Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова.
1988. Т. 116

УДК 622.242.2

РАЗРАБОТКА ШНЕКОВЫХ КОЛОНКОВЫХ СНАРЯДОВ ДЛЯ БУРЕНИЯ СНЕЖНО-ФИРНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ АНТАРКТИДЫ

С.П.ЖИГАЛЕВ, А.М.ШКУРКО

В последние годы все более пристальное внимание к Антарктическому континенту проявляют многие страны мира. Одной из причин такого интереса является наличие запасов различных видов полезных ископаемых, открытых советскими и иностранными геологами. Однако найденные месторождения располагаются на обнаженных участках материка (не покрытых льдом), площадь которых составляет всего около 2 % площади Антарктиды.

Геологическое изучение остальной территории континента осложняется наличием ледникового покрова, мощность которого колеблется от нескольких до 4000 м. Поэтому на современном этапе важное значение приобретает геологическая съемка и поиски месторождений полезных ископаемых на участках погребенных подо льдом. Выполнение этой задачи возможно только при бурении широкой сети разведочных скважин.

Лед является специфической горной породой, которая отличается от всех прочих пород своими физико-механическими и реологическими свойствами поэтому для проходки в нем скважин требуется разработка новых технических средств и технологии бурения.

Практика более чем 30-летних исследований Антарктиды дала немало технических решений, позволяющих успешно проходить скважины в ледниковой толще. Советскими специалистами достаточно хорошо отработан способ бурения "сухих" и залитых скважин термобуровыми снарядами на грузонесущем кабеле. Немалый опыт накоплен и зарубежными специалистами. Однако для проведения геолого-съемочных и поисковых работ этот способ бурения непригоден из-за невозможности бурения скважин в подстилающих горных породах с целью отбора проб.

Свободным от данного недостатка является механический способ бурения который позволит успешно проходить как ледовую толщу, так и подледниковые породы.

При разработке технических средств и технологии бурения скважин для геологических целей можно выделить три зоны, каждая из которых требует решения сугубо специфических задач: а) снежно-фирновая зона; б) зона сплошного льда; в) подстилающие горные породы. В данной работе изложены первые опыты по разработке технических средств и технологии бурения снежно-фирновых отложений.

Мощность снежно-фирновых отложений в Антарктиде колеблется от I до 100 м. Основной сложностью при бурении механическим способом этой зоны является удаление шлама с забоя скважины. Применение низкотемпературных промывочных жидкостей для этих целей невозможно из-за высокой проницаемости фирна, которая приводит к полному их поглощению.

Экспериментальные полевые работы по использованию охлажденного воздуха в качестве очистного агента показали, что практически весь воздух, подаваемый на забой, уходит в поры фирна, при этом шлам, уплотняясь, остается в зоне забоя, препятствует углубке скважины и может привести к прихвату снаряда.

Проведенные в ЛПИ экспериментальные лабораторные и полевые исследования показали, что одним из эффективных способов проходки скважин в снежно-фирновых отложениях является способ с применением шнековых колонковых снарядов. В практике буровых работ существует множество конструкций шнековых снарядов, разработанных для различных геологических условий, но ни один из них не может быть использован для бурения снежно-фирновых отложений.

Первый макет трехзаходного шнекового снаряда для бурения по снегу и фирну был разработан ВИТРом, который совместно с ЛПИ принимал участие в научно-исследовательских работах по разработке технических средств и технологии бурения шельфовых ледников и подледниковых пород на основе хозяйственного договора с ПГО «Севморгеология".

Трехзаходный шнековый транспортер с шагом винтовой реборды $h_{ш}$ = = 120 мм был смонтирован на колонковой трубе диаметром 73 мм. Верхняя часть шнекового колонкового снаряда снабжена шламоприемными окнами, через которые шлам со шнекового транспортера попадает внутрь колонковой трубы.

Шнековый колонковый снаряд был укомплектован специальными буровыми коронками с тремя съемными резцами. В корпусе коронки смонтированы керноприемники. Снаряд рассчитан на бурение скважин диаметром 100 мм и получение керна диаметром 60 мм.

Полевые испытания снаряда были проведены в 29-й советской антарктической экспедиции (САЭ) на базе «Дружная". При испытании снаряда наблюдалось значительное шламование шнекового транспортера, шламоприемных окон и заклинивания керна шламом. Однако испытания показали, что шнековые колонковые снаряды вполне пригодны для проходки снежно-фирновых отложений. Вышеуказанные недостатки вызваны отчасти конструктивными недоработками, в частности, большим шагом винтовой реборды и малыми размерами шламоприемных окон.

