

6
А-52

(На правах рукописи)

**АКАДЕМИЯ НАУК КИРГИЗСКОЙ ССР
УЧЕНЫЙ СОВЕТ ПО ГЕОЛОГИИ И ГОРНОМУ ДЕЛУ
ОБЪЕДИНЕННОГО УЧЕНОГО СОВЕТА ПО ЕСТЕСТВЕННЫМ
И ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Михеев Север Владимирович

**ИССЛЕДОВАНИЕ, РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ
ГАЗОСТРУЙНОГО СПОСОБА НАПРАВЛЕННОГО
РАЗРУШЕНИЯ МЕРЗЛЫХ ГОРНЫХ ПОРОД**

**Специальность 05.15.03 — «Открытая разработка
и эксплуатация угольных, рудных и нерудных месторождений»**

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Фрунзе 1973

11

(На правах рукописи)

АКАДЕМИЯ НАУК КИРГИЗСКОЙ ССР
Ученый Совет по геологии и горному делу
объединенного Ученого Совета по естественным
и техническим наукам.

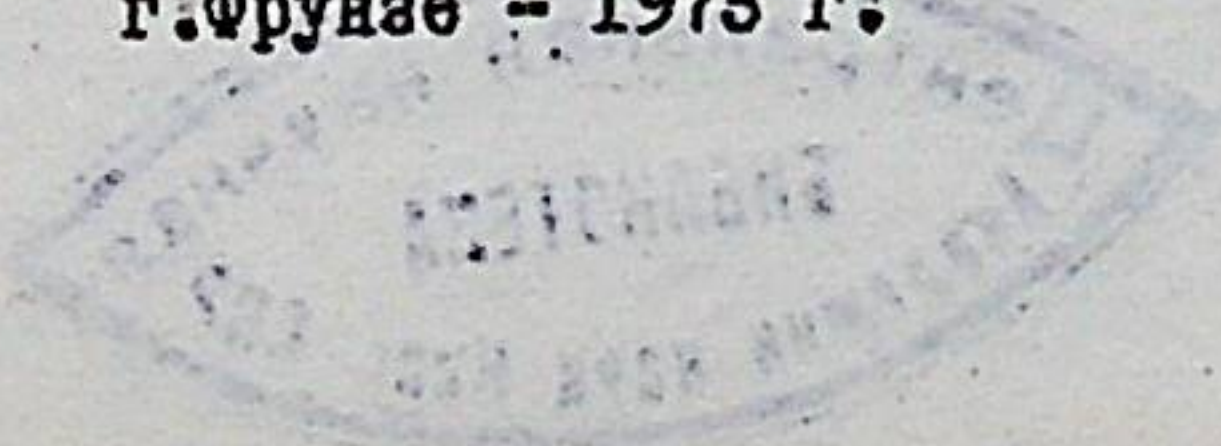
МИХЕЕВ Север Владимирович

ИССЛЕДОВАНИЕ, РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ
ГАЗОСТРУЙНОГО СПОСОБА НАПРАВЛЕННОГО
РАЗРУШЕНИЯ МЕРЗЛЫХ ГОРНЫХ ПОРОД

Специальность 05.15.03-- "Открытая
разработка и эксплуатация угольных,
рудных и нерудных месторождений."

Автореферат
диссертации на соискание ученой
степени кандидата технических
наук

г.Фрунзе - 1973 г.



Работа выполнена в Казахском политехническом институте им. В.И. Ленина,

Научные руководители:

профессор, доктор технических наук, член-корреспондент АН КазССР, заслуженный деятель науки Казахской ССР

А. В. БРИЧКИН

кандидат технических наук

Б. Ф. ШЕРСТОК.

Официальные оппоненты:

профессор, доктор технических наук

Е. Г. БАРАНОВ,

доцент, кандидат технических наук

Л. Ф. ШАБАНОВ.

Ведущее предприятие - Алма-Атинское специализированное управление треста "Казахвзрывпром".

Автореферат разослан " " 1973 г.

Защита состоится " " 1973 г. в ____ час.

в здании Института геологии на заседании Ученого Совета по геологии и горному делу АН КиргССР.

О диссертацией можно ознакомиться в библиотеке АН КиргССР.

Отзыв в двух экземплярах просим направлять по адресу:

г. Фрунзе, 720040, ул. Дзержинского, 30, Институт геологии.

Ученый секретарь

Совета по геологии и горному делу АН КиргССР

кандидат геолого-минералогических наук

В. В. МАЛЫГИН



622.271

А52

В настоящее время в горном деле и строительстве объем разработки мерзлых грунтов в Советском Союзе превышает 700 млн. м³ в год. Для выполнения такого количества земляных работ тратятся огромные материальные средства, значительно превышающие затраты на разработку такого же объема талых грунтов.

Высокая стоимость разработки мерзлых грунтов обусловлена большой их прочностью и абразивностью. Область криолитозоны приурочена к районам с суровым климатом и коротким периодом теплого времени года, что еще более осложняет ведение открытых горных работ.

Зачастую объекты расположены в труднодоступных районах, куда доставка тяжелого оборудования нецелесообразна. Для таких районов необходимо оборудование, отвечающее следующим требованиям: малый вес, высокая производительность, эффективность и надежность.

Указанные факторы зависят от применяемого способа разрушения и являются следствием взаимодействия рабочего органа с разрушаемой породой.

Таким образом, изучение процесса взаимодействия рабочего органа с разрушаемой породой и расширение на этой основе области использования прогрессивных методов направленного разрушения мерзлых горных пород имеет огромное экономическое значение.

Существующее оборудование не отвечает предъявляемым требованиям, а поэтому не может широко использоваться для производства работ, особенно в труднодоступных районах Заполярья и высокогорья.

