ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ
И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПО ИНЖЕНЕРНЫМ ИЗЫСКАНИЯМ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ
ГОССТРОЯ СССР

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО БУРЕНИЮ СКВАЖИН В МЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ ПРИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЯХ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

МОСКВА — 1974

gost.e-ecolog.ru

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ
И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПО ИНЖЕНЕРНЫМ ИЗЫСКАНИЯМ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ
ГОССТРОЯ СССР

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО БУРЕНИЮ СКВАЖИН В МЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ ПРИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЯХ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

МОСКВА
СТРОЙИЗДАТ — 1974

ВВЕДЕНИЕ

Интенсивное развитие капитального строительства в Сибири, на Дальнем Востоке и Крайнем Севере СССР требует значительного увеличения объемов инженерно-геологических изысканий. Основными особенностями указанных районов являются широкое распространение вечномерзлых грунтов и крайне суровые климатические условия. Эти особенности оказывают существенное влияние как на производство изысканий в целом, так и на каждый из видов работ в отдельности.

Наиболее важными задачами инженерно-геологических изысканий в районах распространения мерзлых грунтов являются: поиски и выбор площадок и трасс, благоприятных для строительства; оценка инженерно-геологических (в особенности мерзлотных) условий на выбранных площадках; выделение участков, неблагоприятных для строительства (особенно таких, где развиты мерзлотные физико-геологические процессы и явления); прогноз изменения температурного режима вечномерзлых грунтов оснований и прочих инженерно-геологических мерзлотных условий при эксплуатации проектируемых зданий и сооружений. Очевидно, что успешное решение перечисленных задач возможно на основе широкого использования буровых работ. Исследование мерзлых грунтов на больших глубинах может быть осуществлено только с помощью буровых скважин. Рациональное комплексирование буровых работ с другими методами исследований (геофизическими, полевыми опытными, аэрофотометрическими и др.) позволяет получать наиболее качественную информацию о составе, состоянии и физико-механических свойствах мерзлых грунтов.

Техника и технология бурения мерзлых грунтов существенно отличаются от оборудования и технологии, используемых при бурении немерзлых грунтов. Эти отличия касаются главным образом конструкций породоразрушающего инструмента и режимных параметров бурения.

Перечень способов бурения и станков, который может быть успешно использован для проходки скважин в мерзлых грунтах, также является достаточно ограниченным. Следует также иметь в виду, что в районах распространения мерзлых грунтов производство буровых работ осложняется суровостью климата, невозможностью во многих случаях организации работ в летний период (или наоборот, в зимний период), отсутствием удовлетворительных подъездных путей к буровым скважинам, отдаленностью ремонтных баз и источников электроэнергии и, наконец, трудностью обеспечения нормальных условий жизни и быта обслуживающего персонала. Наряду с этим буровым работам в мерзлых грунтах во многом присущи те же особенности, которые являются характерными для всех инженерных изысканий в целом. Общие требования к бурению скважин для целей изысканий изложены в «Рекомендациях по производству буровых работ при инженерно-геологических изысканиях для строительства» (М., Стройиздат, 1970). В настоящих Рекомендациях основное внимание уделено специфическим особенностям бурения инженерно-геологических скважин в мерзлых грунтах.

Рекомендации составлены на основе имеющегося опыта бурения мерзлых грунтов, накопленного рядом проектно-изыскательских и научно-исследовательских организаций, а также использования много-

численных отечественных и зарубежных публикаций. Наиболее широко были использованы работы А. Ф. Марамзина, А. М. Магурдумова, И. П. Елманова и др., а также методическое руководство «Полевые геокриологические исследования» (Издательство Академии наук СССР, М., 1961).

Рекомендации предназначены для работников, занятых на инженерных изысканиях для строительства в районах распространения вечномерзлых грунтов, а также для научно-технического персонала исследовательских, проектных и конструкторских организаций.

1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ БУРЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН В МЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ

1.1. Буровые скважины при инженерно-геологических изысканиях в мерзлых грунтах проходятся для решения следующих задач: установления геологического строения площадки (участка), литологического состава грунтов, температурного состояния грунтов (немерзлые или мерзлые), глубины сезоннопромерзающего и сезонноотаивающего слоев, криогенных текстур и льдистости грунтов; отбора образцов грунтов; определения гидрогеологических условий района, термического режима грунтов; интерпретации геоэлектрических разрезов и разрезов скоростей упругих волн.

1.2. Буровые скважины на изысканиях подразделяются по: назначению, проектной глубине бурения, крепости пород и устойчивости стенок скважин, условиям производства буровых работ (главным образом, условиям транспортирования бурового оборудования).

В табл. 1 в обобщенном виде представлена классификация скважин на инженерных изысканиях в строительстве.

1.3. При инженерных изысканиях в вечномерзлых грунтах буровые скважины рекомендуется использовать для проведения комплексных исследований.

1.4. Зондировочные скважины при изысканиях в районах распространения вечномерзлых грунтов проходятся главным образом для определения глубин сезонного оттаивания или промерзания грунтов. Зондировочные скважины являются преобладающими на начальных этапах изысканий и проходятся при мерзлотном обследовании территории.

1.5. Назначение разведочных скважин заключается в детальном изучении геологического разреза. Образец грунта (керн), извлекаемый из разведочных скважин, служит для определения особенностей геологического разреза: последовательности в залегании слоев, состоянии грунтов (мерзлые или немерзлые), их мощности и положения контактов, текстурных и структурных особенностей грунта (слоистость, отдельность, дисперсность, тип структуры, наличие примазок, гнезд, включений, в том числе льда, и т. д.), плотности и консистенции грунта, соответствующих природным условиям, влажности и водоносности грунта и т. д. Проходка и оборудование разведочных скважин должны обеспечивать последующее проведение качественных температурных наблюдений.

Разновидностью разведочных скважин являются технические скважины, основное назначение которых заключается в отборе образцов грунта с ненарушенным природным сложением (монолитов) для определения физико-механических свойств грунта. Из технических скважин может производиться непрерывный, поинтервальный и одиночный отбор монолитов. В вечномерзлых грунтах все разведочные скважины используются для отбора образцов и монолитов.

1.6. Гидрогеологические скважины проходятся с целью изучения фильтрационных свойств грунтов и поисков и характеристик потоков подземных вод, проведения опытных откачек, наливов, нагнетаний и режимных наблюдений за изменениями уровня грунтовых вод. Гидрогеологические наблюдения могут производиться и в процессе бурения скважин: непосредственно при их проходке и в случае

Таблица 1

Классификационные признаки подразделения буровых скважин	Группы скважин		Элементы техники и технологии бурения, параметры скважины и т. д.
По назначению	Инженерно-геологические	зондировочные (картировочные)	–
		разведочные	
	Гидрогеологические		Диаметр скважины, характер опробования и опытных работ и т.д.
	Специального назначения		
По глубине бурения	Неглубокие (до 10 м)		Тип и мощность бурового станка, основные параметры бурового оборудования и инструмента
	Средние (от 10 до 30 м)		
	Глубокие (от 30 до 100 м)		
	Весьма глубокие (свыше 100 м)		
По крепости разбуриваемых пород и устойчивости стенок скважины	В скальных (монолитных и трещиноватых) грунтах		Способ и технология бурения, тип бурового инструмента, способ крепления стенок скважин, способ отбора образцов и т. д.
	В мерзлых грунтах		
	В крупнообломочных грунтах		
	В песчаных грунтах		
	В глинистых грунтах		
По условиям транспортировки оборудования	В легких условиях		Транспортабельность буровых станков
	В средних условиях		
	В тяжелых условиях		
	В особых условиях		

использования специальных опробователей—пластоиспытателей и приборов для исследований интервалов скважины методом расходометрии.

Гидрогеологические скважины одновременно могут быть и разведочными до момента вскрытия подземных вод. Основное отличие их от последних — сравнительно большой диаметр бурения, обусловленный необходимостью установки в скважину водоподъемных средств. Если при бурении данных скважин задача детальной геологической документации не ставится, проходка может осуществляться без отбора керна.

1.7. Для проведения специальных работ в скважинах, а также обеспечения возможности спуска в них человека бурятся скважины специального назначения (например, скважины большого диаметра). К этой группе скважин относятся также выработки, характер опытных работ в которых требует использования специального оборудования или особой технологии для их проходки.

1.8. В число специфических задач, возникающих при бурении мерзлых грунтов, входят обеспечение возможности определения их естественного температурного режима в скважинах и отбор образцов для определения физико-механических и теплофизических характеристик. Правила отбора образцов мерзлых грунтов определяются их составом, температурой и целью исследований.

1.9. Буровые скважины используются для производства в них термокаротажных, а также опытных полевых работ.

1.10. В гидрогеологических скважинах могут производиться следующие виды работ: режимные наблюдения за изменением уровня, температуры и химического состава воды; определение направления и скорости движения подземных вод.

1.11. Из числа геофизических исследований в разведочных скважинах проводятся каротаж сопротивлений (КС), боковое каротажное зондирование (БКЗ), ультразвуковой каротаж. Кроме того, скважины используются как опорные при производстве вертикального электрического зондирования (ВЭЗ), электропрофилирования (ЭП) и сейсморазведки.

1.12. Диаметры скважин в зависимости от их целевого назначения, как правило, изменяются в следующих пределах:

зондировочных	33—89 мм
разведочных	108—219 »
гидрогеологических .	до 426 мм и более
специального назначения	» 200 » » »

1.13. Проектная глубина скважин зависит от этапа инженерно-геологических изысканий, а также мощности термоактивной зоны грунтов оснований.

1.14. При изысканиях для технического проекта глубина скважин определяется глубиной годовых колебаний температуры в грунтах, а при изысканиях для рабочих чертежей — мощностью термоактивной зоны. В первом случае средняя глубина скважины составляет 12—15 м, во втором — 20—30 м. Глубина зондировочных скважин во всех случаях равна глубине сезонного оттаивания или промерзания грунтов во время бурения.

1.15. В соответствии с номенклатурой грунтов по СНиП II-Б. 6-66 мерзлые грунты по их состоянию подразделяются на твердомерзлые и сыпучемерзлые.

1.16. Твердомерзлые грунты представляют собой прочно сцементированные льдом породы, характеризуемые относительно хрупким разрушением; они практически несжимаемы. К твердомерзлым грунтам относятся песчаные и глинистые грунты, если их температура ниже (в °С):

для песков пылеватых	0,3
» супесей	0,6
» суглинков	1
» глин	1,5

1.17. К пластично-мерзлым относятся сцементированные льдом грунты, обладающие вязкими свойствами (вследствие содержания в них значительного количества незамерзшей воды). Эти грунты характеризуются способностью сжиматься под нагрузками. К пластично-мерзлым грунтам относятся песчаные и глинистые грунты со степенью заполнения пор льдом и незамерзшей водой $G \leqslant 0{,}8$, если их температура находится в пределах от 0°С до значений, указанных для твердомерзлых грунтов.

1.18. К сыпучемерзлым грунтам относятся несцементированные льдом (вследствие малой влажности) песчаные и крупнообломочные грунты.

1.19. К специфическим особенностям вечномерзлых грунтов, которые следует учитывать при назначении режимов бурения, относятся:

наличие в них льда (в виде льда-цемента, а также ледяных включений и прослоек);

изменение температурного режима грунтов при нарушении естественных условий;

изменение физико-механических свойств грунтов при изменении их температуры.

1.20. При изменении температуры мерзлого грунта в нем изменяется количество льда-цемента, и грунт может перейти из твердомерзлого состояния в пластично-мерзлое (при повышении температуры), и наоборот.

Сыпучемерзлые грунты и монолитные скальные грунты, как правило, не меняют своих механических свойств при изменении их температуры. Трещиноватые скальные и крупнообломочные грунты, трещины и пустоты которых заполнены льдом, могут менять свои механические свойства при оттаивании.

1.21. Вечномерзлые грунты по сравнению с аналогичными немерзлыми грунтами обладают более высокими прочностными свойствами благодаря цементирующей способности льда.

1.22. Основными факторами, влияющими на буримость мерзлых грунтов, являются состав, криогенное строение, температура, физико-механические свойства, в том числе минеральной части грунтов, которые в целом определяют их твердость, вязкость, абразивность и другие свойства. Ниже дается краткая характеристика основных типов мерзлых грунтов.

1.23. Мерзлые грунты с массивной текстурой характеризуются наличием в основном порового льда и имеют небольшую льдистость за счет ледяных включений (равную или менее 0,03 объема мерзлого грунта). Эти грунты имеют относительно равномерное чередование минеральных частиц, кристаллов порового льда (льда-цемента), скрепляющего минеральные частицы в монолитную массу, и редких ледяных включений. Мерзлые грунты со слоистой и сетчатой тексту-

рой характеризуются повышенной влажностью, имеют льдистость (за счет ледяных включений: линз и прослоек) более 0,03 объема.

1.24. В мерзлых грунтах практически во всех случаях содержится незамерзшая вода, количество которой зависит от температуры, состава и засоленности грунтов. Наличие в мерзлых грунтах незамерзшей воды в порах придает им свойство пластичности в естественном состоянии.

1.25. Твердомерзлые грунты ввиду незначительного содержания незамерзшей воды характеризуются меньшей пластичностью. При бурении такие грунты раскалываются твердосплавной коронкой по плоскости спайности льда, давая крупный обломочный шлам.

1.26. Пластично-мерзлые грунты ввиду значительного содержания незамерзшей воды характеризуются повышенной пластичностью и вязкостью. Благодаря высокой пластичности такие грунты более медленно поддаются разрушению в процессе бурения и требуют для проходки повышения крутящего момента, давления на забой и мощности при колонковом бурении или увеличении энергии и частоты ударов — при ударно-канатном бурении.

1.27. Сыпучемерзлые грунты и монолитные скальные грунты вследствие малой влажности по степени буримости аналогичны немерзлым.

1.28. Свойства мерзлых грунтов весьма чувствительны к малейшим нарушениям естественного термического режима последних. Поэтому при проходке скважин температура мерзлых грунтов не должна существенно искажаться.

1.29. В процессе бурения естественный термический режим и строение мерзлых грунтов могут изменяться под влиянием следующих факторов:

выделения тепла в результате трения рабочих частей породоразрушающих наконечников, колонковых труб, ложковых буров и других грунтоотборников об образец (керн) и стенки скважины;

теплообмена в стволе скважины между агентом для очистки скважины от шлама (промывочной жидкостью, сжатым воздухом), если последний применяется, и окружающим грунтом; между стенками скважины и наружным воздухом, если во время длительных перерывов в бурении устье скважины не закрывается; а также в результате циркуляции поверхностных и подземных вод в стволе скважины и в затрубном пространстве.

1.30. Существенно искажается термический режим в пробуренной термометрической скважине при нарушении естественного теплообмена на поверхности грунта под воздействием следующих факторов:

значительного нарушения на поверхности растительного грунта (в том числе травяного, мохового), а также снежного покрова в пределах буровой площадки, на расстоянии приблизительно в радиусе от скважины, равном ее глубине;

невыполнения существующих правил и требований термокаротажных работ при установке кондуктора и специальном оборудовании оголовка кондуктора или обсадной колонны.

Нарушения естественного термического режима мерзлых грунтов под воздействием указанных выше факторов в ряде случаев могут быть ликвидированы, в других — они оказываются неустранимыми.

1.31. При устранимых нарушениях искажения являются несущественными и носят обратимый характер. Устранимые нарушения, как

Таблица 2

Условия транспортирования		Характеристика условий	Характеристика района работ
Легкие		Возможен подъезд автотранспортом любой проходимости	Равнинные, почти безлесные районы, слабо пересеченная местность
Средние	Обычные	Возможен подъезд автотранспортом высокой проходимости при устройстве временных подъездных дорог или транспортом на гусеничном ходу	Пересеченная местность, небольшие лесные массивы и кустарники
	Повышенной сложности	Возможен подъезд специальным транспортом на гусеничном ходу повышенной проходимости с удельным давлением на грунт не более 0,3 кгс/см^2	Лесотундровые районы Сибири и Крайнего Севера
Тяжелые		Подъезд обычными видами транспорта (за исключением вьючного, вертолета, аэросаней и т. п.) практически невозможен. Местность, доступная пешеходам	Таежные и горные районы, районы Крайнего Севера
Особые		Необходимо использовать особые виды транспорта (плавучие средства, подъемники и т. п.). Пешеходам район работ недоступен	Акватории портов, русла рек, работы под водой и т. д.

правило, происходят при соблюдении установленных технологических режимов и технических условий на проходку скважины. В результате такого рода нарушений происходит (в допустимых пределах) повышение температуры поверхности образцов мерзлого грунта и стенок скважины. При этом получаемые образцы и монолиты грунта по качеству являются пригодными для геологической документации и лабораторных исследований, а в самой скважине после определенного периода выстаивания восстанавливается термический режим, близкий к естественному.

1.32. При неустранимых нарушениях искажения термического режима мерзлых грунтов весьма существенны и носят необратимый характер. Неустранимые нарушения происходят при несоблюдении установленных технологических режимов и технических условий на проходку скважины, а также по другим причинам (например, при наличии нескольких водоносных горизонтов, когда трудно выполнить надежную гидроизоляцию в затрубном пространстве).

1.33. В результате неустранимых нарушений происходит чрезмерное повышение температуры образцов мерзлого грунта и стенок скважины, а иногда их оттаивание. При этом образцы грунта оказываются практически непригодными для геологической документации и лабораторных исследований, а сама скважина не может в дальнейшем использоваться для термокаротажа.

1.34. Специфические свойства мерзлых грунтов, связанные с их температурным режимом и криогенным строением, определяют ряд требований к проходке буровых скважин. Основными из этих требований являются:

сохранение температуры и строения извлекаемых на поверхность образцов грунта;

устранение возможности существенного (необратимого) нарушения температурного режима грунтов, слагающих стенки скважины.

1.35. При производстве буровых работ на изысканиях в районах распространения мерзлых грунтов выделяются: легкие, средние, тяжелые и особые условия (табл. 2). Средние условия в свою очередь подразделяются на обычные и повышенной сложности. Средние условия повышенной сложности являются типичными для районов распространения мерзлых грунтов.

Данные табл. 2 следует использовать при выборе бурового оборудования по транспортабельности.

2. СПОСОБЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА БУРЕНИЯ СКВАЖИН

ВЫБОР СПОСОБА БУРЕНИЯ

2.1. Способ бурения выбирается в зависимости от физико-механических и теплофизических свойств мерзлых грунтов, назначения и глубины скважины, а также условий производства работ.

2.2. Специфические особенности мерзлых грунтов и требования, предъявляемые к их изучению, значительно ограничивают возможности применения существующих способов бурения и их разновидностей. Допустимыми являются только те способы, которые обеспечивают получение образца грунта с ненарушенной температурой и строением и сохранение естественного термического режима в скважине.

2.3. Рекомендуемыми способами для бурения инженерно-геологических скважин в мерзлых грунтах являются: колонковый способ «всухую» и с продувкой сжатым воздухом (в отдельных случаях с промывкой охлажденными солевыми или глинистыми растворами); ударно-канатный способ кольцевым забоем (клюющий и забивной), вибрационный способ. Допустимыми являются шнековый и ручной ударно-вращательный способы.

2.4. Колонковый способ бурения «всухую» рекомендуется применять для проходки в основном разведочных скважин глубиной до 30 м в нескальных (твердомерзлых, пластично-мерзлых) грунтах IV—VI категорий по буримости[1]. Использование этого способа в сыпучемерзлых, крупнообломочных, мерзлых трещиноватых и монолитных скальных грунтах не рекомендуется.

Преимуществами колонкового бурения «всухую» являются обеспечение сохранения естественного термического режима в скважине, обеспечение возможности получения образцов с природной температурой и строением, исключение необходимости применять промывочную жидкость и сжатый воздух.

Недостатками колонкового способа бурения «всухую» являются сравнительно невысокая производительность, небольшая величина проходки за рейс, большие затраты времени на спуско-подъемные операции, затруднительность проходки глубоких скважин.

2.5. В сочетании с колонковым способом «всухую» в некоторых случаях рекомендуется применять медленновращательное бурение с использованием породоразрушающего инструмента для ручного бурения (ложковых буров, змеевиков). Медленновращательный способ применяется при забурке скважин, для проходки сыпучемерзлых песчаных грунтов (с использованием ложковых буров), пластично-мерзлых грунтов с температурой, близкой к 0°С (с использованием ложковых буров и реже — змеевиков).

2.6. Колонковый способ с продувкой сжатым воздухом рекомендуется применять для бурения разведочных и гидрогеологических скважин глубиной до 100 м и более в нескальных (твердомерзлых, пластичномерзлых), крупнообломочных (пустоты которых заполнены льдом) и в монолитных и слаботрещиноватых скальных грунтах.

Использование бурения с продувкой в сыпучемерзлых песчаных и крупнообломочных грунтах, а также сильнотрещиноватых скальных грунтах не рекомендуется. Применение этого способа невозможно при сильных водопроявлениях в скважине. Бурение с продувкой наиболее целесообразно использовать в зимний период, когда не требуется охлаждать сжатый воздух, нагнетаемый в скважину. В летний период сжатый воздух сильно нагревается и на выходе из компрессора имеет температуру до +60°С (при температуре атмосферного воздуха +20°С). Нагнетание нагретого воздуха в скважину может привести к полному «растеплению» керна и к необратимому нарушению термического режима скважины.

Как летом, так и зимой нагнетаемый воздух должен иметь температуру примерно равную среднегодовой температуре грунтов.

Преимуществами колонкового способа с продувкой являются: малое влияние на естественный термический режим в скважине и

[1] Здесь и в дальнейшем категория грунтов приведена по единой классификации горных пород для механического вращательного бурения скважин «Единые нормы выработки на производство геологоразведочных работ». М., «Недра», 1964.

