабочая подача вверх, м/с	0,087
рабочая подача вниз, м/с	0,148
Вращение шпинделя, об/мин	58, 103, 161, 236
Тип патрона	Самоцементирующий со сменными кулачками
Диаметр труб, зажимаемых в патроне, мм	63, 5, 114, 168, 219
Тип лебедки	Планетарная
Грузоподъемность лебедки, кгс	3000
Грузоподъемность установки на крюке, кгс	6000
Высота мачты, м	10,4
Нагрузка на кранблок мачты, тс:	
номинальная	12
максимальная	18
Длина бурильных труб, м	3, 4, 5, 6
Длина обсадных труб, м	До 11
Механизм подъема труб на мачту	Гидроподъемник
Промывочный насос марки 11Гр:	
производительность, л/с	5/3,75
давление, кгс/см^2	30
Привод установки	Электрический

Приводные электродвигатели:	
а) станка	АО2-71-4 22 кВт, $n=1460$ об/мин
б) гидросистемы	АО2-52-4 10 кВт, $n=1460$ об/мин
в) промывочные насосы	АО2-72-8 17 кВт, $n=735$ об/мин
Габаритные размеры установки в транспортном положении, м:	
а) ширина	2,3
б) высота	2,6
Масса установки в транспортном положении, т	6,4
Масса промывочного насоса с приводом, т	2,1

Примечание. Конструкция установки обеспечивает:

а) принудительный спуск в скважину бурильных и обсадных труб с одновременным их вращением;

б) механизация подъема труб на ось скважины со стеллажа и обратно;

в) механизация процесса свинчивания и развинчивания бурильных и обсадных труб;

г) перемещение установки на небольшое расстояние и центровку ее по заданному направлению;

д) возможность работы в стесненных условиях.

Буровая установка ЗИФ-300М

Глубина бурения, м	300
Диаметр бурильных труб, мм	50,42
Угол наклона скважин, град	90÷75
Основные размеры станка с приводом от электродвигателя, мм:	
длина	2336
ширина	1100
высота	1944
Масса агрегата с приводом от электродвигателя, т	2,8
Масса станка с электродвигателем, т	1,3
Вращатель:	
частота вращения, об/мин	102, 182, 237, 480
внутренний диаметр шпинделя, мм	54
ход шпинделя, мм	430
диаметр цилиндров, мм	90

максимальная скорость, м/мин:	
холостого подъема шпинделя	7,0
холостого хода вниз	1,7
рабочего подъема шпинделя	1,4
Максимальное усилие, развиваемое гидроцилиндром, тс	5
Грязевой насос	НГР-250/50
Электродвигатель бурового станка:	
тип	А62-4
мощность, кВт	14
частота вращения, об/мин	1450
напряжение, В	220/380

В комплект агрегата входят буровой станок, электродвигатель и грязевой насос. В агрегате можно использовать дизель КД-35.

Буровые установки ЛБУ-50 и УГБ-50М

	ЛБУ-50	УГБ-50М
Начальный диаметр бурения, мм	200	230
Конечный диаметр бурения, мм	198	180—135
Номинальная глубина бурения гидрогеологических скважин, м	50	50
Угол бурения к горизонту, градус	90	90
Тип установки	Самоходная, смонтированная на автомобиле ЗИЛ-275К	Самоходная, смонтированная на автомобиле высокой проходимости ГАЗ-63
Механизм подачи и вращатель		
Частота вращения вращателя, об/мин	14, 38, 63 и 101	70, 125, 260
Тип подачи	Гидравлическая	Механизированная самоустанавливающаяся в зависимости от заданного давления на забой
Величина давления на забой, кгс	До 5650	До 1000
Рабочий ход подачи, м	3,25	1,5
Скорость подачи, м/мин:		
вниз	0—15,45	0—2,41
вверх	0—5,45	14,55
Лебедка инструментальная		
Грузоподъемность, кгс	2500	2500

	ЛБУ-50	УГБ-50М
Скорость навивки каната на барабан, м/с	0,47; 1,28; 2,13; 3,43	0,64; 1,24; 1,98
Диаметр каната, мм	13,5	13,5
Ударный механизм		
Число ударов в минуту	17, 47, 78, 126	56,80
Масса бурового снаряда, кгс	500	400
Величина хода, мм	1000	450, 650
Привод станка		
Тип двигателя	Автомобильный	Дизель Д-48Л
Отбираемая мощность, л. с.	75	40
Мачта		
Высота до оси блока, м	8,31	8,0
Грузоподъемность рабочая, кгс	5060	7300
Габариты в транспортном положении, мм:		
длина	8380	7200
ширина	2315	2000
высота	2546	3000

Буровой агрегат 1БА-15В

Глубина бурения штангами диаметром 73 мм, м	500
Лебедка:	Однобарабанная с фрикционной двухходовой муфтой
тип	
грузоподъемность, тс	12
мощность, л. с.	105
Мачта:	Складывающаяся с одной передней гранью и направляющими
тип	
высота, м	16 или 18
грузоподъемность, тс	22,5 или 30
Буровой насос	11Гр
Основной двигатель:	
тип	ЯМЗ-236
мощность, л. с.	105
частота вращения, об/мин	1500

Аварийный двигатель:	
тип	А-108
мощность, л. с.	108
частота вращения, об/мин	1000
Глиномешалка	ГМЭ-0,75
Основные размеры в транспортном положении, м:	
длина	10,86
ширина	2,78
высота	3,75
Масса в транспортном положении, т	13,6

Агрегат буровой НКР-100М (подземного бурения)