Одним из прогрессивных является огневой способ направленного разрушения мерзлых горных пород. Однако, его применение

ограничивается малой изученностью взаимодействия высокотемпературного газового потока с разрушаемой породой.

В работе проведены исследования некоторых закономерностей огневого способа разрушения мерзлых горных пород, направленных на расширение пределов его использования.

На основании исследований разработано ряд технических решений и технологических приемов для разработки мерзлых грунтов в Заполярье и для проходки скважин и шурфов на высокогорных и континентальных ледниках.

Работа выполнена в Проблемной лаборатории новых методов разрушения горных пород и бетонов Казахского политехнического института им. В.И. Ленина.

Значительная часть исследований проведена на полигонах Сектора географии АН Каз ССР, предприятия ГУГК при Совете Министров СССР, СМУ-3 треста Спецстроймонтаж, СМУ Диксонстрой треста Арктикстрой и Института физики и механики горных пород АН КиргССР.

Научное значение работы заключается в новом объяснении процесса разрушения мерзлой породы под действием высокотемпературного газового потока и установлении неизвестных ранее закономерностей бурения скважин.

Практическое значение работы состоит в разработке технологических приемов и рекомендаций по эффективному использованию газоструйного оборудования для направленного разрушения мерзлых горных пород в горном деле и строительстве.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, описки литературы из 77 наименований; содержит 31 иллюстрацию и 138 страниц машинописного текста.

В приложении приведены акты и отзывы организаций, где проводились исследования, испытания и внедрение разработанного оборудования и технологических приемов.

ГЛАВА I. Способы направленного разрушения мерзлых грунтов

В главе приводится обоснование использования газоструйного способа направленного разрушения мерзлых горных пород, доказываются необходимость изучения данного способа, ставятся задачи и приводится методика исследований.

Высокая прочность мерзлых грунтов в 10-15 раз снижает производительность их разработки механическими способами по сравнению с разработкой таких же грунтов в оттаявшем состоянии.

Необходимость сообщения разрушаемой породе высоких механических нагрузок вынуждает использовать станки значительного веса.

Анализ показывает, что существующее механическое оборудование не может широко использоваться для направленного разрушения мерзлых грунтов, особенно в отдаленных районах Крайнего Севера по причине малой мобильности, больших энергозатрат и невысокой производительности.

В отечественной и зарубежной практике для свайного строительства до настоящего времени используется способ оттаивания мерзлого грунта паром. Значительное нарушение мерзлотного режима и низкая эффективность этого способа побуждают искать новые средства.

Наиболее эффективным в настоящее время является газоструйный (или огневой) способ бурения мерзлых грунтов. Отсутствие механической связи между рабочим органом и разрушаемой породой позволяет значительно снизить вес оборудования и сделать его

более мобильным. К сожалению существующее термобуровое оборудование не использует этого преимущества.

Процесс разрушения мерзлой породы под действием высокотемпературной газовой струи трактуется с двух точек зрения. Первое объяснение заключается в том, что разрушение происходит за счет давления пара при мгновенном испарении незамерзшей части воды, находящейся в порах грунта. Второе объяснение исходит из следующих принципов: на грунт действует газодинамическая энергия струи; поскольку струя пульсирует, давление ее на забой не постоянно. Под действием давления газы проникают в поры грунта и, передавая пульсирующее давление на его скелет, вызывают разрушение. При встрече с поверхностью забоя струя растекается, захватывает минеральные частицы и выносит продукты разрушения на поверхность.

По нашему мнению второе объяснение является доминирующим, хотя здесь не полностью раскрыта физическая сущность процесса.

Является спорным вопрос влияния влажности мерзлого грунта на его термобуримость.

Неизученность некоторых закономерностей процесса сужает область использования огневого способа направленного разрушения мерзлых горных пород. Так, например, совершенно не изучен вопрос возможности бурения глубоких скважин, не определен показатель эффективности энергозатрат процесса бурения, не установлено время восстановления мерзлотного режима после огневого бурения.

Целью работы является расширение области использования газоструйного способа направленного разрушения мерзлых горных пород, как одного из наиболее эффективных.

Цель достигается решением следующих основных задач:

1. Исследование влияния влажности (льдонасыщенности) мерзлого грунта на производительность бурения.
2. Определение предела глубины бурения.
3. Исследование эффективности использования энергии при бурении льда.
4. Исследование процесса восстановления мерзлотного режима после огневого бурения.

Кроме перечисленных основных вопросов в диссертации проведена разработка рекомендаций по проектированию рабочих органов машин и технологических приемов для направленного разрушения мерзлых горных пород. Рекомендации предложены на основании изобретений, разработанных в Казахском политехническом институте им. В.И.Ленина с участием автора.

ГЛАВА II. Теоретическое обоснование и разработка конструктивных схем термобурового оборудования.

В главе излагаются основные принципы создания легкого термобурового оборудования, приводятся конструкции термобуровых установок, доказываются необходимость автоматического регулирования режима работы горелок и приводится методика расчета автоматического регулятора.

Основным фактором, определяющим вес и транспортабельность бензозадушного термобурового оборудования, является расход окислителя, а следовательно, и мощность компрессора. Необходимым условием снижения веса является уменьшение расхода рабочих компонентов и мощности термобуровой горелки.

Для сохранения теплонапряженности камеры сгорания, необходимо уменьшение ее объема. В бензозадушных горелках камера

сгорания малого объема отличаются неустойчивостью работы, особенно при запуске и выводе на рабочий режим.