возможность получения образцов с ненарушенной температурой и ненарушенным строением; обеспечение возможности проходки глубоких скважин в нескальных и скальных грунтах; высокая производительность и значительная проходка на рейс. В оптимальных условиях бурение с продувкой обеспечивает увеличение скорости бурения в 1,5—2 раза в сравнении с промывкой и снижение стоимости в 1,2—1,3 раза.

Недостатками колонкового способа с продувкой являются: ограниченная область применения; невозможность бурения в обводненных грунтах и громоздкость используемого оборудования.

2.7. Колонковый способ с промывкой охлажденными солевыми и глинистыми растворами допускается использовать для бурения скважин глубиной до 100 м и более в скальных грунтах. Бурение с промывкой охлажденными солевыми растворами следует использовать при проходке монолитных или слаботрещиноватых грунтов, а с промывкой охлажденными глинистыми растворами—мерзлых трещиноватых грунтов. В соответствии со СНиП II-А.13-69 при бурении скважин в твердомерзлых и пластично-мерзлых нескальных грунтах использовать промывочные жидкости запрещается.

Преимуществами способа являются возможность бурения скважин значительной глубины, высокая производительность и значительная проходка на рейс; недостатками — ограниченная область применения, большая трудоемкость, связанная с необходимостью приготовления глинистого раствора и поддержания заданной отрицательной температуры промывочной жидкости.

2.8. Шнековое бурение кольцевым забоем рекомендуется применять при линейных изысканиях. В качестве породоразрушающего инструмента и кернобрателя следует использовать колонковый шнековый бур конструкции ЦНИИ МПС и др. Шнековый поточный и рейсовый способы бурения для проходки мерзлых грунтов к использованию не рекомендуются.

2.9. Ударно-канатный способ кольцевым забоем рекомендуется применять для бурения скважин глубиной до 10—15 м в пластично-мерзлых (с температурой, близкой к 0°С) и сыпучемерзлых песчаных грунтах. Использование этого способа в сыпучемерзлых крупнообломочных, твердомерзлых нескальных и мерзлых скальных грунтах не рекомендуется. В качестве инструмента применяют забивные стаканы (без клапана и с клапаном).

2.10. Для бурения высокотемпературных мерзлых несвязных грунтов, содержащих значительное количество незамерзшей воды, следует применять ударно-канатный «клюющий» способ.

Преимуществами способа являются небольшие затраты мощности, малые затраты времени на спуско-подъемные операции, сохранение естественного термического режима в скважине, простота используемого оборудования и технологии бурения. Недостатком способа является ограниченная область применения как по глубине бурения, так и по типам грунтов.

2.11. Вибрационный способ[1] рекомендуется применять для бурения скважин с глубиной до 15—20 м в нескальных в основном вы-

[1] Вибрационный способ для бурения мерзлых грунтов в инженерно-геологических целях впервые был применен в Дальстройпроекте. Вибробурение проводилось буровой установкой БУЛИЗ — 15. При проходке скважин получены образцы мерзлого грунта хорошего качества и достигнута сравнительно высокая механическая скорость бурения.

сокотемпературных пластично-мерзлых грунтах без включений крупнообломочного материала.

2.12. Для бурения твердомерзлых низкотемпературных нескальных и скальных грунтов рекомендуется использовать ударно-вращательный способ бурения пневмоударниками. Этот способ обладает теми же преимуществами, что и колонковый с продувкой, но имеет более высокую производительность.

2.13. Ручной ударно-вращательный способ допускается применять для бурения зондировочных и разведочных скважин глубиной не более 15 м в особенно труднодоступных районах при небольшом объеме работ. Ручное бурение является достаточно эффективным при проходке нескальных пластично-мерзлых, сыпучемерзлых и реже твердомерзлых грунтов. Следует учитывать, что бурение крупнообломочных грунтов этим способом затруднено. Недостатками ручного бурения являются низкая производительность, небольшая величина проходки за рейс, большая трудоемкость.

2.14. При ручном бурении используют в основном короткие (до 1—1,5 м) колонковые трубы со стандартными и специально армированными твердосплавными коронками, а также ложковые буры (с обычной и специальной заправкой лезвий), змеевики (спиральные буры). При бурении несвязных песчаных и крупнообломочных сильно обводненных грунтов используют желонки и реже долота.

2.15. При проходке скважин, пересекающих переслаивающиеся мерзлые и немерзлые грунты, рекомендуется применять комбинированные способы бурения (например, колонковый «всухую» и ударно-канатный сплошным забоем; колонковый «всухую» и медленновращательный; ударно-канатный кольцевым и сплошным забоями и др.).

ВЫБОР БУРОВЫХ УСТАНОВОК

2.16. Изыскательские организации рекомендуется оснащать серийно выпускаемыми буровыми установками, параметры которых удовлетворяют требованиям исследования мерзлых грунтов.

2.17. Для условий проведения инженерных изысканий в районах распространения мерзлых грунтов наиболее приемлемыми являются самоходные установки на гусеничном ходу с высокой проходимостью, а также переносные и стационарные (разборные на транспортные узлы) станки, которые могут быть доставлены к месту проведения работ любым видом транспорта.

2.18. В зависимости от условий производства буровых работ при выборе типа бурового станка или установки по транспортабельности необходимо руководствоваться указаниями табл. 3.

2.19. Как отмечалось, наиболее широкое распространение при бурении мерзлых грунтов имеет колонковый способ бурения «всухую». При этом удовлетворительное качество отбираемых образцов мерзлого грунта может быть обеспечено только при пониженной скорости вращения инструмента (в пределах 15—60 об/мин). Использование более высоких скоростей вращения инструмента может привести к недопустимому растеплению отбираемого керна и стенок скважин. Наряду с этим в соответствии с требованиями, предъявляемыми к качеству и диаметру отбираемых кернов мерзлых грунтов, минимальный диаметр бурения рекомендуется выбирать не менее 92—112 мм. Следовательно, выбираемая буровая установка должна обеспечивать проходку скважин необходимой глубины с конечным диаметром не

Таблица 3

Условия транспортирования оборудования		Типы рекомендуемых буровых станков по транспортабельности
Легкие		Самоходные (на базе автомобиля или трактора), перевозимые, стационарные и переносные
Средние	обычные	Самоходные (на базе трактора), перевозимые, стационарные и переносные
	повышенной сложности	Самоходные (на базе транспорта на гусеничном ходу повышенной проходимости с удельным давлением на грунт не более 0,3 кг/см²) и переносные
Тяжелые		Переносные, стационарные станки, разбирающиеся на отдельные транспортабельные блоки весом не более 150 кг
Особые		Стационарные станки специальной конструкции либо станки, имеющие специальную комплектацию (плавучими средствами и др.)

менее 92 мм со скоростью вращения инструмента не более 60 об/мин. Этим требованиям во многом удовлетворяют существующие станки колонкового бурения.

2.20. Для бурения зондировочных скважин глубиной до подошвы слоя сезонного оттаивания или промерзания диаметром до 89 мм рекомендуются переносные буровые станции: М1, Д-10М, ПБУ-10, ПВБСМ-15, УПБ-25 (УКБ-12,5/25). Перечисленные переносные станки имеют скорости вращения бурового инструмента, как правило, в пределах 100—300 об/мин. Рекомендуется производить модернизацию названных станков путем установки понижающих редукторов.

2.21. Перевозимые (передвижные) буровые установки (в основном ударно-канатного бурения кольцевым забоем) могут быть рекомендованы для бурения скважин в легких и отчасти средних условиях. К этому типу относятся установки: УБП-15М, Д-5-25, БУКС-ЛГТ, БУВ-1Б. Названные установки рекомендуется использовать для бурения скважин глубиной до 15 м с начальным диаметром до 168 мм в высокотемпературных (0—0,5°С) пластично-мерзлых грунтах, а также в районах, где развита «островная» мерзлота. В ряде случаев целесообразно перевозимые установки крепить на полозьях и транспортировать их трактором.

2.22. Самоходные установки на базе автомобиля рекомендуется использовать для бурения разведочных скважин в основном в легких

условиях. К числу рекомендуемых самоходных установок относятся: БУЛИЗ-15, АВБ-2М, УБР-2, УГБ-50М, ЛБУ-50, СБУДМ-150-ЗИВ, УРБ-2А. Так же как и перевозимые установки на колесном ходу, самоходные установки в зимний период целесообразно устанавливать на полозья и транспортировать их трактором. В отдельных случаях эти установки вообще могут быть перемонтированы на тракторную базу.

2.23. Самоходные буровые установки на гусеничном ходу рекомендуются для проходки неглубоких инженерно-геологических скважин в основном в средних (частично в легких) условиях. Рекомендуемыми являются установки: УРБ-1В, АВБ-ТМ, УШ-2Т, УШБ-ТМ.

2.24. Стационарные буровые станки целесообразно применять во всех условиях при проходке глубоких (до 100 м и более) скважин. Рекомендуемыми являются станки: БСК-2М-100, БК-150, УКБ-200/300, ЗИФ-300М, СБА-500. Станки обычно устанавливают в закрытых теплицах, смонтированных на полозьях, и перевозят трактором. В тяжелых условиях станки разбирают на блоки и монтируют на месте.

Рациональные области применения, краткое описание и технические характеристики перечисленных выше станков приведены в приложении 1.

3. ТЕХНОЛОГИЯ БУРЕНИЯ ПРОХОДКИ СКВАЖИН В МЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ

3.1. Степень воздействия процесса бурения на отбираемые образцы и естественный температурный режим мерзлых грунтов во многом определяются технологией бурения. Важно правильно выбирать те режимные параметры бурения, которые особенно сильно влияют на тепловыделения в скважинах. К ним в первую очередь относятся скорость вращения бурового инструмента, осевая нагрузка и температура сжатого воздуха при продувке или нагнетаемой жидкости при промывке скважины.

3.2. Повышение скорости вращения бурового инструмента неизбежно приводит к увеличению количества выделяющегося тепла в призабойной зоне. Для сокращения величины тепловыделения при бурении, как правило, необходимо стремиться к уменьшению скорости вращения бурового инструмента.

3.3. Сжатый воздух и промывочная жидкость, применяемые для очистки скважины от шлама, по отношению к мерзлым грунтам также являются носителями избыточного тепла. Поэтому температура воздуха или промывочной жидкости по возможности должна быть близкой к температуре мерзлых грунтов. Несоблюдение термического режима при бурении с продувкой сжатым воздухом приводит к интенсивному налипанию шлама на стенки скважины с образованием сальников над буровым инструментом. При бурении с промывкой происходит разрушение стенок скважины при их растеплении, образование льда в скважине в виде «шуги» или замерзание ствола.

3.4. При разработке технологического режима прежде всего необходимо тщательно изучить все материалы по геологии площадки, провести всесторонний анализ имеющихся работ по бурению скважины в районе изысканий.

3.5. При выборе бурового инструмента необходимо учитывать, что степень разрушения грунтов буровым наконечником обусловливается их температурой и физико-механическими свойствами. Послед-

ние, в свою очередь, зависят от минералогического состава, структуры, влажности и глубины залегания соответствующего грунтового слоя.

3.6. Основными параметрами, определяющими режим бурения в мерзлых грунтах, являются: осевое давление на инструмент; скорость вращения инструмента; тепловой режим промывки или продувки скважин; расход промывочной жидкости или скорость восходящей струи воздуха; величина углубления наконечника за рейс.

КОЛОНКОВОЕ БУРЕНИЕ «ВСУХУЮ»

3.7. При колонковом бурении «всухую» в качестве бурового инструмента применяют колонковые трубы длиной от 1 до 3 м и диаметром 108, 127, 146 и 168 мм. Использование колонковых труб большей длины не рекомендуется. В качестве породоразрушающего инструмента применяют твердосплавные коронки типа КР (ребристые), СМ-1, СМ-2, МР-2НП-1, СТ-1, БК-8М и др.

3.8. Коронки типа КР (М1, М2, М5) применяют для бурения мягких пластично-мерзлых грунтов; СМ-1, СМ-2 и МР-2НП-1 (СМ-4) — для пластично-мерзлых и твердомерзлых грунтов; СТ-1, БК-8М — для мерзлых грунтов с включениями крупнообломочного материала и твердомерзлых грунтов.

3.9. При бурении в пластично-мерзлых грунтах осевая нагрузка на забой должна составлять 300—600 кгс, скорость вращения бурового инструмента — 20—90 об/мин, проходка на рейс — 0,3—0,6 м. В твердомерзлых грунтах соответственно: осевая нагрузка 2000—3000 кгс, скорость вращения инструмента 100—180 об/мин, проходка за рейс до 2,5 м.

3.10. Для избежания самозаклинки или самозатирки керна в процессе бурения следует производить периодическое расхаживание бурового инструмента. Заклинка керна производится путем затирки, для чего последние 5—10 см проходятся с повышенным давлением.

3.11. Для сохранения природного сложения керна необходимо извлекать его из колонковой трубы посредством выдавливания (например, сжатым воздухом). В ряде случаев с целью облегчения процесса извлечения керна в теле колонковой трубы делают 1—2 прорези длиной 250—400 мм и шириной 50 мм. В эту прорезь вставляют специальную лапу с упором ее в станицу буровой установки или мачты; при подъеме колонковой трубы лебедкой кери выдавливается через ее нижнее отверстие. Выдавливание керна можно производить и другими способами. Для отбора образцов ненарушенного сложения проходку за рейс следует ограничивать величиной 0,3—0,5 м.

3.12. Минимальный диаметр бурения при отборе образцов ненарушенной структуры составляет 108 мм.

3.13. Величину допустимой скорости вращения бурового инструмента при колонковом бурении всухую можно устанавливать расчетным путем по формуле

$$n = \frac{42\,700\ (r^2 - \eta^2)\,\beta\, W k_1 V}{P f r t k},$$

где n — допустимая скорость вращения инструмента, об/мин;

r — внутренний радиус коронки, см;

η — требуемый радиус «нерастепленного» керна, см;

β — льдистость (влажность) грунта, кгс/см^3;

W — удельная теплота плавления льда, равная 80 ккал/кгс;

k_1 — коэффициент, учитывающий уменьшение удельного тепловыделения колонковой трубы за счет увеличения площади контакта с керном; он равен 25—30 мин;

V — скорость внедрения коронки в грунт, см/мин;

P — осевая нагрузка на коронку, кгс;

f — коэффициент трения коронки о грунт;

k — коэффициент, учитывающий боковое трение бурового инструмента о грунт; он равен 1,1—1,3;

t — время бурения в одном рейсе, мин.

Примечание. В представленной формуле затраты тепла на нагревание мерзлого грунта до температуры плавления не учитываются ввиду их малости.

В приближенных расчетах для определения β и f можно пользоваться данными табл. 4.

Таблица 4

Параметр грунта	Типы грунтов		
	суглинки и супеси	глины	крупнообломочные
Льдистость (влажность) β, кг/см^3 . . .	0,0003—0,0004	0,0002—0,0003	0,0001—0,0002
Объемный вес, кгс/см^3	0,0020—0,0015	0,0025—0,002	0,005—0,0025
Коэффициент трения металла по мерзлому грунту f	0,1—0,15	0,12—0,17	0,15—0,20

Приведенная формула может быть использована и для расчета других параметров режима бурения. Например, если задаться скоростью вращения бурового инструмента, можно определить допустимую величину осевой нагрузки на забой P, допустимое время бурения t и др.

Пример расчета скорости вращения бурового инструмента представлен в приложении 9.

3.14. При бурении неглубоких зондировочных и разведочных скважин для отбора керна мерзлого грунта рекомендуется использовать специальный бур конструкции ЦНИИ МПС. Описание бура дано в приложении 3.

КОЛОНКОВОЕ БУРЕНИЕ С ПРОДУВКОЙ СЖАТЫМ ВОЗДУХОМ[1]

3.15. При колонковом бурении мерзлых грунтов с продувкой сжатым воздухом применяют колонковые трубы длиной 3—6 м, диаметром 89, 108, 127 и 146 мм и шламовые трубы одинарные и секционные (рис. 1).

[1] При разработке рекомендаций по колонковому бурению с продувкой и промывкой были широко использованы работы А. В. Марамзина и А. А. Рязанова «Бурение разведочных скважин в районах распространения многолетнемерзлых пород» (М., «Недра», 1971) и А. М. Магурдумова «Разведочное бурение с продувкой забоя воздухом» (М., «Недра», 1970).

3.16. Учитывая сложность поддержания в скважине необходимого температурного режима, нарушение которого приводит к осложнениям, независимо от геологического строения при бурении необходимо применять шламовую трубу. Длина и количество секционных

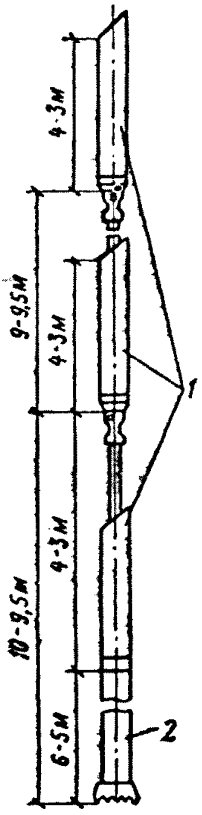
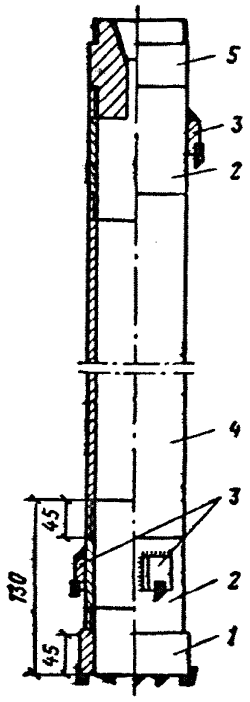


Рис. 1. Секционная шламовая труба

1 — шламовые трубы; *2* — колонковая труба

Рис. 2. Снаряд для бурения вязких и льдистых глинистых грунтов

1 — коронка; *2* и *3* — расширители-центраторы; *4* — колонковая труба; *5* — переходник с колонковой трубы на шламовую и штанги



шламовых труб в снаряде устанавливаются в зависимости от многих факторов: скорости воздушного потока, размеров частиц и количества получаемого шлама, характера проходимых грунтов и др. При бурении в благоприятных геологических условиях и с достаточным количеством подаваемого воздуха снаряд должен иметь одну шламовую трубу длиной 3—4 м.

3.17. Используемые для бурения твердосплавные коронки должны обеспечивать минимальные сопротивления воздуха в кольцевом зазоре между керном и колонковой трубой, на контакте торца коронки с забоем и в кольцевом зазоре между колонковой трубой и стенками скважины. Выполнение этих требований может быть обеспечено путем увеличения выхода резцов за корпус коронки и количества внутренних, наружных и торцовых пазов.

3.18. При бурении с продувкой забуривание скважины, как правило, производится «всухую». Начальный диаметр бурения 146 или 127 мм. После установки направляющей трубы (кондуктора) последующие интервалы проходятся с продувкой.

3.19. При бурении скважин в сильно льдистых грунтах IV—VI категорий (песках, суглинках и других грунтах, сцементированных льдом) следует применять стандартные ребристые коронки типа КР-3, КР-4, КР-5 и специальные ребристые коронки конструкции Якутского геологического управления.

3.20. При бурении вязких и льдистых глинистых грунтов хорошие результаты могут быть получены при использовании бурового инструмента (колонковой трубы) с расширителями-центраторами. Этот снаряд целесообразно использовать при бурении ребристыми коронками или коронками с большим выпуском резцов. Расширители-центраторы устанавливаются в верхней части колонковой трубы около переходника на шламовую трубу и в нижней части около коронки (рис. 2). Преимуществами бурового инструмента с расширителями-центраторами является уменьшение искривления скважины, равномерное расширение ствола скважины, сохранение диаметра скважины по всему рейсу.

3.21. При бурении сильно льдистых грунтов IV—VI категории рекомендуется устанавливать следующие режимы проходки:

осевая нагрузка на коронку диаметром 112—151 мм — 300—600 кгс,
скорость вращения бурового инструмента — 60—70 об/мин,
скорость восходящей струи воздуха следует поддерживать в пределах 12—13 м/сек.

3.22. При бурении скважины в трещиноватых льдистых грунтах V—VI категорий, трещины которых заполнены льдом, следует применять стандартные коронки типа СМ-2 и МР-2НП. В инструмент целесообразно включать расширители-центраторы, расположенные в нижней части колонковой трубы около коронки.

Параметры технологического режима бурения в трещиноватых льдистых грунтах V—VI категории должны устанавливаться следующие:

осевая нагрузка на коронку диаметром 112—132 мм — 500—600 кгс,
скорость вращения бурового инструмента — 60—70 об/мин,
скорость восходящей струи воздуха следует поддерживать в пределах 10—12 м/сек.

3.23. При бурении скважин в твердых мерзлых грунтах VII—VIII категорий целесообразно применять коронки СМ-2, МР-2НП и МР6-1б, при использовании которых в практике работ были достигнуты наибольшие механические скорости (до 15 м/ч), высокая проходка на рейс (до 4 м) и на коронку (до 29 м) и высокий процент выхода керна (до 95%).

3.24. Рекомендуемые параметры технологических режимов бурения твердосплавными коронками в мерзлых грунтах VII—VIII категорий приведены в табл. 5.