Диаметр скважины, мм	105
Глубина скважины, м	50
Рабочее избыточное давление, кгс/см^2:	
сжатого воздуха	5
воды	10—12
Расход, м^3/мин:	
воздуха	Не более 7
воды	15—20
Подача	С автоматическими перехватами
Усилие подачи, кгс:	
максимальное	600
оптимальное на инструмент	150
Ход подачи, мм	365
Частота вращения штанг, об/мин	76
Электродвигатель:	
тип	ВАО-32-4
мощность, кВт	3
частота вращения, об/мин	1430
Штанга:	
диаметр/рабочая длина, мм	63/1200
масса, кг	9,5
Габаритные размеры станка, мм:	
длина	1500
ширина	665
высота	645
Масса станка, кг	360
Тип пневмоударника	П-1-75
Направление бурения скважин	Любое

Минимальный габарит выработки, м	2,8×2,8
Масса агрегата, кг	630
Масса распорной колонны для горизонтального бурения, кг	95

Буровой станок СБА-500

Глубина бурения, м:	
при конечном диаметре скважины 110 мм	300
при конечном диаметре скважины 59 мм	500
Диаметр бурильных труб, мм	50,42
Ход шпинделя, мм	400
Угол бурения к горизонту, град	0—360
Система подачи инструмента	Гидравлическая с автоматическим перехватом
Наибольшая скорость подачи шпинделя, м/мин:	
вверх	2,65
вниз	1,1
Общее время цикла «перехват», мин	15
Наибольшее усилие подачи шпинделя, кгс:	
вверх	6000
вниз	4200
Частота вращения шпинделя, об/мин	104, 190, 280
Проходное отверстие шпинделя, мм	52
Грузоподъемность лебедки на прямом канате, тс	2,0
Расстояние от нижнего патрона до опорной плоскости рамы станка, мм	475
Привод станка:	
от электродвигателя:	
тип	АО2-71-4
мощность, кВт	22
частота вращения, об/мин	1450
от дизеля:	
тип	Д-37М
мощноть, л. с.	42
частота вращения, об/мин	1600
Габаритные размеры станка, мм:	
с приводом от электродвигателя:	
длина	1670
ширина	1130
высота	1620

с приводом от дизеля:	
длина	3000
ширина	1360

Буровой станок ударного бурения УКС-22М

Глубина бурения, м	300
Диаметр бурения, мм	600
Масса бурового снаряда, т	1,3
Грузоподъемность барабана, кгс:	
инструментального	2000
желоночного	1300
талевого	1500
Высота подъема бурового снаряда, м	0,35—1
Число ударов снаряда в минуту	40-24-50
Диаметр каната, мм:	
инструментального	21,5
желоночного	15,5
талевого	15,5
Канатоемкость барабана, м:	
инструментального	350
желоночного	350
талевого	135
Электродвигатель:	
тип	АО-73-6
мощность, кВт	20
Мачта:	
высота от оси до инструментального блока, м	12,5
грузоподъемность, тс	12
скорость передвижения (по шоссе), км/ч	До 20
Основные размеры станка, мм:	
в рабочем положении:	
длина	5800
ширина	2290
высота	12700
в транспортном положении:	
длина	8670
ширина	2290
масса, т	7,6
Мачта:	
высота, м	16,2
Масса, т:	
станка с приводом от электродвигателя	1,1
электродвигателя	0,21
Генератор для освещения:	
марка	ЕСС-62-4
мощность, кВт	12

ХАРАКТЕРИСТИКА
поршневых горизонтальных насосов двойного действия

Показатели	Марки насосов			
	ГР-16/40	ЗИФ-Р-200/40	НГР-250/50	11Гр
Диаметр сменных втулок, мм	90	85	85	80,90
Длина хода поршня, мм	6—48	140	140	150
Число двойных ходов в минуту	260	81	94	100
Подача, л/с	0,5—4,0	3,34	4,2	5,0—3,75
Максимальное давление кгс/см^2	40	40	50	50,63
Мощность, кВт	22	30	26	37
Диаметр рукавов, мм:				
всасывающего	75	76	76	100
нагнетательного	37	38	37	38
Габаритные размеры, мм:				
длина	1340	1670	1444	1870
ширина	930	665	873	997
высота	1080	1550	932	1510
Масса, кг	740	800	700	1150

Приложение 7

Наименование строительной организации

_____

Объект _____

ПАСПОРТ

скважины и замораживающей колонки № _____

_____

I. Бурение

1. Начато _____
2. Закончено _____
3. Конструкция скважины _____
4. Абсолютная отметка устья скважины _____
5. Глубина скважины от устья:

   проектная _____

   фактическая _____
6. Азимут отклонения скважины _____
7. Величина отклонения вертикальной плоскости _____
8. Разрешается опустить колонку _____ (Да или нет).

Начальник смены _____ (подпись)
(фамилия, имя, отчество)

II. Опускание замораживающей колонки и ее испытание

Дата / смена	Номер звена колонки	Размеры звена		Способ соединения стыков	Испытание стыков		Примечание (течи, меры по их устранению)
		длина, м	диаметр, мм		давление, ати	продолжительность, мин	
1	2	3	4	5	6	7	8

Длина замораживающей колонки от устья скважины _____

Сварку производил сварщик _____
(фамилия, имя, отчество)

Испытание производилось в присутствии _____
(фамилия, имя, отчество)

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

1. Расстояние от поверхности жидкости до устья колонки:

а) начальное на _____ (дата) _____ мм

б) конечное на _____ (дата) _____ мм.

2. Заключение о результатах наблюдений _____

Геодезист _____
(фамилия, имя, отчество)

IV. Опускание питающих труб

_____

Дата _____ Длина звеньев труб _____ м. Диаметр _____ мм.

