

062.67

7-18

Е.И.ТАНОВ, В.Я.ПЛОЩАДНЫЙ

Шнековый буровой инструмент

СПРАВОВОЕ ПОСОБИЕ

2013

622.24(083) 4/930

Тш-18 | Ткаков Е. И.

Школовский Буровой

числительная таблица

1985г. | | 0=1/6

Книга должна быть возвращена не
позже указанного здесь срока

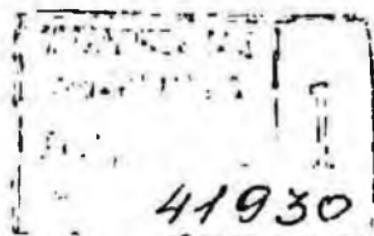
Количество предыдущих выдач _____

4/xii - 155

7-18
Е.И.ТАНОВ, В.Я.ПЛОЩАДНЫЙ

Шнековый буровой инструмент

СПРАВОЧНИК



МОСКВА „НЕДРА“ 1985

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

Систематизированы сведения по шнековому буровому инструменту, применяемому для бурения разведочных скважин. Даны рекомендации по выбору типов шнеков в зависимости от геологических условий, рациональным режимам бурения и методам эксплуатации породоразрушающего инструмента. Описан вспомогательный буровой инструмент. Кратко изложена технология изготовления шнекового инструмента в производственных условиях. Приведены технико-экономические показатели шнекового бурения по различным регионам страны. Освещены перспективы дальнейшего совершенствования шнекового бурения.

Для широкого круга специалистов-геологоразведчиков, занятых бурением разведочных скважин с целью сейсморазведки, инженерно-геологических и гидрогеологических исследований, а также поисков и разведки месторождений строительных материалов.

Табл. 20, ил. 62, список лит.—20 назв.

Рецензент: С. И. Голиков (Миннео СССР)

Т 1904050000—038 119—85
043(01)—85

В Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года, принятых XXVI съездом КПСС, большое внимание уделено развитию отраслей промышленности, в которых значительный объем занимает бурение скважин различного целевого назначения.

Среди многих способов бурения шнековое является наиболее производительным при бурении неглубоких (50—70 м) скважин в мягких и средней крепости породах. В настоящее время шнековое бурение нашло широкое применение в сейсморазведке, при поисках и разведке месторождений строительных материалов и инженерно-геологических изысканиях, а также для поисков и разведки водоносных горизонтов и сооружения скважин на воду. При открытых разработках угольных месторождений и месторождений строительных материалов взрывные скважины бурятся часто также шнековым способом. Таким образом, шнековое бурение используется при разведке и добыче большого числа полезных ископаемых.

Благодаря разработке шнекового инструмента большого диаметра стала возможной замена ручной проходки шурфов бурением скважин большого диаметра в осадочном чехле. Шнековый способ бурения не требует применения промывочной жидкости, что особенно повышает его эффективность в безводных районах Средней Азии и Казахстана и северных районах страны, значительно упрощает организацию буровых работ.

В данной книге авторы приводят широкую гамму шнекового бурового инструмента для самых различных горно-геологических условий. Освещены вопросы технологии шнекового бурения, изготовления инструмента, приведены технико-экономические показатели шнекового бурения.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ШНЕКОВОМ БУРОВОМ ИНСТРУМЕНТЕ

Шнековое бурение является разновидностью вращательного бурения. Как и всякий снаряд для вращательного бурения, шнековый снаряд включает породоразрушающий инструмент: долото и колонну бурильных труб, выполненную в виде шнекового транспортера. По сравнению с гладкоствольной бурильной колонной шнековая не только передает долоту крутящий момент и осевые нагрузки, но и транспортирует разрушенную долотом породу на поверхность.

§ 1. УСЛОВИЯ РАБОТЫ ШНЕКОВОГО ТРАНСПОРТЕРА

Исследованиями Д. Н. Башкатова [3] установлено, что для надежной работы шнекового транспортера необходимо, чтобы угол винтовой линии спирали был меньше угла трения породы о поверхность шнека. Разность частот вращения шнеков и породы обусловлена разницей величин трения породы о стенки скважины и поверхность спирали транспортера.

Минимальная частота вращения, при которой трение породы о стенки скважины достигает максимального значения, определяется по формуле [3]

$$n_{\min} = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{g(\operatorname{tg} \alpha + f)}{f' R_n (1 - f \operatorname{tg} \alpha)}}$$

где g — ускорение свободного падения; α — угол наклона винтовой линии шнека; f — коэффициент трения породы о поверхность шнека; f' — коэффициент трения породы о стенки скважины; R_n — переменный радиус от оси шнека до рассматриваемой частицы породы.

По данным Н. А. Лапина $f=0,3 \div 0,5$, $f'=0,8 \div 1,0$.

При работе шнека всей шириной спирали R_n равно радиусу r вала шнека и

$$n = \frac{30}{\pi} \sqrt{\frac{g}{f_r} \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)}$$

где α — угол наклона винтовой линии поверхности шнека, φ — угол трения породы о поверхность шнека.

Производительность шнекового транспортера должна быть не меньше производительности долота с учетом разбуривания скважины и разрыхления породы. Взаимосвязь необходимой частоты вращения шнеков и углубления за оборот определяется исходя из возможной производительности шнекового транспортера с учетом заполнения шнека, равного 0,1—0,3 шага спирали, и разрыхления породы. Коэффициент разрыхления породы принимается 1,3—1,6.

Для бурения скважин диаметром 76—380 мм, как показывают расчеты и производственный опыт, оптимальная частота вращения инструмента равна 1,5—2,2 с⁻¹, а при забуривании — 0,8—1,1 с⁻¹.

С увеличением диаметра бурового шнека до 1100—1300 мм минимальная частота вращения инструмента, при которой возможно вертикальное транспортирование породы, уменьшается до 0,3—0,6 с⁻¹. Этот факт объясняется повышенным коэффициентом заполнения шнека, при котором появляется возможность осевого перемещения породы под действием сил трения о стенки шурфоскважины и сил проталкивания, обусловленных перемещением тела волочения по забою [4].

Бурение скважин шнековым способом производится сплошным или кольцевым забоем. Бурение сплошным забоем осуществляется непрерывным рейсом (поточное бурение), рейсовыми заходками (рейсовое бурение) и завинчиванием.

При поточном бурении разрушенная порода непрерывно выносится из скважины на поверхность шнековой колонной, которая по мере погружения в породу наращивается дополнительными шнеками.

Рейсовое бурение состоит из последовательных циклов (рейсов), включающих погружение шнека с долотом в породу и последующее его извлечение из скважины с породой. Разновидность рейсового бурения — бурение с «холостым» вращением (без углубления) колонны шнеков в скважине. В этом случае разрушенная порода периодически поднимается на поверхность без подъема шнеков.

Винтовое бурение (завинчивание) отличается от рейсового шнекового бурения тем, что шнековую колонну со спиральным долотом завинчивают в породу на такую глубину, при которой ее можно извлечь из скважины без вращения.

§ 2. ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ШНЕКОВОГО БУРЕНИЯ

Начало широкого использования шнекового бурения приходится на конец 50-х гг. Наряду с другими способами вращательного бурения технологии шнекового бурения в последние годы получила дальнейшее развитие и в настоящее время обеспечивает высокоэффективное ведение буровых работ в различных отраслях народного хозяйства.

Большой вклад в разработку и создание новых видов шнекового инструмента внесли Д. Н. Башкатов, В. Я. Беспалов, Н. А. Лапин, Ю. А. Олоновский, Б. А. Катанов, В. А. Перетолчин и др.

Наибольший объем шнекового бурения, достигающий 20 млн. м в год, выполняется при сейсмических методах разведки земной коры. Скважина при этом служит для заложения на глубину заряда взрывчатого вещества в целях создания при его взрыве упругих колебаний земной коры. Глубина скважин составляет от 5 до 50 м, и бурение ведется поточным методом сплошным забоем.

Широкое применение шнековое бурение находит при поисках и разведке месторождений строительных материалов и геолого-съёмочных работах. Объемы работ, выполненных организациями Министерства геологии СССР за десятую пятилетку, приведены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, объемы шнекового бурения ежегодно увеличиваются.

Шнековое бурение без применения промывочной жидкости является незаменимым для бурения в рыхлых отложениях при наличии жестких требований к качеству опробования строительного сырья.

Таблица 1

Наименование организации	Объем бурения по годам, тыс. м					Всего за десятилетие
	1976	1977	1978	1979	1980	
Всего по Министерству геологии СССР	622,4	591,3	561,8	605,2	765,5	2536,8
В том числе:						
организации союзного подчинения	32,4	54,7	62,7	89,0	93,7	332,5
Министерство геологии РСФСР	96,3	91,8	111,3	103,2	108,6	511,2
Министерство геологии УССР	94,6	100,0	80,8	45,3	150,2	471,9
Министерство геологии Узбекской ССР	—	—	7,8	—	32,7	40,5
Министерство геологии Казахской ССР	346,1	303,9	268,6	323,4	266,2	1507,7
Управление геологии Белорусской ССР	47,6	38,4	28,7	44,2	62,0	204,5

В большинстве случаев применяется рейсовое бурение. Длина рейса составляет 0,5—1,5 м. При изучении водоносных песков, глинистых пород текучей консистенции, илов, торфов и подобных пород применяется винтовое бурение.

При гидрогеологических работах в инженерно-геологических изысканиях также используется шнековое бурение. По данным Б. М. Ребрика [18], только в изыскательских организациях шнековым способом бурится ежегодно 600—800 тыс. м, что составляет около 15% от общего объема буровых работ. Благодаря новым разработкам, позволяющим получать при шнековом бурении образцы грунта с ненарушенной структурой при сохранении высокой производительности, область применения шнекового бурения еще расширится.

Создание устройств для отбора пробы воды и флюида в процессе бурения позволяет рекомендовать шнековый способ бурения при проведении геохимической и гидрогеологической съемок.

Шнековые буры большого диаметра (700—1100 мм) применяются при проходке шурфов бурением. Рабочим органом этих буров является шнек, к нижним кромкам винтовых лопастей которого укреплены ножи. Глубина бурения шурфоскважин шнековыми бурами достигает 15—50 м. Объем шурфопроходческих работ, выполняемый ежегодно разными организациями, составляет 800 тыс. м, из них до 40% выполняется бурением.

Вопросами совершенствования шнекового инструмента для проходки шурфов успешно занимались Б. И. Воздвиженский, Н. И. Куличкин, С. А. Брылов, Л. Г. Грабчак и др. Разработанные ими технологические схемы и инструмент значительно расширили область применения шурфобурения и повысили его эффективность.

§ 3. ТИПЫ БУРОВОГО ШНЕКОВОГО ИНСТРУМЕНТА

В зависимости от решаемых геологических и технологических задач весь многочисленный шнековый инструмент, используемый в различных областях народного хозяйства, можно разделить на три группы шнеков: обычные буровые, полые и специальные.

Обычные буровые шнеки представляют собой трубу диаметром до 100 мм с соединительными замками на концах и приваренной к трубе винтовой лопа-

стью, ширина которой, как правило, равна или больше радиуса трубы. К конструкции соединительных замков предъявляются требования по передаче необходимых крутящего момента и осевой нагрузки и скорости их соединения и разъединения.

Полые буровые шнеки имеют трубу диаметром до 170 мм с соединительными замками на концах и приваренной к трубе винтовой спиралью, ширина которой значительно меньше радиуса трубы. К конструкции соединительных замков полых шнеков предъявляются дополнительные требования — обеспечить проходное сечение, минимально отличающееся от сечения лопасти трубы шнека.

Специальные буровые шнеки по конструктивным признакам могут быть отнесены к обычным или полым шнекам. Их конструктивная особенность определяется дополнительными технологическими требованиями — значительным увеличением диаметра скважины или видом геологических исследований.

ГЛАВА II

БУРОВЫЕ ШНЕКИ

Параметры шнеков, используемых в бурении, определяются требованиями, вытекающими из горно-геологических условий, назначения скважин и типа буровой установки.

С учетом этих требований выбираются наружный диаметр шнека, шаг винтовой полосы, ширина и толщина спирали и тип замкового соединения. Диаметр трубы шнека, ширину и шаг винтовой полосы уточняют по выбранному наружному диаметру. В глинистых породах рекомендуется использовать шнеки с шагом спирали 0,45—0,5 наружного диаметра шнека, в мягких и влажных породах — 0,5—0,7 диаметра, а в плотных и сухих породах — 0,8—1 диаметра. Толщина спирали колеблется от 2 до 10 мм. Буровые шнеки диаметром до 250 мм выполняются, как правило, однозаходными, а большего диаметра — одно- и двухзаходными.

При бурении мягких пород, содержащих твердые включения в виде гальки и гравия, обычные шнеки деформируются и сильно изнашиваются. В этих случаях над долотом устанавливают 1—3 утяжеленных шнека с утолщенными спиралями до 8—10 мм. Утяжеленные шнеки помимо своей основной функции по транспортировке породы выполняют задачу утяжеленных бурильных труб (УБТ), стабилизируя работу шнекового бурового вала [2, 3]. Для повышения долговечности шнеков применяют также сменные спирали.