3.25. При дробовом бурении осевая нагрузка на коронку должна быть примерно такая же, как и при бурении с промывкой, скорость

Таблица 5

Тип коронки	Диаметр коронки, мм	Осевая нагрузка на коронку, мм	Скорость вращения инструмента, об/мин	Скорость восходящей струи воздуха, м/сек
СМ-2	132	1250	130—185	9—11
	112	1000	130—185	9—11
	92	750	130—185	9—11
МР-2НП	132	1250	130—185	9—11
	112	1000	130—185	9—11
МР6-16	92	1000	130—185	8—11
СТ-1	132	1500	130—185	9—11
	112	1250	130—185	9—11
КР-2	132	1000	130—185	11—13
ТП-3	112	1250	130—185	8—10

вращения бурового инструмента 120 об/мин и выше, первоначальный расход воздуха при диаметре дробовой коронки 110 мм порядка 1,5 м³/мин. Через каждые 20—25 мин чистого бурения расход воздуха снижают на 0,2—0,3 м³/мин. Расход воздуха в конце рейса должен быть порядка 0,3—0,4 м³/мин.

3.26. Во всех случаях бурения мерзлых грунтов с продувкой воздухом температура сжатого воздуха должна быть равна или ниже температуры проходимых грунтов.

3.27. В качестве источников сжатого воздуха при бурении с продувкой следует использовать компрессоры. Технические характеристики рекомендуемых марок компрессоров приведены в приложении 2.

В летний период компрессоры рекомендуется устанавливать на открытом воздухе и в случае непогоды закрывать их брезентовыми чехлами. Зимой компрессоры следует устанавливать в передвижных помещениях, на санях, перевозимых тракторами. Привод компрессо-

ров при наличии источников электроэнергии электрический; в остальных случаях — дизельный.

3.28. Для охлаждения и осушения воздуха в теплое время следует использовать холодильники и скважинные влагоотделители (приложение 5).

3.29. Для подвода воздуха от компрессора к нагнетательному шлангу можно использовать трубы диаметром 50 или 63,5 мм с муфтово-замковым соединением. Нагнетательные шланги необходимо применять с возможно большим проходным сечением, а сальники — с увеличенными внутренними диаметрами шпинделей и штуцеров.

3.30. Первостепенное значение при бурении скважин с продувкой сжатым воздухом имеет диаметр бурильных труб. Рекомендуется применять бурильные трубы возможно большего для данных условий бурения диаметра. Это позволит уменьшить необходимый расход воздуха и потерю давления в трубах. Скорость восходящего потока в этом случае возрастет, а следовательно, очистка забоя от шлама будет происходить быстрее и лучше.

3.31. При бурении с продувкой воздухом бурильная колонка испытывает значительные вибрации. Поэтому необходим более тщательный контроль за состоянием бурильных труб. В отдельных случаях следует ограничивать скорость вращения снаряда.

3.32. Большое внимание при бурении скважин необходимо уделять герметизации устья скважины. В процессе бурения в скважине образуются пыль и шлам. Если на устье скважины не создать надежной герметизации, то пыль будет проникать в помещение буровой вышки либо пространство у скважины, вызывая загрязнение воздуха и оборудования. Для герметизации устья следует применять специальные герметизирующие устройства (пакеры). Краткое описание некоторых конструкций герметизирующих устройств дано в приложении 6.

3.33. Для очистки выносимого из скважины воздуха от пыли, сбора шлама (с целью контроля и уточнения геологического разреза) рекомендуется применять шламоуловители (приложение 7).

3.34. Для контроля процесса бурения с продувкой воздухом в обязательном порядке необходимо применять расходомеры воздуха, манометры и термометры, которые включаются в состав поверхностной обвязки скважины (приложение 8).

КОЛОНКОВОЕ БУРЕНИЕ С ПРОМЫВКОЙ ОХЛАЖДЕННЫМИ СОЛЕВЫМИ И ГЛИНИСТЫМИ РАСТВОРАМИ

3.35. При бурении с промывкой применяют колонковые трубы диаметром 89, 108, 127 и 146 мм.

3.36. При бурении малоабразивных скальных пород малой, средней твердости и твердых (IV—VII категории по буримости) используют мелкорезцовые коронки типов МР-2НП, СМ-1, СМ-2. При бурении малоабразивных, трещиноватых и переслаивающихся скальных пород той же твердости применяют коронки марки СТ-1 с восьмигранными резцами. Бурение абразивных пород производится самозатачивающимися микрорезцовыми коронками следующих типов: СА— для проходки абразивных пород V—VII категории, БК-8М — для проходки абразивных и трещиноватых пород V—VIII категории, БТ и БТ-45А — для проходки абразивных пород VI—VIII категории.

Таблица 6

Параметры бурения	Единица измерения	Характеристика пород	Диаметр коронки, мм			
			92	112	132	151
1	2	3	4	5	6	7
Давление на коронку	кгс/см²	Малоабразивные, нетрещиноватые IV—VII категории	360—800	360—800	480—900	480—900
		Относительно абразивные, трещиноватые и пересланивающие IV—VII категории	960—1200	960—1200	1200—1800	1200—1800
		Абразивные: V—VII категории VI—VIII »	960—1600 1100—2400	960—1600 1100—2400	1200—1800 1600—2600	— —
		Абразивные, трещиноватые V—VIII категории	1200—1300	1800—2000	1800—2000	—
		Малоабразивные, нетрещиноватые IV—VII категории	250—350	200—280	160—230	130—180

Продолжение табл. 6

Параметры бурения	Единица измерения	Характеристика пород	Диаметр коронки, мм			
			92	112	132	151
1	2	3	4	5	6	7
Скорость вращения инструмента	об/мин	Относительно абразивные, трещиноватые и переслаивающиеся IV—VII категории	230—330	180—250	140—200	110—160
		Абразивные V—VIII категории	150—250	110—190	90—160	80—130
		Абразивные, трещиноватые I—VIII категории	150—250	110—170	80—140	70—120
Количество промывочной жидкости	л/мин	Для всех пород	90—110	110—130	115—160	150—180
Давление на коронку	кгс/см²	Малоабразивные, нетрещиноватые IV—VII категории	360—800	360—800	480—900	480—900
		Относительно абразивные, трещиноватые и переслаивающиеся IV—VII категории	960—1200	960—1200	1200—1800	1200—1800

Давление на коронку	кгс/см²	Абразивные: V—VII категории VI—VIII »	960—1600 1100—2400	960—1600 1100—2400	1200—1800 1600—2600	— —
		Абразивные, трещиноватые V—VIII категории	1200—1300	1800—2000	1800—2000	—
Скорость вращения инструмента	об/мин	Малоабразивные, нетрещиноватые IV—VII категории	250—350	200—280	160—230	130—180
		Относительно абразивные, трещиноватые и переслаивающиеся IV—VII категории	230—330	180—250	140—200	110—160
		Абразивные V—VIII категории	150—250	110—190	90—160	80—130
		Абразивные, трещиноватые I—VIII категории	150—250	110—170	80—140	70—120
Количество промывочной жидкости	л/мин	Для всех пород	90—110	110—130	115—160	150—180

3.37. Рекомендуемые параметры технологических режимов бурения в указанных породах приведены в табл. 6.

3.38. При бурении скальных грунтов VII—IX категории используют чугунную дробь, грунтов X—XII категории — стальную дробь. При бурении монолитных и трещиноватых грунтов VIII—IX категории применяют смесь чугунной и стальной дроби в соотношениях: 2 : 1, 3 : 1, 4 : 1.

В качестве основного способа питания забоя скважин дробью рекомендуется рейсовый, при проходке абразивных твердых пород — крупнопорционный.

Параметры технологических режимов бурения чугунной и стальной дробью приведены в табл. 7.

Таблица 7

Диаметр дробовой коронки, мм	Осевая нагрузка, кг			Скорость вращения инструмента, об/мин	Количество промывочной жидкости, л/мин		
	Чугунная дробь		Стальная дробь		при продвижении снаряда к забою скважины через дробь	при бурении	перед засыпкой дроби и заклинкой керна
	обычная	улучшенного качества					
130	500—750	900—1050	840—1250	130—190	60—40	25—15	180—80
110	600—620	750—820	690—1050	190—240	50—30	20—10	110—70
91	380—480	580—680	610—760	240—300	45—25	20—10	90—55

3.39. При дробовом бурении длина шламовой трубы должна быть не менее 1,5 м.

3.40. Заклинку керна при бурении твердых пород твердосплавными коронками производят кернорвателями или битым стеклом, при бурении дробью — битым кварцем, чугунной дробью или кусками мягкой проволоки.

3.41. Бурение мерзлых грунтов алмазным породоразрушающим инструментом производить не рекомендуется, поскольку выпускаемые промышленностью мелкоалмазные коронки имеют диаметры в основном 46, 95, 76 мм и не могут обеспечить получение «нерастепленного» керна необходимого размера. Кроме того, при алмазном бурении часто происходит разрушение керна вследствие его самозаклинки и вибраций бурового инструмента.

3.42. При бурении мерзлых скальных грунтов твердосплавным и дробовым породоразрушающим инструментом в качестве промывочной жидкости применяют охлажденные солевые и глинистые растворы.

3.43. Установление правильного теплового режима промывки является важнейшим требованием, обусловливающим возможность применения этого способа в производстве.

Температура промывочной жидкости при входе в скважину должна быть отрицательной (от 0 до —3°С) и по возможности близкой к температуре проходимых грунтов. Предохранение промывочной жидкости от замерзания обеспечивается добавлением определенного количества поваренной соли.

3.44. Охлажденные солевые водные растворы применяют при проходке скважин в монолитных и слаботрещиноватых скальных

грунтах, представленных породами частично средней твердости, твердыми и крепкими (известняки, песчаники, плотные глинистые сланцы, крепкие аргиллиты, граниты, диабазы и др.). При бурении указанных грунтов на забое образуется сравнительно мелкий шлам, вынос которого обеспечивается солевым водным раствором, стенки скважины достаточно устойчивы и не подвержены механическому разрушению под действием восходящего потока промывочной жидкости.

3.45. Применяемая для промывки вода не должна содержать посторонних примесей, загрязняющих ее, а также не должна быть сильно минерализованной.

3.46. Потребное количество поваренной соли для приготовления солевых водных растворов выбирается в соответствии с данными табл. 8.

Таблица 8

Содержание соли (концентрация), %	Количество сухой соли на 1 м³ воды, кгс	Объемный (удельный) вес раствора при 15°С, кгс/л	Температура начала замерзания раствора, °С
0,1	1	1	0
1,5	15,2	1	—0,9
2,9	29,9	1,02	—1,8
4,3	45	1,03	—2,6
5,6	59	1,04	—3,5
7	75	1,05	—4,4
8,3	90	1,06	—5,4
9,6	106	1,07	—6,4
11	124	1,08	—7,5
12,3	141	1,09	—8,5
13,6	157	1,1	—9,8
14,9	175	1,11	—11

3.47. Определение количества поваренной соли для приготовления солевых водных растворов различной концентрации можно произвести также по формуле

$$P_c = \frac{n Q_в}{100 - n},$$

где P_c — вес соли, кгс;

$Q_в$ — вес воды, кгс;

n — содержание соли, %.

3.48. Охлажденные глинистые растворы применяют при бурении скважин в слабых скальных грунтах, средней твердости, а также трещиноватых и сильнотрещиноватых скальных грунтах.

3.49. При бурении некрепких скальных грунтов (песчаников, известняков и др.) рекомендуется использовать глинистый раствор со следующими параметрами: вязкость 20 сек, водоотдача $\leqslant$20 см³ за 30 мин, толщина корки 2—3 мм, сопротивление сдвига $\leqslant$30 кгс/см², стабильность 0,02, суточный отстой $\leqslant$ 3%, содержание песка $\leqslant$ 4%, удельный вес 1,2 гс/см³.

3.50. При бурении в грунтах, поглощающих промывочную жидкость, следует повышать вязкость и снижать водоотдачу глинистого раствора. Для этой цели следует применять углещелочной реагент (УЩР).

3.51. Сохранение от замерзания глинистого раствора в рабочем состоянии при отрицательной температуре обеспечивается добавлением к нему по расчету необходимого количества поваренной соли. Во избежание коагуляции глинистого раствора оптимальное количество добавки поваренной соли должно определяться на месте работ в зависимости от качества глин, из которых приготовлен глинистый раствор.

3.52. Количество соли, необходимой для приготовления солевого глинистого раствора требуемой концентрации (степени солености), можно определить по формуле

$$P_c = \frac{n Q_1}{100 - n},$$

где P_c — вес соли на 1 м³ глинистого раствора удельного веса 1,2 гс/см³, кгс;

n — степень солености жидкости, % (выбирается в зависимости от температуры замерзания раствора по табл. 8);

Q_1 — количество глинистого раствора, кгс.

Так как добавление соли к глинистому раствору должно производиться только в виде насыщенного водного раствора, то для получения такого раствора надо иметь воды (растворителя):

$$Q_2 = \frac{P_c}{0{,}36},$$

где 0,36 кгс — количество соли, необходимое для насыщения 1 л воды.

Для сохранения солености глинистого раствора, равной n %, необходимо добавить еще некоторое количество соли (в связи с добавлением к глинистому раствору Q_2 л воды). Это количество соли определяется по формуле

$$P_{c1} = \frac{n Q_2}{100 - n}.$$

Общее количество соли (P), требуемой для получения необходимой концентрации соли в промывочной жидкости:

$$P = P_c + P_{c1}.$$

Общее количество воды (растворителя), необходимой для получения насыщенного раствора соли, определится

$$Q = \frac{P}{0{,}36}.$$

3.53. Понижение температуры промывочной жидкости летом может быть произведено в специальных шурфах, пройденных в зоне мерзлых грунтов. Шурфы следует защищать от воздействия наружной температуры плотными крышками и слоем мха или торфа. Необходимо учитывать, что температура промывочной жидкости в шурфе будет на 1—1,5° выше температуры мерзлых грунтов.

3.54. При употреблении солевых растворов следует иметь в виду, что при значительном содержании поваренной соли жидкость может разрушать лед, заполняющий трещины и пустоты скальных грунтов. Разрушающее действие жидкости на лед возрастает по мере увеличения концентрации соли в растворе. Поэтому по возможности сле

дует применять солевые растворы с концентрацией, не превышающей 5% (температура замерзания раствора —3,3°С). При таком содержании поваренной соли разрушение льда практически не происходит.

3.55. В процессе бурения необходимо вести строгий контроль за температурой промывочной жидкости, входящей в скважину и выходящей из нее.

УДАРНО-КАНАТНОЕ БУРЕНИЕ КОЛЬЦЕВЫМ ЗАБОЕМ

3.56. Забивной способ следует применять в пластично-мерзлых песчаных и глинистых грунтах с температурой не менее —1°С. В состав бурового инструмента входит забивной стакан и ударный патрон. Рекомендуемые диаметры забивных стаканов: 89, 108, 127 и 146 мм. Величина углубки стакана за рейс должна находиться в пределах 0,2—0,4 м. Частота ударов не более 10—25 в минуту.

3.57. «Клюющий» способ рекомендуется использовать в песчаных мерзлых грунтах (в «сухой» мерзлоте), а также грунтах, содержащих значительное количество незамерзшей воды.

ВИБРАЦИОННОЕ (ВИБРОУДАРНОЕ) БУРЕНИЕ

3.58. Вибрационное бурение целесообразно использовать в тех же грунтах, что и ударно-канатное. В состав инструмента при этом способе входят виброзонды (диаметром 89, 108, 127 и 146 мм) и бурильные трубы. Величина рейса при виброударном бурении должна находиться в пределах 0,5—2,5 м. Успешная проходка мерзлых грунтов будет обеспечена, если вибромолот обладает следующими параметрами моментом эксцентриков — не менее 150 кгс/см, скоростью вращения дебалансов — 900—1500 об/мин, весом — не менее 150 кгс. Время непрерывной работы вибромолота при проходке не должно превышать 10 мин.

ШНЕКОВОЕ БУРЕНИЕ

3.59. Шнековый способ может быть использован только при бурении зондировочных и геотермических скважин. Рекомендуемой разновидностью шнекового бурения является рейсовое. Величина рейса должна находиться в пределах 0,5—2,5 м. Скорость вращения шнековой колонны должна соответствовать 150—300 об/мин.

РУЧНОЕ УДАРНО-ВРАЩАТЕЛЬНОЕ БУРЕНИЕ

3.60. В качестве бурового инструмента при ручном бурении применяют короткие колонковые трубы длиной 0,5—1,5 м, диаметром 73, 89, 108, 127, 146 мм со стандартными и специально изготовленными коронками, а в некоторых случаях — специально изготовленные ложковые буры и реже долота, желонки и змеевики.

3.61. Для проходки пластично-мерзлых грунтов, не содержащих песка и крупнообломочного материала, используется вращательный способ бурения ложковыми бурами и колонковыми трубами. Режущие части (перья) ложковых буров специально заправляются и закаляются, а иногда и армируются пластинами твердого сплава. Диа-

метры специальных ложковых буров соответствуют диаметрам применяемых колонковых труб.

3.62. В ряде случаев хорошие результаты может дать применение отработанных твердосплавных коронок, у которых на месте сработавшихся победитовых резцов электросваркой наварены зубья из качественных электродов (рис. 3). Такие коронки могут быть изго-

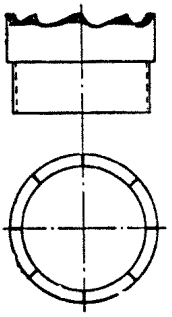


Рис. 3. Схема буровой коронки с наваренными зубьями для бурения мерзлых грунтов, содержащих твердые включения

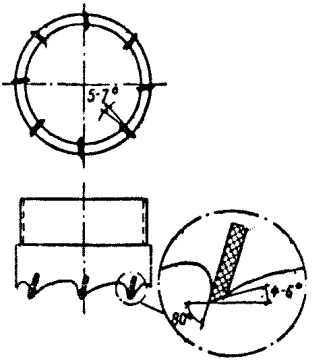


Рис. 4. Схема буровой коронки с зубьями из твердого сплава для бурения мерзлых грунтов, не содержащих твердых включений

товлены механическими мастерскими изыскательской организации. Коронки позволяют успешно проходить мерзлые моренные суглинки и супеси с включением гальки диаметром до 8—10 см. Для указанных целей возможно использование также обычных твердосплавных коронок для колонкового бурения, но с установкой пластин на торцевой части под углом 80° (рис. 4).

3.63. При бурении перемежающихся дисперсных мерзлых грунтов с включениями прослоев крупнообломочного материала углубку следует производить поочередно долотом и ложковым буром или желонкой. Прослои мелкой и средней гальки, встречающиеся в мелкозернистых песчаных мерзлых грунтах, целесообразно проходить колонковой трубой длиной до 1 м. Дробление крупной гальки осуществляется без подъема инструмента путем нанесения ударов металлической бабой по шарнирному хомуту, установленному на штангах. В этом случае применяют буровые штанги диаметром не менее 42 мм и два шарнирных хомута, устанавливаемых один над другим. Одновременно с ударами по шарнирному хомуту производится вращение бурового снаряда.

3.64. При проходке супесчаных, суглинистых и песчаных пород с низкой температурой следует применять ложковый бур, режущая часть которого имеет специальную заправку и армировку пластин-

ками из твердых сплавов. Режущие части такого бура состоят из четырех перьев (рис. 5). Два из них размельчают породу по кольцевому забою и при углублении в грунт образуют керн внутри бура. Два других (подборочные) подрезают и дробят остающийся после

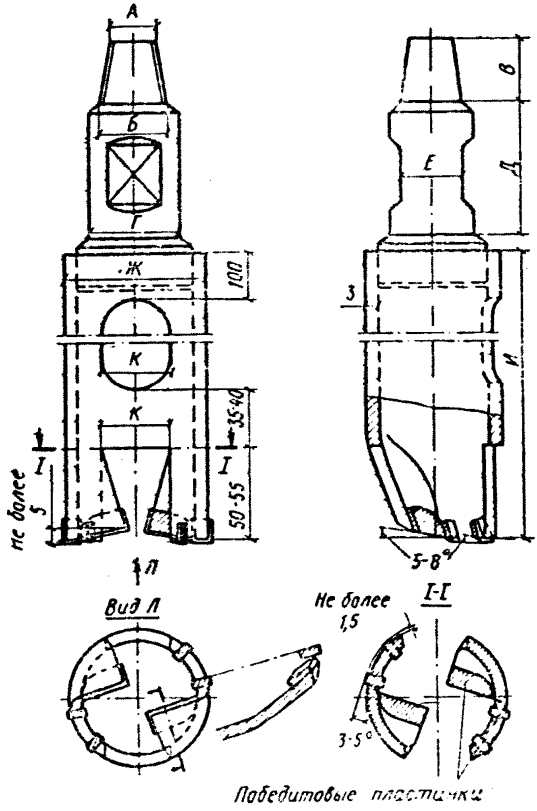


Рис. 5. Ложковый бур с твердосплавными пластинками

работы первых перьев грунт, подают его раздробленные части внутрь бурового наконечника и при подъеме инструмента удерживают грунт внутри бура. Изменяя величину и расположение подборочных перьев по отношению к осевой плоскости бурового инструмента, можно добиться того, что на забое будет оставаться керн диаметром 30—40 мм, который сравнительно легко можно оторвать.

Пластинки из твердого сплава устанавливают на все режущие грани бурового наконечника. В каждое прорезное перо ложкового бура диаметром 76 мм вставляют по две пластинки твердого сплава размером 10×10×3 мм, следующие одна за другой через 20—25 мм, а на подборочные перья по одной пластинке размером 30×30×

×3,5 мм. Все пластинки привариваются к буровому наконечнику латунью.

Для получения удовлетворительного керна величина подборочных перьев должна быть уменьшена и пластинки подбираются несколько меньших размеров (ГОСТ 3882—67*).

Основные размеры бура приведены в табл. 9.