Неустойчивость работы камер сгорания малого объема объясняется высокой их чувствительностью к соотношению рабочих компонентов. При малейшем нарушении состава топливной смеси происходит срыв пламени. Поэтому запуск бензозоодушных горелок малой мощности с ручной регулировкой расхода топливных компонентов представляет значительную трудность. Так, среднее время запуска горелки ВТБМ-3 с расходом воздуха $0,62 \text{ м}^3/\text{мин}$ по нашим данным составляет 32,1 мин.

С целью облегчения запуска горелок малой мощности необходима автоматическая регулировка соотношения расхода рабочих компонентов.

Автоматический регулятор разработан и использован в конструкции предложенной нами горелки ВТБМ-4 (рис. 1).

Его расчет произведен по известной методике, но применительно к жидкой фазе регулируемого компонента.

Использование регулятора позволило осуществить дистанционное управление горелкой при запуске, выводе на рабочий режим и прекращении работы вентилем, включенным в воздушную магистраль. Значительно повысилась стабильность работы горелки в процессе бурения.

С целью определения средней экономии времени на запуск горелки, оснащенной автоматическим регулятором, произведено ряд экспериментальных запусков термобура ВТБМ-3 (без регулятора) и ВТБМ-4 (с регулятором).

Установлено, что средняя экономия времени на каждый запуск составляет 0,5 часа.

На базе горелки ВТБМ-4 нами создано два типа термобуровых

ТЕРМОБУРОВАЯ ГОРЕЛКА ВТБМ-4

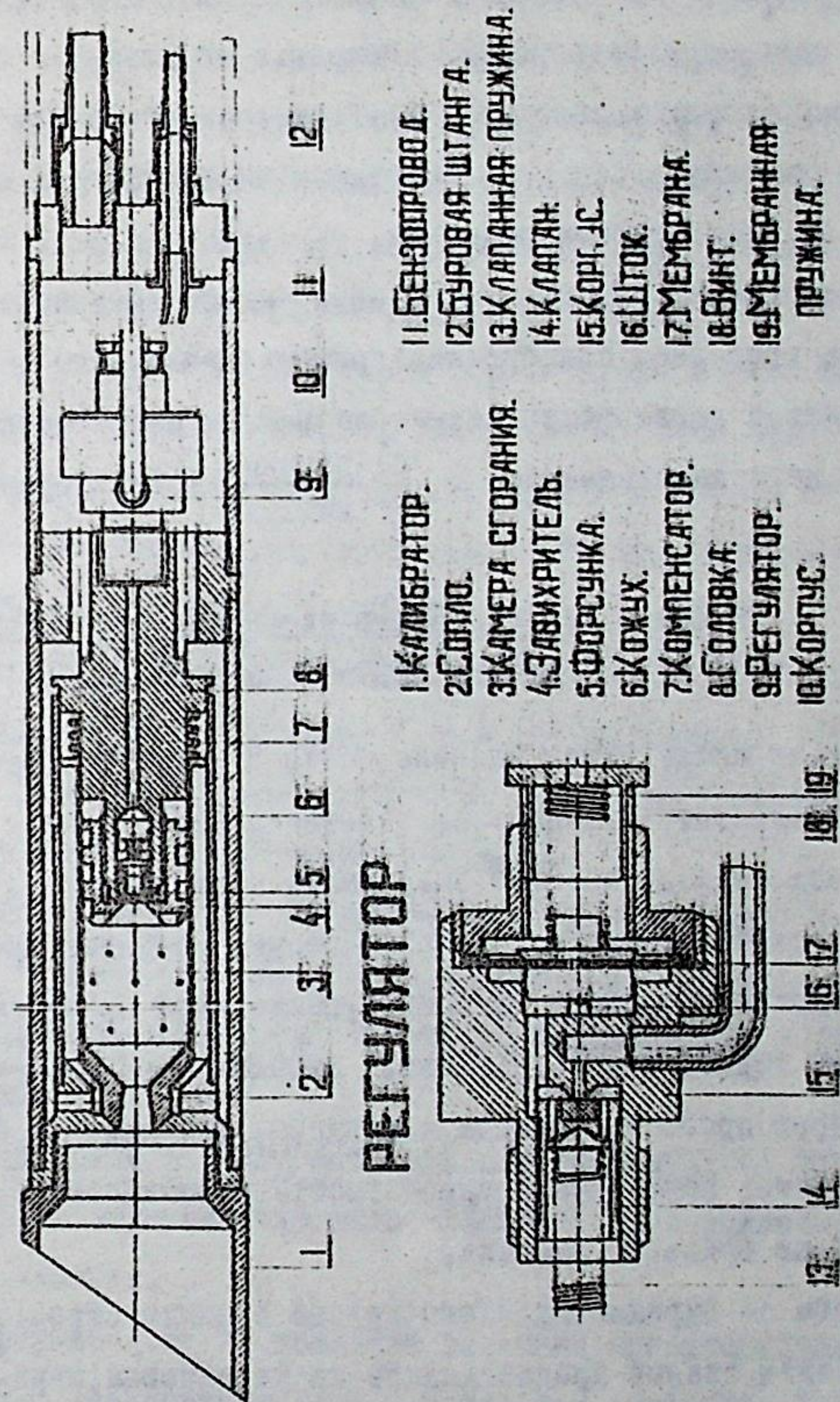


Рис. 1.

установок МТБУ-В и ЛТБУ-І. Термобуровая установка МТБУ-В предназначена для бурения мерзлых грунтов на глубину до 5 метров. Она нашла широкое применение в северных районах страны для бурения скважин под центры и опоры геодезических знаков и под двойное основание газопровода Мессояха-Норильск.

Термобуровая установка ЛТБУ-І предназначена для бурения льда и применяется Сектором географии АН КазССР для бурения скважин на высокогорных ледниках.