Основываясь на результатах полевых испытаний, в ЛПИ был разработан и изготовлен усовершенствованный колонковый снаряд. При разработке конструкции шнекового колонкового снаряда были использованы результаты исследований вертикальных шнековых транспортеров, проведенные О.Д.Алимовым, Л.Н.Башкатовым и другими [I-3].

Методика расчета, предложенная О.Д.Алимовым [I], позволяет определить следующие параметры колонкового шнекового снаряда: зазор между шнеком и

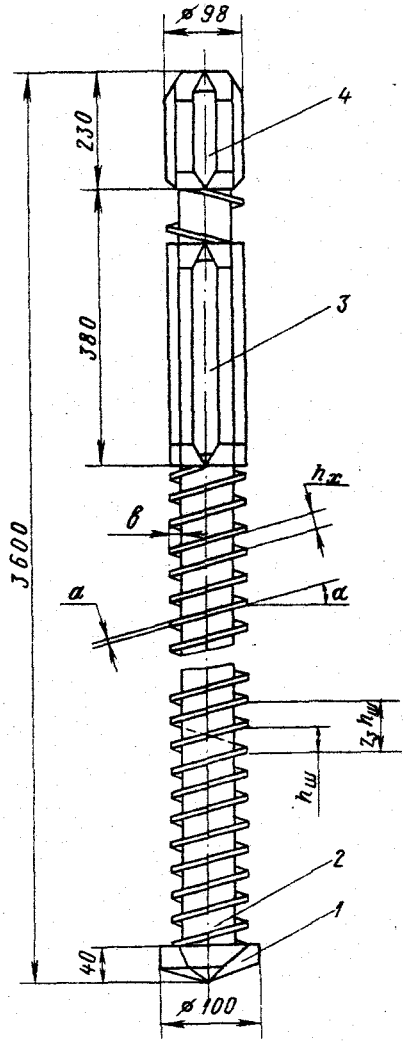


Рис.1. Схема шнекового колонкового снаряда
1 – коронка КШ1-73/100; 2 – шнековый механизм; 3 – шламоприемник; 4 – фрезерный переходник с окнами

стенкой скважины $\Delta = (0{,}03\text{–}0{,}06)D_{скв}$, радиус шнека (внешний радиус винтовой реборды) $r = r_{скв} - \Delta$; узел подъема винтовой реборды α; толщина реборды шнека a; ширина реборды b; ход винтовой реборды h_x; число заходов винтовой реборды $z_э$.

Исходя из условий бурения в Антарктиде и применяемого оборудования, при расчете приняты следующие исходные данные: $r_{скв} = 58$ мм; $v = 10$ м/с; $f_c = 0{,}1$; $f_ш = 0{,}07$; $\omega = 280$ об./мин (вторая скорость станка СКБ-4); транспортируемый материал – снег.

При указанных исходных данных получены следующие конструктивные параметры для разработки шнекового колонкового снаряда: $\Delta = 2$ мм; $r = 56$ мм; $\alpha = 17°$; $h_x = 81$ мм; $a = 5$ мм; $z_э = 2$ мм; $h_ш = 40$ мм.

На основе полученных расчетных данных разработан и изготовлен шнековый колонковый снаряд, который отличается от предыдущего меньшим числом заходов и меньшим шагом реборды (рис.1).

Техническая характеристика колонкового шнекового снаряда

Диаметр бурения, мм	100
Диаметр колонковой трубы, мм	73
Диаметр шнека, мм	98
Длина, мм	3600
Длина шламоприемника, мм	380
Размер окон шламоприемника, мм	200 x 50
Количество шламоприемных окон, шт.	2
Длина фрезерного переходника, мм	230
Размер окон фрезерного переходника, мм	130 x 50

В новой конструкции снаряда шламоприемные окна, расположенные в верхней части шнекового механизма, значительно увеличины по сравнению с предыдущим вариантом и имеют направляющие козырьки для приема шлама. Выше шламоприемника установлен специальный фрезерный переходник с окнами для сбора шлама и снега, осыпающегося со стенок скважины.

Буровая коронка, используемая в первом варианте шнекового снаряда, имела один существенный недостаток. Винты, с помощью которых крепились рез-

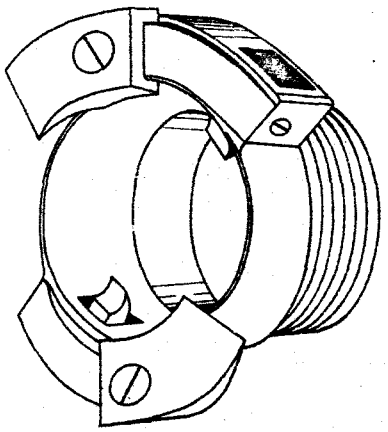


Рис.2. Коронка КШ1-73/100

цы к корпусу коронки, не выдерживали возникающих нагрузок. Новая конструкция коронки КШ1-73/100 лишена этого недостатка, так как резцы ее составляют одно целое с корпусом (рис.2).