Таблица 9

Параметр	Обозначение на рис. 5	Внутренний диаметр обсадных труб, мм	
		78	115
Диаметр верхнего основания	*А*	22,75	315
» нижнего »	*Б*	32,5	45
Высота	*В*	39	54
Диаметр шейки ложки	*Г*	42	60
Высота » »	*Д*	70	70
Ширина выемки для ключа	*Е*	36	50
Наружный диаметр трубы	*Ж*	70	102
Толщина стенки ложки	*З*	6	6,5
Длина трубы ложки	*И*	700	700
Ширина выреза в корпусе	*К*	38	44

3.65. При бурении мелкодисперсных грунтов, не содержащих песка и имеющих температуру не ниже от —2 до —3°С, могут быть применены ложковые буры, изготовленные из стальных труб, режущая часть которых аналогична описанной выше, но перья не армируются пластинками твердых сплавов. На рис. 6 показано устройство такого бура. Бур может быть изготовлен в механических мастерских из стальных (марка 45) горячекатаных колонковых труб 108××4,25 мм. После заправки рабочий торец ложки закаливается. Изготавливать буры из более толстостенных труб не рекомендуется, так как это снижает скорость проходки.

3.66. В связи с быстрым износом режущих частей ложковых буров для бесперебойной работы рекомендуется иметь их достаточный запас.

3.67. Колонковые трубы с твердосплавными коронками применяют при бурении пластично-мерзлых, твердомерзлых и мерзлых грунтов с включением песка и крупнообломочного материала. При этом применяют стандартные твердосплавные коронки (в основном те же, что и при колонковом бурении «всухую»).

При проходке крупнообломочных грунтов бурение осуществляется вращательным способом коронками типа СТ-1 или БК-8М.

3.68. Рекомендуются следующие параметры режима ручного вращательного бурения: осевая нагрузка на забой — 100—300 кгс, скорость вращения — 8—10 об/мин, проходка на рейс — 0,2—0,3 м.

3.69. Использование змеевиков при проходке мерзлых грунтов не рекомендуется, поскольку исключается возможность отбора образцов с ненарушенным сложением.

3.70. При проходке водонасыщенных грунтов бурение осуществляется ударным способом сплошным забоем с использованием желонок, долот с ударными штангами.

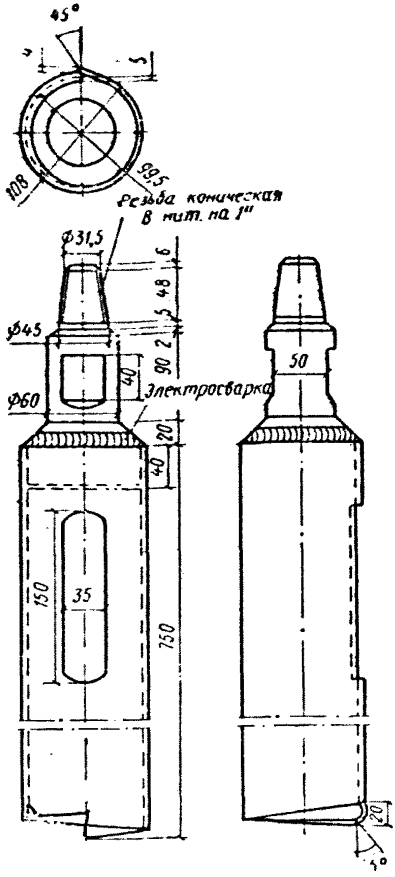


Рис. 6. Ложковый бур конструкции бывш. Севморпроекта для проходки мерзлых грунтов

4. ОТБОР И СОХРАНЕНИЕ ОБРАЗЦОВ МЕРЗЛОГО ГРУНТА

4.1. Основные правила отбора, транспортирования и хранения монолитов мерзлых грунтов регламентируются ГОСТ 12071—72.

4.2. При колонковом бурении отбор монолитов производится при минимально возможных скоростях вращения бурового инструмента и осевых нагрузках на забой с использованием коротких колонковых труб (длиной до 1 м). Бурение производится укороченными рейсами длиной 0,2—0,3 м.

4.3. При ручном ударно-вращательном бурении отбор образцов в мерзлых грунтах, как правило, производится колонковыми трубами, в мягких пластично-мерзлых грунтах отбор можно производить

кернобрателем КП-1 конструкции А. М. Пчелинцева и ложковыми бурами системы Севморпроекта. Описание кернобрателя КП-1 и работы с ним, а также некоторых других грунтоотборных устройств дано в приложении 4.

4.4. Специальные пробоотборники, описанные в приложении, целесообразно использовать при бурении скважин глубиной до 10 м.

4.5. При шнековом бурении кольцевым забоем для отбора образцов можно применять колонковый шнековый бур конструкции ЦНИИ МПС (приложение 3).

4.6. При отборе образцов мерзлого грунта важное значение приобретают вопросы их правильной упаковки, транспортирования и хранения при сохранении мерзлого грунта в образце и его отрицательной температуре.

4.7. Транспортировать монолиты рыхлых грунтов желательно при отрицательной температуре воздуха. Перевозить можно также в транспорте, оборудованном холодильной камерой, позволяющей поддерживать отрицательную температуру в тех же пределах. Допускается транспортирование мерзлых грунтов при положительной температуре без применения холодильных установок при условии, что размеры отобранного монолита допускают сохранность в мерзлом состоянии его ядра, необходимых для исследований размеров в течение всего времени транспортировки.

4.8. При транспортировании образцов мерзлого грунта, особенно в летнее время, целесообразно использовать специальные термосы, состоящие из наружного (из досок) и внутреннего (из фанеры и досок) ящиков, пространство между которыми заполнено теплоизолирующим материалом (хлопковая или стеклянная вата, сухой мох, пенопласт и др.). Наружный ящик покрывают дерматиновой или брезентовой обшивкой, окрашенной в белый цвет (рис. 7).

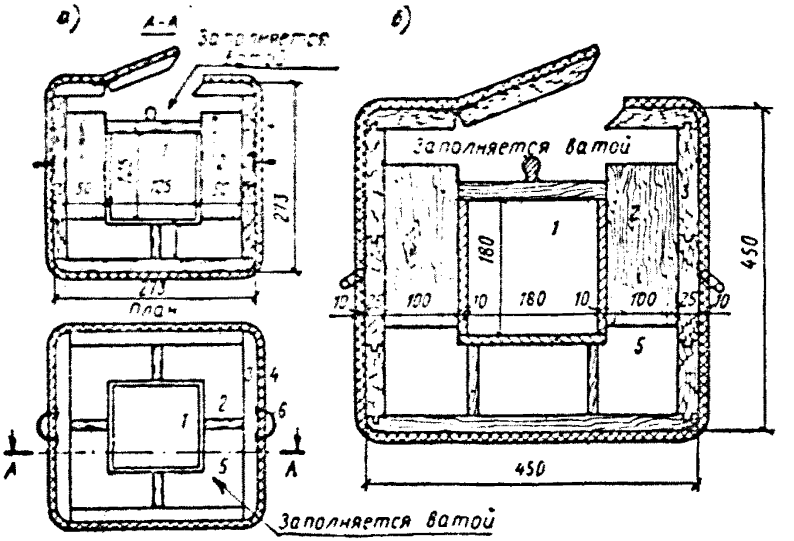


Рис. 7. Термос для транспортировки мерзлого грунта
а — на 4 образца; *б* — на 12 образцов; *1* — внутренний ящик из фанеры или досок; *2* — распорки из досок; *3* — внешний ящик из досок; *4* — обшивка войлоком и брезентом; *5* — заполнитель — вата; *6* — ручки

Пространство между монолитом и внутренней стенкой также заполняется теплоизолирующим материалом.

4.9. Необходимо, чтобы срок хранения образцов мерзлых грунтов был минимальным, если они не гидроизолированы. Образцы мерзлых грунтов при длительном хранении сильно выветриваются (лед испаряется), в результате чего нарушается влажность и льдистость грунтов, структура и др. Во избежание этого рекомендуется образцы мерзлых грунтов плотно обернуть бумагой и покрыть ледяной оболочкой, которую необходимо периодически опрыскивать пресной водой.

4.10. Монолиты мерзлых грунтов хранят в специальных помещениях при отрицательных значениях температуры воздуха либо в специальных горных выработках, пройденных в вечномерзлых грунтах (также при отрицательной температуре воздуха).

5. ОБСАДКА ТРУБАМИ ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН В МЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ

5.1. При пересечении скважиной водоносных горизонтов производится их тампонаж, а скважина осушается. Бурение в этих случаях осуществляется с погружением обсадных труб. При этом должна быть обеспечена надежная гидроизоляция башмака колонны и соединений обсадных труб. Циркуляция воды по затрубному пространству должна быть исключена. При наличии циркуляции воды скважина не может быть использована для проведения термокаротажа.

Крепление скважины обсадными трубами производится также при бурении неустойчивых грунтов.

5.2. Для устранения попадания в скважину поверхностных и надмерзлотных вод устанавливается кондуктор ниже слоя сезонного оттаивания или промерзания (имеется в виду их полная глубина) на глубину 0,5 м. На поверхности кондуктор обваловывается глинистым сальником.

5.3. Для проведения термокаротажных работ специально оборудуется устье скважины. Оголовок кондуктора или обсадной трубы должен иметь превышение над устьем на 0,3—0,5 м. Оголовок кондуктора или обсадной трубы оборудуется крышкой с надежным замковым устройством и деревянным коробом с крышкой, имеющей размер 25×25 см. При использовании скважины для режимных наблюдений пространство между трубой и коробом заполняется теплоизоляционным материалом (минеральной ватой, мхом и т. п.).

6. ОРГАНИЗАЦИЯ БУРОВЫХ РАБОТ И ОБОРУДОВАНИЕ РАБОЧЕЙ ПЛОЩАДКИ

6.1. Районы распространения мерзлых грунтов характеризуются суровыми климатическими условиями, трудной проходимостью ввиду сильной заболоченности и залесенности, отсутствием дорог. Даже строительство временных подъездных дорог связано со значительными техническими осложнениями и высокой стоимостью. Основными средствами сообщения и перевозки грузов являются плавсредства (летом) и авиатранспорт. Крупные геологоразведочные организации тяжелое оборудование перевозят тракторами и автомобилями зимой

так называемыми глубинными перебросками по специальным дорогам—«зимникам», а также в любое время года вертолетами. Изыскательским организациям следует использовать эти дороги. На покрытиях дорог с удельным давлением до 0,3 кгс/см² для доставки грузов и людей используются гусеничные транспортеры типа ГАЗ-47, ГАЗ-71, ГТТ, АТЛ и др.

6.2. При проведении инженерно-геологических изысканий под крупные сооружения рекомендуется вблизи участков работ (крупных площадок или группы площадок, трасс и т. д.) создавать временные базы с жилыми помещениями и производственными зданиями (для ремонтных мастерских, дизель-электростанции и т. д.). Вблизи таких баз следует устраивать площадки для посадки вертолетов и при возможности для самолетов малой авиации типа АН-2, ЯК-12 и др.

6.3. Для размещения буровых бригад в нерабочее время рекомендуется использовать жилые помещения передвижного типа, которые должны удовлетворять следующим требованиям: прочность и легкость конструкции, позволяющие перевозить домик зимой и летом по пересеченной местности при помощи гусеничного трактора; отопление, гарантирующее поддержание нормальной положительной температуры внутри помещения при низких отрицательных температурах наружного воздуха; максимальные возможные удобства (нормальное освещение, обеспечение транзисторными приемниками, предметами бытового назначения и спальными принадлежностями и др).

6.4. При бурении неглубоких и средней глубины скважин рекомендуется проводить работы в одну смену. При бурении глубоких скважин (особенно при использовании стационарных буровых станков) — в три смены.

6.5. При проведении буровых работ не допускается нарушение естественных условий на поверхности грунта в радиусе от скважины, равном ее ориентировочной глубине. После окончания бурения в указанной зоне должны быть по возможности восстановлены естественные условия, в частности травяной (моховый) и снежный покровы.

6.6. На скважинах установку всех типов буровых станков следует производить на подкладках из брусьев и плах.

6.7. В холодный период года все буровые установки следует утеплять стационарными или временными укрытиями.

6.8. При бурении неглубоких и средней глубины скважин допускается работа без укрытия, но при наличии на скважине передвижной коллекторской будки или небольшого домика.

6.9. Самоходные буровые установки следует утеплять легкоразборными укрытиями.

6.10. Стационарные буровые станки следует устанавливать в передвижных или стационарных тепляках.

6.11. Обогрев буровых вышек может быть осуществлен обычными железными печами или небольшими котлами пароводяного отопления.

6.12. Во избежание глубокого заноса снегом буровых вышек со стационарным укрытием, буровых установок с временным укрытием и вспомогательных зданий следует их устанавливать таким образом, чтобы господствующие ветры были направлены по диагонали к ним.

6.13. В связи с повышенным износом буровых установок, двигателей и транспортных средств промежутки межремонтных циклов технического осмотра и ремонта следует сокращать.

7. ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОГО ВЕДЕНИЯ БУРОВЫХ РАБОТ

7.1. Буровые работы, а также другие связанные с ними работы должны производиться в соответствии с требованиями и правилами техники безопасности Госгортехнадзора СССР (Правила безопасности при геологоразведочных работах. М., «Недра», 1972), главы СНиП III-А.11-70 «Техника безопасности в строительстве», «Рекомендациями по производству буровых работ при инженерно-геологических изысканиях для строительства» (ПНИИИС Госстроя СССР. М., Стройиздат, 1970), а также в соответствии с рекомендациями настоящего раздела.

7.2. Работа на открытом воздухе при температуре ниже —30°С и ветре может производиться только в соответствии с постановлением местных органов с учетом климатических условий в данном районе.

7.3. Все работники должны быть обучены методам и приемам оказания первой медицинской помощи при несчастных случаях и заболеваниях в соответствии с «Инструкцией по оказанию первой помощи при несчастных случаях на производстве» с учетом специфики работ, природных и климатических условий.

7.4. Производственные буровые помещения должны быть обеспечены противопожарным инвентарем в соответствии с «Инструкцией по соблюдению мер пожарной безопасности при производстве геологических работ» (Правила безопасности при геологоразведочных работах. М., «Недра», 1972).

7.5. Вышка и сарай буровой установки (размеры основных элементов, а также размещение оборудования, освещение и т. д.) должны сооружаться в соответствии с проектом, утвержденным руководством экспедиции.

7.6. Расчетная грузоподъемность вышек и мачт должна не менее чем в полтора раза превышать наибольшую проектную нагрузку, возможную в процессе бурения.

7.7. Расстояние от буровой установки до жилых и производственных помещений должно быть не менее полуторной высоты ее вышки (мачты), а также удовлетворять нормам противопожарной безопасности.

7.8. Рабочие места бурового мастера и его помощника на самоходных и передвижных буровых установках должны иметь прочный настил из досок и защиту от ветра и атмосферных осадков.

7.9. Ширина рабочих проходов для обслуживания механизмов должна быть для стационарных установок не менее 1 м, для самоходных и передвижных — не менее 0,7 м.

7.10. Трасса передвижения стационарных буровых установок должна выбираться заранее. Трасса не должна иметь резких переходов спуска к подъему, и наоборот. Односторонний уклон, при котором допускается передвижение буровых установок, не должен превышать 30°.

7.11. Во время передвижения стационарных буровых установок нахождение людей, не связанных непосредственно с данной работой, на расстоянии, меньшем, чем высота вышки +10 м, запрещается. Расстояние от передвигаемой вышки до тракторов должно быть не менее высоты вышки +5 м. При неблагоприятных условиях местности допускается уменьшение этого расстояния, но при обязательном

применении страховой оттяжки против опрокидывания вышки.

7.12. На стационарной, самоходной и передвижной буровой установке должны быть освещены следующие объекты:

рабочее место у станка и устья скважины;
полати, кронблок или подвесной блок;
двигатель, компрессор или насос;
слесарный верстак;
лестницы;
приемный мост;
входы в буровую и отстойники промывочной жидкости.

7.13 Самоходные буровые установки, питающиеся энергией от двигателя автомобиля, трактора, могут освещаться фарами, направленными к устью скважины, полатям бурового рабочего. Освещение не должно ослеплять работающих.

7.14. Одиночные буровые установки или их группы, расположенные в ненаселенных или труднодоступных районах, должны быть обеспечены связью (радиостанциями).

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БУРОВЫХ СТАНКОВ И УСТАНОВОК ДЛЯ ПРОХОДКИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН В МЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ

Станок-мотобур Д-10М

Предназначен для бурения зондировочных скважин.

Техническая характеристика

Тип станка	переносной
Номинальная глубина бурения, м	10
Начальный диаметр бурения, мм	76
Скорость вращения бурового инструмента, об/мин	180—320
Привод	двигатель «Дружба-4»
Мощность двигателя, л. с.	4±0,5
Габаритные размеры, мм:	
длина	750
высота	355
Вес станка, кг	19
Вес мотобура с комплектом инструмента, кгс	65

Мотобур Д-10М состоит из двигателя, планетарного редуктора, рукояток и комплекта бурового инструмента.

Модернизированные варианты мотобура были предложены в ПНИИИСе, Днепрогипротрансе и других организациях. Модернизация касалась оснащения мотобура легкой металлической стойкой с направляющими и ручной лебедкой. Предложением ПНИИИСа предусматривается введение в конструкцию мотобуров дополнительного трехскоростного редуктора (четырехскоростной коробки передач от автомобиля «Москвич»). При этом мотобур обеспечивает низкие скорости вращения бурового инструмента. Это дает возможность увеличить диаметр бурения скважин и обеспечить эффективную проходку мерзлых грунтов. Мотобур Д-10М серийно выпускается Свердловским машиностроительным заводом им. Воровского.

Мотобур М-1

Предназначен для бурения скважин шнековым способом в грунтах I—IV категории буримости с отбором проб, а также для проходки шпуров при поисках и разведке полезных ископаемых в различных природных условиях в породах до V категории включительно (в том числе в мерзлых грунтах).

Техническая характеристика

Тип станка	переносной
Диаметр бурения шнековым способом с породоразрушающим наконечником, мм	67 и 95

Диаметр отбираемых образцов пород (соответственно диаметрам бурения), мм	24 и 32
Диаметр бурения породным резцом, мм	43
Глубина бурения, м:	
шнеками диаметром 65 мм	7—10
» » 92 »	1,5
штангами с резцом диаметром 43 мм	2
Скорость вращения шпинделя мотобура (при 5200 об/мин двигателя), об/мин:	
I скорость	255
II »	615
Привод	бензиновый двигатель «Дружба-4»
Мощность двигателя, л. с.	4±0,5
Размеры, мм:	
длина	540
ширина	440
высота	540
Вес мотобура без рюкзака, кгс	15
Вес рюкзака, кгс	1,5

Мотобур М-1 состоит из двигателя, двухскоростной коробки передач, рукояток, комплектов бурового инструмента и принадлежностей.

Комплект № 1 бурового инструмента и принадлежностей применяется для бурения шпуров диаметром 43 мм на глубину до 2 м в породах до V категории включительно.

Комплект № 2 применяется для бурения скважин шнеками диаметром 65 мм на глубину до 10 м в породах I—IV категории.

Комплект № 3 предназначен для бурения скважин шнеками диаметром 92 мм на глубину до 1,5 м с отбором керна и бурения скважин шнеками диаметром 65 мм на глубину до 7,5 м с отбором проб и керна с забоя в породах I—IV категории.

Мотобур М-1 серийно выпускается Оренбургским заводом бурового оборудования и запасных частей Оренбургского геологического управления Министерства геологии РСФСР.

Переносная буровая установка ПБУ-10

Предназначена для проходки скважин вращательным способом (шнеками, коронками), а также для задавливания тонкостенного грунтоноса с целью отбора монолитов.

Техническая характеристика

Тип установки	переносная
Глубина бурения, м	10
Диаметр бурения, мм:	
до 10 м	100
» 2 »	300
Число оборотов вращателя в минуту	80—200
Давление на забой (в заякоренном положении), кгс	500

Усилие на подъем, кгс	1000
Ход вращателя, мм	845
Привод	двигатель «Дружба-4»
Габаритные размеры, мм:	
высота	1280
ширина	585
длина	875
Вес (без оснастки), кгс	34

Буровая установка состоит из вращателя (двигателя с двухступенчатым редуктором) и рамы с направляющими стойками. При бурении она обеспечивает регулируемое давление на забой и извлечение бурового инструмента механическим способом.

Буровая установка ПБУ-10 разработана институтом Энергосетьпроект и рекомендована для серийного производства.

Портативный вращательный буровой станок ПВБСМ-15 (рис. 8)

Предназначен для бурения вертикальных, наклонных и горизонтальных скважин до глубины 15 м в песчаных (в том числе плывунах), глинистых, а также мерзлых грунтах.

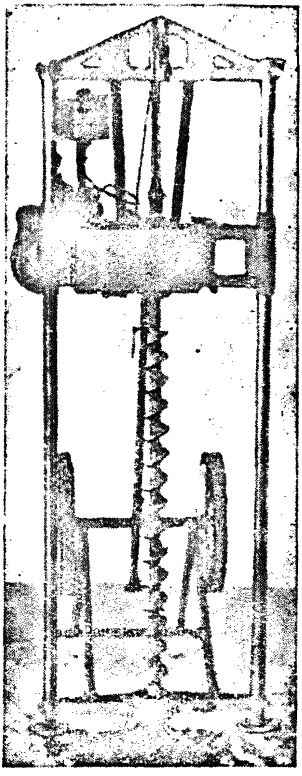


Рис. 8. Портативный вращательный буровой станок ПВБСМ-15 конструкции ЦНИИ МПС

Техническая характеристика

Тип станка	перевозимый на колесах вручную
Глубина бурения, м	15
Диаметр бурения, мм	70
Число оборотов вращателя в минуту	70—80; 300—350;
Грузоподъемность ручной лебедки, кгс	700—750
Привод	300
Мощность двигателя, л. с.	двигатель «Дружба-4»
Габаритные размеры, мм:	4±0,5
высота	540
ширина	1730
Вес станка без колес, кгс	90

Буровой станок состоит из направляющей рамы, откидной телескопической стойки с ручной лебедкой, вращателя (двигателя с редуктором), съемного колесного хода, багажника с очистителем шнека, ножек-упоров для горизонтального бурения и пригрузов.