На основании опытных данных выбрана оптимальная форма калибратора пригодная для бурения грунтов различного состава.

Принятые усовершенствования позволили на порядок повысить удельную производительность ($\frac{м^3 \text{ породы}}{м^3 \text{ воздуха}}$) термобуровых установок.

ГЛАВА III. Исследование процессов огневого бурения мерзлых горных пород.

В главе исследуется влияние состава мерзлого грунта на производительность бурения. На основании исследования в новом аспекте объясняется процесс разрушения мерзлой породы под действием высокотемпературной газовой струи. Разрабатывается методика определения предела глубины бурения льда в зависимости от параметров термобуровой установки, определяется эффективность энергзатрат процесса бурения и факторы, влияющие на показатель эффективности; изучается процесс восстановления мерзлотного режима после огневого бурения.

Работы по бурению мерзлого грунта с целью строительства геодезических знаков производились на территории, ограниченной 66° и 74° Северной широты и 74° и 87° Восточной долготы.

Всего пробурено 5500 скважин глубиной от 1,5 до 4,5 м, общей длиной более 22000 метров.

Бурение льда производилось на ледниках Туяк-Су и Восточный Суёк в Тянь-Шане.

В результате исследований в полевых условиях установлено, что помимо гранулометрического состава на производительность бурения значительное влияние оказывает влажность грунта.

По характеру выбрасываемых из скважин продуктов разрушения грунта условно разделены на три категории: большой, средней и малой влажности. При бурении грунтов большой влажности продукты разрушения представлены слабовязкой или жидкой массой.

Бурение грунта со средним содержанием влаги характеризуется вязкими продуктами разрушения, которые налипая на стенки скважины и буровой снаряд, затрудняют его продвижение и препятствуют выбросу продуктов разрушения.

Процесс бурения грунтов малой влажности сопровождается выбросом продуктов разрушения в виде сухих гранул и пыли.

В таблице I приведены скорости бурения мерзлых грунтов различного типа в естественных условиях.

Для количественной оценки наблюдений, полученных в полевых условиях, а также для объяснения процесса разрушения мерзлого грунта различной влажности, проведены исследования в лабораторных условиях.

Как наиболее характерные, бурению подвергались образцы песка и глины заранее известной влажности, замороженные в специальных емкостях.

На графике (рис.2) показана объемная производительность термобуровой установки МТБУ-В при бурении образцов. Характер кривых резко изменяется при увеличении влажности образцов выше полной влагоемкости (точки а, в): производительность бурения песка медленно падает и стремится к скорости бурения чистого

льда; производительность бурения глины резко возрастает и также стремится к скорости бурения чистого льда,

Таблица I

Скорость бурения грунтов различного
состава горелкой ВТМ-4

№ п/п	Тип грунта	Категория влажности	Пробурено, м	Суммарное время бурения, час	Средняя скорость бурения, м/час
1.	Песок	Средняя	25	1,5	16,6
		Малая	36,5	1,6	22,8
2.	Суглинок	Большая	203,0	10,1	20,1
		Средняя	8,0	1,2	6,7
		Малая	11,4	2,5	4,6
3.	Супесь	Большая	10,6	0,5	21,2
		Средняя	3,2	0,4	8,0
		Малая	5,1	1,0	5,1
4.	Глина	Большая	63,0	4,5	14,0
		Средняя	24,2	3,2	7,6
		Малая	6,3	1,8	3,5
5.	Ил	Большая	11,4	0,8	14,5
		Средняя	68,9	6,1	11,3
		Малая	7,5	1,3	5,8
6.	Торф	Большая	20,0	1,9	10,5
Всего			504,1	38,4	13,1

Различные закономерности разрушения грунта, разделенные точкой полной влагоемкости, имеют различную физическую сущность и аппроксимируются различными математическими выражениями.

Высокая производительность при разрушении мерзлого песка малой влажности объясняется значительной пористостью данной породы. Газ под давлением проникает в ее массив и производит плавление льда на площади, более чем в 100 раз превышающей поверхность вабоя. За счет высокой производительности процесса в этом случае зачастую происходит заклинивание снаряда продуктами разрушения.