Примечание _____

_____

_____

Нижний конец трубы не доведен до башмака колонки _____

Общая длина питающей трубы _____

Монтировала питающую трубу бригада слесарей _____

_____
(фамилия, имя, отчество бригадира)

Начальник смены _____ (подпись) _____

Механик _____ (подпись) _____

Проверил начальник участка _____ (подпись) _____

Контрольные измерения проводил
геодезист _____ (подпись) _____

Приложение 8

ТЕХНИЧЕСКАЯ

характеристика замораживающих скважин

№ пп	№ скважин	Бурение					Опускание колонки						Опускание питающих труб					Примечание
		Дата бурения	Фамилия бригадира	Отметка поверхности	Глубина скважины	Отметка забоя	Дата опускания	Отметка верха колонки	Длина колонки	Отметка конуса	Фамилия сварщика	Дата опускания	Отметка верха питающей трубы	Длина питающей трубы	Отметка низа питающей трубы	Не доведены до конуса	Фамилия бригадира	

ХАРАКТЕ
растворов хлори

Удельный вес при +15°С	Содержание соли		Температура замерзания, °С	Теплоемкость раствора, ккал/кг, при температуре, °С					Вязкость при	
	%	г на 100 г воды		—40	—30	—20	—10	0	+20	+10
1,00	0,1	0,1	0,0	—	—	—	—	1,003	1,04	1,33
1,01	1,3	1,3	—0,6	—	—	—	—	0,986	1,05	1,35
1,02	2,5	2,6	—1,2	—	—	—	—	0,968	1,07	1,37
1,03	3,6	3,7	—1,8	—	—	—	—	0,950	1,09	1,39
1,04	4,8	5,0	—2,4	—	—	—	—	0,992	1,11	1,41
1,05	5,9	6,3	—3,0	—	—	—	—	0,915	1,14	1,45
1,06	7,1	7,6	—3,7	—	—	—	—	0,899	1,17	1,49
1,07	8,3	9,0	—4,7	—	—	—	—	0,882	1,21	1,53
1,08	9,4	10,4	—5,2	—	—	—	—	0,866	1,26	1,58
1,09	10,5	11,7	—6,1	—	—	—	—	0,851	1,30	1,63
1,10	11,5	13,0	—7,1	—	—	—	—	0,836	1,35	1,69
1,11	12,6	14,4	—8,1	—	—	—	—	0,822	1,40	1,75
1,12	13,7	15,9	—9,1	—	—	—	—	0,808	1,46	1,82
1,13	14,7	17,3	—10,2	—	—	—	0,789	0,795	1,52	1,90
1,14	15,8	18,8	—11,4	—	—	—	0,776	0,782	1,58	1,99
1,15	16,8	20,2	—12,7	—	—	—	0,764	0,770	1,66	2,08
1,16	17,8	21,7	—14,2	—	—	—	0,753	0,758	1,74	2,18
1,17	18,9	23,3	—15,7	—	—	—	0,742	0,747	1,84	2,28
1,18	19,9	24,9	—17,4	—	—	—	0,731	0,737	1,94	2,38
1,19	20,9	26,5	—19,2	—	—	—	0,721	0,727	2,04	2,50
1,20	21,9	28,0	—21,2	—	—	0,705	0,711	0,717	2,15	2,64
1,21	22,8	29,6	—23,3	—	—	0,698	0,702	0,708	2,27	2,78
1,22	23,8	31,2	—25,7	—	—	0,688	0,694	0,700	2,40	2,93
1,23	24,7	32,9	—28,3	—	—	0,680	0,686	0,692	2,53	3,10
1,24	25,7	34,6	—31,2	—	6,667	0,673	0,679	0,685	2,68	3,28
1,25	26,6	36,2	—34,6	—	0,660	0,666	0,672	0,678	2,83	3,46
1,26	27,5	37,9	—33,6	—	0,653	0,659	0,665	0,671	2,99	3,68
1,27	28,4	39,7	—43,6	0,640	0,646	0,652	0,658	0,664	3,20	3,94
1,28	29,4	41,6	—50,1	0,634	0,640	0,646	0,652	0,658	3,47	4,25
1,29	29,2	47,7	—55,0	0,630	0,636	0,642	0,648	0,654	3,58	4,42
1,29	30,3	43,5	—50,6	0,627	0,633	0,639	0,645	0,651	3,71	4,60
1,30	31,2	45,4	—41,6	0,621	0,627	0,633	0,639	0,645	3,97	4,96
1,31	32,1	47,3	—33,9	—	0,620	0,626	0,633	0,639	4,23	5,34
1,32	33,0	49,3	—27,1	—	—	0,620	0,627	0,633	4,51	5,73
1,33	33,9	51,3	—21,2	—	—	0,614	0,621	0,627	4,80	6,18
1,34	34,7	53,2	—15,6	—	—	—	0,615	0,621	5,09	6,60
1,35	35,6	55,3	—10,2	—	—	—	0,609	0,616	5,40	7,06
1,36	36,4	57,4	—5,1	—	—	—	—	0,610	5,71	7,49
1,37	37,3	59,5	—0,0	—	—	—	—	0,640	6,05	8,03