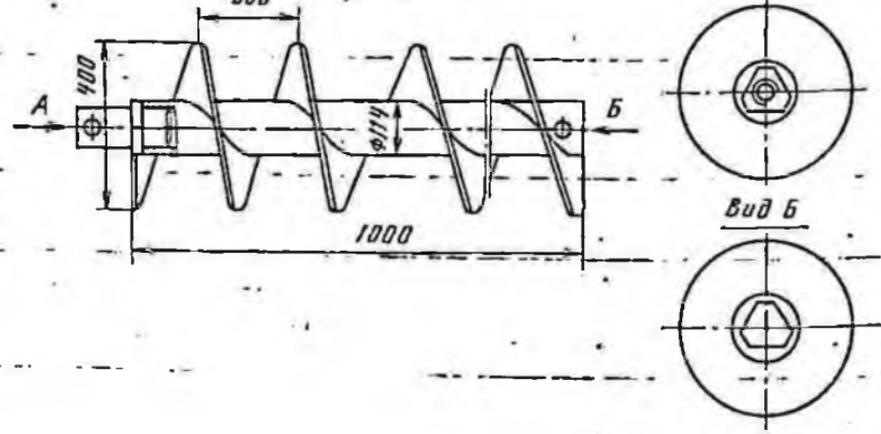
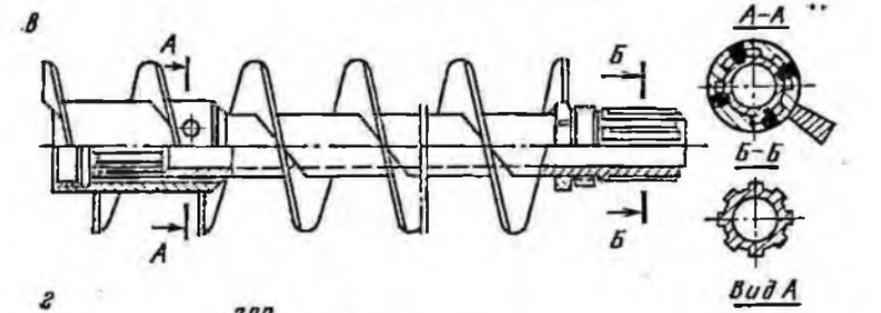
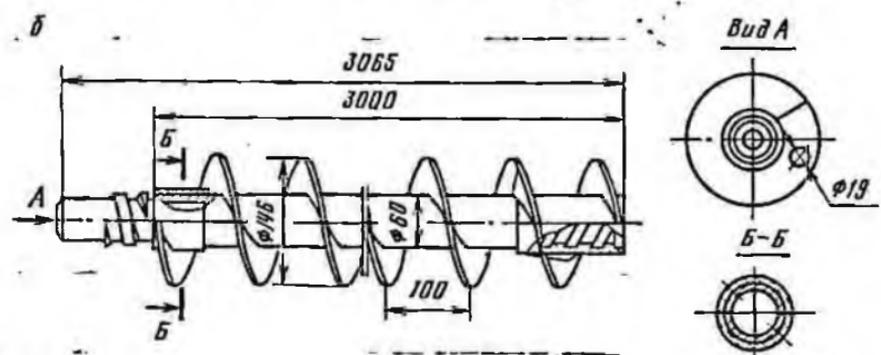
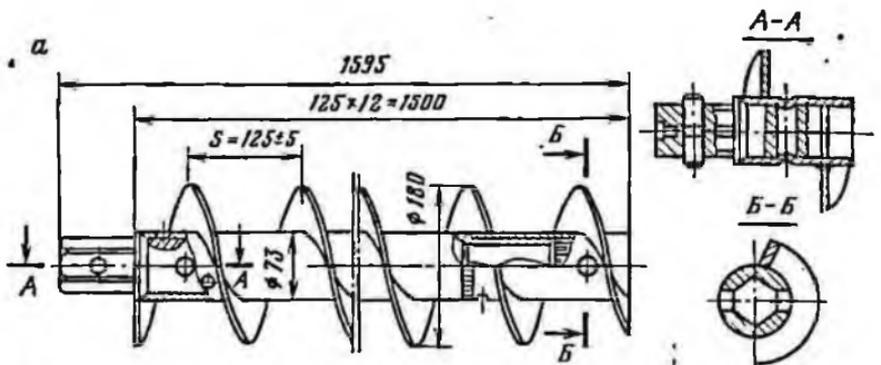
Технические характеристики шнеков, используемых при бурении скважин различного назначения, приведены в табл. 2.

Длина шнеков определяется высотой мачты буровых установок, весом шнека с породой, длиной рейса и составляет 1—3 м.

Соединение шнеков между собой осуществляется с помощью полузамков, приваренных к их концам.

Конструктивно шнеки различаются главным образом размерами и типами замковых соединений, которые при работе испытывают от крутящего момента

Диаметр шнека, мм	Размер трубы шнека, мм	Шаг спирали, мм	Размер спирали, мм	Тип замкового соединения	Длина шнека, мм	Масса шнека, кг	Тип буровой установки	Рекомендуемые области применения
1	2	3	4	5	6	7	8	9
65	25	50	20×2	Резбовое, ленточная резьба	1240	4,3	М-1 и КМ-10	Бурение картировочных скважин в песчано-глинистых породах II—IV категорий по бурности
70	25	55	23,5×2	Резбовое, ленточная резьба: d=18 мм, шаг 6 мм	1000	4,0	УКБ-12/25	То же
92	42	60	25×3	Быстросъемное соединение	1240	7,4	М-1 и КМ-10	»
100	42	60	29×3	То же	1000	6,2	УКБ-12/25	»
107	57×3,5	65	25×4	Штыревое прямоугольного сечения с соединительным пальцем	1950	19,5	ПБС-110/25М	Бурение взрывных скважин в карьерах
120	63,5×6	80	28×4	Шестигранный замок с соединительным пальцем	1300	15,0	БС-3А УРБ-1В	Бурение взрывных скважин в сейсмозведке
135	73×6	100	30×5	То же	1500	26,65	УГБ-50М	Бурение гидрогеологических и инженерно-геологических скважин, а также поисковых скважин на строительные материалы в породах I—XII категорий по бурности
140	89×4	85	25×5	Квадратный с цилиндрической направляющей и соединительным пальцем	3000	47	УШБ-15 УШБТ-М	Бурение сейсмозведочных скважин в породах I—IV категорий по бурности
146	60×5	100	43×5	Цилиндрическая резьба, шаг 32 мм	3000	42	УШБ-12 УШБ-13	То же
148	73×6	120	37×5	Шлицевое соединение с соединительным пальцем	3000	52	УШБ-15 УШБ-16	»
150	73×6	100	38×5	Шлицерезьбовое соединение	1800	30	СВБ-3	Бурение взрывных скважин в карьерах по породам I—V категорий по бурности
155	76×6	100	39×5	Штыревое прямоугольного сечения с соединительным пальцем	1800	31,6	ПВБ-150 СВБ-2	То же
160	89×6	110	35×5	Шестигранный замок с соединительным пальцем	2500	62	УШ-2Т	Бурение сейсмозведочных скважин
180	60×5	120	60×5	Торцовые кулачки с соединительным пальцем	3000	50	УШБ-11 УШБ-12	То же
180	76×6	125	53,5×5	Шестигранный замок с соединительным пальцем	1500	31,65	УГБ-50М	Бурение гидрогеологических и инженерно-геологических скважин, а также поисковых скважин на строительные материалы
200	63,5×6	100	68×5	То же	1300	27,8	БС-3А	То же
230	89×6	166	70×6	»	1500	42	УГБ-50М	»
260	127×5	180	66,5	»	2180	67	УГБХ-150	»
370	168×7	200	101×6	»	2180	115,0	УГБХ-150	Бурение скважин большого диаметра для различных целей в песчано-глинистых и гравийно-галечниковых отложениях
400	114×8	200	145×7	Трехгранное соединение с соединительным пальцем	1000	50	УШБМ-16	То же
475	168×7	200	153×6	То же	2185	155	УГБХ-150	»



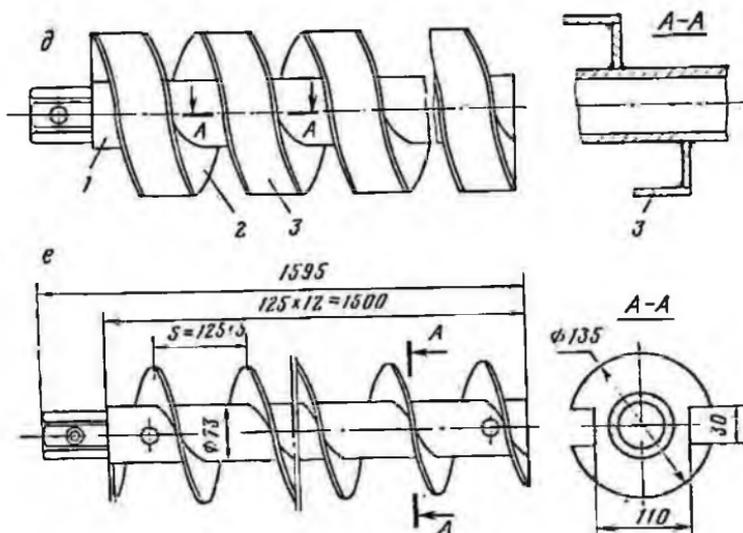


Рис. 1. Буровые шнеки:

а — с шестигранным замком; б — с резьбовым соединением; в — со шлицевым соединением; г — с трехгранным замком; д — с дополнительной ребордой; 1 — труба, 2 — винтовая лопасть, 3 — дополнительная реборда, е — шнеки для буровых установок с роторным вращателем

и осевой нагрузки суммарные напряжения кручения, изгиба и смятия. Поэтому к замковым соединениям предъявляются повышенные требования по прочности, непрерывности винтовой полосы в месте соединения, по простоте технологии изготовления.

§ 1. ТИПЫ ШНЕКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

В настоящее время применяются буровые шнеки со следующими типами замковых соединений: шестигранным, квадратным, трехгранным, резьбовым, шлицевым, со шпоночным пазом (рис. 1).

Шнеки с шестигранным соединением

Шестигранными хвостовиками снабжены шнеки, которыми комплектуются буровые установки БС-3А, УГБ-50М, УГБ-150Б и УРБ-2В (рис. 1, а). Хвостовик при соединении входит в шестигранную втулку и закрепляется соединительным пальцем. Обе соединительные части запрессованы в концы трубы, заварены по ее торцу и схвачены с ней электрозаклепками.

В шестиграннике хвостовика имеются два отверстия: одно — вдоль оси, в котором находится стопорное устройство для соединительного пальца, и другое, перпендикулярное к оси шнека, для помещения соединительного пальца (шпильки). Стопорное устройство состоит из фиксатора, пружины и пробки.

При соединении шнеков отверстия в хвостовике и муфте совпадают и в них вставляется соединительный палец, который отжимает фиксатор. Послед-

ний западает в канавку на пальце и препятствует его выпаданию во время бурения.

Крутящий момент во время бурения передается через шестигранник, грани которого испытывают напряжение смятия. Соединительный палец крутящего момента не передает, так как отверстие в муфте сделано больше диаметра пальца. Поэтому грани шестигранника вступают в работу раньше, чем боковая поверхность пальца коснется поверхности отверстия. Палец испытывает только напряжение среза от осевой нагрузки, которая достигает максимального значения при подъеме инструмента.

Шнеки со штыревым замком прямоугольного сечения

Шнеками со штыревым замком прямоугольного сечения оснащаются буровые установки ПБС-110/25М. Замок состоит из прямоугольного штыря и соответствующей втулки, которые соединяются между собой цилиндрическим пальцем. Палец с одной стороны имеет головку, с другой — отверстие для шпильки, препятствующей выпаданию пальца при бурении. Две короткие грани штыря имеют овальную форму, а две другие грани — плоскую.

Крутящий момент передается через штырь, широкие грани которого испытывают напряжение смятия. Палец работает на срез от осевых нагрузок.

Шнеки с резьбовым соединением

В резьбовых замковых соединениях (рис. 1, б), предложенных В. Я. Беспаловым, применяется специальная ленточная резьба с шагом 32 мм. Ориентированное расположение захода резьбы обеспечивает непрерывность винтовой полосы в месте соединения. Аналогичное соединение, но с шагом 6 мм применено в шнеках, поставляемых Свердловским машиностроительным заводом им. Воровского в комплекте буровых установок УКБ-12/25.