По мере увеличения влажности пустоты между частицами песка

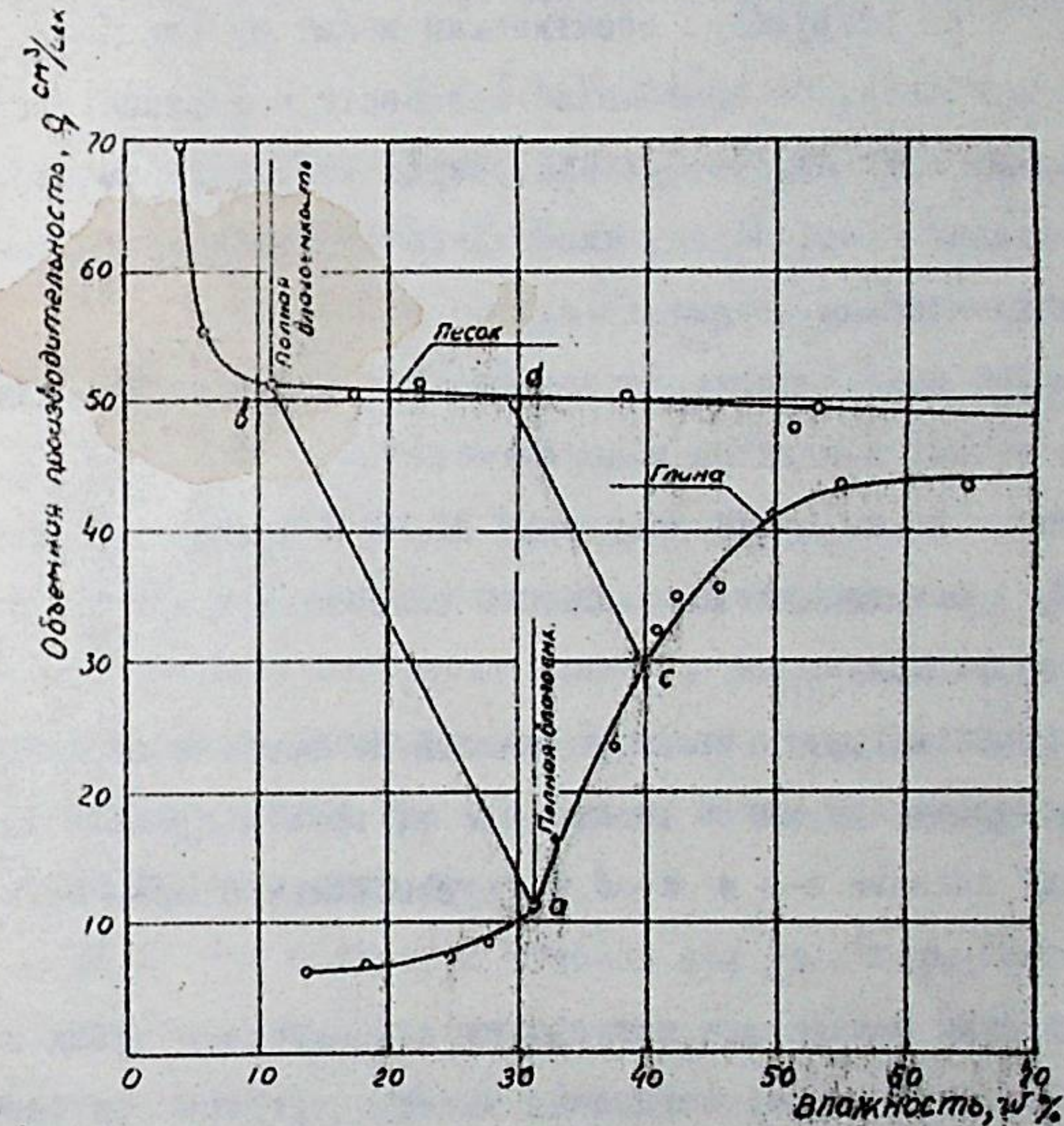


Рис.2. Производительность процесса разрушения мерзлого грунта в зависимости от влажности.

сушаются, что увеличивает сопротивление проникновению газа в массив породы. При полной влагоемкости поры полностью закрыты и газ в массив породы не проникает, разрушение происходит с поверхности.

Глина обладает газопроницаемостью на 3 ÷ 6 порядков меньше, чем песок и ее разрушение практически может происходить только с поверхности. За счет малой влажности поверхность забоя быстро высыхает и керамизируется, приобретая значительную прочность. Разрушение такой породы необходимо производить дополнительным механическим воздействием.

При полной влагоемкости содержания влаги достаточно для образования вязких продуктов разрушения.

Разрушение глины влажностью выше 31,5% и песка 11,3% (точки с, d) сопровождается выбросом слабвязких или жидких продуктов разрушения.

Таким образом, грунты малой влажности на графике отражаются площадью, расположенной слева от линии а-в; грунты средней влажности - между линиями а-в и с-д и грунты большой влажности - справа от линии с-д.

На основании материалов, полученных в процессе полевых и лабораторных исследований, составлена шкала энергоемкости терморазрушения в зависимости от категории влажности и типа грунтов (см. табл. 2).

Таблица 2

Энергоемкость терморазрушения мерзлых грунтов, ккал/см³

Тип грунта	Категория влажности		
	Большая влажность	Средняя влажность	Малая влажн.
Песок	0,182 ÷ 0,175	0,175 ÷ 0,169	0,169 ÷ 0,125
Супесь	0,194 ÷ 0,219	0,219 ÷ 0,292	0,292 ÷ 0,417
Суглинок	0,194 ÷ 0,236	0,236 ÷ 0,486	0,486 ÷ 0,972
Ил	0,191 ÷ 0,204	0,204 ÷ 0,313	0,313 ÷ 0,627
Глина	0,204 ÷ 0,297	0,297 ÷ 0,795	0,795 ÷ 1,46
Торф	0,43 ÷ 0,56	-	-

С целью исключения механического воздействия на забой для глинистых грунтов и предупреждения заклинивания снаряда для песчаных грунтов, при малой влажности в скважину нагнетают воду в количестве, обеспечивающем образование жидких или слабвязких продуктов разрушения.

Количество воды, подаваемое в скважину, определяется уравнением

$$W = 3,6(K - w)Q \text{ м}^3/\text{час} \quad (I)$$

где Q - проектируемая производительность терморазрушения, в пределах графика (рис. 2), см³/сек;

K - влажность грунта при проектируемой производительности (выражается в долях единицы и определяется по графику (рис. 2));

w - фактическая влажность грунта.

Новая технология реализована в п. Диксее при бурении скважин под свайное основание зданий и сооружений. Ее применение повысило производительность бурения в среднем на 11%.

Второй раздел главы посвящен описанию метода определения максимальной глубины бурения.

По данным некоторых авторов при увеличении глубины ухудшается вынос продуктов разрушения, причем, процесс выноса рассматривается с позиций скорости газового потока в скважине и скорости витания выносимых частиц. При углублении сопротивление по длине скважины увеличивается и скорость газового потока падает. Одновременно снижается скорость проходки скважины. В идеальном случае процесс бурения прекратится как только скорость газового потока в скважине будет равна нулю. Это произойдет при выравнивании давления в камере и призабойном пространстве.