РИСТИКА

стого кальция

раствора $\mu \cdot 10^4$, кг/м², температуре, °С						Теплопроводность раствора λ, ккал/м · ч при температуре, °С					
0	—10	—15	—20	—25	—30	0	—10	—20	—30	—40	—50
1,81	—	—	—	—	—	0,500	—	—	—	—	—
1,84	—	—	—	—	—	0,498	—	—	—	—	—
1,87	—	—	—	—	—	0,495	—	—	—	—	—
1,90	—	—	—	—	—	0,493	—	—	—	—	—
1,96	—	—	—	—	—	0,490	—	—	—	—	—
2,02	—	—	—	—	—	0,488	—	—	—	—	—
2,07	—	—	—	—	—	0,485	—	—	—	—	—
2,13	—	—	—	—	—	0,483	—	—	—	—	—
2,20	—	—	—	—	—	0,480	—	—	—	—	—
2,27	—	—	—	—	—	0,478	—	—	—	—	—
2,34	—	—	—	—	—	0,475	—	—	—	—	—
2,43	—	—	—	—	—	0,472	—	—	—	—	—
2,52	—	—	—	—	—	0,469	—	—	—	—	—
2,61	4,14	—	—	—	—	0,466	0,438	—	—	—	—
2,71	4,30	—	—	—	—	0,463	0,435	—	—	—	—
2,82	4,45	—	—	—	—	0,460	0,433	—	—	—	—
2,93	4,60	—	—	—	—	0,456	0,430	—	—	—	—
3,05	4,76	6,27	—	—	—	0,452	0,427	—	—	—	—
3,18	4,94	6,44	—	—	—	0,448	0,424	—	—	—	—
3,34	5,17	6,72	—	—	—	0,444	0,421	—	—	—	—
3,51	5,43	7,02	8,78	—	—	0,440	0,418	0,400	—	—	—
3,69	5,72	7,34	9,19	—	—	0,436	0,416	0,398	—	—	—
2,99	6,04	7,70	9,66	11,79	—	0,432	0,413	0,395	—	—	—
4,10	6,39	8,09	10,19	12,40	—	0,428	0,410	0,393	—	—	—
4,34	6,81	8,53	10,77	13,16	15,1	0,424	0,407	0,391	0,376	—	—
4,61	7,22	9,04	11,39	13,98	16,2	0,420	0,404	0,389	0,375	—	—
4,90	7,67	9,63	12,08	15,00	17,5	0,416	0,401	0,386	0,374	—	—
5,22	8,18	10,20	12,94	16,25	19,2	0,412	0,398	0,384	0,373	0,359	—
5,60	8,80	11,00	14,06	17,87	11,7	0,408	0,395	0,482	0,372	0,359	0,346
5,80	9,22	11,42	14,67	18,70	23,0	0,406	0,393	0,381	0,371	0,360	0,349
6,00	9,51	11,85	15,25	19,48	24,3	0,401	0,392	0,380	0,370	0,360	0,351
6,46	10,25	12,84	16,50	21,50	27,1	0,400	0,389	0,377	0,369	0,360	—
6,96	11,08	14,01	17,97	23,40	31,3	0,396	0,386	0,375	0,368	—	—
7,53	11,96	15,34	19,56	25,40	—	0,393	0,382	0,373	—	—	—
8,17	12,97	16,83	21,40	—	—	0,389	0,379	0,371	—	—	—
8.82	14,08	18.48	—	—	—	0,385	0,376	—	—	—	—
9,50	15,48	—	—	—	—	0,381	0,372	—	—	—	—
10,23	—	—	—	—	—	0,378	—	—	—	—	—
11,13	—	—	—	—	—	0,374	—	—	—	—	—

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ, предъявляемой при сдаче замораживающей станции и рассольной сети в эксплуатацию

Работы по замораживанию грунтов допускается начинать только после предпускового испытания и приемки холодильной установки и всей системы.

Приемка оформляется актом с приложением следующих документов:

1. Исполнительные схемы аммиачной, рассольной и водяной систем замораживающей станции и погоризонтальные планы расположения замораживающих скважин.

2. Паспорт скважин и замораживающих колонок (приложение 7).

3. Техническая характеристика замораживающих скважин (приложение 8).

4. Протокол опрессовки воздухом холодильной установки в соответствии с п. 3.89.

5. Протокол испытания рассольной сети и промывки замораживающих колонок в соответствии с п. 3.130.

6. График планово-предупредительных ремонтов холодильной установки.

7. Инструкция по технике безопасности при эксплуатации всех агрегатов (вывешивается в здании замораживающей станции).

8. Список лиц, допущенных к эксплуатации замораживающей станции.

9. Журналы записи замораживающей станции и записи работы замораживающих колонок (приложения 13 и 14).

10. Акт приемки здания замораживающей станции в эксплуатацию.

11. Акт на сооружение фундамента под компрессор.

12. Документация по испытанию электрооборудования, предусмотренная «Правилами устройства электроустановок».

13. Шнуровые книги на все сосуды, установленные на замораживающей станции (в шнуровой книге должны быть прошнурованы заводские паспорта и чертежи на сосуды).

14. Разрешение пожарной инспекции на эксплуатацию холодильной установки.

Приложение 11

Наименование строительной организации

_____

Объект _____

АКТ

о пуске в эксплуатацию замораживающей системы

„_____“_____197 г.

Комиссией в составе _____ представителей: от заказчика _____

_____

от генподрядчика _____

от субподрядчика _____

от проектной организации _____

произведен осмотр замораживающей системы №_____ на участке от ПК _____ до ПК _____, выполненной согласно проекту (чертеж №_____).

Замораживающая установка включает _____

работающих компрессоров (агрегатов) _____

Замораживающая система сооружена на ПК _____

Количество работающих замораживающих скважин _____ шт.

Комиссии были представлены следующие материалы:

_____

_____

_____

_____

_____

После ознакомления с проектной и исполнительной документацией и осмотра смонтированной установки комиссия считает, что замораживающая установка смонтирована в соответствии с проектом и с учетом согласованных с проектной организацией корректировок.

Установку считать пущенной в эксплуатацию с _____ 19 г.

Настоящий акт составлен в _____ экземплярах.

Заказчик

Генподрядчик

Субподрядчик

Представитель проектной организации

Приложение 12

ТЕМПЕРАТУРА $t_п$ в °С

перегрева нагнетаемых паров аммиака в зависимости от температуры испарения и конденсации их

Температура испарения, t_0, °С	Температура перегрева $t_п$ в °С при температуре конденсации $t_к$ в °С															
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
—6	61	64	67	70	73	75	77	79	82	84	87	89	91	94	96	98
—8	66	68	70	73	75	78	81	83	85	88	91	93	95	97	99	102
—10	71	73	76	78	80	83	86	88	90	93	96	98	100	102	104	107
—12	75	78	81	83	85	87	89	92	95	99	101	103	105	107	109	112
—14	80	82	84	86	88	91	94	96	99	102	105	107	109	112	114	116
—16	84	86	89	92	94	96	99	102	105	107	110	112	114	116	118	121
—18	89	91	93	96	98	100	103	106	109	112	114	116	119	121	123	125
—20	94	96	99	101	104	106	109	111	114	117	120	122	124	126	128	130
—22	99	101	104	106	108	111	114	116	119	122	125	127	130	132	134	136
—24	103	105	107	109	112	115	118	121	123	126	128	130	133	135	138	140
—26	108	110	113	115	118	120	123	126	129	132	135	137	138	140	142	144
—27	113	115	117	120	123	126	128	131	134	136	139	141	144	146	148	150
—30	118	120	123	125	128	130	133	136	138	141	144	146	149	151	153	155

Примечание. Температуры перегрева $t_п$ аммиака по температурам испарения и конденсации с достаточной для целей эксплуатации точностью можно определять по формуле $t_п = (t_0 + t_к)24$.