Шнеки с трехгранными соединительными замками

Шнеки с трехгранными соединительными замками (рис. 1, г) используются на буровых установках УШБМ-16 и УГБХ-150. Шнек буровой установки УШБМ-16 изготавливается из буровых труб диаметром 114 мм, на которые навита стальная полоса с шагом 200 мм. Замки присоединяются к концам трубы при помощи резьбы, а затем отвинчиваются. Трехгранный хвостовик при соединении шнековых штанг входит в трехгранную втулку и закрепляется валиком, имеющим посредине кольцевую проточку под фиксатор. Последний устанавливается в центральном отверстии замка и стопорится пружиной с пробкой. Шнековая спираль может быть сменной, что значительно увеличивает срок службы шнеков.

Для этого к трубе шнека привариваются две параллельные нерабочие спирали с зазором между ними, в который вставляется и приваривается третья рабочая спираль.

С целью повышения износоустойчивости на рабочую поверхность сменной спирали наплавляют твердый сплав — сормай.

Шнеки с квадратными замковыми соединениями

Квадратные замковые соединения представляют два полузамка, которые при соединении входят один в другой, центрируя шнеки.

Передача крутящего момента происходит через два кулачка, имеющиеся на торцах полузамков. Полузамки скрепляются пальцем, образуя кулачковую муфту. Стопорное устройство для пальца расположено в штыре полузамка. Перед выбиванием пальца его необходимо повернуть на 90° . В этот момент фиксатор стопора выходит из прямоугольной проточки на пальце. При работе кулачки испытывают напряжения смятия и изгиба.

Шнеки со шлицевыми замковыми соединениями

Шлицевое соединение шнеков заключается в том, что в замковом соединении на конце одной трубы прочно прикреплена муфта с внутренними шлицами, в которую входит соответствующим образом конец шнека со шлицевым соединением (рис. 1, в). Соединение их осуществляется соединительным пальцем или свободно вращающейся гайкой, воспринимающей осевые нагрузки, передаваемые по штангам.

Переход участка шнека со шлицами к соседнему участку выполнен прямым уступом, предназначенным для взаимодействия с торцом соединительной гайки замка, снабженной шестигранником под ключ. Торец шнека со шлицами имеет конус, соответствующий конусу торца смежного шнека.

Для соединения двух шнеков конец со шлицами одного из них вводят внутрь муфты конца другого шнека до упора. Затем затягивают соединение гайкой, винтовая нарезка которой взаимодействует с винтовой нарезкой муфты. Осевые нагрузки, передаваемые по шнекам, воспринимаются гайкой, а крутящий момент любого знака — стенками шлицев.

Шнеки с дополнительными ребрами

С целью сохранения выбуренной породы на витках шнеков при рейсовом бурении, а также уменьшения разрушения стенок скважины, на некоторой части шнека (обычно нижний шнек) перпендикулярно к шнековым виткам крепится металлическая полоса (рис. 1, д). Полоса располагается по спирали на цилиндрической поверхности, в которой вращается шнек.

При бурении шнек упирается в стенки скважины металлической полосой, выполняющей функции опорного фонаря.

Шнеки для бурения со шнекопневматической очисткой забоя

Отличительной конструктивной особенностью шнеков для бурения со шнекопневматической очисткой забоя является наличие продольных внутренних каналов для подвода сжатого воздуха к забоя скважины.

Шнеки для буровых установок с роторным вращателем

Шнеки используются на специальных буровых установках с относительно большим ходом подвижного вращателя. Например, на буровых установках типа УГБ-50М ход вращателя составляет 2,0 м, на ЛБУ-50 — 3,2 м, УШБТ-М —

4,5 м, УШБМ-16 и КБУ-15 — 7 м (рис. 1, е). От длины хода вращателя в большей степени зависит производительность буровой установки.

В практике геологоразведочных работ при отсутствии специальных шнековых установок применяются установки с роторным вращателем, например типа АВБТ, УРБ-2, 5А и др. И хотя производительность и глубина бурения на таких установках значительно ниже, чем на специальных, тем не менее в некоторых безводных районах эффективность такого бурения выше, чем при бурении с промывкой забоя жидкостью.

С целью повышения производительности при бурении сейсморазведочных скважин глубиной 5—6 м установками типа УРБ-2, 5А в тресте «Спецгеофизика» предложено использовать шнеки диаметром 135 мм с двумя диаметрально расположенными шпоночными пазами в каждом из витков спирали.

Роторная втулка также снабжена двумя шпонками. Такая конструкция позволила уменьшить затраты времени на наращивание и съем шнеков и повысить производительность. Но эксплуатационная надежность таких шнеков низкая. Большую эксплуатационную надежность обеспечивают трехрядные шнеки.

При их использовании нет необходимости в большом ходе подвижного вращателя. Достаточно иметь вращатель роторного типа. На буровых установках с ротором могут быть использованы шнеки длиной 10 м и более, а на карьерных буровых установках — до 20 м, что позволит вести высокопроизводительное бурение и обеспечит при необходимости подачу на забой сжатого воздуха или воды. Шнеки с витками некруглого сечения могут быть изготовлены как обычными, так и полыми.

§ 2. ДОЛОТА ДЛЯ ШНЕКОВОГО БУРЕНИЯ

Для шнекового бурения в настоящее время применяется большое количество различных конструкций долот. Они классифицируются по ряду отличительных признаков [12].

1. По назначению: для бурения мягких пород и средней крепости.

При бурении в мягких и рыхлых породах долото должно обеспечивать разрушение породы путем ее резания и быстрое удаление разрушенной породы с забоя.

Для пород средней крепости требуются долота, обеспечивающие наряду с высокими скоростями бурения достаточную износоустойчивость. Это достигается приданием рабочим лопастям долота округленного профиля, а также применением сменных рабочих механизмов — лопастей и резцов.

2. По числу режущих лопастей: двухлопастные, трехлопастные, четырехлопастные, змеевиковые, спиральные.

Большая часть применяемых долот имеет две режущие лопасти, что обеспечивает наименьший коэффициент перекрытия скважины.

В трещиноватых породах целесообразно применять трехлопастные долота, в рыхлых породах — змеевиковые и спиральные.

3. По схеме обработки забоя: со сплошной схемой обработки забоя, с оставлением концентрических целиков породы.

4. По расположению режущих элементов на корпусе долота: дублированное; недублированное; смешанное.

5. По форме режущей кромки: со сплошной режущей кромкой; со ступенчатой формой режущей кромки.

Долота со сплошной режущей кромкой применяются для бурения как мягких, так и более крепких пород. Основной их недостаток — сравнительно большая длина режущей кромки, незначительная осевая нагрузка, приходящаяся на 1 см ее длины, и неравномерный износ режущей кромки.

Ступенчатая форма режущей кромки обеспечивает более устойчивую работу долота, так как забой легче поддается разрушению ввиду наличия дополнительных плоскостей обнажения.

Большое разнообразие горно-геологических условий исключает возможность создания универсального долота. Поэтому применительно к конкретным условиям используются разные типы долот.

Конструкция долот для мягких и рыхлых пород учитывает большие скорости подачи инструмента при ограниченных осевых нагрузках, интенсивность очистки скважины от выбуренной породы. Поэтому на первый план выступают требования о минимальной высоте долота, максимальном приближении лопастей шнека к долоту.

Для разрушения более крепких и плотных пород требуется получение повышенного удельного давления на забой. В этих случаях на передний план выступает геометрия долота: максимальное сокращение линии контакта с забоем при сохранении его ступенчатости.

Долото змеевикового типа конструкции ВСЕГИНГЕО и Щигровского СКБ ПО «Геомаш»

Долото (рис. 2, а) состоит из трубчатого корпуса с резьбовым или шестигранным хвостовиком для соединения со шнеками и двух режущих лопастей, одна из которых по своим геометрическим параметрам является продолжением спирали шнека, а вторая сходит на нет. Такое расположение режущих лопастей способствует более эффективному удалению разрушенной породы с забоя.

Режущие кромки долота армируются порошкообразным твердым сплавом. Широкое распространение долото нашло для бурения песчано-глинистых пород I—IV категорий по буримости.

Спиральное долото конструкции КазГИИЗа

Отличительной особенностью предложенного долота (рис. 2, б) является спиральная лопасть, заостренная под углом 120° и приваренная к корпусу долота. Лопасть армирована по передней грани пластинками твердого сплава. Спиральная форма долота способствует увеличению механической скорости бурения в породах I—IV категорий по буримости.

Разновидность спирального долота — спирально-конусное (рис. 2, в), которое нашло широкое применение в Белоруссии при винтовом рейсовом бурении. Такая конструкция долота позволяет получать на витках шнека неизмельченные образцы песка, ила, торфа.

Долото конструкции Щигровского СКБ ПО «Геомаш»

Трехлопастное долото (рис. 2, г) состоит из корпуса с приваренными к нему тремя лопастями. Лопасты армированы порошкообразным и пластинчатым твер-

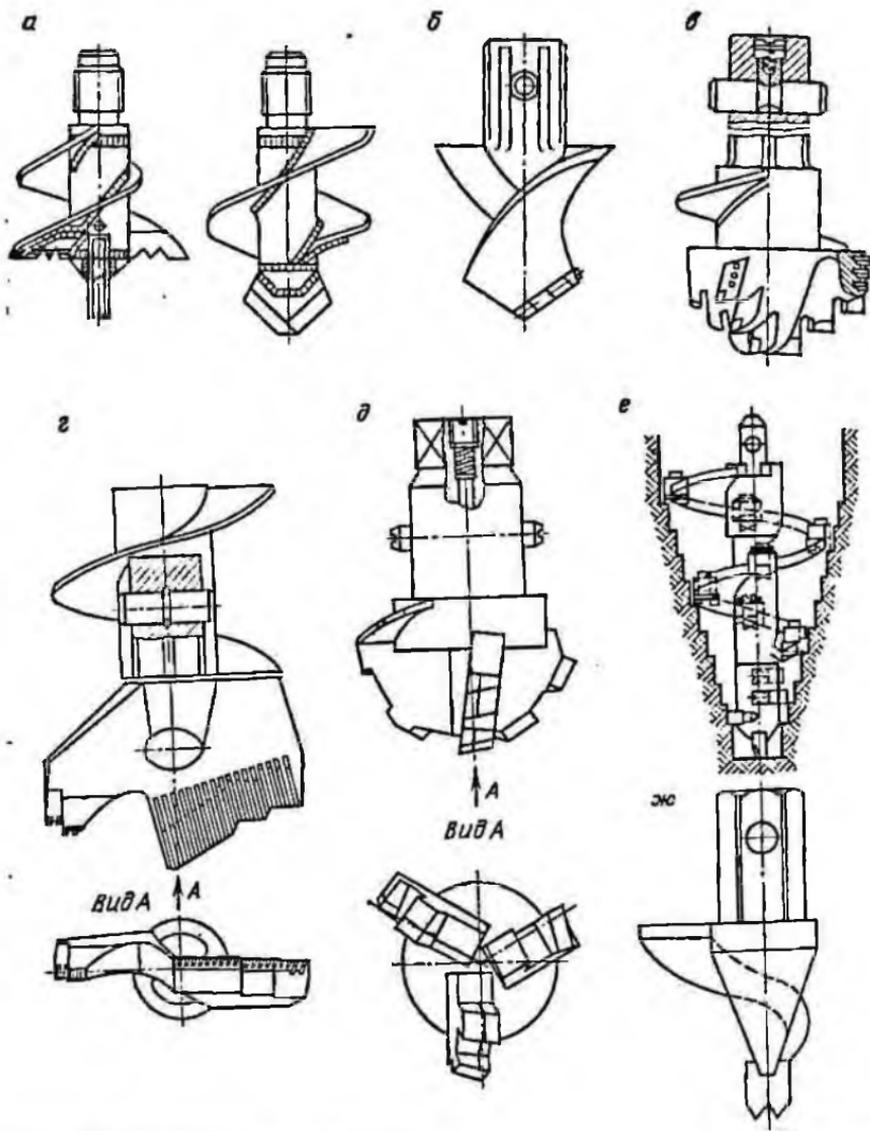


Рис. 2. Шнековые долота для мягких пород.

а — змеевикового типа; б — спиральное; в — трехлопастное; г — 1ДРШ-198М Щигровского завода; д — конструкции В. Я. Беспалова; е — спирально-ступенчатое; ж — спирально-лопастное

дым сплавом. Соединение долота со шнеком осуществляется шестигранным хвостовиком с отверстием, входящим в муфту шнека, и закрепляется подпружиненным валиком.

Долото предназначено для бурения в мягких породах с прослоями песчаников и известняков. Лопастное долото, имеющее лопасти в виде треугольной пластины, армированной порошкообразным твердым сплавом, применяется для бурения в рыхлых породах.

Лопастные долота конструкции СКБ ВПО «Союзгеотехника»

Специальным конструкторским бюро ВПО «Союзгеотехника» разработано два типа долот — М и МС диаметрами 198 и 151 мм, которые серийно изготавливаются Щигровским механическим заводом ПО «Геомаш» и Кемеровским заводом геологоразведочного оборудования. Характеристика долот конструкции СКБ ВПО «Союзгеотехника» приведена в табл. 3.