Идеальным мы называем такой случай, когда разрушение породы происходит до прекращения подачи рабочих компонентов и затуп-

хания горелки:

Идеальным материалом для проверки данной гипотезы является лед, поскольку по сравнению с горными породами он имеет более однородную структуру и может разрушаться при незначительном подводе тепла, т.е. при самых малых расходах рабочих компонентов. Автоматическая регулировка соотношения рабочих компонентов позволяет поддерживать горение топлива в камере до полного прекращения расхода.

Для вывода зависимости изменения скорости бурения от глубины, произведены наблюдения за изменением глубины скважины в функции времени. Наблюдения производились до глубины 72 м, поскольку мощность ледника на экспериментальной площадке не превышала этой величины.

В результате наблюдений получена эмпирическая зависимость:

$$H = a\tau^2 + b\tau \quad (2)$$

Дифференциал $\frac{dH}{d\tau}$ дает скорость:

$$V = 2a\tau + b \quad (3)$$

Решая уравнение (2) относительно τ и подставляя его значение в уравнение (3), получаем:

$$V = \sqrt{a_2 - b_1 H} \quad (4)$$

где H - глубина скважины, м;

τ - время бурения, час;

V - скорость бурения, м/час;

$a = -0,63$ м/час²; $a_1 = -1,26$ м/час;

$a_2 = 256$ м²/час²; $b = 16$ м/час; $b_1 = 2,52$ м/час² -

- постоянные коэффициенты.

Численное решение уравнения (4) при $V = 0$ определяет максимальную глубину бурения.

Для термобуровой установки ЛТБУ-1

$$H_{max} = 101 \pm 2 \text{ м.}$$

Проверка справедливости приведенных рассуждений проверена путем наблюдений за изменением давления в призабойном пространстве.

Изменение давления имеет линейную зависимость и выражается уравнением

$$P = 0,06 H + 0,05 \quad (5)$$

На максимальной глубине в скважине развивается давление

$$P = 5,9 \pm 0,1 \text{ кг/см}^2$$

и при нулевом расходе равно максимальному давлению в ресивере компрессора.

Таким образом, возможная глубина бурения льда определяется также уравнением

$$H_{max} = \frac{P - 0,05}{0,06}; \text{ м} \quad (6)$$

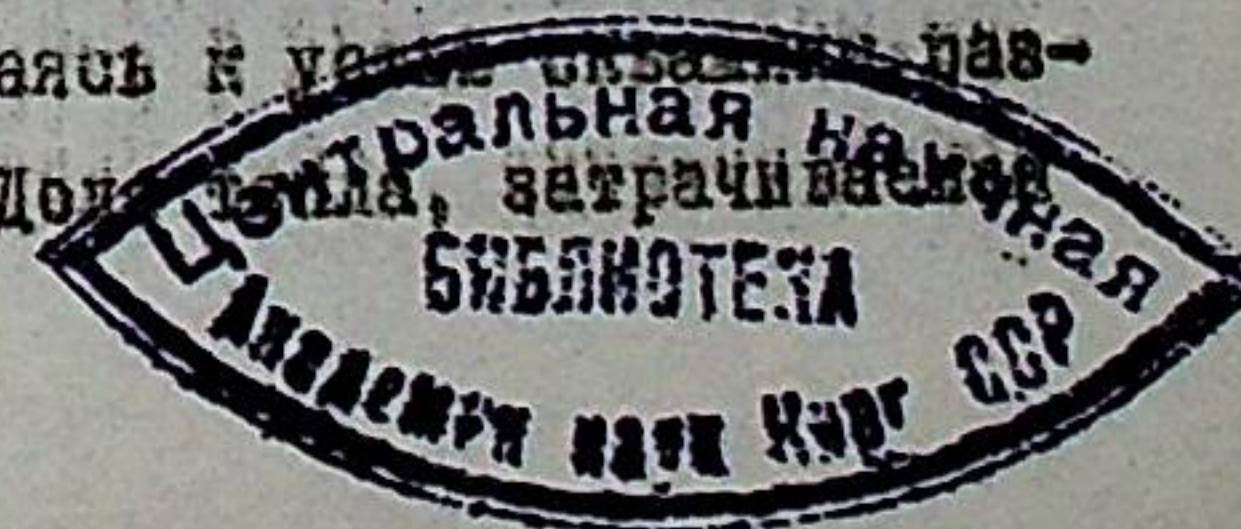
где P - максимальное давление, развиваемое компрессором.

Прогноз возможной глубины бурения подтвержден практикой. В настоящее время на леднике Тауик-Су пробурены скважины глубиной 102 м. Попытки получить большую глубину были безрезультатны.

Для снижения давления в призабойном пространстве, а следовательно и увеличения глубины бурения необходимо из скважины откачивать воду.

В третьем разделе рассматривается методика определения показателя эффективности энергозатрат процесса бурения льда и устанавливается зависимость изменения его величины от глубины бурения.

Мы различаем два показателя: η_1 - для чистого бурения и η_2 - для всего объема льда, выбуренного в скважине. η_1 характеризует долю тепловой энергии, затрачиваемую на углубление скважины. Отработавший на забое газ, двигаясь к устью скважины, размывает стенки и увеличивает диаметр. Доля тепла, затрачиваемая на



на плавление всего объема выбуренного льда характеризуется показателем η_2 .

Очевидно, в зависимости от глубины бурения η_1 и η_2 изменяются. Показатель эффективности для всего объема выбуренного льда растет за счет улучшения теплообмена между отходящим газом и стенкой скважины; для чистого бурения — падает за счет уменьшения скорости истечения газовой струи и ухудшения теплообмена между струей и забоем.