Буровой станок ПВБСМ-15 выпускается небольшими партиями мастерскими экспериментального полигона ЦНИИ МПС.

Установка поискового бурения УПБ-25 (рис. 9)

Предназначена для проходки скважин вращательным способом (шнековым, колонковым) при поисковых, геологоразведочных и инженерно-геологических работах.

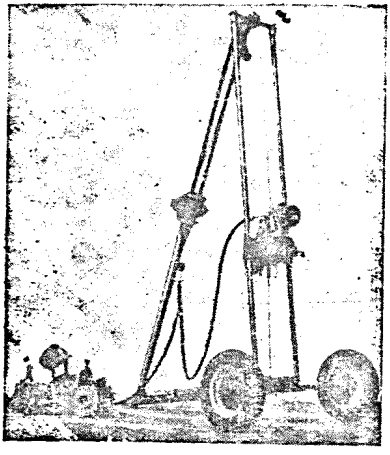


Рис. 9. Установка поискового бурения УПБ-25 конструкции СКБ МГ СССР

Техническая характеристика

Тип установки	перевозимая на колесах вручную и транспортом
Глубина бурения, м:	
шнеками	15
колонковым способом	25
Диаметр бурения, мм:	
шнеками	62; 70; 102
колонковым способом	36
Скорость вращения инструмента, об/мин	252; 840
Усилие подачи, кгс	0—250
Привод	двигатель «Дружба-4»
Лебедка	ручная
Грузоподъемность, кгс	520
Габаритные размеры, мм:	
длина	1775
ширина	1090
высота	2600
Вес установки (без насоса), кгс	90
Тип насоса	1НБ8
Производительность насоса, л/мин	10
Развиваемое давление, кгс/см²	20
Вес насоса, кгс	29

Установка состоит из бурового станка УПБ-25 на колесном ходу, насоса 1НБ8 и комплекта бурового инструмента и принадлежностей.

Буровая установка УПБ-25 выпускается серийно Свердловским машиностроительным заводом им. Воровского.

В настоящее время СКБ МГ СССР взамен установки УПБ-25 разработан новый буровой станок УКБ-12,5/25. Его основное отличие в пониженной скорости вращения бурового инструмента (60—100 об/мин).

Буровая пенетрационная установка УБП-15М

Предназначена для ударно-канатного бурения скважин в нескальных грунтах при инженерно-геологических изысканиях и для проведения ударного зондирования (пенетрации) с целью определения физико-механических свойств песчаных грунтов.

Техническая характеристика

Тип установки	передвижная, на базе одноосного прицепа
Номинальная глубина бурения, м	15
Диаметр бурения, мм	168; 127; 108
Тип лебедки	планетарная
Грузоподъемность лебедки, кгс	1000
Средняя скорость навивки каната на барабан, м/сек	0,7

Высота мачты, м	5,6
Привод установки	двигатель УД-2
Мощность двигателя, л. с.	8
Габаритные размеры в транспортном положении, мм:	
длина	4050
ширина	1850
высота	2270
Вес установки, кгс	1100

Установка УБП-15М представляет собой одноосный прицеп, на раме которого смонтированы двигатель УД-2 с муфтой сцепления, редуктор, планетарная лебедка, ручная червячная лебедка для подъема мачты, опора с бензобаком, инструментальный ящик, станина мачты и мачта. Мачта состоит из двух шарнирно-соединенных секций, складывающихся при транспортировке.

Буровая установка УБП-15М выпускается серийно Угличским экспериментальным ремонтно-механическим заводом Гидропроекта.

Буровой ударно-механический станок Д-5-25

Предназначен для бурения неглубоких скважин ударно-канатным способом в нескальных и полускальных грунтах при инженерно-геологических изысканиях.

Техническая характеристика

Тип станка	передвижной, на базе одноосного прицепа
Номинальная глубина бурения, м	25
Диаметр бурения, мм	89—146
Лебедка	планетарная
Грузоподъемность лебедки, кгс	500
Скорость навивки каната на барабан, м/сек	1—1,2
Высота мачты, мм	4500
Привод станка	двигатель УД-2
Мощность двигателя, л. с.	8
Габаритные размеры в транспортном положении, мм:	
длина	2465
ширина	1400
высота	2250
Общий вес станка, кгс	370

Станок смонтирован на одноосном колесном прицепе и состоит из рамы, двигателя, лебедки, складывающейся мачты-вышки.

До 1968 г. буровой станок Д-5-25 выпускался серийно Днепропетровским заводом строительных машин.

Станок ударно-канатного бурения БУКС-ЛГТ

Предназначен для бурения скважин в нескальных грунтах при инженерно-геологических изысканиях.

Техническая характеристика

Тип станка	передвижной, на базе одноосного прицепа
Номинальная глубина бурения, м	30
Диаметр бурения, мм	89—168
Лебедка	фрикционная
Грузоподъемность лебедки, кгс	700
Скорость навивки каната на барабан, м/сек	0,5
Высота мачты, мм	5000
Привод станка	двигатель Д-300
Мощность двигателя, л. с.	6
Габаритные размеры в транспортном положении, мм:	
длина	5100
ширина	1400
высота	1400
Общий вес станка, кгс	440

Станок состоит из одноосного прицепа, трубчатой треноги, двигателя, лебедки и рамы.

Буровой станок БУКС-ЛГТ выпускается серийно Свердловским машиностроительным заводом им. Воровского.

Ударно-канатная буровая установка БУВ-1Б

Предназначена для бурения геологоразведочных, гидрогеологических и инженерно-геологических скважин в породах I—IV категории буримости.

Установка позволяет проходить скважины ударно-канатным способом забивным стаканом или желонкой с креплением стенок скважины обсадными трубами при помощи вибромолота.

Техническая характеристика

Тип установки	передвижная, на базе одноосного прицепа
Глубина бурения, м	30
Диаметр бурения, мм	168; 127; 108
Число ударов бурового снаряда в минуту	60
Высота подъема снаряда, мм	600
Вес ударного снаряда, кгс	200
Грузоподъемность лебедки, кгс	1000
Диаметр каната, мм	12,5
Грузоподъемность мачты, кгс	3000
Высота мачты до оси ролика крон-блока, м	6
Параметры вибромолота:	
вес ударной части, кгс	114

число ударов в минуту	1000—1400
Привод	двигатель УД-2
Мощность, л. с.	8

Размеры, мм:

	в рабочем положении	в транспортном положении
длина	3000	3300
ширина	2100	2100
высота	6400	2150
Вес в сборе, кгс		1800

В комплект установки входят: собственно установка в сборе с двигателем, смонтированная на одноосном прицепе, комплект бурового инструмента и принадлежностей, запасные части.

Буровая установка обеспечивает механизацию процесса бурения и крепления стенок скважины обсадными трубами.

Буровая установка БУВ-1Бб серийно выпускается Экспериментальным заводом геологоразведочного оборудования и приборов СКБ Министерства геологии СССР.

Универсальная самоходная буровая установка БУЛИЗ-15 (рис. 10)

Предназначена для бурения неглубоких скважин в нескальных и скальных грунтах ударно-канатным, вибрационным и вращательным (шнековым и колонковым) способами при производстве инженерных изысканий.

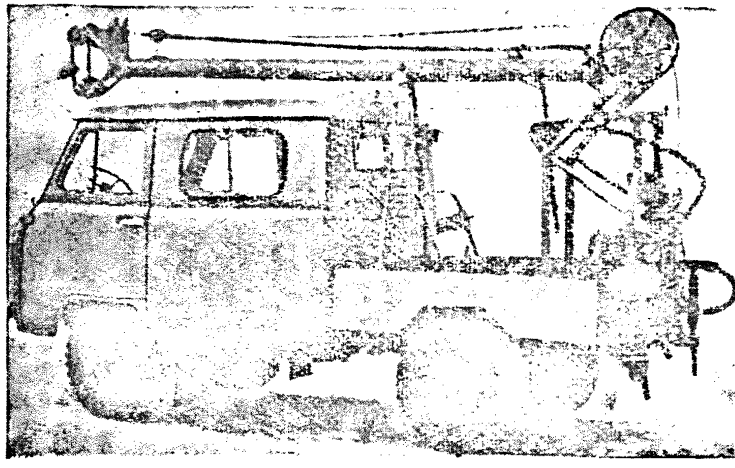


Рис. 10. Универсальная самоходная буровая установка БУЛИЗ-15 конструкции Энергосетьпроекта

Техническая характеристика

Тип установки	самоходная, на базе автомобиля ГАЗ-69 или УАЗ-450
Номинальная глубина бурения, м	15
Диаметр бурения, мм:	
шнеками	116
колонковым способом	132
ударно-канатным способом	168
вибрационным способом	91
Привод установки	от тягового двигателя автомобиля
Грузоподъемность лебедки, кгс	1500
Скорость навивки каната на барабан, м/сек	0,12—0,45
Скорость вращения инструмента, об/мин	32—165
Усилие подачи инструмента, кгс	до 700
Высота мачты, м	5800
Тип вибропогружателя	вибромолот
Габаритные размеры в транспортном положении, мм:	
длина	6900
ширина	1800
высота	2580
Вес установки, кгс	2030

Установка состоит из автомобиля ГАЗ-69, трубчатой мачты, опоры мачты, лебедки, откидного вращателя, механизма подачи инструмента, рычагов управления. Установка комплектуется вибромолотом с приводом от двигателя автомобиля посредством гибкого вала.

Буровая установка серийно выпускается Зуевским литейно-механическим заводом МЭиЭ СССР.

Самоходная установка для бурения скважин УБР-2

Предназначена для бурения скважин при поисках и разведке строительных материалов, инженерно-геологических изысканиях, гидрогеологических работах.

Техническая характеристика

Тип установки	самоходная, на базе автомобиля ГАЗ-53
Глубина бурения, м	15—25
Диаметр бурения, мм:	
начальный	253
конечный	102
Диаметр обсадных труб, мм	219; 168; 127
Число оборотов ротора в минуту	12; 24; 37; 75
Обратное вращение, об/мин	15; 31

Ход ротора, мм	500
Диаметр проходного отверстия ротора, мм	255
Грузоподъемность лебедки, кг	2000
Скорость навивки каната на барабан, м/сек	0,45; 1,3
Вес ударного снаряда, кгс	300
Высота подъема снаряда, мм	600
Число ударов бурового снаряда в минуту	37
Высота мачты, мм	8000
Грузоподъемность мачты, кгс	6000
Тип привода	дизель 2Ч-8,5/11
Мощность привода, л. с.	14
Вес установки без транспортной базы, кгс	2150
Размеры станка без автомашины, мм:	
длина	2670
ширина	962
высота	8285

В комплект входят: буровая установка, транспортная база, запасные части, буровой инструмент и одноосный прицеп.

Буровая установка обеспечивает механизацию бурения забивным стаканом без отрыва его от забоя (забивным способом), долотом или желонкой; вращательного бурения змеевиком, ложкой, шнеками или колонковой трубой «всухую»; забивки обсадных труб с одновременным их вращением; проведения спуско-подъемных операций; производства свинчивания и развинчивания бурильных и обсадных труб.

В ближайшее время предполагается организовать серийный выпуск установки.

Агрегат вибробуровой АВБ-2М (рис. 11)

Предназначен для бурения инженерно-геологических скважин вибрационным и ударно-канатным способами в породах I—IV категории по буримости.

Техническая характеристика

Тип агрегата	самоходный, на базе автомобиля ГАЗ-66
Глубина бурения, м:	
вибрационным способом	20
ударно-канатным способом	40
Начальный диаметр бурения, мм:	
вибрационным способом	168
ударно-канатным способом	219
Диаметр буровых штанг, мм	63,5
Вибропогружатель	двухблочный вибратор ВБ-7 с ударным патроном

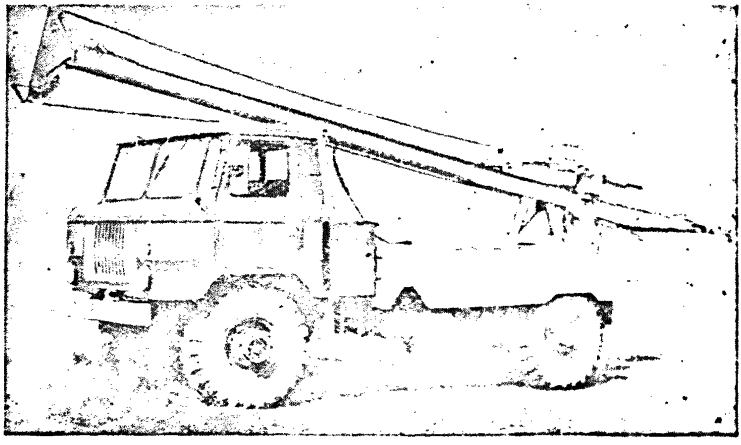


Рис. 11. Вибробуровой агрегат АВБ-2М конструкции Гидропроекта и Свердловского машиностроительного завода им. Воровского

Скорость вращения дебалансов, об/мин	1250
Момент эксцентриков, кгс·см	200
Максимальное возмущающее усилие, кгс	3500
Предельная амплитуда колебаний, мм	5
Вес с электродвигателем, кгс	340
Привод вибропогружателя	электродвигатель повышенного скольжения АОС2-42-4
Мощность, квт	7,5
Число оборотов в минуту	1500
Напряжение, в	380
Грузоподъемность лебедки, кгс	4000
Диаметр каната, мм	18
Скорость подъема бурового инструмента, м/сек:	
на III передаче автомобиля на одно- и двухструнной оснастке на третьем слое навивки каната	0,8; 0,4
на IV передаче автомобиля при однострунной оснастке	1,1
Число скоростей раздаточного редуктора	1

Грузоподъемность мачты, кгс	12000
Подъем и опускание мачты	механический и ручной с помощью винтового подъемника
Электроснабжение агрегата	от синхронного генератора трехфазного тока ЕСС-81-6М
Мощность генератора, квт	85
Число оборотов в минуту	1000
Напряжение, в	380
Номинальное число оборотов двигателя автомобиля для привода механизмов агрегата в минуту	2200
Габаритные размеры, мм:	
длина	7500
ширина	2350
высота	3400
Общий вес агрегата с буровым инструментом, запасными частями, принадлежностями и автоприцепом, кгс	6300

Вибробуровой агрегат смонтирован на шасси автомобиля ГАЗ-66 и состоит из рамы, коробки отбора мощности, раздаточного редуктора, лебедки, мачты, опоры мачты, винтового подъемника, талевой оснастки, вибропогружателя, системы управления, электрооборудования.

Самоходный вибробуровой агрегат АВБ-2М выпускается серийно Свердловским машиностроительным заводом им. Воровского.

Установка гидрогеологического бурения УГБ-50М

Предназначена для бурения скважин в нескальных грунтах при гидрогеологических и инженерно-геологических изысканиях. Основные способы бурения установкой — шнековый и ударно-канатный.

Техническая характеристика

Тип установки	самоходная, на базе автомобиля ГАЗ-66
Номинальная глубина бурения, м:	
шнековым способом	50
ударно-канатным способом	50
колонковым способом	100
Диаметр бурения, мм:	
шнековым способом	135—230
ударно-канатным способом	135—230
колонковым способом	92—198
Скорость вращения инструмента, об/мин	70; 125; 200
Рабочий ход вращателя, м	1,5

Гидросистема:	
максимальное давление на забой, кгс/см²	5200
усилие подъема, кгс	2750
Лебедка:	
наибольшая грузоподъемность на прямом канате, кгс	2500
Скорость навивки каната на барабан, м/сек	0,64; 1,24; 1,98
Ударное приспособление:	
частота ударов в минуту	45; 80
величина хода инструмента, мм	450; 650
наибольший вес инструмента, кгс	400
Привод станка	двигатель Д-48Л
Мощность двигателя, л. с.	48
Высота мачты до оси блока, м	8
Рабочая грузоподъемность мачты, кгс	7300
Габаритные размеры в транспортном положении, мм:	
длина	8000
ширина	2000
высота	3000
Вес, кгс	5100

Установка состоит из базовой автомашины, двигателя, коробки передач, вращателя, гидросистемы, лебедки, мачты.

Самоходная буровая установка УГБ-50М выпускается серийно Щигровским заводом геологоразведочного оборудования.

Легкая буровая установка ЛБУ-50

Предназначена для бурения геологоразведочных и гидрогеологических скважин в мягких породах с отбором и без отбора керна. Может применяться для бурения шурфов (шахтных колодцев) с механизированной обсадкой железобетонными или деревометаллическими кольцами.

Техническая характеристика

Тип установки	самоходная, на базе автомобиля ЗИЛ-157К
Диаметр бурения шурфов, мм	1050
Диаметр бурения скважин, мм:	
полыми шнеками	240
обычными шнеками	200
забивным стаканом	130
Глубина бурения (номинальная), м:	
шурфов	15
полыми и обычными шнеками	50
забивным стаканом	20
Вращатель	подвижной с проходным отверстием диаметром 138 мм

Число оборотов вращателя в минуту:	
при правом вращении	14; 38; 63 и 101
» левом »	38
Подача вращателя	гидравлическая
Ход каретки вращателя, мм	3250
Давление на забой, кгс/см²	5600
Лебедка	планетарная
Грузоподъемность на прямом канате, кг	2500
Средняя скорость навивки каната на барабан лебедки, м/сек	0,47; 1,28; 2,13; 3,43
Ударный механизм	кривошипно-шатунный со свободным сбросом снаряда
Число ударов снаряда в минуту	17; 47; 78; 126
Вес ударного снаряда, кгс	500
Величина хода снаряда, мм	1000
Грузоподъемность мачты, кг	5000
Привод	от двигателя автомобиля
Отбираемая мощность, л. с.	75
Размеры, мм:	
длина	8380
ширина	2315
высота	2546
Вес буровой установки с автомобилем, кгс	8442

В комплект самоходной установки ЛБУ-50 входят: буровая установка, смонтированная на базе автомобиля ЗИЛ-157К высокой проходимости, прицеп ПТ-4-00, комплект ремонтно-монтажного эксплуатационного инструмента и комплект ЗИП.

Буровая установка ЛБУ-50 серийно выпускается Щигровским заводом геологоразведочного оборудования.

Самоходная буровая установка СБУДМ-150-ЗИВ

Предназначена для колонкового и роторного бурения вертикальных геологоразведочных и инженерно-геологических скважин сравнительно большой глубины в скальных и нескальных грунтах.

Техническая характеристика

Тип установки	самоходная, на базе автомобиля ЗИЛ-157КЕ
Глубина бурения, м	до 150
Начальный диаметр бурения, мм	151
Тип привода	двигатель Д-48

Максимальное допустимое осевое усилие на шпиндель вращателя, кгс	1000
Ход шпинделя (подачи), мм	450
Максимальная грузоподъемность лебедки, кг	2000
Скорость навивки каната на барабан лебедки, м/сек	0,182; 0,284; 0,455; 0,71; 1,15
Скорость вращения инструмента, об/мин	88; 128; 204; 320; 510
Высота мачты, м	9,5
Габаритные размеры в транспортном положении, мм:	
длина	7880
ширина	2350
высота	3600
Общий вес, кгс	10200

На платформе автомобиля смонтированы: двигатель, коробка передач, рычажно-дифференциальный вращатель, буровой насос, трансмиссия, планетарная лебедка с ленточным фрикционом, мачта с механизмом подачи ведущей штанги, электрогенератор. Буровой станок оснащается двумя взаимозаменяемыми вращателями с различными механизмами подачи:

шпиндельным вращателем с рычажно-дифференциальным механизмом подачи для бурения в скальных грунтах;

роторным вращателем с ведущей штангой и нажимными цепями для бурения в полускальных и нескальных грунтах.

Буровая установка СБУДМ-150-ЗИВ выпускается серийно Свердловским машиностроительным заводом им. Воровского.

Буровая установка УРБ-2А

Предназначена для бурения геофизических, структурных и гидрогеологических скважин вращательным способом, сплошным и кольцевым забоем с промывкой глинистым раствором.

Техническая характеристика

Тип установки	самоходная, на базе автомобиля ЗИЛ-157
Глубина бурения, м	200
Диаметр бурения, мм	130—190; 76
Тип вращателя	ротор
Скорость вращения инструмента, об/мин	106; 210; 320
Подача инструмента	цепная с фрикционом
Ход подачи, мм	4500
Грузоподъемность лебедки, кгс	2500
Высота мачты, м	9500
Привод установки	транспортный двигатель автомобиля
Вес установки, кгс	10050

Установка представляет собой роторный буровой агрегат с двухбарабанной лебедкой. На установке имеется механизм для подачи инструмента на забой и спуска и подъема мачты.

Буровая установка УРБ-2А выпускалась серийно Днепропетровским заводом горношахтного оборудования.

Установка разведочного бурения УРБ-1В

Предназначена для бурения вращательным (шнековым) способом геофизических и неглубоких структурных скважин в нескальных грунтах в труднодоступных районах.