Таблица 3

Тип долота	Шифр долота	Диаметр шнека, мм	Диаметр долота, мм	Высота, мм	Масса, кг
151М	1ДРШ-151М	135	151±1	210	6
151МС	1ДРШ-151МС	135	151±1	210	6
198М	1ДРШ-198М	180	198±1	270	9
198МС	1ДРШ-198МС	180	198±1	270	9

Долота для бурения скважин в мягких породах I—IV категорий по буримости (рис. 2, з) состоят из корпуса и двух лопастей, закрепленных под углом 5° относительно оси корпуса. Лопастки закрепляются в прямоугольных пазах корпуса с последующей сваркой по всему периметру сопряжения с корпусом. Одна из лопастей выполнена в виде калибрующего сектора. Режущие грани лопасти оснащены твердосплавными пластинами, установленными наклонно к оси долота.

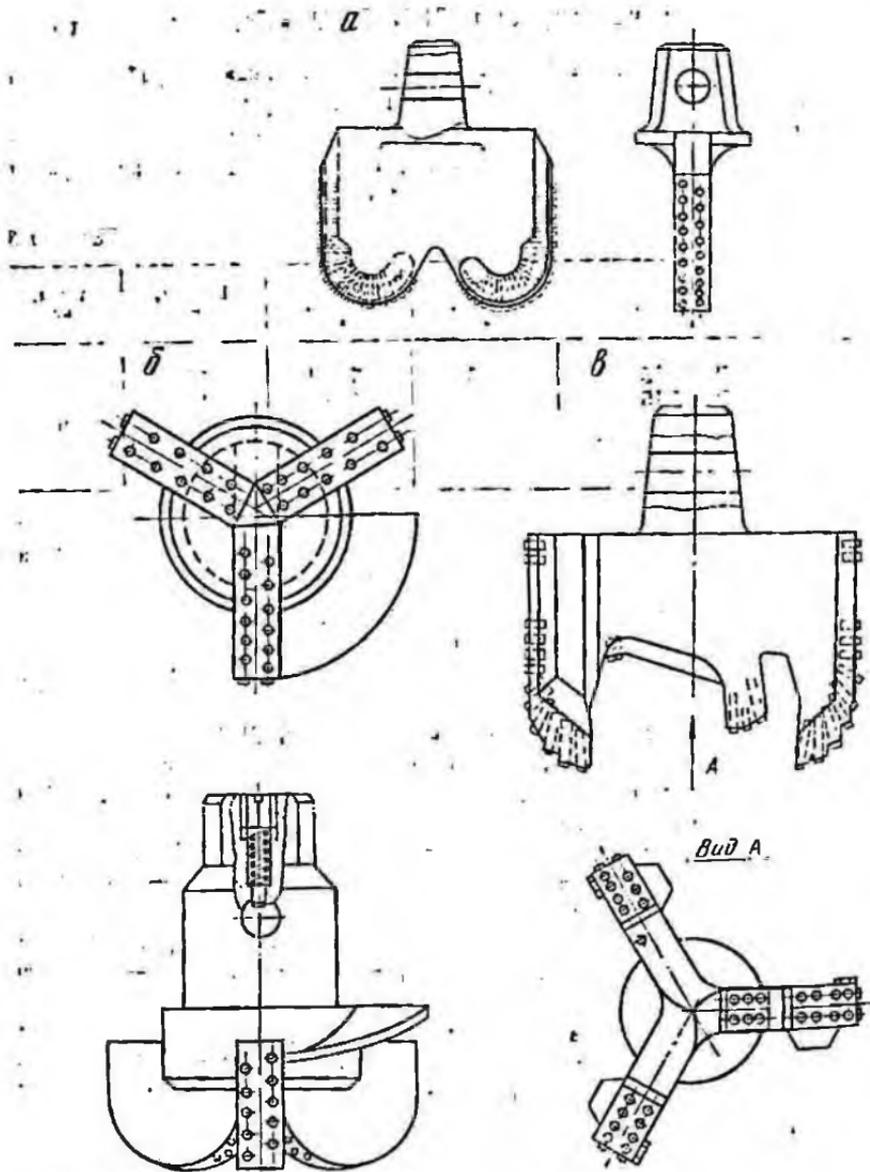
Для армирования долот использованы пластины формы 2625 из твердого сплава ВК-8 и с зубками формы Г-53 также из сплава ВК-8. Основная лопасть долота разрушает весь профиль забоя и транспортирует выбуренную породу по плоскости лопасти до шнека.

Вспомогательная лопасть обеспечивает разгрузку основной, и после ее срабатывания профиль забоя и лопасти постепенно скругляются — сначала до плоской формы, а затем до выпуклой.

Шнековые режущие долота типа МС предназначены для бурения в породах II—V категорий по буримости и имеют также две лопасти — основную и вспомогательную. Лопастки смещены относительно друг друга по высоте на 5 мм. Наличие опережающего сектора и наклонное расположение зубков на лопасти обеспечивают высокую скорость бурения. Наилучшую эффективность долота обеспечивают при осевой нагрузке 20—29 кН и частоте вращения 2,5—3,3 с⁻¹.

Шнековое долото для мягких пород конструкции В. Я. Беспалова

Долото ступенчато-сферической формы (рис. 2, д) представляет собой корпус с тремя приваренными под углом 120° лопастями. Лопастки выполнены в виде секторов. На каждом из секторов режущие зубья размещены на различной высоте от забоя и на различном расстоянии от оси скважины. Каждый сектор разрабатывает свою ступень забоя. Режущая грань зубьев каждого сектора размещена наклонно и с опережением относительно оси долота. Зубья армированы пластинами сплава ВК-8 формы 0115. Вблизи зуба, разрабатывающего наибольший диаметр скважины, приварен отрезок спирали, являющийся про-



долженем витка шнека. Применение долота эффективно в рыхлых песчано-глинистых породах при осевой нагрузке до 15 кН и частоте вращения 3—4 с⁻¹.

Спирально-ступенчатое долото

Спирально-ступенчатое долото (рис. 2, е) представляет собой суживающийся тяжелый шнек с резами на ребре, расположенными под углом 90° друг к другу. Низ лезвия долота (разбурник) напоминает лопасти долота типа РХ

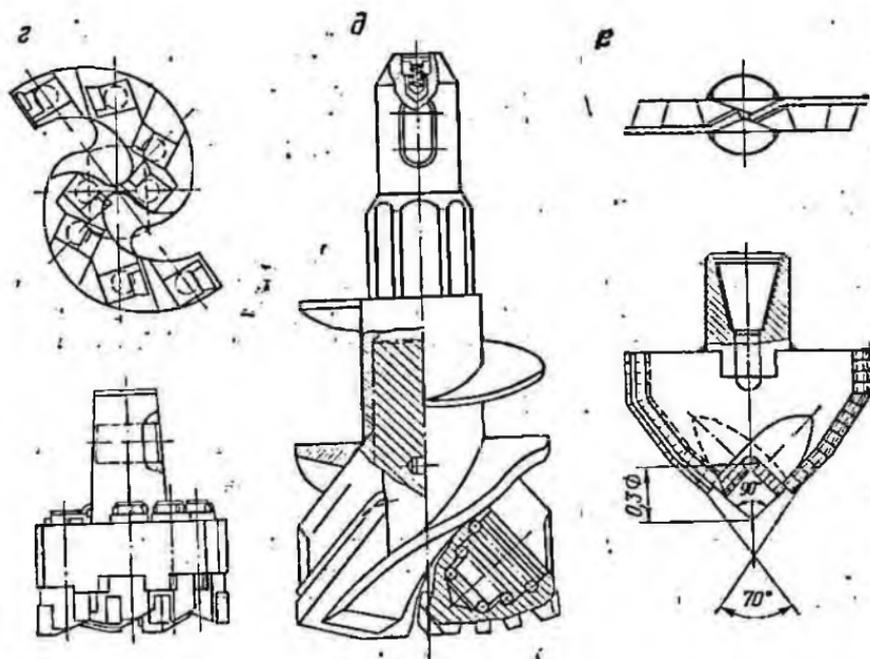


Рис. 3. Шнековые долота для плотных пород:

а — конструкции Гипроуглемаша; б — конструкции В. Я. Беспалова; в — конструкция Е. В. Марьяна; г — конструкции Новочеркасского политехнического института; д — шарошечное долото с режущими лопастями; е — конструкция С. Г. Лучина

Долото предназначено для бурения в валунно-галечниковых породах и работает в режимах как вращательного, так и ударного бурения. Рекомендуемые режимы бурения: осевая нагрузка 30—40 кН, частота вращения инструмента 5—6 с⁻¹. Долото предложено В. Я. Беспаловым для двухшпиндельной буровой установки УШБ с разными частотами вращения долота и транспортирующей шнековой колонны.

Долото конструкции Гипроуглемаша

Долото конструкции Гипроуглемаша (рис. 3, а) применяется при бурении известняков и песчаников IV—VI, категорий по буримости. Оно имеет двухлопастный корпус, лопасти долота армированы двумя рядами резцов из твердого сплава ВК-8. На его рабочие грани также наплавлен слой твердого сплава. Долото не требует заточек, работая почти до полного износа твердого сплава.

Долото конструкции Р. Э. Ледера

Долото имеет двухлопастный корпус, армированный резами твердого сплава ВК-8 в виде восьмигранных призмочек высотой 10 мм и диаметром 4,8 мм. Для повышения износоустойчивости его рабочие грани наплавляются твердым сплавом релитом.

Однорядным расположением резов твердого сплава и небольшой толщиной лопасти (10 мм) достигается повышенное удельное давление на долото при бурении. По своей конструкции долото приближается к самозатачивающемуся типу и применяется в породах III—V категорий по буримости. Недостатком долота является неравномерный износ по периметру режущей кромки.

Долото конструкции В. Я. Беспалова

Трехлопастное долото для твердых пород (рис. 3, б) состоит из корпуса и лопастей. В торце цилиндрического хвостовика корпуса долота выполнены три паза под углом 120°. Лопастей имеют сегментную форму, вставлены в пазы и приварены. Лопастей долота армированы твердым сплавом ВК-6, форма Г5:

Долото конструкции Б. В. Марьина

Трехлопастное долото конструкции Б. В. Марьина эффективно при бурении твердых пород. Основное отличие этого долота (рис. 3, в) от известных состоит в том, что столбик неразрушенной породы, образующейся при бурении, скалывается специальными наклонными выступами, поэтому разрушается порода представленная крупными фракциями диаметром до 30 мм. Это обеспечивает большую скорость бурения в трещиноватых породах.

Долото конструкции Новочеркасского политехнического института

Корпус долота (рис. 3, г) имеет шпикообразную форму и расположен в плоскости, перпендикулярной к геометрической оси скважины. В корпусе просверлены восемь отверстий и имеются торцовые выступы. Резцы закреплены в отверстиях с помощью шплинтов. Из восьми резцов в работе одновременно находятся четыре резца, установленные с опережением на 3 мм. По мере истирания рабочих резцов в работу вступают запасные, что обеспечивает высокий ресурс работы долота на забое.

Для предохранения корпуса долота от износа его боковые поверхности армированы твердым сплавом. Долото предназначено для бурения в породах II—IV категорий с прослоями песчаника V—VI категорий по буримости.

Шарошечное буровое долото с режущими лопастями

Долото (рис. 3, д) предназначено для бурения скважин по твердым и крепким породам шнековым инструментом. Шарошечное долото снабжено дополнительными лопастями, расположенными между шарошками под большим углом к вертикальной оси долота и являющимися продолжением лопастей шнека. В процессе бурения порода, разбуриваемая шарошками, подхватывается лопастями и подается на лопасти шнека и далее на поверхность.

Шнековое долото конструкции С. Г. Лучина

Лопастей долота (рис. 3, е) изготовлена из листовой стали толщиной 16—20 мм и имеет симметричные армированные победитом режущие лезвия, выполненные под двумя углами заострения.

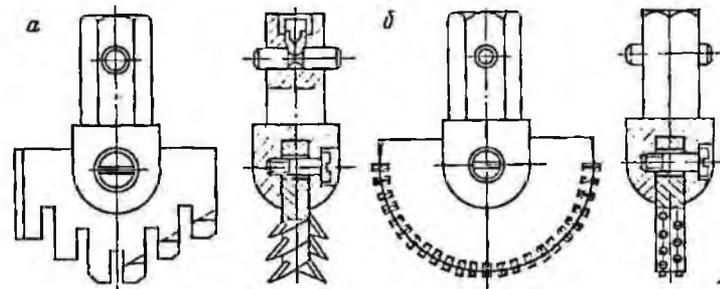


Рис. 4. Шнековые долота со сменными режущими элементами:
а — со съёмной лопастью, ступенчатой; б — со съёмными резцами

Долото обеспечивает высокие режущие свойства в относительно плотных монолитных породах. В трещиноватых и обломочных породах применение долота неэффективно.

Шнековые долота со съёмными режущими элементами

Наиболее перспективным для бурения скважин шнековым способом в плотных породах является инструмент со сменными резцами или лопастями, что позволяет сохранить корпус долота, заменяя лишь изношенные резцы или лопасти новыми.