Приложение 13

Наименование строительной организации _____

Объект _____

ЖУРНАЛ
работы замораживающих колонок

Дата / смена	Часы	Температура, °С, обратного рассола в колонках №														Температура, °С			Давление в коллекторе, ати	Исполнитель ф., и., о	Примечание
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					рассола в распределителе	рассола в коллекторе	воздуха в галерее			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

Приложение 14

Наименование строительной организации _____

Объект _____

ЖУРНАЛ
работы замораживающей станции

Дата	Часы	№ компрессора	Давление аммиака, кгс/см²		Температура, °С												Показания рассоломера	Показания водомера	Уровень рассола в испарителе	Электроэнергия			Простой агрегатов		Подпись дежурного машиниста	Примечания (распоряжения, замечания по работе и т. п.)
					аммиака					рассола		воды		воздуха												
			нагнетания	всасывания	нагнетания	всасывания	конденсации	испарения	перед регулир. вентилем	в сеть	из сети	поступающей	отходящей	наружного	в станции					сила тока	напряжение	кВт-ч	время простоя	причины		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26

Приложение 15

Наименование строительной организации _____

Объект _____

ЖУРНАЛ
температур в контрольных термометрических скважинах на различных горизонтах

Начат _____

Окончен _____

Дата / Смена	Время взятия отсчета	Скважина № / отметка горизонта, м	Скважина № / отметка горизонта, м	Скважина № / отметка горизонта, м	Скважина № / отметка горизонта, м	Исполнитель (ф., и., о.)	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8

Проверил _____ (подпись) _____
(ф., и., о.)

Приложение 16

Наименование строительной организации

_____

Объект _____

ЖУРНАЛ

наблюдения за уровнем грунтовых вод в гидрогеологических скважинах

Дата / смена	Время взятия отсчета	Скважина № — Абсолютная отметка замеренной точки, м		Скважина № — Абсолютная отметка замеренной точки, м		Скважина № — Абсолютная отметка замеренной точки, м		Примечание
		глубина уровня, м	абсолютная отметка уровня, м	глубина уровня, м	абсолютная отметка уровня, м	глубина уровня, м	абсолютная отметка уровня, м	
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Проверил _____ (подпись) _____
(ф., и., о.)

Приложение 17

Наименование строительной организации

_____

Объект _____

АКТ №

готовности участка для ведения основных работ

Комиссия в составе представителей: от субподрядчика _____

_____

от генподрядчика _____

от заказчика _____

от проектной организации _____

рассмотрела представленную исполнительную документацию _____

_____

_____

_____

Комиссия установила:

1. По состоянию на _____ 19 г. на участке _____ _____ от ПК _____ до ПК _____ достигнуты проектные размеры и температуры ледогрунтовой перемычки.

2. Разрешить СУ № _____ с _____ 19 г. на участке от ПК _____ до ПК _____ производство горнопроходческих работ.

Подписи:

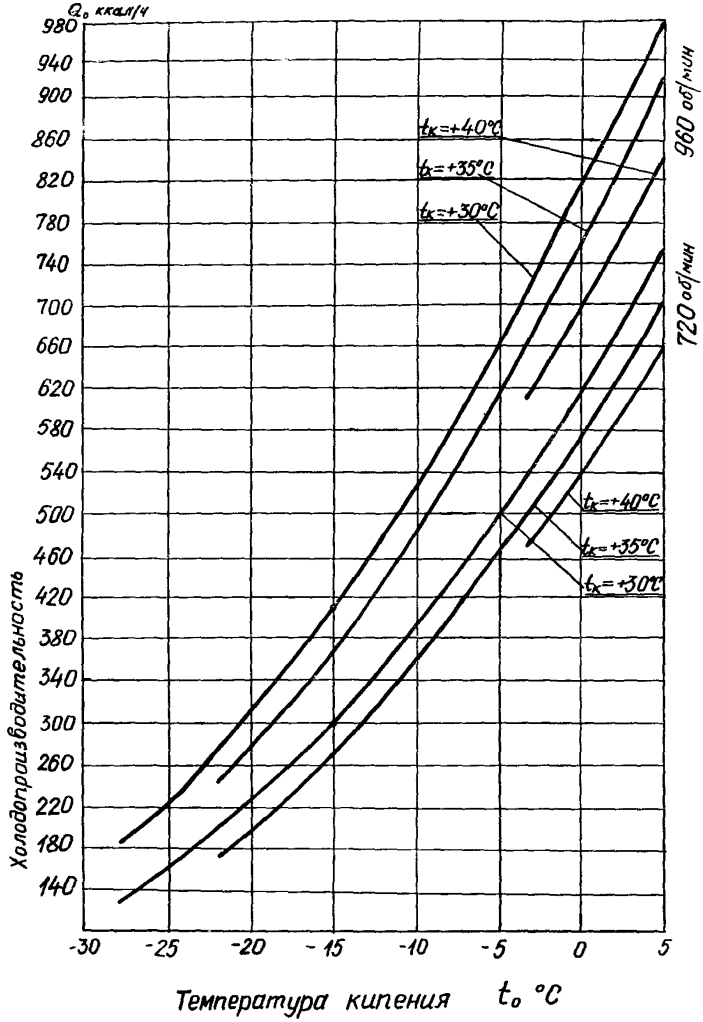


График холодопроизводительности компрессора АУУ-400

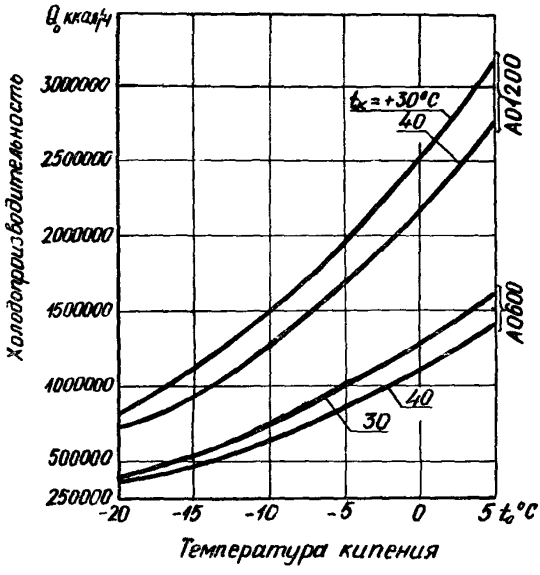


График холодопроизводительности аммиачных компрессоров АО-600 и АО-1200

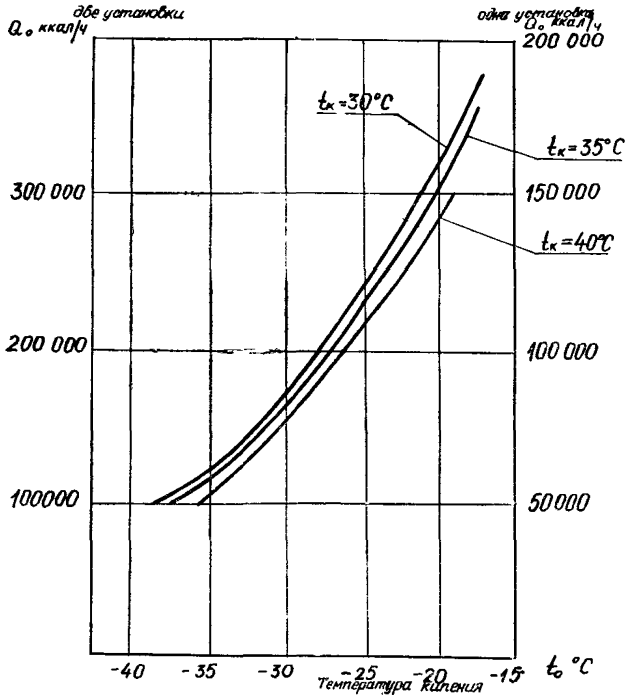


График холодопроизводительности станции ПХС-100 (две установки ПХУ-50) в зависимости от температуры кипения фреона —22 и температуры конденсации

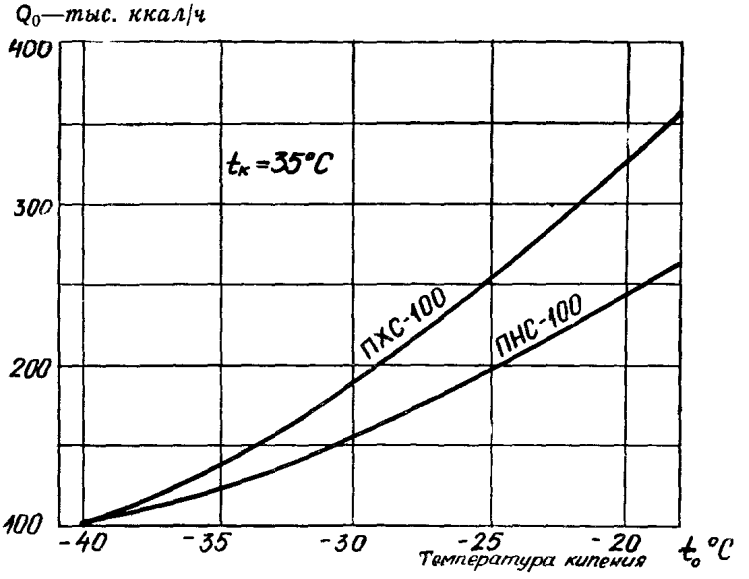


График сравнительной холодопроизводительности передвижных холодильных станций ПХС-100 и ПНС-100