Техническая характеристика

Тип установки	самоходная, на базе гусеничного транспортера ГАЗ-47
Глубина бурения, м	30
Диаметр бурения, мм	135
Вращатель	подвижной
Скорость вращения бурового инструмента, об/мин	58—90, 120—186, 220—342, 370—580, обратный ход—48—74
Подача инструмента	гидравлическая, двухцилиндровым гидроподъемником
Усилие подачи, кгс:	
вниз	3000
вверх	6700
Ход подачи, мм	1600
Привод установки	ходовой двигатель транспортера
Мощность привода, л. с.	74
Габаритные размеры в рабочем положении, мм:	
длина	5150
ширина	2435
высота	2350
Вес установки, кгс	4800

В ряде изыскательских организаций (Печорпроект и др.) в буровой установке произведена модернизация вращателя, которая заключается во введении в конструкцию последнего шпинделя с зажимным патроном и специальных устройств для перехвата бурильных труб. Это позволило осуществлять при колонковом бурении «всухую» быстрый подъем из скважины коротких звеньев бурильных труб без развинчивания с перехватом.

Буровая установка УРБ-1В до 1969 г. выпускалась Свердловским машиностроительным заводом им. Воровского.

Агрегат вращательного бурения АВБ-ТМ

Предназначен для бурения геологоразведочных и инженерно-геологических скважин.

Техническая характеристика

Тип агрегата	самоходный, на базе трактора Т-100М
Глубина бурения, м	100
Диаметр бурения, мм	248, 76—140
Вращатель	откидной ротор
Скорость вращения инструмента, об/мин	44; 91; 166; 270
Подача инструмента	посредством нажимного канатного устройства и ручной лебедки
Усилие подачи, кгс	1200
Лебедка	фрикционная
Грузоподъемность, кгс	1250
Скорость навивки на барабан, м/сек	0,21; 0,43; 0,80; 1,34
Привод агрегата	ходовой двигатель трактора
Мощность двигателя, л. с.	100
Высота мачты, м	8,8
Грузоподъемность мачты, кг	1250
Габаритные размеры в транспортном положении, мм:	
длина	9420
ширина	2456
высота	4100
Вес агрегата, кгс	14830

Агрегат состоит из базового трактора, редуктора, коробки скоростей, ротора, лебедки, нажимного устройства и ручной лебедки для подачи инструмента, мачты. Агрегат комплектуется грязевым насосом НГ-200/30.

Самоходный агрегат вращательного бурения АВБ-ТМ выпускается серийно Кишлинским машиностроительным заводом (г. Баку).

Установка шнекового бурения УШБ-ТМ

Предназначена для бурения скважин шнековым способом.

Техническая характеристика

Тип установки	самоходная, на базе трактора Т-100М
Глубина бурения, м	75
Диаметр бурения, мм	219, 150
Вращатель	подвижной
Скорость вращения инструмента, об/мин	240
Лебедка	фрикционная
Грузоподъемность, кг	1250
Привод установки	ходовой двигатель трактора
Мощность двигателя, л. с.	100
Высота мачты, м	7,5
Грузоподъемность мачты, кг	4500
Вес установки, кгс	15 170

Самоходная установка шнекового бурения УШБ-ТМ выпускается серийно Кимлинским машиностроительным заводом (г. Баку).

Установка шнековая УШ-2Т

Предназначена для бурения скважин шнековым способом в нескальных грунтах.

Техническая характеристика

Тип установки	самоходная, на базе трактора-болотохода Т-100МБ
Глубина бурения, м	60
Диаметр бурения, мм	145
Вращатель	подвижной
Скорость вращения инструмента, об/мин	76; 153; обратный ход — 196
Подача инструмента	гидравлическая
Усилие подачи, кгс:	
вниз	2825
вверх	10 000
Ход подачи, мм	3250
Привод установки	ходовой двигатель трактора
Мощность двигателя, л. с.	100
Высота мачты, м	8,85
Грузоподъемность мачты, кг	5000
Габаритные размеры в транспортном положении, мм:	
длина	7200
ширина	3250

высота	3720
Вес установки, кгс	15 000

Самоходная буровая установка шнековая УШ-2Т выпускается Щигровским заводом геологоразведочного оборудования.

Буровая установка для разведки россыпных месторождений УБР-1

Предназначена для замены ручного комплекта «Эмпайр» при поиске и разведке россыпных месторождений.

Установка позволяет бурить скважины в сложных геологических условиях по немерзлым и мерзлым, сухим и обводненным рыхлым отложениям с включением валунов и крупной гальки. Способ бурения — комбинированный (ударно-канатный и медленно-вращательный).

Техническая характеристика

Тип установки	стационарная
Глубина бурения, м	15
Диаметр бурения, мм	121
Ударный механизм свободного сброса:	
число сбрасываний снаряда в минуту	27 и 45
высота подъема снаряда, мм	550
Вращатель (подвижной ротор):	
скорость вращения, об/мин	7 и 12
диаметр проходного отверстия, мм	135
Механизм подачи (рычажно-цепной с ручным приводом):	
ход, мм	510
усилие подачи, кгс	600
Лебедка фрикционная:	
грузоподъемность, кг	1000
скорость навивки на барабан, м/сек	0,46 и 0,78
канатоемкость барабана, м	20
диаметр каната, мм	11,5
Мачта (шестовая с двумя подкосами):	
высота, м	7
грузоподъемность, кг	3000
Привод	бензиновый двигатель Д-300
мощность, л. с.	6
скорость вращения, об/мин	3000
Размеры, мм:	
длина	1900
ширина	980
высота в транспортном положении	1350
высота с поднятой мачтой	7115
Вес установки (без мачты и инструмента), кгс	745

Вес наиболее тяжелого узла, кгс	120
Вес мачты, кгс	140

В комплект входят: буровая установка в сборе с двигателем, набор бурового инструмента и принадлежностей, запасные части.

Установка УБР-1 механизирует ручной труд, обеспечивает опережение забоя обсадными трубами и получение качественных проб. Для транспортировки легко разбирается на узлы.

Буровая установка УБР-1 серийно выпускается Экспериментальным заводом геологоразведочного оборудования и приборов СКБ Министерства геологии СССР.

Буровая установка БСК-2М-100

Предназначена для бурения вертикальных и наклонных скважин алмазным и твердосплавным породоразрушающим инструментом.

Техническая характеристика

Тип станка	стационарный, разборный на узлы
Глубина бурения, м	100
Диаметр бурения, мм:	
начальный	92
конечный	59
Угол наклона вращателя, град	0—360
Скорость вращения шпинделя, об/мин	300 и 600
Подача инструмента:	
тип	гидравлическая
ход, мм	450
Подъем инструмента	гидроцилиндрами подачи
Перехват инструмента при подъеме	автоматизирован, производится секторными штангоподъемниками
Усилие подачи, кгс	1200
Усилие вверх при подъеме, кгс	1200
Скорость перемещения шпинделя, м/сек	0—0,45
Мощность электродвигателя, квт	7,5
Размеры станка, мм:	
длина	1710
ширина	710
высота	1400
Вес, кгс	480

Станок состоит из нижней и верхней рам, коробки передач, вращателя, устройства для спуска и подъема бурильных труб, двигателя.

Спуско-подъемные операции производятся гидроцилиндрами подачи, двумя секторными штангодержателями и специальным пружинным тормозом.

Установка разбирается на отдельные транспортные узлы, вес которых не превышает 90 кгс.

Буровая установка БСК-2М-100 серийно выпускается Новочеркасским машиностроительным заводом им. Никольского.

Буровой станок колонкового бурения БК-150

Предназначен для колонкового бурения скважин дробовым и твердосплавным способами в скальных и нескальных грунтах при инженерно-геологических изысканиях.

Техническая характеристика

Тип станка	стационарный, разборный на узлы
Глубина бурения, м	150
Начальный диаметр бурения, мм	240
Угол наклона вращателя, град	55—90
Скорость вращения шпинделя, об/мин	60; 110; 200
Максимальное осевое усилие на забой, кгс	1000
Максимальная грузоподъемность лебедки, кг	1500
Канатоемкость барабана лебедки, м	33
Тип привода станка	дизель Д-16 или электродвигатель А61-4
Мощность электродвигателя, квт	10
Габаритные размеры, мм:	
длина	1540
ширина	1110
высота	1750
Вес станка с буровым насосом и электродвигателем, кгс	1180

В состав агрегата входят буровой станок, приводной двигатель, промывочный насос, генератор. Станок разбирается на транспортные блоки весом, не превышающим 180 кгс.

Буровой станок БК-150 изготовлялся небольшими партиями Волжским ремонтно-механическим заводом МЭиЭ СССР.

Установка для колонкового бурения УКБ-200/300

Предназначена для бурения геологоразведочных вертикальных и наклонных скважин алмазными, твердосплавными коронками и дробью.

Техническая характеристика

Тип установки	передвижная, на полозьях
Глубина бурения, м:	
дробью и твердосплавными коронками	200
алмазными коронками	300
Диаметр скважины, мм:	
начальный	132
конечный:	

дробью и твердосплавными коронками	93
алмазными коронками	46
Угол наклона вращателя, град	70—90
Скорость вращения шпинделя, об/мин:	
I ряд	110; 200; 355; 555; 815
II »	160; 290; 515; 805; 1180
Ход шпинделя, мм	500
Максимальное усилие подачи, кгс:	
вниз	3000
вверх	4000
Грузоподъемность лебедки на прямом канате, кг	2000
Окружная скорость на барабане, м/сек	0,69; 1,25; 2,25; 3,50; 5,15
Привод бурового станка	электродвигатель мощностью 13 квт или дизель Д-37МП мощностью 40 л. с.
Размеры станка, мм:	
с электроприводом:	
длина	2290
ширина	890
высота	1485
с дизельным приводом:	
длина	4380
ширина	1570
высота	2250
Вес станка, кгс:	
с электроприводом	1115
с дизельным приводом	1700
Вес наиболее тяжелого узла станка, кгс	125
Высота мачты от пола до оси кронблока, м	14
Грузоподъемность на кронблоке, кг	6000
Общий вес установки с электроприводом, кгс	5700
Общий вес установки с дизельным приводом, кгс	6100

В комплект буровой установки входят: буровой станок с электродвигателем или дизелем, насосная установка НБ-11, мачта МР-6, механизм РТ-300 для свинчивания и развинчивания труб с приводом от гидродвигателя, отопительно-вентиляционная установка, электрооборудование, укрытие, контрольно-измерительные приборы и основание (сани, на которых монтируется установка).

Установка для колонкового бурения УКБ-200/300 выпускается серийно Свердловским машиностроительным заводом им. Воровского.

Буровой станок ЗИФ-300М

Предназначен для вращательного колонкового бурения скважин на значительную глубину в основном в скальных грунтах с использованием твердосплавных и дробовых коронок.

Техническая характеристика

Тип станка	стационарный
Глубина бурения, м	300
Диаметр бурения, мм:	
начальный	131
конечный	76
Подача инструмента	гидравлическая
Наибольшее усилие, развиваемое гидроцилиндрами при движении вверх, кгс	5000
Вращатель	шпиндельный
Ход шпинделя, мм	430
Скорость вращения шпинделя, об/мин	102; 182; 237; 480
Лебедка	планетарная
Грузоподъемность лебедки, кг	2000
Скорость навивки каната на барабан, м/сек	0,479; 0,855; 1,115; 2,261
Привод станка	электродвигатель А62-4 или двигатель Д-48Л
Мощность привода:	
электродвигателя, квт	14
двигателя, л. с.	48
Габаритные размеры станка (с двигателем внутреннего сгорания), мм:	
длина	4216
ширина	1675
высота	1944
Вес станка, кгс	1380

Станок состоит из рамы, станины, коробки скоростей, вращателя, лебедки, прибора гидроуправления, масляного насоса, двигателя.

Буровой станок СБА-500

Предназначен для бурения вертикальных и наклонных геологоразведочных скважин глубиной до 500 м.

Техническая характеристика

Тип станка	стационарный
Глубина бурения, м:	
при конечном диаметре 110 мм	300
» » » 59 »	500
Начальный диаметр бурения, мм	151
Подача инструмента	гидравлическая с автоматическим переходом
Ход шпинделя, мм	100
Скорость вращения шпинделя, об/мин	120; 1 5; 280; 430; 700; 1015
Скорость навивки каната на барабан, м/сек	1; 1,6; 2,4
Мощность привода:	
от электродвигателя АО2-71-4, квт	22
от дизеля Д37МП, л. с.	40
Размеры с приводом, мм:	
от электродвигателя	от дизеля
длина 1670	3000
ширина 1130	1300
высота 1620	1620
Вес станка с электродвигателем, кгс	1318

Буровой станок оборудован вращателем с двумя гидропатронами, позволяющими производить перехват рабочей штанги автоматически без остановки вращения.

Станок оснащен контрольно-измерительными приборами, позволяющими эффективно осуществлять контроль за ходом бурового процесса и своевременно изменять скорости подъема инструмента.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕРЕДВИЖНЫХ КОМПРЕССОРОВ, РЕКОМЕНДУЕМЫХ ДЛЯ БУРЕНИЯ С ПРОДУВКОЙ ВОЗДУХОМ

Марка компрессора	Производительность, м³/мин	Рабочее давление, кгс/см²	Мощность двигателя, л. с.	Габаритные размеры, мм			Вес, кгс
				длина	ширина	высота	
ЗИФ	4,65	7	45	3700	1820	1715	2400
ЗИФ-55	5,00	7	110	3455	1880	1990	3330
ВКС-6Д	5,50	7	54	4430	1880	1915	4500
КСЭ-6	5,60	7	—	2250	1200	1350	1100
ПКС-5	6	7	—	4700	1875	1810	2860
ПКС-6М	6	7	90	3800	1850	2550	5350
ДК-9	9	6	80	5040	1850	2550	6000

Примечание. Производительность компрессора и развиваемое им давление подбираются в зависимости от глубины и конструкции скважины.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

БУР ДЛЯ ОТБОРА КЕРНА МЕРЗЛОГО ГРУНТА

Бур (рис. 12) конструкции ЦНИИ МПС для отбора керна мерзлого грунта представляет собой трубу длиной 1070 мм со шнековой навивкой по наружной поверхности. К нижнему концу трубы крепит-

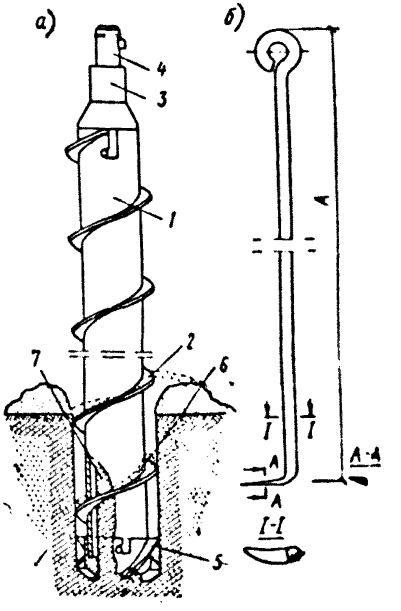


Рис. 12. Бур для отбора керна мерзлого грунта конструкции ЦНИИ МПС

а — собственно бур; *б* — керносрезыватель; *1* — тонкостенная труба; *2* — шнековая навивка; *3* — переходник; *4* — соединительная головка; *5* — коронка; *6* — шлам; *7* — керн

ся буровая коронка. Верхний конец бура оканчивается переходником, посредством которого бур присоединяется к шпинделю бурового станка. При бурении кери мерзлого грунта с хорошо защищенной поверхностью входит внутрь трубы, а шлам по кольцевому зазору выносится из скважины шнековой навивкой. Диаметр входного отверстия буровой коронки меньше внутреннего диаметра бура, поэтому керн не трется о внутреннюю стенку бура и не подвергается истиранию, скручиванию, излому и другим деформациям.

При подъеме бура керн остается в скважине. Для его извлечения в кольцевой зазор опускается керносрезыватель в виде длинного стального прутка с изогнутым ножом на конце, которым керн легко срезается и этим же ножом извлекается из скважины. При глубине промерзания свыше 1 м бур наращивается шнеками, которые транспортируют шлам из скважины. Срезание керна и извлечение его из скважины производится удлиненным керносрезывателем. На боковой поверхности извлеченного керна хорошо видны мельчайшие детали текстуры мерзлого грунта.

Бур позволяет отбирать керн из вертикальных, наклонных и даже горизонтальных скважин.

Техническая характеристика

Диаметр скважины, мм	75
Диаметр керна, мм	44
Глубина бурения, м	до 12
Длина керна, поднимаемого за один рейс, м	1
Время бурения одного метра, мин:	
в мерзлых песчаных грунтах .	3—4
» » глинистых » .	1,5—3
Производительность в смену, м . .	30—40
Вес бура, кгс	4

Погружение бура следует производить при скорости вращения 50—120 об/мин и давлении на забой 150—250 кгс

С 1963 г. бур выпускается мастерскими опытного полигона Всесоюзного научно-исследовательского института железнодорожного транспорта МПС. Указанный бур может быть использован с переносными буровыми станками типа ПВБСм-15, Д-10М и др.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

КЕРНОБРАТЕЛЬ КП-1 КОНСТРУКЦИИ А. М. ПЧЕЛИНЦЕВА ДЛЯ ОТБОРА ОБРАЗЦОВ МЕРЗЛОГО ГРУНТА И ДРУГИЕ КЕРНООТБОРНЫЕ УСТРОЙСТВА

Кернобратель КП-1 (рис. 13) состоит из двух частей: коронки и переходника. Коронка представляет собой полый стальной цилиндр высотой 140 мм, с внутренним диаметром 63 мм и наружным — 75 мм. Нижний конец коронки имеет 8 победитовых резцов. От каждого резца вверх по наружной поверхности коронки идет винтовой паз; пазы оканчиваются круглыми или слегка удлиненными отверстиями внутрь коронки. Внутри коронки близ победитовых резцов проходят три витка винтовой резьбы. Внутренний диаметр коронки кверху от

винтовой резьбы постепенно увеличивается и на самом верху равен 64 мм, наружный диаметр кверху от победитовых резцов постепенно уменьшается и в верхней части равен 73 мм. Верхняя часть коронки

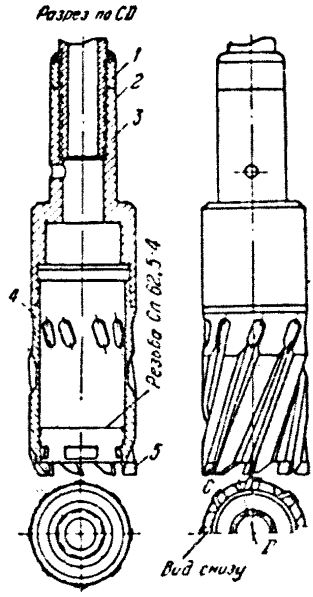


Рис. 13. Кернобратель КП-1 конструкции А. М. Пчелинцева

1 — кольцо; *2* — штанга; *3* — переходник; *4* — коронка; *5* — победитовая пластинка

имеет винтовую резьбу, на которую навинчивается переходник от коронки к штанге обычного трехдюймового вращательного бурового инструмента, широко применяемого в геологической практике.

Бурение кернобрателем производится следующим способом: от легкого вертикального давления и вращательного движения резцы коронки врезаются в мерзлую породу, размельчая ее по кольцу коронки и тем самым вытачивая керн (столбик) мерзлой горной породы с природной (ненарушенной) структурой, который входит внутрь коронки. Размельченная резцом порода поднимается по пазам, находящимся на наружной поверхности коронки, кверху и через отверстия, которыми оканчиваются пазы, попадает внутрь коронки и падает сверху на керн. Чтобы оторвать высверленный керн мерзлой породы от забоя, внутри коронки близ резцов предусмотрены три витка винтовой резьбы, которые на керне вырезают соответствующую резьбу. При подъеме коронки керн мерзлой породы отрывается от забоя в силу большого трения между резьбой на керне с резьбой коронки. После того как кернобратель с керном мерзлой породы извлечены из буровой скважины на поверхность земли, коронка свинчивается с переходника и затем легким нажимом снизу вверх керн выталкивается из коронки. Получается столбик керна мерзлой породы высотой 100—110 мм, диаметром 68 мм с ненарушенным сложением. При желании могут быть увеличены как высота, так и диаметр коронки. Испытание указанного кернобрателя в полевых условиях дало хорошие результаты. Извлекаемые керны дают возможность изучить структуру значительных толщ мерзлых пород, а также их

физико-механические свойства: влажность, льдистость, осадки при оттаивании и другие свойства.

Аналогичный буровой наконечник, но с резцами без твердого сплава, предназначенный для взятия образцов с ненарушенной структурой, разработан в Канаде. Диаметр керна, получаемый при работе с ним, равен 63 мм.

Кроме того, для отбора образцов мерзлых грунтов ненарушенного строения может быть использован пробоотборник ПП-2.

Пробоотборник ПП-2 состоит из трех основных частей: внутреннего разъемного цилиндра, наружного цилиндра и наголовника. Стенки цилиндра (разъемного) образуют несколько уширенную в верхней части полость и закреплены в верхней и нижней цапфах. Наружный цилиндр снабжен двухзаходными винтовыми лопастями, которые оканчиваются резцами. Для лучшей устойчивости против износа лезвия резцов изготовлены из победита или же усилены сталинитовой наплавкой. Форма резца принята уступчато-гребенчатой, что обеспечивает более легкое разрушение и лучшее измельчение срезаемой части грунта в забое скважины. В своей нижней части наружная обойма выполнена в виде усеченного конуса с углом заострения 60° и оканчивается четырьмя выступающими над плоскостью образца зубьями из твердого сплава.