На рис. 4, а приведено двухлопастное долото, отличающееся тем, что режущая лопасть соединяется с корпусом винтом. Для улучшения условий работы долота на забое режущей лопасти придана ступенчатая форма.

Долото со съёмными лопастями применяется для бурения глинистых пород. Их особенность — использование лопастей треугольной формы, развернутых по спирали.

На рис. 4, б показано долото со сменными резцами с дублированным их расположением, которые при бурении оставляют концентрические целики породы на забое. Износ резцов пропорционален пути резца в контакте с породой, ее крепости и абразивности. Путь, который проходят резцы, зависит от радиуса их расположения на корпусе долота, в связи с этим износ резцов усиливается от центра к периферии.

ГЛАВА III

ПОЛЫЕ БУРОВЫЕ ШНЕКИ

§ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Благодаря высокой производительности шнековое бурение неглубоких скважин уже в середине 50-х гг. находит широкое применение в различных отраслях народного хозяйства.

Бурение без использования промывочной жидкости позволяет быстро и качественно решать геологические задачи, однако новая технология бурения обычными шнеками оказалась бессильной при сооружении скважин в неустойчивых — обваливающихся и оплывающих породах. В таких разрезах невозможно было опустить ниже уровня грунтовых вод заряд взрывчатого вещества, фильтровую колонну при гидрогеологических исследованиях или грунтонос при инженерно-геологических изысканиях, так как после извлечения шнековой колонны часть скважины обваливалась или заплывала. Поэтому скважины, сооружаемые в неустойчивых породах, обсаживались трубами.

При бурении сейсморазведочных и гидрогеологических скважин в геологических разрезах с наличием водоносных песков использовалось виброшнековое бурение. Сущность такого бурения заключается в том, что после извлечения обычных шнеков из скважины, пройденной ниже уровня грунтовых вод на 15—20 м, в нее под действием вибрации погружается колонна обсадных труб с глухим наконечником. В Туркмении для этих целей использовались муфтовые обсадные трубы с наружным диаметром 127 мм.

С 1957—1961 гг. виброшнековым способом пробурено более 300 тыс. м сейсморазведочных скважин. Для бурения таких скважин использовались специальные буровые установки, снабженные кроме вращателя механическим вибратором. Но усложнение технологии буровых работ естественно приводило к общему удорожанию их стоимости.

В 1956 г. сотрудниками института «Гидроэнергопроект» Д. А. Алексеевым, А. М. Гельфгатом, Б. А. Бржовским, З. Е. Юхвеном, Е. Е. Тыртышкиным и Л. С. Рябовым впервые в нашей стране предложено выполнять шнековую бурильную колонну полых с целью подачи на забой грунтоносов и приборов. Полые шнеки изготавливались из труб диаметром 127×114 мм. При наружном диаметре шнеков 230 мм диаметр проходного отверстия составлял 114 мм. Грунтонос изготавливался из труб диаметром 89×76 мм. [1].

Испытания полых буровых шнеков проведены в 1957 г. при бурении скважин глубиной до 20 м. Для проведения испытаний была модернизирована буровая установка типа АВБ-3-100. В дальнейшем в институте «Гидроэнергопроект» были разработаны специальные шнековые буровые установки типа ШАК для кольцевого бурения. Испытаниями этих установок установлено, что полые шнеки позволяют производить пробные откачки, измерять уровень и температуру подземных вод, а также устанавливать в скважине пьезометры.

Способ бурения сейсморазведочных и гидрогеологических скважин полыми шнеками, снабженными съемным герметизирующим низ колонны породоразрушающим наконечником, впервые в 1960 г. предложил В. Я. Беспалов.

Схема бурения взрывных сейсморазведочных скважин полыми шнеками со съемным долотом приведена на рис. 5. В процессе бурения съемное долото удерживается в колонне затвором. После достижения проектной глубины в полость шнеков на тросике опускается шланг, который захватывает затвор за головку и извлекает его на поверхность. В колонну шнеков на оставленное на забое долото опускается заряд взрывчатого вещества, а полая шнековая колонна извлекается на поверхность. Вместе с колонной извлекается боевая магистраль, длина которой выбирается на 2—3 м больше глубины пробуренной скважины. Во время подъема она крепится к пружинному «пауку», скользящему по внутреннему каналу полых шнеков. Паук представляет собой две по-

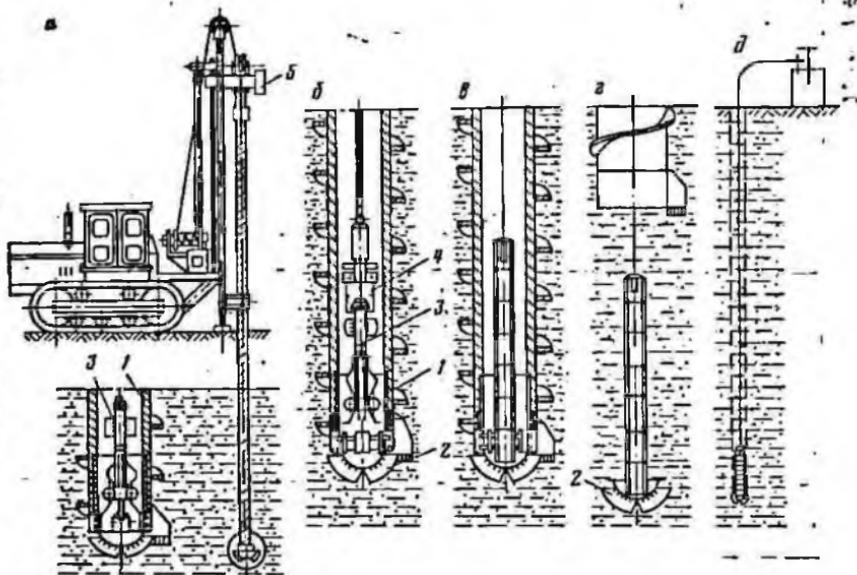


Рис. 5. Схема бурения взрывных сейсморазведочных скважин полыми шнеками:

а — бурение; б — спуск шлипа и извлечение затвора; в — спуск в полость шнеков заряда взрывчатого вещества; г — подъем шнеков; д — заряд оставлен на забое и боевая магистраль выведена на поверхность; 1 — полый шнек; 2 — съемное долото; 3 — затвор долота; 4 — шлип; 5 — вращатель

лукруглые спаянные по центру пружинистые проголочки диаметром 2,5 мм, радиус которых на 5—7 мм больше внутреннего диаметра полых шнеков.

После извлечения последнего полого шнека взрывник извлекает паук и подсоединяет боевую магистраль к взрывной машинке.

Весь процесс бурения и зарядки сейсморазведочной скважины глубиной 30—40 м длится 40—60 мин в зависимости от геологического разреза.

Технические характеристики полых шнеков, применяемых на геологоразведочных работах, приведены в табл. 4.

Полые шнеки диаметром 130, 140, 150 и 177 мм используются преимущественно для бурения взрывных сейсморазведочных скважин. Наибольшее распространение в геологоразведочных организациях нашли полые шнеки с наружным диаметром 177 мм, имеющие проходное отверстие диаметром 118 мм, через которое опускались заряды взрывчатого вещества массой до 60 кг.

Шнеки диаметром 130 и 140 мм позволяют опускать через них прессованные тротильные шашки квадратного сечения 50x50 мм или круглые диаметром 70 мм. В Томском геофизическом тресте при бурении сейсморазведочных скважин полыми шнеками диаметром 140 мм в напорных водонасыщенных песках заряд взрывчатого вещества, по предложению В. Паришкеры, выталкивался из полых шнеков сжатим воздухом.

Для бурения гидрогеологических скважин (эксплуатационных, режимных и наблюдательных) применяются полые шнеки диаметром 120, 150, 177, 195, 235 и 240 мм.

Таблица 4

Типамер (диаметр) шпика, мм	Размер трубы шпика, мм	Шар снара- дн, мм	Размер см- рам, мм	Наименьший диаметр по- лостя шпика, мм	Тип замкового соединения	Гарантия диаметр ван- нового соеди- нения, мм	Длина шпика, мм	Масса шпика, кг	Тип буровой установка	Назначение скважины
120	89×4	75	16×4	73	Шлицевое со скрепкой, $d=1,5$ мм	89	3000	35	УШБТ-М УШБ-14 УШБ-16	Сейсморазведочные и гид- рогеологические
130	89×4	80	20×4	75	То же, $d=2,5$ мм	95	3500	43	УШБМ-16 УРБ-2ШМ	Сейсморазведочные
140	89×4	85	25×4	75	Резьбовое	100	3000	40	УШБТ-М	То же
150	108×4,25	100	20×4	82	То же	108	3000	50	УШБМ-16	»
177	127×4,5	105	25×5	118	Шлицевое со скрепкой, $d=3$ мм	136	2500	46	УШБТ-М УШБМ-16	Сейсморазведочные и гид- рогеологические
195	127×4,5	100	35×5	118	Кулачковое со скрепкой	135	3000	69	КБУ-15	То же
200	108×4,25	120	45×5	90	Резьбовое с передачей крутящего момента упор- ной спиралью	—	2500	60	ЛБУ-50 УГБ-50М	Гидрогеологические
227	127×6,5	150	50×5	114	Шлицевое с сегментными запорамн	—	1700	50	ШАК-2	Инженерно-геологические
235	164×5 (168×7)	150	35×5	154	Г-образные шлицы	177	2500	75	УШБМ-16 УГБ-50М	Гидрогеологические
240	168×7	150	36×5	138	Резьбовое со шпонкой для передачи крутящего момента	168	2500	100	ЛБУ-50	То же

§ 2. ТИПЫ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ЗАМКОВ ДЛЯ ПОЛЫХ ШНЕКОВ

Конструкция соединительных замков для полых шнеков должна обеспечивать эксплуатационную надежность при передаче соответствующих данному диаметру шнеков крутящего момента и осевой нагрузки, быструю сборку и разборку шнеков, а также максимальное проходное сечение внутренней лопасти шнека [11, 20].

Типы соединительных замков, используемых для полых шнеков, приведены на рис. 6. На рис. 6, а изображено замковое соединение, в котором крутящий момент передается шлицами, а осевые нагрузки — резьбовым соединением. В шлицевой муфте нарезана внутренняя прямоугольная резьба, а шлицевой замок снабжен гайкой с такой же наружной резьбой. Гайка размещена на цилиндрической шейке под шлицами.

Шлицевое соединение (рис. 6, б) применяется в соединительных замках полых шнеков буровой установки типа ШАК. Крутящий момент в этих замках передается четырьмя шлицами, а осевая нагрузка — запорным сегментом. Сегмент вставляется в соответствующую его размерам и форме прорезь в муфте и замке и фиксируется пружинным стопором.

При разъединении шнеков сегменты извлекаются путем отвода стопора специальным клином, вставляемым в соответствующую прорезь в муфте. Замки разработаны институтом «Гидроэнергопроект» для полых шнеков диаметром 227 мм.

В шлицевых замках (рис. 6, в) осевая нагрузка передается соединительными скрепками, изготовленными из пружинной проволоки. В шлицевых муфте и замке под скрепки протачиваются соответствующие кольцевые канавки полукруглого или прямоугольного сечения, которые вставляются в муфту и имеют две диаметрально противоположные прорези. Для удобства выполнения соединительных операций скрепки имеют уступ.

Такая конструкция замков предложена В. Я. Беспаловым и получила наибольшее распространение в Туркмении. В зависимости от типоразмера шнека шлицевое соединение имеет различные количества шлицев, их ширину и длину, а также диаметр соединительных скрепок. Высокую эксплуатационную надежность такие замковые соединения обеспечивают в песчано-глинистых породах I—III категорий по буримости. Применяются в комплекте буровых установок УШБТ-М, УШБМ-16.

Соединительные замки с односторонним и двухсторонним Г-образными шлицами (рис. 6, г) позволяют передавать шлицами крутящий момент и осевые нагрузки, воспринимаемые торцами шлицев. Полузамки с наружными шлицами, имеющими кольцевую канавку, и внутренними Г-образными шлицами в замкнутом положении закрепляются двумя фиксаторами, вставляемыми в прорезь полузамка с внутренними шлицами.

При рассоединении шнеков извлекаются фиксаторы и поворачивается полузамок с внутренними шлицами на ширину шлица. В процессе бурения при вращении по часовой стрелке крутящий момент передается всеми шлицами, а при левом вращении (при аварии) работают фиксаторы.

Замковые соединения с Г-образными шлицами предложены С. Г. Лучиним для полых шнеков диаметром 177 и 235 мм. В процессе эксплуатации они показали высокую эксплуатационную надежность, но трудоемки в изготовлении.