Показатель эффективности определяется отношением количества тепла, затрачиваемого на плавление льда в скважине к теплотворной способности израсходованного топлива.

Для определения η_1 подсчитывается объем льда в цилиндре, образованном калибратором. Для определения η_2 измеряется объем скважины.

Для термобуровой установки ЛТБУ-1 при изменении глубины скважины от 0 до 101 м, η_1 изменяется от 0,19 до 0; η_2 от 0,19 до 0,83. Это показывает справедливость теоретических предположений.

В четвертом разделе изучается процесс восстановления мерзлотного режима многолетнемерзлых грунтов после огневого бурения. Определение температуры в скважине производилось с помощью термодатчиков, закладываемых в скважину с интервалом 0,5 м непосредственно после бурения.

Всего произведено 1675 наблюдений за измерением температуры во времени.

Установлено, что время восстановления мерзлотного режима зависит как от физических свойств и состояния грунта (теплоемкость, теплопроводность, начальная температура), так и от скорости бурения.

Полное восстановление мерзлотного режима суглинистых грунтов влажностью от 34 до 42% при средней скорости бурения 7,8 м/час и начальной температурой от -3 до -7° С, составляет не более 5 суток.

ГЛАВА IV, Варианты некоторых технических решений по направленному разрушению мерзлых горных пород.

В главе приводятся способы и конструктивные решения по направленному разрушению мерзлых горных пород, защищенные авторскими свидетельствами на изобретения, даются рекомендации по конструированию рабочих органов и технологии проходки горных выработок новыми способами.

Рассматриваются вопросы прорезания канав и щелей, проходки шурфов и отбор проб горной породы.

Ранее делались попытки использовать для прорезания щелей термобуровые горелки (многогорелочная установка ОУ-1 конструкции ХМ). Установка работает по принципу проходки ряда скважин с последующим разрушением перемычек. Испытания установки показали низкую производительность. Основная трудность заключалась в разрушении перемычек, которые под действием тепла отходящих газов высушивались и приобретали значительную прочность. Уменьшению производительности способствует также цикличность процесса.

Нами предложена конструкция и технология прорезания щелей (а.с. № 287229). Рабочий орган представляет собой многосопловую горелку с боковым расположением сопел.

Процесс резания заключается в возвратно-поступательном движении рабочего органа вдоль забоя с величиной хода, превышающей расстояние между двумя соплами. Огненные струи, двигаясь

вдоль забоя, прорезают породу:

Таким образом, отпадает операция разрушения перемычек, устраняется цикличность, а следовательно повышается производительность.

Проходка канав осуществляется прорезанием двух параллельных щелей с последующей выемкой целиков с помощью стандартного оборудования.

Проходка шурфов во льду в настоящее время производится вручную, поскольку использование какого-либо оборудования в высокогорных условиях исключено в связи с транспортными трудностями.

Нами предложена конструкция и способ проходки шурфов с применением горелки низкого давления (а.с. № 341942). Как известно, снижение рабочего давления компрессорного оборудования уменьшает его мощность, а следовательно и вес.

Рабочий орган представляет собой кольцевую плавающую платформу на которой расположена газоструйная горелка, датчик уровня воды и помпа для откачки избытка воды из шурфа.

Выброс газа из сопла производится в воду по касательной к контуру шурфа. Находящаяся в шурфе вода нагревается, и, за счет кинетической энергии струи, приобретает вращательное движение по кольцевому контуру забоя.

Нагретая вода плавит лед по кольцу. В центре остается керн, который извлекается дополнительными приспособлениями.

Для геологоразведочных работ считается эффективным траншейный способ детальной разведки мелкозалегающих россыпей, однако, он требует значительного объема земляных работ.

Нами предложена конструкция и способ отбора проб с применением газоструйной горелки специальной конструкции (а.с. № 338635).

В качестве проб используются продукты разрушения породы, выдуваемые струей отработанных газов по специальному каналу в корпусе бурового снаряда. Канализация продуктов разрушения исключает смешивание пробы с материалом стенок скважин, а послойное складирование в трубчатом контейнере полностью отражает геологический разрез в уменьшенном масштабе.

ГЛАВА У. Экономическая эффективность исследований, разработки и внедрения новой техники.

В главе приводится экономическое обоснование проведенных исследований на примере использования термобурового способа для бурения скважин.

Экономический расчет произведен в соответствии с "Основными методическими положениями по определению экономической эффективности научно-исследовательских работ". Расчет произведен в сравнении с ранее применяемым котлованным способом закладки геодезических знаков в районе Крайнего Севера, на примере предприятия ГУГК. Результаты расчеты приведены в таблице № 4.

Таблица 4

№ пп	Показатели	Размерность	Котлованный способ	Огневой способ
1.	Годовой объем работ	знаков	13,6	175
2.	Себестоимость работ	руб.	6170	60090
3.	Себестоимость закладки одного знака	руб.	453	348
4.	Удельные капитальные затраты	руб.	1,47	8,0
5.	Сумма экономии по годам	руб.		
	1967		-	38150
	1968		-	76300
	1969		-	152600
	1970		-	95975

Ватраты на научно-исследовательскую работу, приведенные к 1970 г. составляют 52638 руб. Характеристика эффективности научно-исследовательских работ $\chi_c = 6,8$

В А К Л Ю Ч Е Н И Е

В работе решены вопросы расширения области применения термического способа для направленного разрушения мерзлых горных пород в районах распространения криолитозоны.