Техническая характеристика коронки КШ1-73/100

Диаметр корпуса, мм:	
наружный	73
внутренний	65
Диаметр бурения, мм	100
Передний угол, град.	30
Задний угол, град.	3-5
Количество резцов, шт.	2
Материал	Сталь 40Х по ГОСТ 4543-71
Твердость резцов	210 НВ

Данная конструкция шнекового колонкового набора была испытана в полевых условиях при выполнении буровых работ на базе "Дружная" в летний сезон 30-й и 31-й САЭ. Результаты полевых испытаний снарядов приведены в таблице.

Технико-экономические показатели бурения снежно-фирновых отложений шнековыми колонковыми снарядами[x]

Тип снаряда	Номер экспедиции	Номер скважины	Параметры бурения				Интервал бурения, м
			Частота вращения, об./мин	Осевая нагрузка, МПа	Средняя механическая скорость, м/ч	Средняя длина рейса, м	
Трехзаходный шнековый колонковый снаряд	29	2	155	0,6	15,0	0,45	0-47,0
Двухзаходный шнековый колонковый снаряд	30	2	280	0,6	36	0,5	0-60,0
	31	4	155	0,6	55	0,77	0-55,5
	31	5	280	0,6	50	0,85	0-22,0
	31	5	155	0,8	50	0,45	22-44,6
	31	6	155	0,6	55	0,42	0-40,0

[x] Диаметр скважины всегда 100 мм.

В сезон 30-й САЭ было выполнено 124 рейса, средняя проходка на рейс составила 0,5 м, средняя механическая скорость 36 м/ч. Производительность за смену, по сравнению с 29-й САЭ, возросла в 3,7 раза.

Шнековый снаряд, оснащенный коронкой КШ1-73/100, показал себя работоспособным и пригодным для проходки снежно-фирновых отложений. Прихватов

снаряда в скважине и образования сальников на снаряде не наблюдалось.

При бурении скважины № 5 в 31-й САЭ в интервале 0–22 м длина рейса достигала 0,8–1,0 м, механическая скорость 50 м/ч. Керн, получаемый при бурении, высокого качества. В интервале 22–45 м скорость проходки снизилась. Керн выходил в виде шайб. Имелись случаи зашламования коронки и образования сальников. Проходка за рейс уменьшилась и составила 0,4–0,5 м. Это, по всей вероятности, вызвано переслаиванием фирновых отложений различной плотности, невозможностью равномерной подачи инструмента на забой с высокой частотой вращения, а также шероховатостью транспортера и колонковой трубы. Поэтому при бурении интервала 22,0–45,0 м частота вращения бурового снаряда была снижена до 155 об./мин, а осевая нагрузка увеличена до 0,8 МПа. .

Результаты испытаний разработанного шнекового колонкового снаряда, оснащенного коронкой КШ1-73/100, подтвердили выводы, сделанные на основе работ, проведенных в 30-й САЭ, о работоспособности данного снаряда и его пригодности для проходки снежно-фирновых отложений.

Однако результаты испытаний показали, что наряду с выбором оптимальной геометрии шнекового транспортера, важную роль при транспортировке шлама играют силы трения шлама о поверхность снаряда, а также адгезионные свойства материала снаряда, которые приводят к налипанию шлама. Одним из способов уменьшения силы трения является повышение чистоты обработки деталей снаряда, однако это не снижает адгезионных свойств металла.

Проведенные опытно-конструкторские работы, полевые и лабораторные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Разработанные конструкции двухзаходного шнекового колонкового снаряда и двухрезцовой коронки КШ1-73/100 позволяют с высокой эффективностью осуществлять проходку скважин в снежно-фирновых отложениях.

2. Для уменьшения адгезионных свойств металла, из которого изготовлены шнековые колонковые снаряды, и коэффициентов трения на поверхности снаряда необходимо наносить антиадгезионные покрытия с низким коэффициентом трения, например, полимерными веществами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алимов О.Д., Минтасов В.К., Мамасаидов М.Г. Теория вертикальных шнековых механизмов. Фрунзе : Илим, 1978. 162 с.

2. Башкатов Д.Н., Олоновский Ю.А. Вращательное шнековое бурение геолого-разведочных скважин. М. : Недра, 1968. 192 с.

3. Танов Е.И., Площадный В.Я. Шнековый буровой инструмент : Справочник. М. : Недра, 1985. 109 с.