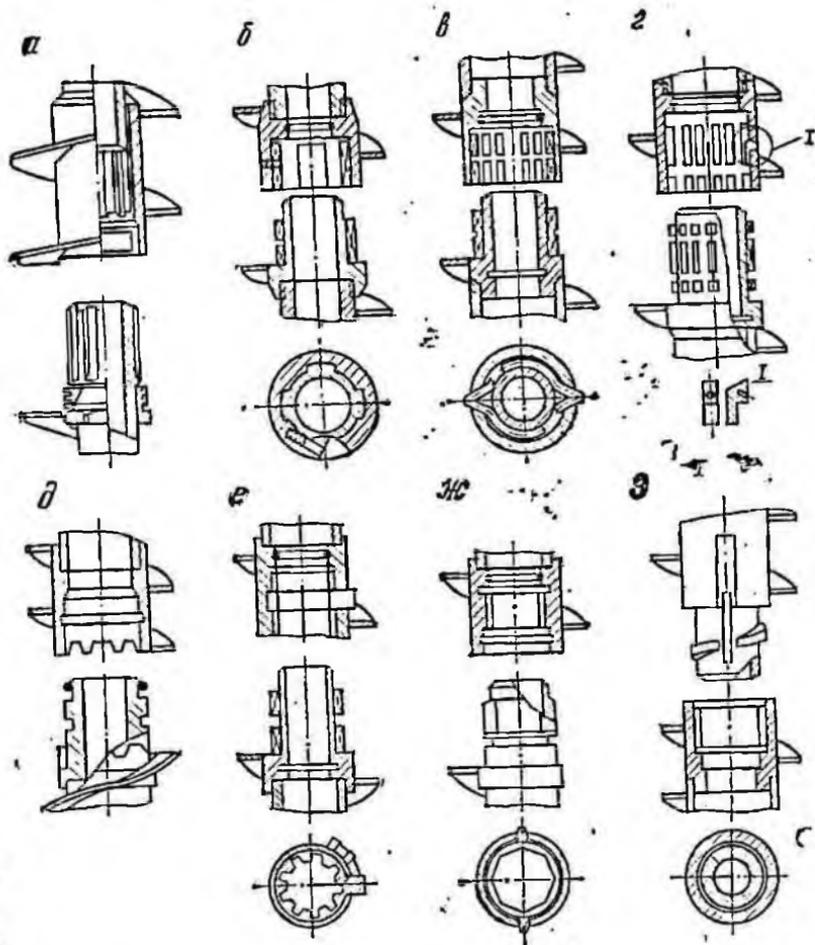


Рис. 6. Типы соединительных замков для полых шнеков.

а — шлицево-резьбовое; б — шлицево-сегментное; в — шлицевое с соединительными скрепками; г — Г-образными шлицами; д — кулачковые со скрепкой; е — с внутренними шлицами и наружным выступом; ж — с многогранной поверхностью; з — резьбово-шпоночное.

В замковом соединении (рис. 6, д) крутящий момент передается торцовыми кулачками, а осевые нагрузки — скрепкой прямоугольного или круглого сечения. Замки разработаны Щигровским СКБ ПО «Геомаш» для буровой установки КБУ-15.

Передача осевых нагрузок в шлицевых замках (рис. 6, е) осуществляется кольцом с внутренними шлицами и наружным выступом. Кольцо размещается в кольцевой канавке между шлицами, а выступ — в окне муфты. При соединении и разъединении замка выступ перемещается в окне.

В собранном виде шлицевое кольцо фиксируется пружиной. Пружина одним концом прикреплена к муфте, а другим взаимодействует с боковой по-

верхностью выступа кольца. При разборке замка пружина отгибается, и, воздействуя на выступ, поворачивает шлицевое кольцо на ширину шлица.

Замковое соединение предложено А. Ф. Козловым и использовалось в полых шнеках диаметром 177 мм. Соединение достаточно надежно, но трудоемко в изготовлении.

На рис. 6, ж' приведено замковое соединение для полых шнеков, в котором крутящий момент передается замком и муфтой с многогранной поверхностью, а осевые нагрузки — скрепкой. Скрепка работает в кольцевых канавках, выполненных на цилиндрических поверхностях.

Довольно распространенным является резьбовое соединение полых шнеков. Прямоугольная резьба с шагом 32 мм в замках диаметром 140 и 150 мм передает осевые нагрузки и крутящий момент. Соединение достаточно простое и надежное, но не обеспечивает левого вращения инструмента, и при износе резьбы возможны случаи самоотвинчивания шнеков при подъеме из скважины.

Передача крутящего момента в замковом соединении (рис. 6, з) осуществляется шпонкой, взаимодействующей с соответствующими пазами в замке и муфте, а осевые нагрузки — резьбой. В теле замка сделаны «входные» пазы, чтобы вставлять и извлекать шпонку. Замки разработаны Щигровским СКБ ПО «Геомаш» для полых шнеков диаметром 240 мм и поставляются в комплекте буровой установки ЛБУ-50. Соединение надежно, но трудоемко в изготовлении, металлоемко и уменьшает проходное сечение полости шнеков. В другом варианте соединения резьба передает осевые нагрузки, а передача крутящего момента осуществляется концами утолщенных витков, приваренных к муфте и замку. Замки разработаны к полым шнекам диаметром 200 мм для буровых установок типа ЛБУ-50 и УГБ-50М.

§ 3. ДОЛОТА ДЛЯ ПОЛЫХ ШНЕКОВ

Полые шнеки предназначены для подачи через них на забой скважины зарядов взрывчатых веществ, грунтоносов, пробоотборников, фильтровых колонн и различных приборов. Поэтому породоразрушающий наконечник наряду с разрушением забоя и расширением скважины должен обеспечить герметичность поллой шнековой колонны в процессе бурения и открытое проходное сечение, равное внутреннему сечению полого шнека, после достижения проектной глубины скважины.

В зависимости от типа полых шнеков и назначения скважины используются различные типоразмеры долот (рис. 7). Породоразрушающее съемное долото (рис. 7, а) в процессе бурения удерживается специальным затвором, пальцы которого входят в отгертствия, выполненные в цилиндрической направляющей втулке долота. Конец нижнего витка шнека упирается в сферические режущие лопасти долота, передавая крутящий момент породоразрушающему наконечнику.

После достижения проектной глубины затвор извлекается с помощью шлица, а долото выдавливается весом опускаемого инструмента. При спуске заряда взрывчатого вещества долото предварительно выдавливалось с помощью груза, опускаемого на тросике.

Съемные долота использовались в первоначальный момент внедрения полых шнеков диаметром 177 мм для бурения в рыхлых и водонасыщенных пес-

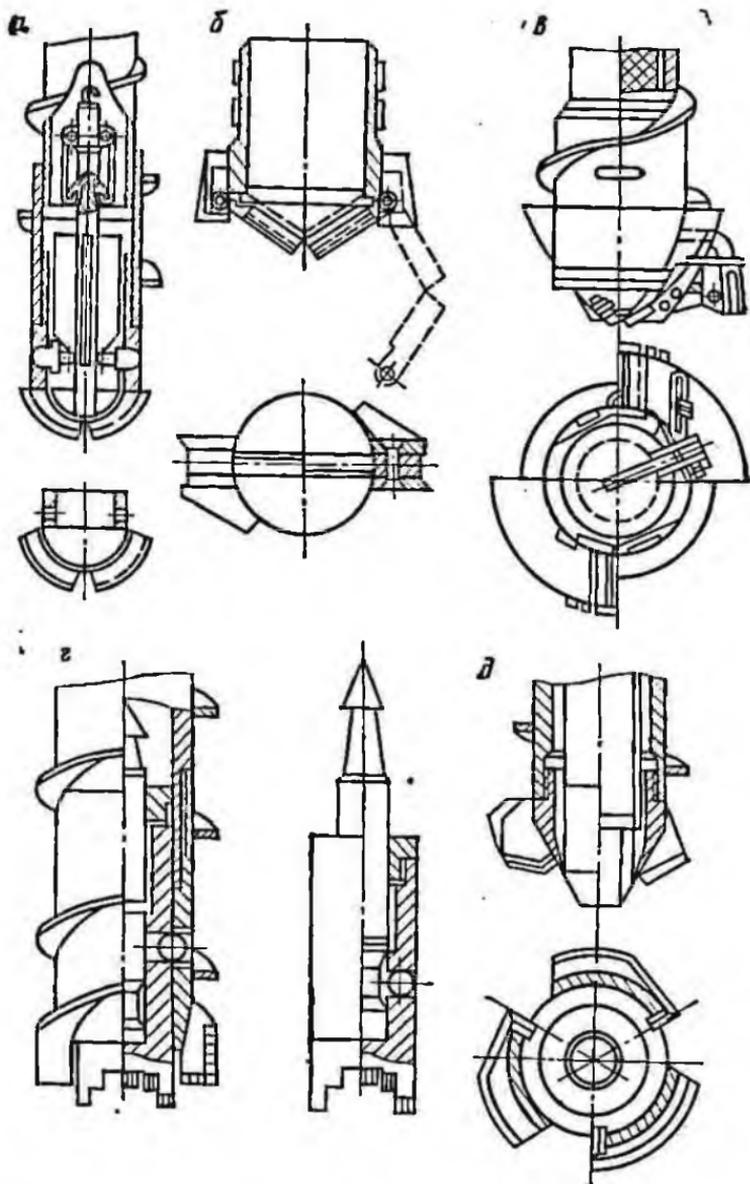


Рис. 7. Долота для полых шнеков:

а — съемные конструкции В. Я. Беспалова; *б* — открывающееся долото конструкции Управления геологии Туркменской ССР; *в* — открывающееся долото ПЗШ-1; *г* — извлекаемое; *д* — колонковое

ках. Основным недостатком съемных долот является их потеря в каждой скважине и низкие скорости бурения в относительно плотных породах.

Открывающиеся долота для полых шнеков (рис. 7, б) применяются в Туркменинии [20].

Долото имеет шарнирное дно, которое плотно закрыто при бурении скважины и откидывается по достижении проектной ее глубины. Долото включает корпус, верхняя часть которого представляет замок для соединения с соответствующей муфтой полого шнека, а нижняя выполнена в виде втулки с проточкой под шарнирную крышку с резами. К корпусной поверхности втулки привариваются резы расширителя.

В зависимости от типа соединительных замков полых шнеков применяемые в комплекте долота имеют шлицевое или резьбовое соединение, выполненное в виде муфты или шпделя. Долота отличаются количеством и формой резов крышки и расширителей. Резцы армированы победитом и обеспечивают достаточно эффективное разрушение забоя.

Открывающееся долото ПЗШ-1 (рис. 7, в) отличается от ранее рассмотренных тем, что резы расширителя, выполненные в виде отрезков спирали, закреплены на втулке, которая имеет возможность проворачиваться относительно корпуса и дна долота. Шарнирное дно имеет два скоса по хордам.

Перед началом и в процессе бурения втулка повернута до упора вправо и запирает дно. Для открытия долота шнековую колонну необходимо повернуть влево. При этом втулка с резами расширителя смещается относительно дна, резы становятся напротив скосов и дно откидывается, повернувшись в шарнире под действием пружины с регулируемой упругостью, размещенной в корпусе долота.

Долото разработано СКБ ВПО «Союзгеотехника» для шнекового погружателя зарядов.

Извлекаемые долота (рис. 7, г) включают расширитель и извлекаемый на тросе разбурник. Расширитель соединяется с нижним полым шнеком, а разбурник — с расширителем — посредством шарикового замка или выдвигаемых плашками. Соединительный замок может быть различной конструкции. Извлекаемые долота приведенной конструкции нашли широкое применение в Туркмении и Томском геофизическом тресте в комплекте с полыми шнеками диаметром 130, 140, 150 мм.

Колонковое долото (рис. 7, д) входит в комплект полых шнеков, работающих со съёмными грунтоносами. Верхняя часть корпуса долота оканчивается замком для присоединения к полому шнеку, а нижняя обточена под конус и к ней приварены три спиральных реза. Резцы разрабатывают забой до диаметра башмака грунтоноса. Внутренний диаметр корпуса долота сопряжен с башмаком грунтоноса. На рис. 7, д приведено долото с резьбовым соединением, но такая же конструкция применяется с полыми шнеками, имеющими шлицевое соединение.

Долото разработано в институте «Гидропроект» для полых шнеков диаметром 195, 200, 227, 235 и 240 мм.