Несмотря на высокую эффективность термобурения, использование его, особенно в труднодоступных районах Заполярья и высокогорья, ограничивается большим весом оборудования и неизученностью некоторых закономерностей процесса разрушения мерзлой породы под действием высокотемпературного газового потока.

Создано экономичное, легкотранспортабельное термобуровое оборудование, позволяющее с большим экономическим эффектом применить термобурение при значительной рассредоточенности объектов строительства и небольшом объеме работ на каждом объекте. Конструктивные усовершенствования введенные в горелку позволили на порядок повысить удельную производительность термобуровых установок.

Установлено, что помимо гранулометрического состава на производительность бурения значительное влияние оказывает влажность (льдонасыщенность) мерзлого грунта. По влагосодержанию мерзлые грунты условно разделены на три категории: большой, средней и малой влажности. Отношение грунта к той или иной категории определяется по характеру продуктов разрушения выбрасываемых из скважины в процессе бурения. Составлена шкала энергозатрат термобуразрушаемости в зависимости от категории влажности и типа мерзлых грунтов.

Разработана технология бурения грунтов различной влажности и гранулометрического состава. Применение новой технологии в п. Диксон при бурении скважин под свайное основание сооружений повысило производительность бурения на 11%.

Предложена методика определения глубины бурения льда. Определен предел глубины бурения термобуровой установки ЛТБУ-1. Установлено, что основное влияние, ограничивающее глубину бурения, оказывает давление в призабойном пространстве, которое в исследованном интервале глубин изменяется по линейной зависимости. Для снижения давления, а следовательно и увеличения глубины бурения, необходимо из скважины откачивать воду, образующуюся в процессе плавления льда.

Разработана методика и определен показатель эффективности энергозатрат огневого бурения льда. Рассмотрены два показателя эффективности: для плавления льда в объеме скважины и для чистого бурения. Установлено, что с увеличением глубины скважины эффективность плавления льда растет, а эффективность чистого бурения падает. Доказано, что время восстановления мерзлотного режима зависит как от физических свойств грунта, так и от скорости бурения. В процессе выполнения работ термобуровыми установками пробурено более 22000 метров скважин в мерзлых грунтах и около 1200 м во льду высокогорных ледников.

На основании проведенных исследований разработано ряд технологических приемов и конструктивных решений для направленного разрушения мерзлых горных пород: проходка канав, щелей и шурфов, отбор проб горной породы. Технологические приемы и конструкции защищены авторскими свидетельствами.

Материалы диссертации докладывались и обсуждались на первой Всесоюзной конференции по новым физическим методам разру-

шения минеральных сред в 1966 г. (г.Алма-Ата), на второй Всесоюзной конференции по термомеханическим методам разрушения горных пород в 1972 г. Арктикстрой (п.Диксон) и в Институте физики и механики горных пород АН Киргизской ССР.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО МАТЕРИАЛАМ ДИССЕРТАЦИИ

1. Конструкция бесштангового термобурового снаряда для расширения скважин. Труды института горного дела АН КазССР, том 9, 1962г. (Соавторы: А.В.Бричкин, А.Н.Генбач, В.В.Перевертун).
2. Огневое бурение ледников в высокогорных условиях. Изв. Всесоюзного географического общества, том 9, 1967г. (Соавторы: А.В.Бричкин, А.В.Боев).
3. Огневой способ бурения скважин для закладки центров пунктов триангуляции в районах многолетней мерзлоты. Труды Всесоюзной конференции "Новые физические методы разрушения минеральных сред", изд. Недра, 1970г. (Соавторы: М.Ю.Борецкий, Г.В.Маслов).
4. Температурный режим в скважинах, полученных термическим бурением в многолетнемерзлых грунтах. Геодезия и картография № 6, 1970г. (Соавторы: М.Ю.Борецкий, Г.В.Маслов).
5. К вопросу бурения льда огнем способом. Материалы гляциологических исследований. Хроника, обсуждения, № 18, Москва, 1971 г.
6. Влияние влажности мерзлого грунта на его термобуримость. Труды II Всесоюзной научно-технической конференции "Термомеханические методы разрушения горных пород", часть 4, (Соавторы Т.В.Рослякова).
7. Авторское свидетельство на изобретение № 287229 от 8.07.1969 г. "Многосопловая горелка". Опубликовано 19.11-1970г.; бюллетень № 85. (Соавторы: А.В.Бричкин, А.Н.Генбач, Б.Н.Кудасов, А.В.Боев).
8. А.С. № 201269 от 31.03.1966г. "Автоматическое пусковое устройство для управления горелками термобуров и терморезаков". Опубликовано 08.09.1967г.; бюллетень № 18 (Соавторы: А.В.Бричкин, А.Н.Генбач, М.И.Спасенов, Е.В.Окуньков, К.А.Захваткин).
9. А.С. № 246373 от 30.10.1967г. "Устройство для обработки изделий из камня горелкой ракетного типа". Опубликовано 11.05.1969г.; бюллетень № 20. (Соавторы: А.В.Бричкин, Е.В.Окуньков, А.Н.Генбач, Ю.Н.Бабин, С.М.Сейтбаталов, М.И.Спасенов, И.Х.Ерофеев).
10. А.С. № 388635 от 17 ноября 1967 г. "Устройство для термического разрушения горных пород". Опубликовано 15.05.1972г.; бюллетень № 18. (Соавторы: А.В.Бричкин, А.Н.Генбач, В.В.Поветкин).
11. А.С. № 341942 от 7 декабря 1970г. "Способ проходки шурфов во льду". Опубликовано 14.06.1972г.; бюллетень № 19. (Соавторы: А.Н.Генбач, М.Т.Аубакиров, Г.В.Маслов, В.И.Архипкин).