Бурение пробоотборником ПП-2 производится в следующей последовательности: на зачищенную от снега поверхность мерзлого грунта по оси предполагаемой скважины устанавливается инструмент. От легкого давления и вращательного движения выступающие зубья наружного цилиндра намечают контур будущего керна, а затем с небольшим отставанием резцы врезаются в мерзлый грунт, срезая и скалывая его по кольцу вокруг отбираемого керна. Измельченный грунт подается вверх винтовыми лопастями, а выточенный столбик мерзлого грунта входит в полость разъемного цилиндра, приподнимая его за счет трения до шарнирного упора наголовника. С этого момента разъемный цилиндр выключается из вращательного движения, поскольку трение шарнира в пяте верхней цапфы с избытком компенсируется трением грунта в керне о полость внутреннего цилиндра.

По мере заглубления пробоотборника внутренний цилиндр надвигается на выточенный столбик мерзлого грунта, сохраняя его от повреждений в процессе бурения. Чтобы сорвать керн, достаточно приподнять наружный цилиндр до касания его внутреннего скоса с зубьями, насаженными на кольцевую ось нижней цапфы. Поворачиваясь зубцы внедряются в керн и отделяют его от забоя.

Чтобы извлечь образец грунта из пробоотборника, крышку наружного цилиндра отвинчивают и вынимают внутренний цилиндр, который затем легко разнимается после поворота цапф против часовой стрелки. Взятый таким образом керн имеет ненарушенную структуру по всему сечению.

Этот пробоотборник пригоден также для отбора образцов ненарушенного сложения и природной влажности немерзлых грунтов. При работе с ним в водонасыщенных грунтах извлечение образцов может быть достигнуто заменой разъемного цилиндра на сплошной со специальным шаровым клапаном в верхней цапфе, обеспечивающим создание вакуума в полости цилиндра.

Аналогичный пробоотборник с неподвижной внутренней трубой был разработан в Канаде. Пробоотборник обеспечивает отбор керна диаметром 50 мм.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОСУШЕНИЯ И ОХЛАЖДЕНИЯ СЖАТОГО ВОЗДУХА ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН В МЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ (ПО А. М. МАГУРДУМОВУ, А. В. МАРАМЗИНУ И А. А. РЯЗАНОВУ)

Скважинный влагоотделитель конструкции И. П. Елманова

Влагоотделитель конструкции И. П. Елманова (рис. 14) предназначен для охлаждения и осушения воздуха в теплое время года при бурении скважин в мерзлых грунтах с продувкой воздухом.

Принцип работы влагоотделителя состоит в следующем. Воздух

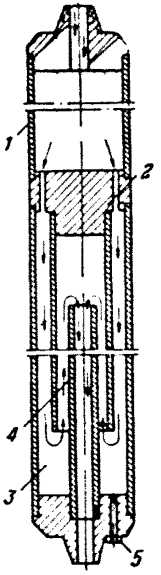


Рис. 14 Скважинный влагоотделитель конструкции И. П. Елманова

1 — камера; *2* — переходник; *3* — камера; *4* — труба; *5* — отверстие

из бурильных труб поступает в камеру, где происходит резкое уменьшение его скорости движения и образуются капельки влаги. Воздух вместе с влагой движется через каналы переходника и кольцевой зазор в другую камеру, где происходит вторичное уменьшение его скорости движения и окончательное освобождение от влаги. Затем воздух по кольцевому зазору движется в трубу и оттуда, освобожденный от влаги, движется на забой. После каждого рейса воду из камеры выпускают через отверстие. Описанный влагоотделитель рекомендуется использовать в тех случаях, когда отделение керна от забоя осуществляется с помощью кернорвателя или путем затирки «всухую».

Влагоотделитель отличается простотой конструкции и достаточной надежностью в работе.

Влагоотделители конструкции Иркутского политехнического института (ИПИ)

Принципиальное отличие скважинных влагоотделителей ИПИ от влагоотделителя И. П. Елманова состоит в возможности заклинивания керна путем засыпки заклиночного материала через бурильные трубы. Это преимущество обеспечивает возможность применения этих влагоотделителей при бурении скважин как по слабым, так и по крепким грунтам, в которых керн невозможно затереть «всухую». В качестве заклиночного материала можно применять дробь, кусочки кварца, стекла, фарфора и др.

В ИПИ разработано два вида влагоотделителей. Принцип работы влагоотделителей обеих видов и порядок работы с ними одинаковы. Влагоотделители включаются в колонну бурильных труб. Место установки влагоотделителя определяется конкретными условиями бурения скважины.

Принцип действия влагоотделителя первого вида (рис. 15) заключается в следующем. В процессе бурения сжатый воздух проходит через осевой цилиндрический канал внутри специального переходника, закрытого снизу золотником. Затем воздух попадает в два наклонных канала, выводящих его в кольцевой зазор между наружной поверхностью трубы диаметром 73 мм и внутренней поверхностью колонковой трубы диаметром 108 мм. Для лучшего направления струи воздуха в каналы вставляется клиновой вкладыш гребнем вверх. Два вертикальных канала, параллельных оси переходника, предназначенные для прохода заклиночного материала, закрыты в это время золотником, который поджимается в крайнем верхнем положении к буртику расточки осевого канала переходника пружиной. Сила поджатия пружины регулируется регулировочной гайкой. Воздух попадает в кольцевой зазор между колонковой трубой и трубкой, расширяется и выделяет при этом влагу, которая скапливается в нижней части влагоотделителя.

Осушенный воздух поступает через кольцевой зазор между трубой и трубкой (внутрь последней) и затем в бурильные трубы.

После окончания бурения внутрь бурильных труб забрасывается шарик, который попадает в седло золотника и закрывает наклонные каналы. Затем в бурильные трубы нагнетают воздух. Воздух давит на золотник, преодолевает силу поджатия пружины и золотник движется вниз, открывая вертикальные каналы для прохода заклиночного материала. Движение золотника будет происходить до тех пор, пока стопор не войдет в гнездо золотника и не застопорит золотник в нижнем положении. Ход золотника составляет 12—15 мм. Пружина должна обжиматься при давлении компрессора 6 кгс/см². После того как золотник окажется отжатым, компрессор отключают и засыпают в скважину заклиночный материал через пробку сальника. Заклинка, проходя по внутреннему каналу бурильных труб, попадает в вертикальные каналы, параллельные оси переходника. Затем дополнительно продавливают заклинку воздухом до забоя, срывают керн и поднимают снаряд.

На поверхности воду из влагоотделителя спускают через отверстие, закрытое пробкой. Для возвращения золотника в верхнее рабочее положение вывертывают поджимной болт, вынимают пружину стопора и проволочным крючком выводят стопор из гнезда направляющего паза на золотнике. Золотник после этого занимает верхнее положение, а стопор заводится вновь в паз на золотнике и поджима-

ется пружиной и болтом. Золотник изготовляется из легкого материала для уменьшения инерционных сил.

Во влагоотделителе второго вида (рис. 16) золотник заменен поршнем, который двигается внутри цилиндра из отрезка обсадной трубы.

Во время бурения воздух проходит по каналу в переходнике, внутри патрубка и через центральную расточку в поршне попада-

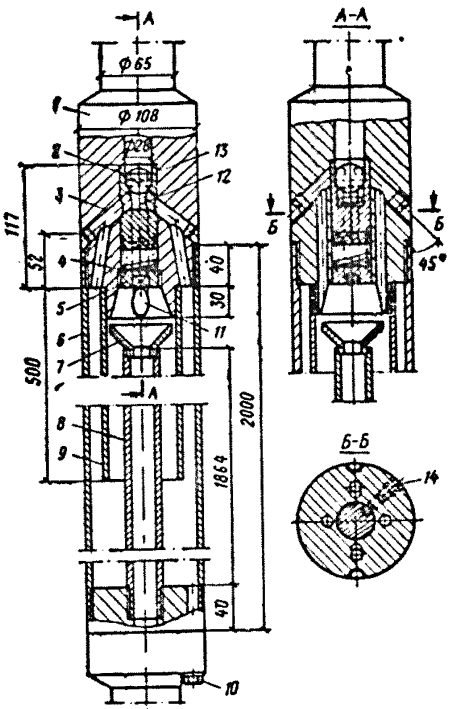


Рис. 15. Влагоотделитель конструкции ИПИ первого вида

1 — специальный переходник; *2* — шарик; *3* — наклонные каналы; *4* — пружина; *5* — регулировочная гайка; *6* — колонковая труба Ø 108 мм; *7* — соединительная трубка; *8* — трубка; *9* — труба Ø 73 мм; *10* — пробка; *11* — вертикальные каналы; *12* — клиновой вкладыш; *13* — золотник; *14* — стопор

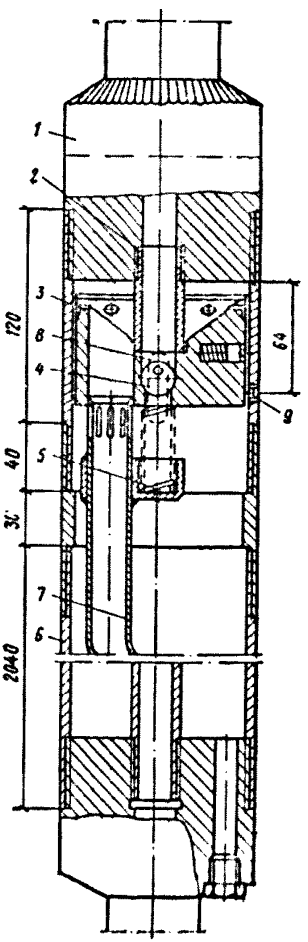


Рис. 16. Влагоотделитель конструкции ИПИ второго вида

1 — переходник; *2* — патрубок; *3* — поршень; *4* — шарик; *5* — пружина; *6* — влагоотделитель; *7* — соединительная трубка; *8* — шпонки; *9* — пробка

ет в трубу влагоотделителя, длина которой подбирается из условия максимального осушения воздуха. Поршень в это время плотно прижимается к торцу патрубка пружиной, которая опирается на хомут, приваренный к соединительной трубке. Далее через щели вверху со-

единительной трубки воздух поступает внутрь снаряда и к забою, а влага скапливается внизу трубы.

Для засыпки заклиночного материала отключают компрессор и внутрь штанг сбрасывают шарик, который попадает в гнездо поршня и перекрывает центральную расточку в нем. В поршне имеется боковое отверстие, в которое входит верхний конец соединительной трубки. Это отверстие служит для прохождения заклиночного материала. В верхней части поршень имеет конусную расточку для направления заклиночного материала в отверстие. При включении компрессора поршень движется вниз и перекрывает щели в соединительной трубке. В этом положении поршень удерживается стопором. Заклиночный материал поступает через зазор между торцом патрубка и поршнем в трубку и продавливается до забоя воздухом, заклинивая керн.

После подъема снаряда на поверхность вывертывается пробка, стопор утапливается в гнездо и поршень становится в верхнее рабочее положение под действием пружины.

Для лучшего уплотнения на поршень надевается и приклеивается кожаное уплотнительное кольцо. Поршень движется своими пазами по шпонкам, которые служат для центрирования поршня и фиксации его относительно соединительной трубки и стопорной пробки.

Описанные влагоотделители достаточно просты по устройству и могут быть изготовлены в механических мастерских изыскательских организаций.

Рекомендуемые скважинные влагоотделители позволяют осушать воздух в скважине и тем самым избежать обмерзания снаряда и образования сальников на стенках скважины при бурении в мерзлых грунтах.

Холодильники

Для охлаждения сжатого воздуха, поступающего из ресивера, применяются поверхностные холодильники батарейного типа (рис. 17).

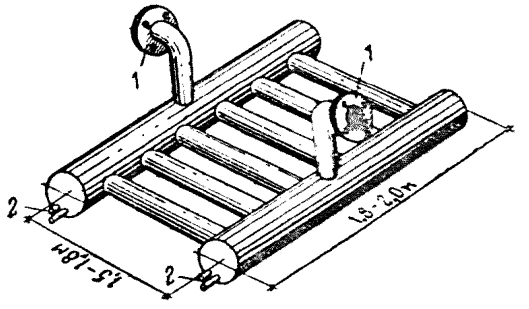


Рис 17. Поверхностный холодильник батарейного типа

1 — фланцы для присоединения холодильника к трубопроводу; *2* — краны для спуска конденсата

Холодильник изготовляется из обсадных труб диаметром 146, 108 и 73 мм и имеет внизу кран для выпуска конденсата. Для лучшего охлаждения воздуха холодильник следует устанавливать вертикально. Некоторые исследователи предлагают зарывать холодильники в мерзлый грунт для лучшего охлаждения. Практика показала, что этого делать не следует, так как при зарывании холодильника в мерзлый грунт в первый момент будет иметь место лучшее охлаждение воздуха за счет низкой температуры окружающей среды, но за-

тем по мере оттаивания грунта вокруг холодильника процесс теплообмена будет менее эффективным. Поэтому открытая установка холодильника является более рациональной. Поверхность холодильника может быть увеличена путем использования поперечных труб меньшего диаметра (73 мм).

Универсальный агрегат УВ-10

Универсальный агрегат УВ-10 (рис. 18) предназначен для осушения и охлаждения воздуха при бурении скважин в мерзлых грунтах с продувкой воздухом. Он состоит из воздушного циклона, электро-

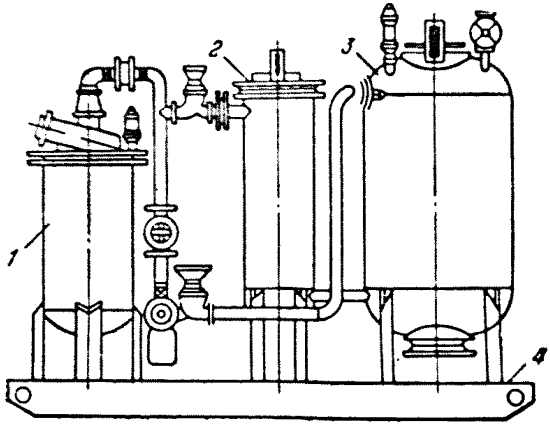


Рис. 18. Универсальный агрегат УВ-10 для осушения и охлаждения воздуха

1 — воздушный циклон; *2* — электроподогреватель; *3* — адсорбер; *4* — рама

подогревателя и адсорбера, смонтированных на общей раме с холодильником. Трубчатый водяной холодильник устанавливается перед компрессором для охлаждения воздуха после второй ступени сжатия.

Техническая характеристика

Пропускная способность, м³/мин . .	10
Максимальное давление осушаемого воздуха, кгс/см²	10
Температура сжатого воздуха на входе в агрегат	от +5° до −10°С
Адсорбирующий агент	силикагель или алюмосиликат
Поглотительная способность адсорбента (% собственного веса) . .	15—30
Мощность электронагревателя для регенерации адсорбента, квт .	15
Температура подогрева воздуха для регенерации, °С	250—300
Время регенерации, ч	4
Габаритные размеры, мм:	
длина	2500
ширина	930
высота	1950
Вес агрегата, кгс	850

Воздушный циклон (рис. 19) агрегата УВ-10 представляет собой вертикальный цилиндрический сосуд со сферическим дном. В верхнюю крышку сосуда вставлена труба со спиральным винтом. Воздух поступает в спираль сверху через направляющий патрубок и по центральной трубке возвращается из циклона вверх.

Электроподогреватель (рис. 20) представляет собой вертикаль-

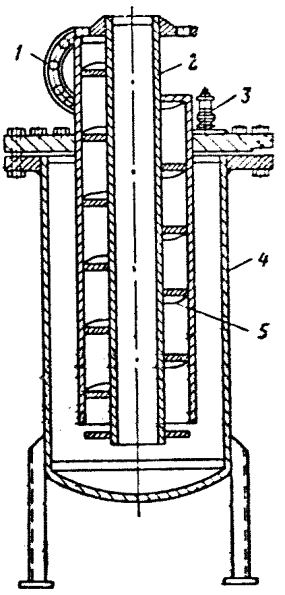


Рис. 19. Воздушный циклон агрегата УВ-10

1 — направляющий патрубок; *2* — центральная выводная трубка; *3* — предохранительный клапан; *4* — корпус; *5* — спиральный винт

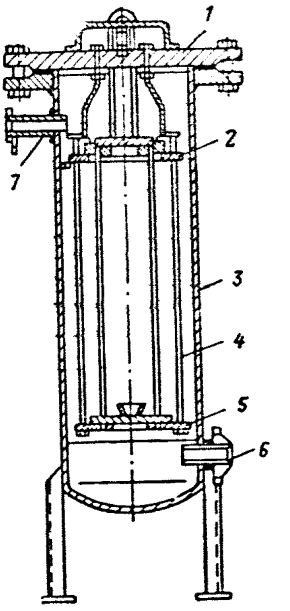


Рис. 20. Электроподогреватель агрегата УВ-10

1 — крышка; *2* — фланец верхний; *3* — корпус; *4* — электронагревательный элемент; *5* — фланец нижний; *6* и *7* — патрубки

ный цилиндрический сосуд, в крышке которого внутри приварена трубка с диском. К диску прикреплен фланец с отверстиями, в которых закреплены 30 электронагревательных элементов мощностью 0,5 квт каждый. Концы этих элементов прикрепляются к нижнему фланцу, к нему приварены горизонтальные патрубки с фланцами для впуска и выпуска воздуха.

Адсорбер представляет собой цилиндрический сосуд с люком, через который загружается адсорбирующий материал. В верхней части сосуда имеются два отверстия для установки предохранительного клапана и термометра и отверстие с вентилем для выпуска подогретого воздуха в атмосферу в процессе регенерации.

Работа агрегата УВ-10 происходит по следующей схеме. Воздух из второй ступени компрессора поступает в холодильник, где охлаждается до температуры от +3 до —10°С. В холодильнике происходит

частичное выделение из воздуха масла и влаги. Затем воздух поступает в спираль воздушного циклона. Здесь за счет перепада давлений происходит дальнейшее отделение конденсата, который потом периодически выпускается через нижний вентиль. Из циклона воздух поступает через отключенный от сети электронагреватель в адсорбер, куда загружено 100 кгс адсорбента. После полного насыщения адсорбента адсорбер переключается на регенерацию, которая производится воздухом, нагретым в электронагревателе до температуры от +200 до +250°С. Горячий воздух проходит через насыщенный адсорбент и испаряет влагу, а затем выпускается в атмосферу через отверстие в крышке адсорбера.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

ГЕРМЕТИЗИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН С ПРОДУВКОЙ СЖАТЫМ ВОЗДУХОМ (ПО А. В. МАРАМЗИНУ и А. А. РЯЗАНОВУ)

В настоящее время существуют две группы герметизирующих устройств: герметизирующие устройства с невращающимся сальником (БП-62-04, МГРИ, ВИТР) и герметизирующие устройства с вращающимся на подшипниках сальником (ПВ-1, ПВ-2, ГУ-1).

В устройствах первого типа сальник крепится болтами к кондуктору и через него пропускается рабочая (ведущая) штанга, которая вращается внутри сальникового уплотнения и имеет поступательное движение в осевом направлении. Эти устройства не создают надежного уплотнения, так как сальники очень быстро разбиваются при сложном движении штанги внутри них, и, кроме того, на снятие и установку сальника в каждом рейсе требуется много времени.

В установках второго типа сальник, смонтированный на ведущей штанге, вращается на подшипниках в корпусе, прикрепленном к кондуктору. Эти герметизирующие устройства создают надежное уплотнение устья скважины, так как штанга движется внутри сальника только в осевом направлении, а сам сальник вращается вместе со штангой в корпусе на шарикоподшипниках, которые защищены от попадания в них пыли. Но эти устройства достаточно сложны, громоздки по размерам и требуют доступа к ним для освобождения и закрепления их при спуско-подъемных операциях, что затрудняет применение механизмов свинчивания и развинчивания бурильных труб, которые устанавливаются выше герметизирующего сальника.

Рекомендуемым является разработанное в Иркутском политехническом институте герметизирующее устройство — вращающийся пакер, представляющий собой устройство второго типа, но более простое по конструкции, имеющее меньшие габариты и позволяющее применять механизм свинчивания и развинчивания бурильных труб.

Пакер (рис. 21) изготовляется из обсадных труб. Корпус, представляющий собой сварную конструкцию, навинчивается на тройник кондуктора. Внутри неподвижного корпуса установлен на подшипниках вращающийся корпус с втулкой. Упорный и радиальный подшипники закреплены в подвижном корпусе с помощью втулки, опорной шайбы и гайки. Гайка стопорится в корпусе болтом. Шарикоподшипники защищены от попадания в них пыли сальниковыми уплотнениями.

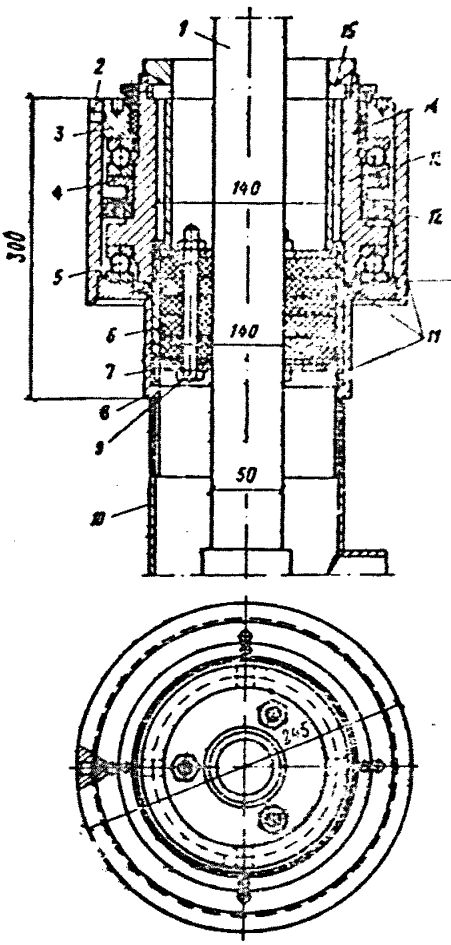


Рис. 21. Вращающийся пакер для герметизации устья скважины

1 — ведущая штанга; *2* — стопорный болт; *3* — гайка; *4* — опорная шайба; *5* — упорный подшипник; *6* — уплотнительные резиновые и войлочные кольца; *7* — нижний упорный фланец; *8* — корпус; *9* — болты; *10* — кондуктор; *11* — сальниковые уплотнения; *12* — радиальный подшипник; *13* — седло верхнего упорного фланца; *14* — вращающийся корпус; *15* — штифты

С целью упрощения конструкции шарикоподшипники могут быть заменены бронзовыми или чугунными упорными кольцами.