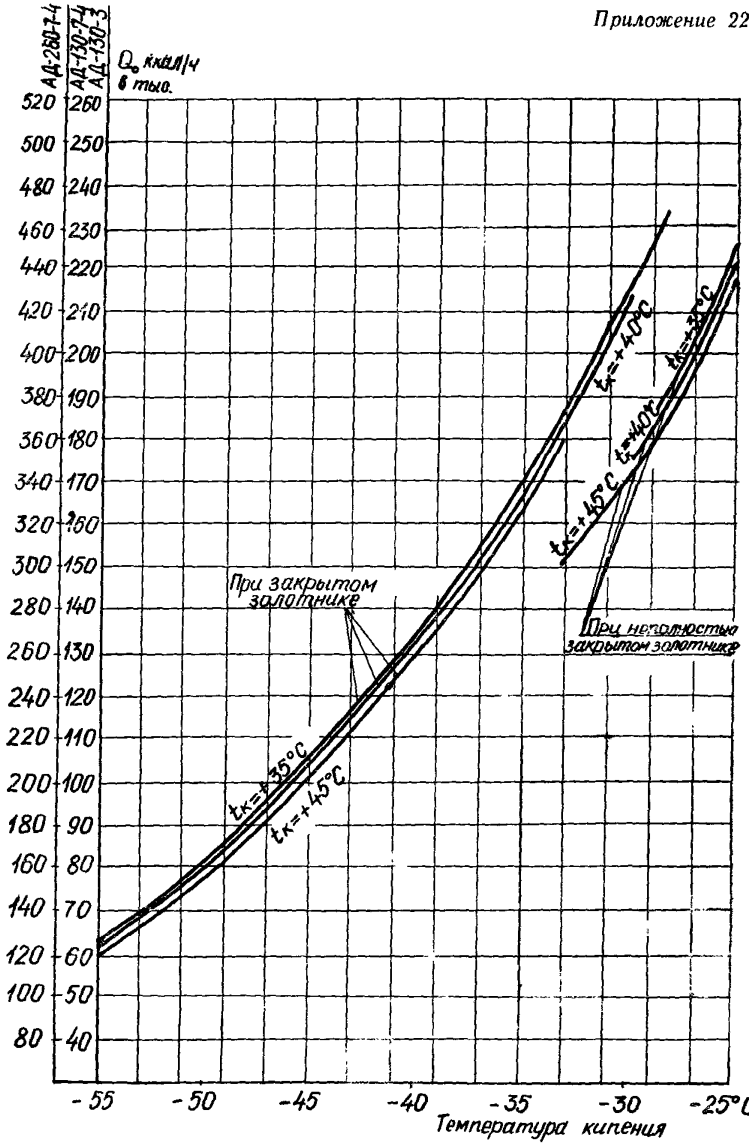


График холодопроизводительности агрегатов АД260-7-4, АД-130-3, АД-130-7-4

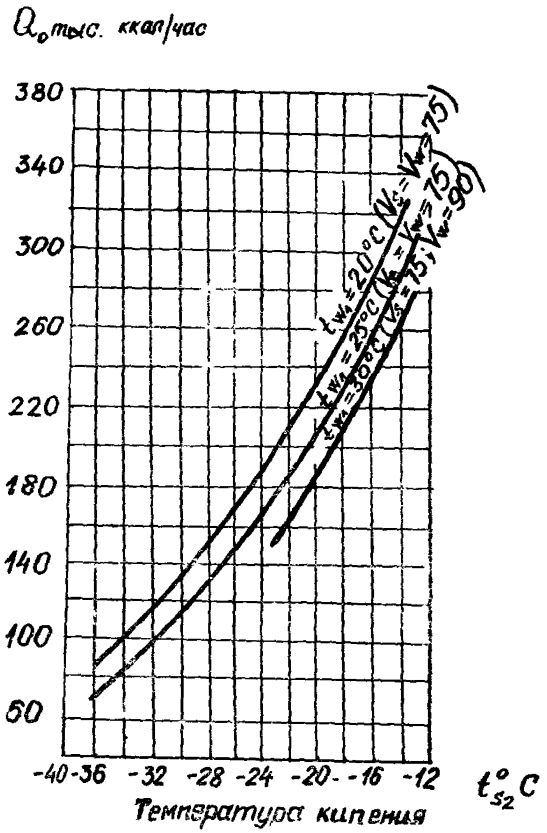


График холодопроизводительности фреоновой установки 22ФУУ400М в зависимости от температур теплоносителя на выходе из испарителя и охлаждающей воды на входе в конденсатор

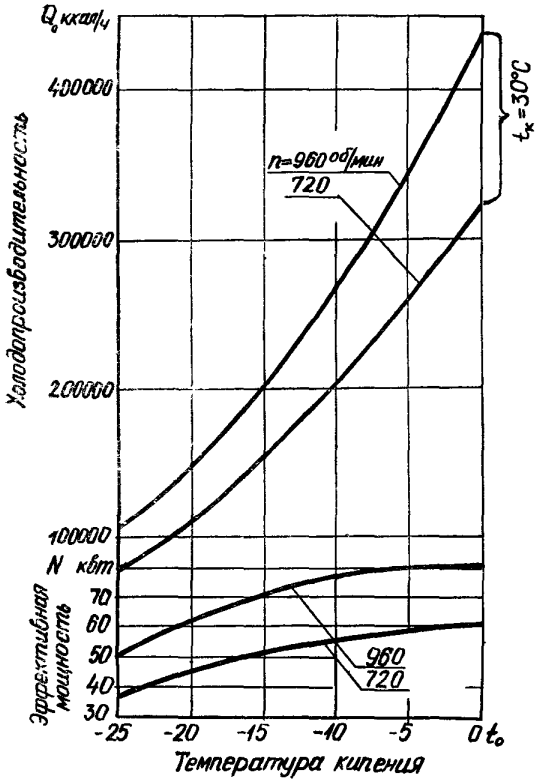


График холодопроизводительности аммиачного компрессора АУ-200

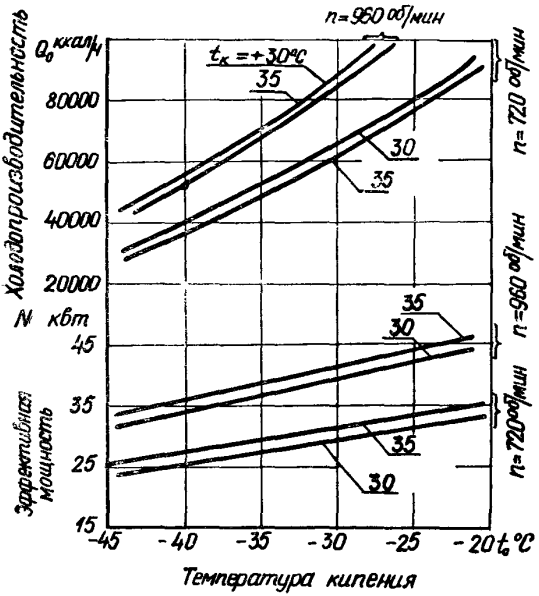


График холодопроизводительности аммиачного компрессора ДАУ-50

Приложение 26

Наименование строительной организации

_____

Объект _____

АКТ №

на прекращение работ по замораживанию

„_____" _____ 19 г.