§ 4. КОНСТРУКЦИИ ПОЛЫХ ШНЕКОВ ДЛЯ СЕЙСМОРАЗВЕДОВОГО БУРЕНИЯ

Полый шпек диаметром 130 мм (рис. 8) представляет собой трубу диаметром 89 мм с шлицевыми замками на концах и приваренной к наружной поверхности спиралью размером 20 мм. В собранном виде шлицевой замок фиксируется двумя соединительными скрепками из пружинной проволоки диаметром 2,5 мм. В полузамке с внутренними шлицами выполнены кольцевые канавки

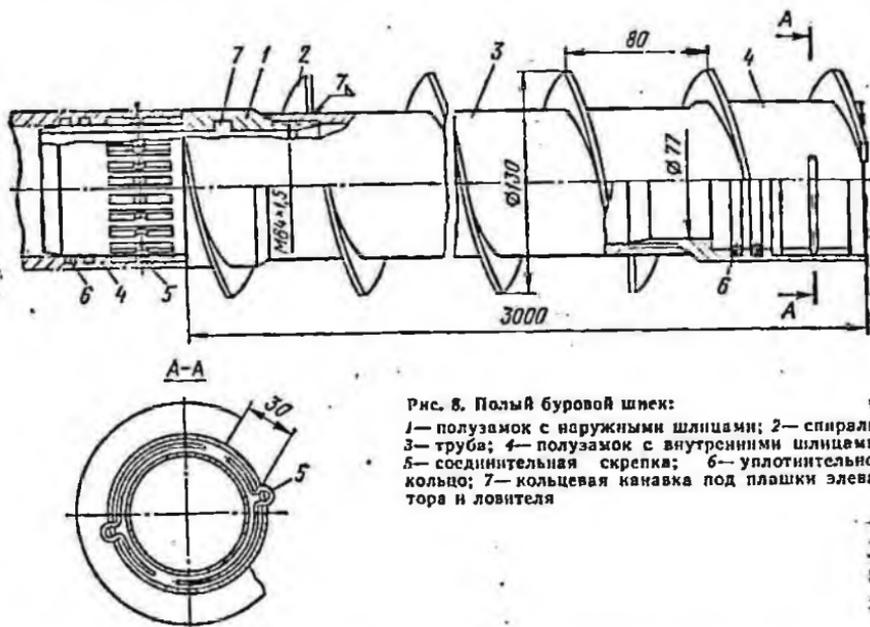


Рис. 8. Полый буровой шнек:

1—полузамок с наружными шлицами; 2—спираль; 3—труба; 4—полузамок с внутренними шлицами; 5—соединительная скрепка; 6—уплотнительное кольцо; 7—кольцевая канавка под плашки элеватора и ловителя

под уплотнительные резиновые кольца, которые взаимодействуют в собранном замке с цилиндрической направляющей замка с наружными шлицами. Полузамок с наружными шлицами имеет внутреннюю кольцевую канавку под плашки элеватора и ловителя. Крутящий момент породоразрушающему наконечнику передается шлицами соединительных замков, осевая нагрузка в процессе бурения — торцами замков, а при подъеме из скважины — соединительными скрепками. Полые шнеки имеют проходное внутреннее сечение диаметром 77 мм и предназначены для бурения скважин различного назначения глубиной до 60 м. В комплекте со шнеками описанной конструкции могут применяться долота глухие, открывающиеся и извлекаемые.

На рис. 9 показано открывающееся долото диаметром 135 мм, входящее в комплект шнека.

Долото состоит из корпуса, шарнирного дна с двумя резами, в одном из которых имеется отверстие под болт, резцов расширителей и пластин. Верхняя часть корпуса долота представляет шлицевый замок. К нижней части корпуса приварены попарно с зазором, равным толщине резцов дна, резы расширителя и пластины, а в торце сделана цилиндрическая расточка под дно. В одной из пар резец — пластина, к которым крепится дно, просверлены отверстия под болт, а в пластине нарезана резьба. Резец дна, вставленный в зазор между резцом расширителя и пластиной и скрепленный с ней болтом, образует шарнирный узел. Во второй паре резец расширителя — пластина и в резце долота, вставленного между ними, сверлится отверстие диаметром 2—3 мм под шплинт, для изготовления которого используется алюминиевая проволока. Резцы расширителя и долота армированы победитом.

Полый буровой шнек диаметром 148 мм с извлекаемым долотом (рис. 10) состоит из трубы диаметром 108 мм, шнековой спирали и резбовых соедини-

Рис. 9. Открывающееся долото:

а — вид долота при бурении; б — дно долота открыто; 1 — корпус; 2 — крышка; 3 — резец-расширитель; 4 — пластина

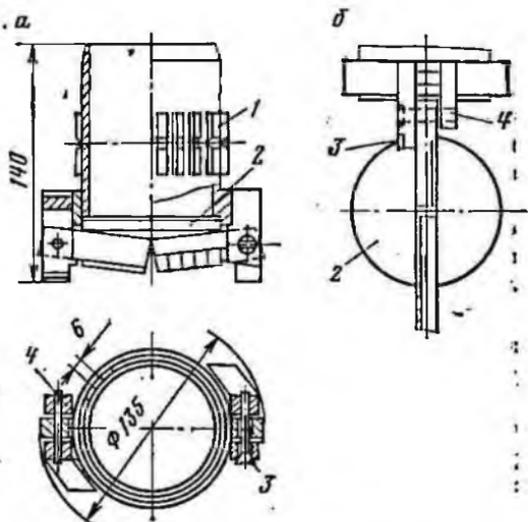
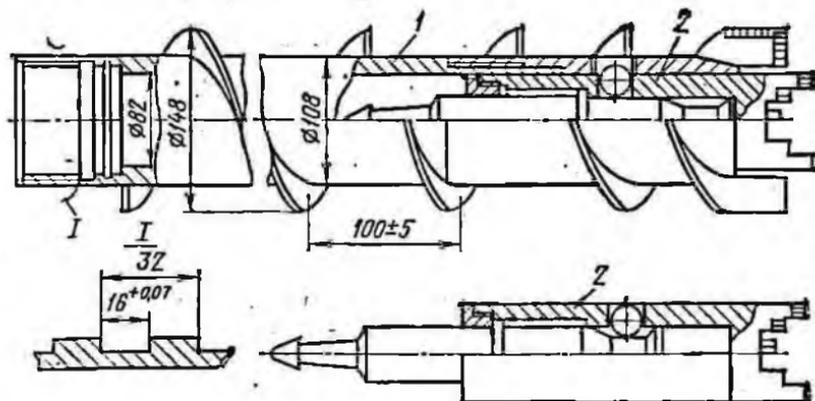


Рис. 10. Подъем буровой шнек с извлекаемым долотом:

1 — шнек; 2 — извлекаемое долото



тельных замков. Спираль из полосовой стали 20 мм приварена к трубе с шагом 100 мм. На замке и муфте нарезана прямоугольная резьба с шагом 32 мм. Шнеки имеют проходное сечение диаметром 82 мм, что позволяет опускать на забой заряд взрывчатого вещества диаметром до 80 мм.

К нижнему шнеку присоединяется съемное извлекаемое долото, состоящее из расширителя и извлекаемого разбурника. Расширитель представляет собой цилиндрическую втулку, на верхнем конце которой нарезана прямоугольная резьба для соединения с полым шнеком. Нижний конец втулки отточен под конус, и к нему приварены два спиральных резца, один из которых является продолжением спирали шнека. В средней части расширителя закреплены три сферических гнезда под шарики. Извлекаемый разбурник состоит из корпуса, штока, гайки и трех стальных шариков. Корпус представляет собой глухой цилиндр с уступом на внутренней поверхности, в полости которого размещен

шток, закрепленный гайкой. На нижнем конце корпуса закрепляется съемное долото, в средней части просверлены три радиальных отверстия под шары, а в верхней части нарезана внутренняя резьба под гайку. Шток имеет цилиндрическую форму, на нижнем конце которого выполнены два бурта и трапециевидная кольцевая канавка. Верхняя часть штока сделана в виде головки под шлиц.

При бурении шары размещаются внутри сферических гнезд и радиальных отверстий, соединяя их. Шары заперты поверхностью штока, находящегося в крайнем нижнем положении, а верхний бурт его размещается на уступе в полости корпуса.

Для извлечения разбурника в полость шнеков на тросике опускается шлиц и соединяется с головкой штока. При движении вверх верхний бурт штока упрется в гайку. В это время кольцевая канавка разместится напротив шаров, давая им возможность переместиться в свободную полость. Дальнейшее натяжение штока заставляет шары выйти из сферических гнезд, отсоединяя разбурник от расширителя, который в последующем извлекается на поверхность. Через свободную полость шнеков могут быть опущены заряд взрывчатого вещества, фильтровальная колонна или прибор.

Извлекаемое долото с запорными плашками отличается от рассмотренного выше долота с шариковым замком тем, что разбурник в процессе бурения закреплен в корпусе долота плашками. На рис. 11 показано долото со шлицевым соединением. В нижней части к корпусу приварены резцы, один из которых является продолжением винтовой спирали. На внутренней поверхности корпуса нарезаны кольцевые канавки под уплотнительные элементы и плашки.

Извлекаемый разбурник выполнен в виде режущего долота. В цилиндрической части сердечника разбурника имеются осевое цилиндрическое отверстие под шток и два радиальных прямоугольных паза под плашки. Верхняя часть сердечника заканчивается цилиндрической полостью и упорным буртом муфты с головкой под шлиц.

Плашки снабжены зубчатой рейкой (рис. 11, сечение А—А) для взаимодействия с зубчатым хвостовиком штока. В средней части шток имеет цилиндрический центрирующий пояс, а верхняя часть выполнена в виде отрезка длиной 40—60 мм трех- или четырехзаходного винта большого шага. Муфта имеет внутренний многозаходный винт для взаимодействия с винтом штока.

По достижении проектной глубины при помощи шлица разбурник извлекается на поверхность. Конструкция долота предложена В. А. Фильчевым.

Для бурения сейсморазведочных скважин в разрезах, где нужно опустить заряд взрывчатого вещества ниже уровня грунтовых вод, В. К. Монастыревым предложен специальный буровой снаряд.

Снаряд (рис. 12) включает полый шнек-контейнер, к нижней части которого присоединено долото, а в верхней размещена катушка для боевой магистрали. Лопасти долота соединены с его корпусом шарнирно и при левом вращении поворачиваются, освобождая полость снаряда. При правом вращении лопасти долота упираются в корпус. Перед началом бурения заряд взрывчатого вещества размещается в полости шнека, а боевая магистраль намотана на катушку. Шнек-контейнер работает с обычными шнековыми штангами или с гладкостенной бурильной колонной.

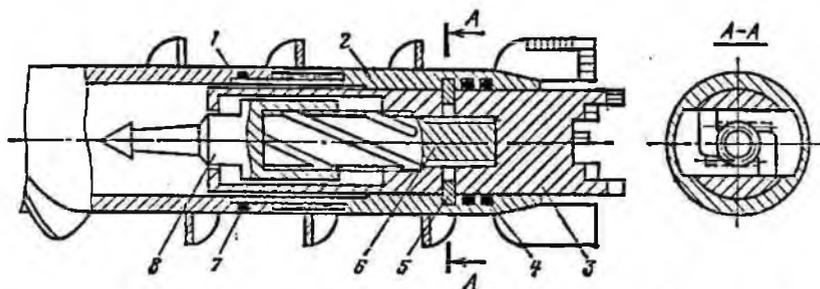


Рис. 11 Долово для полых буровых шнеков:

1—полый шнек; 2—корпус долота; 3—пзвлекасмый забурник; 4—уплотнительные элементы; 5—плашня; 6—шток; 7—уплотнительный элемент; 8—муфта с головкой под шлицы

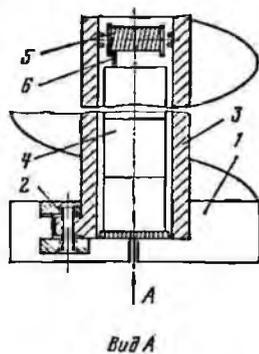
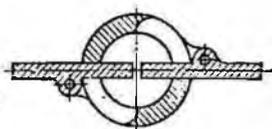


Рис. 12. Буровой снаряд конструкции В. К. Монастырева:

1—лопасть долота; 2—шарнир долота; 3—полый шнек; 4—заряд ВВ; 5—катушка; 6—боевая магистраль



После достижения проектной глубины инструмент поворачивают влево на 1—2 оборота и поднимают снаряд. Заряд взрывчатого вещества выталкивает при этом доннышко и остается на забое. По мере подъема снаряда боевая магистраль сматывается с катушки.

На основе бурового снаряда конструкции В. К. Монастырева СКБ ВПО «Союзгеотехника» разработан погружатель заряда шнековый — ПЗШ-1. Он отличается от ранее рассмотренного снаряда наличием пружины для выталкивания заряда взрывчатого вещества из полости шнека и более совершенным открывающимся долотом.

§ 5. ПОЛЫЕ ШНЕКИ ДЛЯ БУРЕНИЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ СКВАЖИН

Наряду с бурением геологоразведочных и сейсморазведочных скважин полые шнеки находят широкое применение при бурении гидрогеологических скважин и в качестве водоподъемного устройства при откачке воды.