Внутри вращающегося корпуса помещен сальник, смонтированный на ведущей штанге и состоящий из верхнего фланца с седлом и нижнего фланца, стянутых болтами, и уплотнительных резиновых и войлочных колец. Ведущая штанга перемещается в уплотнении только в осевом направлении, вращение же передается вращающемуся корпусу за счет трения между поверхностями штанги, втулки и уплотнительных колец.

Эластичные уплотнительные кольца хорошо воспринимают боковые вибрации снаряда и гасят их благодаря большому зазору между штангой и упорными фланцами. От осевых смещений во время бурения сальниковое уплотнение удерживается за счет соединения с помощью штифтов на седле и Г-образных пазов в теле вращающегося корпуса. Сальниковое уплотнение поднимается вместе с ведущей штангой. Для этого достаточно повернуть штангу влево так, чтобы штифты стали против вертикальных прорезей Г-образных пазов седла, и затем поднять ее вместе с сальником. Установка сальника производится в обратном порядке. Это требует незначительного времени и позволяет работать с пакером без непосредственного доступа к нему в случае применения механизма для свинчивания и развинчивания бурильных труб. Высота пакера составляет около 300 мм, он не загромождает устья скважины. Рекомендуемый пакер имеет достаточно простую конструкцию по сравнению с существующими того же типа, более надежен и удобен в работе.

Для более надежной герметизации устья скважины весьма целесообразно устанавливать на конце выкидной воздушной линии вентиляторы. Благодаря разрежению воздуха, создаваемому вентилятором в выкидной линии, проникновение пыли в помещение буровой вышки практически исключается и создается возможность работы с простейшими уплотнениями (войлочными или резиновыми фланцами). Опыт эксплуатации вентиляторов в ряде организаций дал положительные

результаты. В качестве вентиляторов могут использоваться обычные горные вентиляторы (для проветривания).

ПРИЛОЖЕНИЕ 7
ШЛАМОУЛОВИТЕЛИ

В настоящее время известен ряд конструкций циклонных шламоуловителей (ВИТРШУ-2, ШУ-5, ШУ-8, САИГИМС). Указанные шламоуловители достаточно подробно описаны в литературе. Ниже дается краткое описание усовершенствованного циклонного шламоуловителя Иркутского политехнического института (ИПИ), который помимо очистки воздуха и сбора шлама позволяет контролировать смену грунтов при бурении и определять количественно интенсивность истирания шлама в процессе бурения без подъема инструмента.

Работает шламоуловитель следующим образом (рис. 22). Шлам

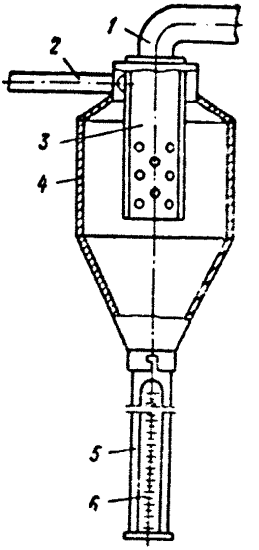


Рис. 22. Шламоуловитель конструкции ИПИ

1 — внутренняя труба; *2* — подводящая труба; *3* — внутренняя труба; *4* — корпус; *5* — шламосборник; *6* — шкала

по подводящей трубе поступает из скважины в циклон. В кольцевом пространстве между внутренней трубой и корпусом воздух, содержащий шлам, приобретает движение по спирали и опускается вниз. Выходя из кольцевого пространства, воздух расширяется и теряет скорость, вследствие чего шлам оседает в нижней части корпуса циклона. Воздух, очищенный от шлама, выбрасывается в атмосферу по внутренней и наружной трубам. Шлам, улавливаемый в циклоне, собирается в шламосборнике, имеющем шкалу из прозрачного материала, что позволяет наблюдать за осаждением шлама и измерять его количество по делениям шкалы. Шлам, осевший в шламосборнике, точно воспроизводит разрез пробуренного участка скважины. Зная высоту столбика шлама в сантиметрах, величину проходки и

диаметр бурения, можно определить количество керна в колонковой трубе без подъема снаряда на поверхность.

Шламоуловители могут использоваться только при бурении мерзлых скальных грунтов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

ОБВЯЗКА СКВАЖИНЫ И КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ АППАРАТУРА ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН С ПРОДУВКОЙ ВОЗДУХОМ (ПО А. В. МАРАМЗИНУ И А. А. РЯЗАНЦЕВУ)

Принципиальная схема монтажа оборудования при бурении скважин в мерзлых грунтах с продувкой сжатым воздухом с включенным в схему промывочным насосом показана на рис. 23. В состав оборудования входят: компрессор 1, ресивер 2, батарейный холодильник 3, масловлагоотделители 4, электродвигатель 5, буровой станок 6, манометр 7, термометр 8, краны 9, шланг 10, насос 11.

Для постоянного контроля процесса бурения включение в схему манометра и термометра является обязательным. Помимо этого необходимо применять расходомеры воздуха, которые особенно необходимы при бурении дробью. Подробная схема монтажа контрольно-измерительной аппаратуры показана на рис. 24.

Для измерения расхода воздуха могут применяться расходомеры поплавкового типа ДП-410, ДП-430, воздухомер В-1 и электрический расходомер конструкции И. И. Агафонова. Наиболее пригодны для эксплуатации в условиях Крайнего Севера воздухомеры типа В-1 завода «Пневматика» и электрический расходомер конструкции И. И. Агафонова. Воздухомер В-1 предназначен для измерения расхода воздуха в пределах от 0,5 до 4,5 м³/мин. Истинные показания воздухомер В-1 дает при давлении воздуха 5 кгс/см². При других значениях давления воздуха показания расходомера необходимо умножить на поправочный коэффициент, соответствующий данному фактическому давлению. Значения поправочных коэффициентов в зависимости от давления указаны на шкале прибора.

При давлениях воздуха в трубопроводе, отличающихся от указанных на шкале прибора, поправочные коэффициенты K вычисляются по формуле

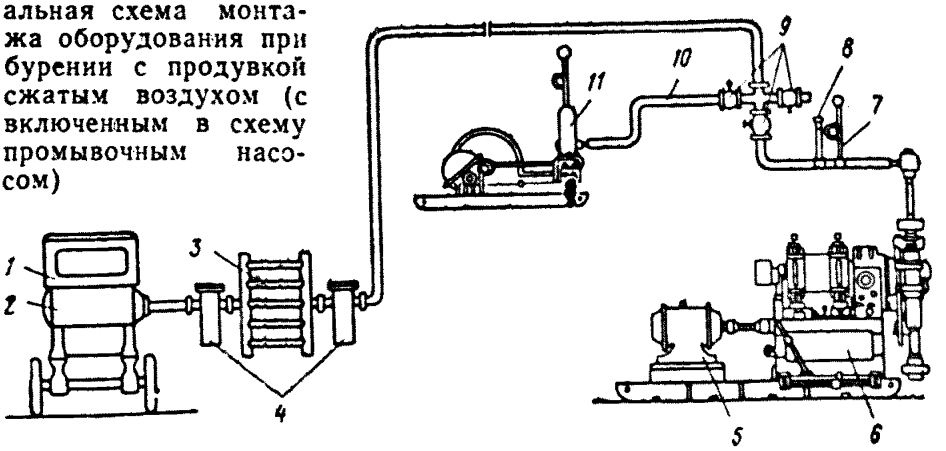
$$K = 0{,}4082 \sqrt{P_{изм}+1{,}2},$$

где $P_{изм}$ — давление на манометре расходомера в кгс/см².

Контроль за давлением сжатого воздуха осуществляется с помощью манометра, устанавливаемого на выходе из воздухомера В-1. Наилучшими являются манометры с ценой деления 0,1 кгс/см². Они позволяют осуществлять точный контроль за процессом бурения. Пределы измерения манометра должны быть не менее 3/2 P_{max}, где P_{max} — максимальное давление, развиваемое компрессором.

Манометр также в обязательном порядке должен устанавливаться на нагнетательной линии. При этом могут использоваться манометры с пределами измерений не менее 1,5 максимального давления, развиваемого компрессором. Цена деления шкалы должна быть порядка 0,5 кгс/см². Место монтажа манометра выбирается из расчета хорошей видимости отсчета показаний давлений на пульте управления. Расстояние до манометра от пульта управления должно быть не более 4—5 м.

Рис. 23. Принципиальная схема монтажа оборудования при бурении с продувкой сжатым воздухом (с включенным в схему промывочным насосом)



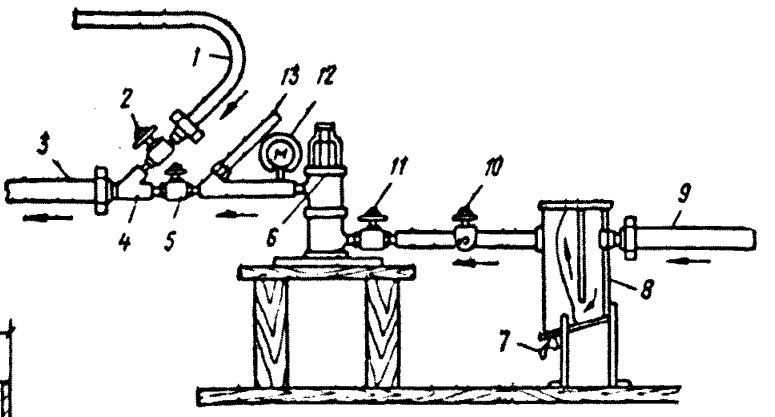


Рис. 24. Схема монтажа контрольно-измерительной аппаратуры при бурении с продувкой сжатым воздухом

1 — шланг от насоса; *2, 5, 10, 11* — вентили; *3* — шланг к вертлюгу-сальнику; *4* — тройник; *6* — расходомер воздуха типа В-1; *7* — кран для выпуска конденсата; *8* — влагомаслоотделитель; *9* — трубопровод от компрессора; *12* — манометр; *13* — термометр

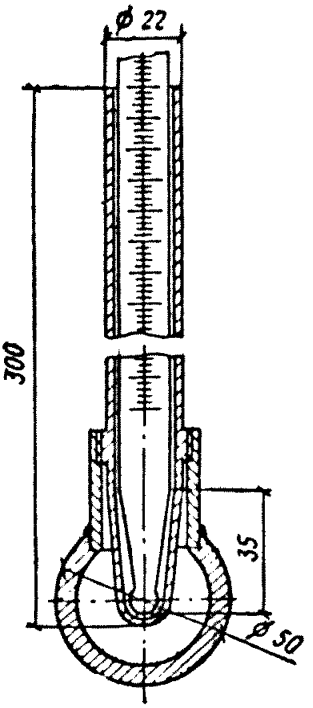


Рис. 25. Штуцер для закрепления термометров

Контроль за температурой воздуха, нагнетаемого в скважину и выходящего из выкидной трубы, необходимо производить в обязательном порядке при бурении по льдистым грунтам, а также при промораживании охлажденным воздухом зон водопритоков. Для этого обычно используются жидкостные технические термометры с ценой деления 0,5—1° и пределами измерений от +20 до —70°С (ртутные) или от +20 до —100°С (спиртовые).

Для включения в схему термометров в воздухопроходе на выходе из расходомера и в выкидной трубе (рис. 24) ввариваются штуцера (рис. 25), в которые ввертываются карманы с термометрами. Для предохранения термометров от механических повреждений они устанавливаются в металлических обоймах.

Замеры температуры необходимо производить одновременно в трех точках: в нагнетательной магистрали, в выкидной магистрали и температуру окружающего воздуха.

Для регулирования расхода воздуха служат вентили сброса части воздуха в атмосферу и точной регулировки расхода воздуха при дробовом бурении (см. рис. 24).

Установка компрессора в пределах буровой вышки недопустима. Для удобства и сокращения сроков монтажно-демонтажных работ узел регулировки расхода воздуха монтируется на общем основании с расходомером и одним влагоотделителем (см. рис. 24), а батарейный холодильник и второй влагоотделитель (см. рис. 23) следует монтировать на наружных стенках передвижного здания буровой вышки.

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

ПРИМЕР РАСЧЕТА ДОПУСТИМОЙ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ БУРОВОГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ОТБОРЕ КЕРНА МЕРЗЛОГО ГРУНТА КОЛОНКОВЫМ СПОСОБОМ «ВСУХУЮ»

Расчет производится по формуле п. 3.13.

Известны следующие параметры: внутренний диаметр коронки 96 мм; льдистость β грунта составляет 0,000225 кгс/см³; $W = 80 \frac{\text{ккал}}{\text{кГ}}$ коэффициент трения стали о грунт составляет 0,15; $k = 1{,}2$; $k_1 = 28$ мин. Бурение ведется при осевой нагрузке 400 кгс. Длина рейса $h_р$ составляет 80 см; скорость бурения $V = 2$ см/мин. Требуется подобрать такую скорость вращения инструмента, при которой было бы обеспечено получение «нерастепленного» керна диаметром 80 мм.

Определяем время бурения t:

$$t = \frac{h_р}{V} = \frac{80}{2} = 40 \text{ мин};$$

$$r = 4{,}8 \text{ см}; \quad \eta = 4 \text{ см}.$$

Тогда

$$\frac{42\,700\ (4{,}8^2 - 4^2)\ 0{,}000225 \cdot 80 \cdot 28 \cdot 2}{400 \cdot 0{,}15 \cdot 4{,}8 \cdot 40 \cdot 1{,}2} = 22 \text{ об/мин}.$$

Полученный результат означает, что, выбирая режим бурения для указанных конкретных условий, превышать скорость вращения инструмента свыше 22 об/мин не следует. В противном случае диаметр верхней части «нерастепленного» керна будет меньше заданной нормы ($2\eta = 8$ см).

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Введение 3
1. Назначение и особенности бурения инженерно-геологических скважин в мерзлых грунтах 5
2. Способы и технические средства бурения скважин 11
Выбор способа бурения 11
Выбор буровых установок 14
3. Технология бурения проходки скважин в мерзлых грунтах . . 16
Колонковое бурение «всухую» 17
Колонковое бурение с продувкой сжатым воздухом[1] 18
Колонковое бурение с промывкой охлажденными солевыми и глинистыми растворами 22
Ударно-канатное бурение кольцевым забоем 29
Вибрационное (виброударное) бурение 29
Шнековое бурение 29
Ручное ударно-вращательное бурение 29
4. Отбор и сохранение образцов мерзлого грунта 33
5. Обсадка трубами при бурении скважин в мерзлых грунтах . . 35
6. Организация буровых работ и оборудование рабочей площадки . 35
7. Правила безопасного ведения буровых работ 37
Приложение 1. Краткое описание и технические характеристики буровых станков и установок для проходки инженерно-геологических скважин в мерзлых грунтах 39
Приложение 2. Технические характеристики передвижных компрессоров, рекомендуемых для бурения с продувкой воздухом 63
Приложение 3. Бур для отбора керна мерзлого грунта 63
Приложение 4. Кернобратель КП-1 конструкции А. М. Пчелинцева для отбора образцов мерзлого грунта и другие керноотборные устройства 64
Приложение 5. Приспособления и устройства для осушения и охлаждения сжатого воздуха при бурении скважин в мерзлых грунтах 67
Приложение 6. Герметизирующие устройства при бурении скважин с продувкой сжатым воздухом 73
Приложение 7. Шламоуловители 75
Приложение 8. Обвязка скважины и контрольно-измерительная аппаратура при бурении скважин с продувкой воздухом 76
Приложение 9. Пример расчета допустимой скорости вращения бурового инструмента при отборе керна мерзлого грунта колонковым способом «всухую» 78

Таблица соотношений между некоторыми единицами физических величин, подлежащих изъятию, и единицами СИ

Наименование величины	Единица				Соотношение единиц
	подлежащая изъятию		СИ		
	наименование	обозначение	наименование	обозначение	
Сила; нагрузка; вес	килограмм-сила тонна-сила грамм-сила	кгс тс гс	ньютон	Н	1 кгс ≈ 9,8 Н ≈ 10 Н 1 тс ≈ $9{,}8 \cdot 10^3$ Н ≈ 10 кН 1 гс ≈ $9{,}8 \cdot 10^{-3}$ Н ≈ 10 мН
Линейная нагрузка	килограмм-сила на метр	кгс/м	ньютон на метр	Н/м	1 кгс/м ≈ 10 Н/м
Поверхностная нагрузка	килограмм-сила на квадратный метр	кгс/м²	ньютон на квадратный метр	Н/м²	1 кгс/м² ≈ 10 Н/м²
Давление	килограмм-сила на квадратный сантиметр миллиметр водяного столба миллиметр ртутного столба	кгс/см² мм вод. ст. мм. рт. ст.	паскаль	Па	1 кгс/см² ≈ $9{,}8 \cdot 10^4$ Па ≈ $\approx 10^5$ Па ≈ 0,1 МПа 1 мм вод. ст. ≈ 9,8 Па ≈ ≈ 10 Па 1 мм рт. ст. ≈ 133,3 Па
Работа (энергия)	килограмм-сила-метр	кгс·м	джоуль	Дж	1 кгс·м ≈ 9,8 Дж ≈ 10 Дж
Мощность	килограмм-сила-метр в секунду лошадиная сила калория в секунду килокалория в час	кгс·м/с л. с. кал/с ккал/ч	ватт	Вт	1 кгс·м/с ≈ 9,8 Вт ≈ 10 Вт 1 л. с. ≈ 735,5 Вт 1 кал/с ≈ 4,2 Вт 1 ккал/ч ≈ 1,16 Вт
Удельная теплоемкость	калория на грамм-градус Цельсия килокалория на килограмм-градус Цельсия	кал/ (г·°С) ккал/ (кг·°С)	джоуль на килограмм-кельвин	Дж/ (кг·К)	1 кал/(г·°С) ≈ ≈ $4{,}2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К) 1 ккал/(кг·°С) ≈ ≈ 4,2 кДж/(кг·К)
Коэффициент теплообмена (теплоотдачи); коэффициент теплопередачи	калория в секунду на квадратный сантиметр-градус Цельсия килокалория в час на квадратный метр-градус Цельсия	кал/(с·см²·°С) ккал/(ч·м²·°С)	ватт на квадратный метр-кельвин	Вт/ (м²·К)	1 кал/(с·см²·°С) ≈ ≈ 42 кВт/(м²·К) 1 ккал/(ч·м²·°С) ≈ ≈ 1,16 кВт/(м²·К)

УДК 624.131.34

В Рекомендациях изложены вопросы проходки буровых скважин в мерзлых грунтах при инженерно-геологических изысканиях для строительства, задачи и условия проведения буровых работ, краткое описание применяемых способов бурения, рекомендуемые буровые станки и установки и их технические характеристики, даются указания по выбору бурового инструмента и рациональных режимов бурения, обеспечивающих получение инженерно-геологической информации о мерзлых грунтах.

Рекомендации разработаны Производственным и научно-исследовательским институтом по инженерным изысканиям в строительстве (ПНИИИС) Госстроя СССР (д-р техн. наук *Б. М. Ребрик*, инж. *В. М. Швецов*, инж. *Б. В. Цынский*, канд. техн. наук *Г. А. Разумов*, канд. геол.-мин. наук *С. П. Абрамов*, канд. геол.-мин. наук *В. В. Баулин*) при участии Центрального треста инженерно-строительных изысканий (ЦТИСИЗ) Госстроя РСФСР (инж. *А. И. Левкович*) и института Норильскпроект (инж. *М. Д. Просвирин*).

Замечания и предложения по содержанию настоящих Рекомендаций следует направлять по адресу: *Москва, К-12, Б. Черкасский пер., 2/10, ПНИИИС.*

Р $\frac{30213-350}{047(01)-74}$ Инструкт.-нормат., IV вып. — 23—73

© Стройиздат, 1974

Производственный и научно-исследовательский институт
по инженерным изысканиям в строительстве Госстроя СССР

Рекомендации по бурению скважин в мерзлых грунтах
при инженерно-геологических изысканиях для строительства

Редактор издательства *С. В. Беликина*
Технический редактор *Ю. Л. Циханкова*
Корректор *О. В. Стигнеева*

Сдано в набор 16/IV 1974 г. Подписано к печати 6/VI 1974 г.
Т-08100 Формат 84×108¹/₃₂ Бумага типографская № 2
4,2 усл. печ. л. (уч.-изд. 5,25 л.)
Тираж 12 500 экз. Изд. № XII—4088 Зак. № 87 Цена 26 коп.

Стройиздат
103006, Москва, Каляевская, 23а

• • •

Подольская типография Союзполиграфпрома
при Государственном комитете Совета Министров СССР
делам издательств, полиграфии и книжной торговли
г. Подольск, ул. Кирова, 25

gost.e-ecolog.ru