Комиссия в составе представителей: от заказчика _____

_____

от генподрядчика _____

от субподрядчика _____

_____

осмотрев на месте состояние работ по сооружению _____

_____ на участке _____, установила:

1. Участок _____ был сдан под проходку согласно акту от _____.

2. В проекте производства работ предусмотрено: продолжительность строительных работ _____ месяцев, работа _____

_____ замораживающей установки в течение _____ машино-смен и работа замораживающих скважин _____

_____ в количестве _____ шт. в течение _____ смен.

3. По состоянию на _____ работы по возведению конструкций с гидроизоляцией _____

Учитывая состояние работ, комиссия считает _____

_____

Подписи:

Приложение 27

Наименование строительной организации

_____

Объект _____

АКТ №

на скрытые работы по ликвидации скважин

„_____" _____ 19 г.

Мы, нижеподписавшиеся, ликвидировали скважины № _____

_____

_____

_____

Всего ликвидировали _____ шт. скважин согласно чертежу № _____

При ликвидации выполнены следующие работы:

1. _____

_____

_____

2. _____

_____

3. _____

_____

Ликвидацию выполнила бригада _____
(ф., и., о.)

Заключение _____

_____

_____

Подписи:

Приложение 28

Наименование строительной организации

_____

Объект _____

АКТ №

на скрытые работы по устройству тампонажа

„_____“_____ 19 г.

Мы, нижеподписавшиеся, _____

_____

_____

_____

составили настоящий акт в том, что на скважине № _____

согласно проекту (чертеж №_____) в интервале глубины от _____ м до _____ м с целью _____

_____

выполнен тампонаж. На производство тампонажа затрачено _____

_____ т или м^3.
(глины, цемента или раствора)

На ожидание затвердения затрачено _____ смен.

Тампонаж выполняла бригада _____
(ф, и, о)

Заключение: _____

_____

_____

Подписи:

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 3

1. Общие положения 5

2. Проектные работы 7

3. Организация и производство работ 22

Бурение скважин и монтаж замораживающих колонок 22

Разбивка мест заложения замораживающих скважин и измерение их отклонений от заданного направления 29

Монтаж замораживающей станции и рассольной сети 35

Контрольно-измерительные приборы и устройства . 39

Предпусковые испытания и зарядка замораживающей системы аммиаком и раствором хлористого кальция 41

Термоизоляция аппаратов и трубопроводов . . . 45

4. Замораживание грунтов 46

Эксплуатация замораживающей станции и рассольной сети 46

Процесс замораживания грунтов и контроль за ним 50

5. Оттаивание замороженных грунтов и извлечение труб 53

Оттаивание замороженных грунтов 53

Извлечение обсадных труб из замораживающих колонок 53

6. Техника безопасности 55

7. Приемка работ 61

Приложения:

1. Предел прочности замороженных грунтов при сдвиге 67

2. Пределы прочности при сжатии замороженного грунта и льда в зависимости от температуры . . 67

3. Теплофизические характеристики грунтов некоторых конструкций и материалов при их температуре $t_{гр}=+5\div10°C$ 68

4. Характеристики компрессоров и холодильных установок:
Одноступенчатые аммиачные компрессоры . . . 75
Двухступенчатые аммиачные компрессоры . . . 76
Передвижные холодильные станции (фреоновая) 77
Одноступенчатая фреоновая холодильная установка 22ФУУ-400 78
Агрегаты аммиачные двухступенчатые автоматизированные типа АД 78
5. Буровые установки:
Буровая установка УРБ-3АМ 80
Тяжелая установка наклонного бурения ТУНБ-150 80
Буровая установка ЗИФ-300М 82
Буровые установки ЛБУ-50 и УГБ-50М 83
Буровой агрегат 1БА-15В 84
Агрегат буровой НКР-100М (подземного бурения) 85
Буровой станок СБА-500 86
Буровой станок ударного бурения УКС-22М . . 87
6. Характеристика поршневых горизонтальных насосов двойного действия 88
7. Паспорт скважины и замораживающей колонки 89
8. Техническая характеристика замораживающих скважин 91
9. Характеристика растворов хлористого кальция . 92
10. Перечень технической документации, предъявляемой при сдаче замораживающей станции и рассольной сети в эксплуатацию 94
11. Акт о пуске в эксплуатацию замораживающей системы 95
12. Температура $t_п$ в °С перегрева нагнетаемых паров аммиака в зависимости от температуры испарения и конденсации их 96
13. Журнал работы замораживающих колонок . . 97
14. Журнал работы замораживающей станции . . 98
15. Журнал температур в контрольных термометрических скважинах на различных горизонтах . . 99
16. Журнал наблюдения за уровнем грунтовых вод в гидрогеологических скважинах 100
17. Акт готовности участка для ведения основных работ 101
18. График холодопроизводительности компрессора АУУ-400 102
19. График холодопроизводительности аммиачных компрессоров АО-600 и АО-1200 103

20. График холодопроизводительности станции ПХС-100 104
21. График сравнительной холодопроизводительности передвижных холодильных станций ПХС-100 и ПНС-100 105
22. График холодопроизводительности агрегатов АД260-7-4, АД-130-3, АД-130-7-4 106
23. График холодопроизводительности фреоновой установки 22ФУУ400М 107
24. График холодопроизводительности аммиачного компрессора АУ-200 108
25. График холодопроизводительности аммиачного компрессора ДАУ-50 109
26. Акт на прекращение работ по замораживанию . 110
27. Акт на скрытые работы по ликвидации скважин 111
28. Акт на скрытые работы по устройству тампонажа 112

Техн. редактор *З. В. Колосова*

Подписано к печати 10 мая 1978 г. Объем 7,25 печ. л.
6,35 уч.-изд. л. 6,09 авт. л. Зак. 4663 Тир. 1600. Бесплатно.
Бумага типографская 60×84¹/₁₆

Типография института «Оргтрансстрой» Министерства транспортного строительства, г. Вельск Арханг. обл.

Зак.1976-89

gost.e-ecolog.ru