На рис. 13 показана схема бурения гидрогеологических скважин глубиной до 60 м полыми шнеками. Этот метод впервые при гидрохимической съемке в

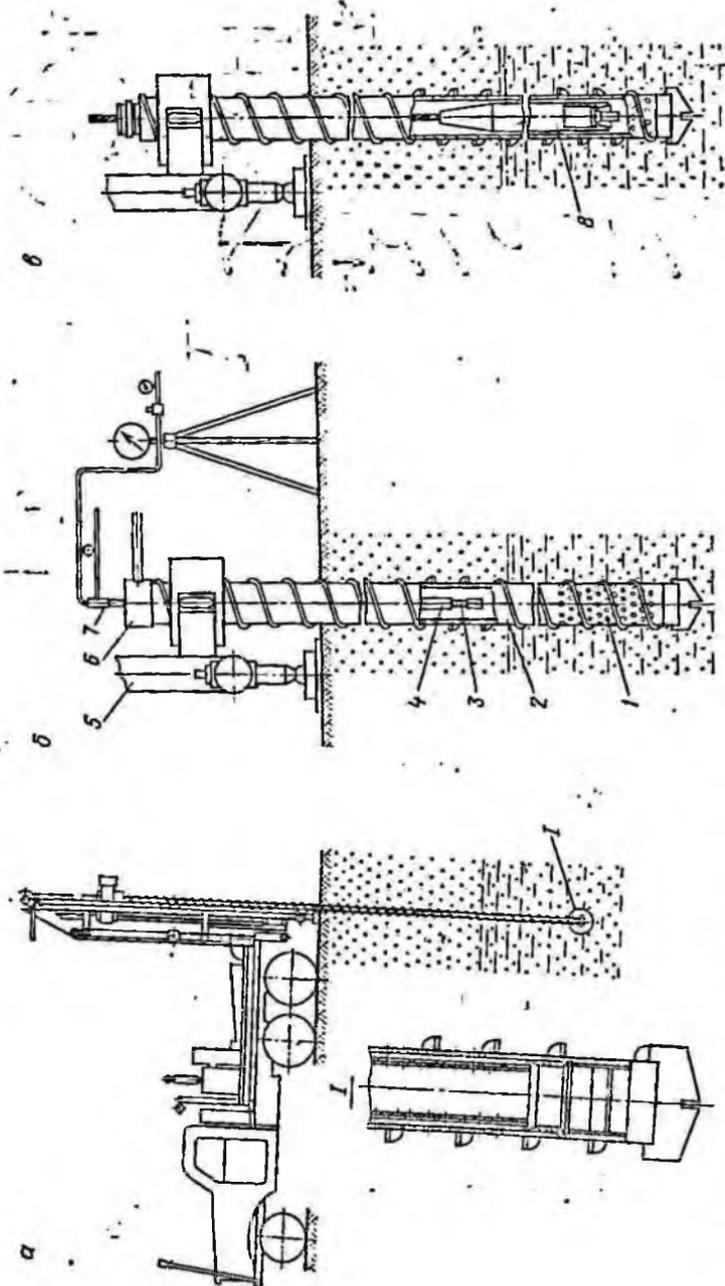


Рис. 13. Схема бурения скважин полыми шнеками при гидрогеологических исследованиях:
 а — бурение скважины; б — замер уровня воды пневматическим уровнем; в — желонирование скважины; 1 — шнекофидант;
 2 — полый шнек; 3 — датчик; 4 — воздушные трубы со смесителем; 5 — буровая установка; 6 — оголовок; 7 — тройник; 8 — желонка

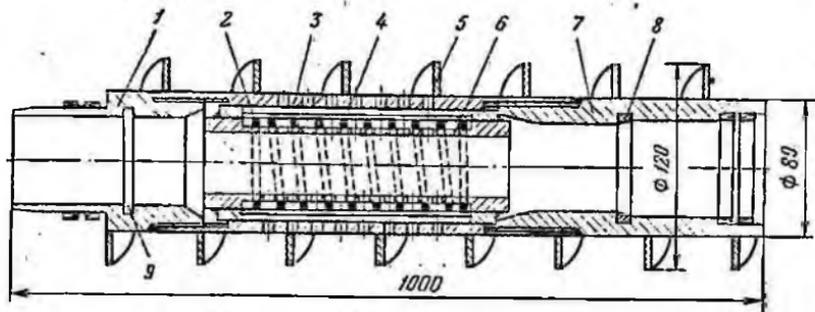


Рис. 14. Шнекофильтр:

1—полузамок с наружными шлицами; 2—латунная сетка; 3—перфорированная труба наружная; 4—проволока; 5—спираль шнека; 6—перфорированная труба внутренняя; 7—полузамок с внутренними шлицами; 8—уплотнение; 9—кольцевая канавка под плашки элеватора и лоты

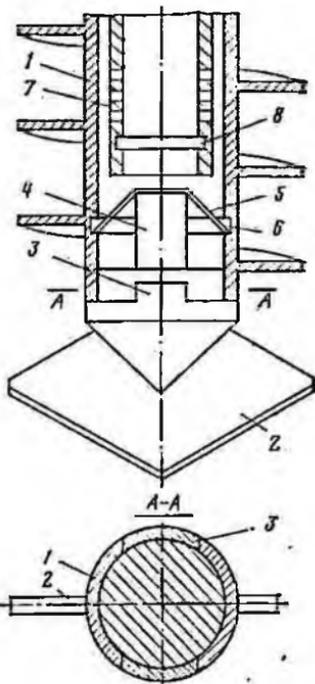


Рис. 15. Устройство для бурения наблюдательных и режимных скважин:

1—подый шнек; 2—долото; 3—кулачковые выступы; 4—хвостовик долота; 5—трапециевидная пружина; 6—кольцевая канавка; 7—фильтровая колонна; 8—кольцевая канавка

Заунгузских Каракумах опробован Д. М. Александровым. Литологический состав проходимых пород определялся по шламу, выносимому на поверхность шнеками, Поинтервальное опробование водоносных горизонтов проводилось через перфорированный шнекофильтр. Для отбора проб воды и откачек использовалась желонка диаметром 65 мм. Уровень воды в скважине замерялся пневматическим уровнемером (ПУР). Бурение велось буровой установкой УШБМ-16.

Шнекофильтр диаметром 120 мм, используемый при вышеприведенной схеме бурения, состоит из полого шнека (рис. 14), выполненного из перфорированной трубы диаметром 89 мм и внутренней также перфорированной тру-

бы с припаянной латунной сеткой. На нижнем конце шнекофильтра устанавливается глухое или открывающееся долото. Через полый шнековый инструмент с открывающимся долотом возможна также посадка фильтровых колонн для обустройства режимных, пьезометрических и эксплуатационных скважин.

На рис. 15 приведено устройство для бурения наблюдательных и режимных скважин. Устройство включает полую шнековую колонну, в нижней части которой закреплено съемное буровое долото, воспринимающее крутящий момент от шнековой колонны через кулачковые выступы. Верхняя часть бурового долота заканчивается хвостовиком, на котором закреплена трапецевидная пружина, свободными концами входящая в кольцевую проточку на внутренней поверхности шнековой колонны. Внутрь шнековой колонны опускается фильтровая колонна с аналогичной кольцевой канавкой в нижней части.

В процессе бурения долото удерживается от выпадения трапецевидной пружиной, а крутящий момент шнеков передается через кулачковые выступы. По достижении проектной глубины в полость шнеков опускается фильтровая колонна. Под действием веса колонны трапецевидная пружина сжимается и ее концы выходят из кольцевой канавки полого шнека, освободив долото, и входят внутрь фильтровой колонны, попадая в кольцевую канавку в нижней трубе.

Освобожденная шнекозья колонна извлекается из скважины, а фильтровая колонна, закоренная буровым долотом, остается в скважине. Фильтр в про-

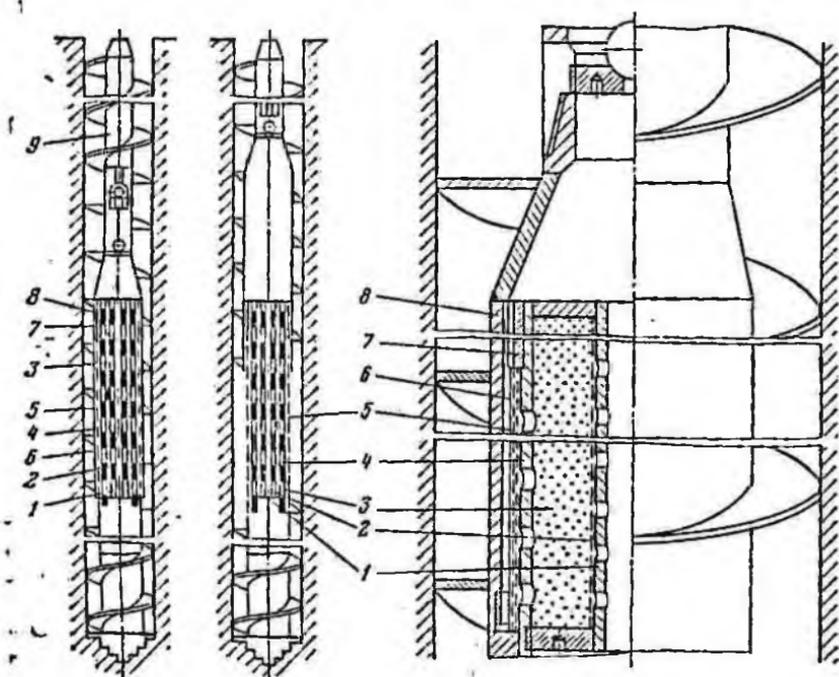


Рис. 16. Буровой шнековый снаряд с водоподъемным устройством:

1—внутренняя перфорированная труба; 2, 5—сетка; 3—фильтрующий материал; 4—перфорированная труба наружная; 6—чехол; 7—шлицевая муфта; 8—шнековый стакан; 9—полость

цессе бурения может размещаться в нижнем шнеке. После прекращения бурения в шнеки опускают фильтровую колонну и, соединив ее с фильтром, обнажают последний путем подъема шнеков [7].

На рис. 16 показан буровой шнековый инструмент с водоподъемным устройством, состоящий из перфорированных труб — внутренней с сеткой и наружной. Между трубами размещен фильтрующий материал. На верхней части наружной перфорированной трубы закреплена шлицевая муфта, по шлицам которой при обнажении и закрытии рабочей части фильтра скользит шнековый стакан.

В процессе бурения фильтр защищен от повреждения и глинизации шнековым стаканом. По достижении снарядом водоносного горизонта колонну полых шнеков и связанной с ней шнековый стакан приподнимают на высоту обнажения фильтра и производят откачку воды. По окончании пробной откачки полые шнеки и шнековый стакан опускают в исходное положение, и процесс бурения продолжается.

Недостатком описанного снаряда является необходимость приподнимать всю колонну полых шнеков, что связано с непроизводительной затратой вре-

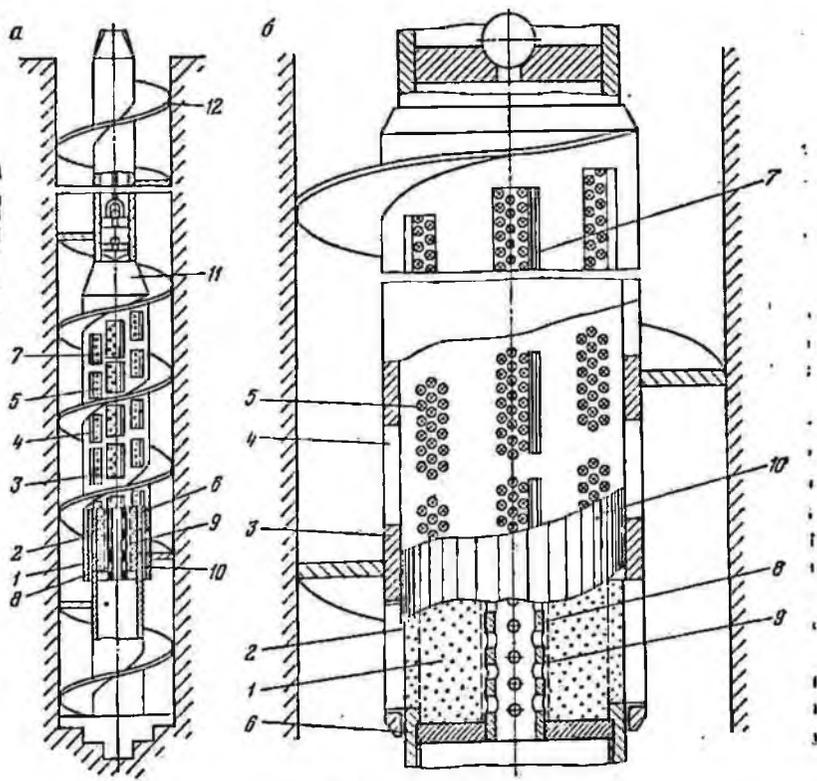


Рис. 17. Буровой шнековый снаряд с водоподъемным устройством со скребками-фиксаторами: а — буровой снаряд при бурении; б — установка фильтра при откачке; 1 — гравийно-сетчатый фильтр; 2 — чехол; 3 — шнековый стакан; 4 — окно в трубе шнека; 5 — окно в наружной трубе фильтра; 6 — наружная труба; 7 — скребок-фиксатор; 8 — внутренняя труба; 9, 10 — сетка; 11 — нижний специальный шнек; 12 — буровой шнек

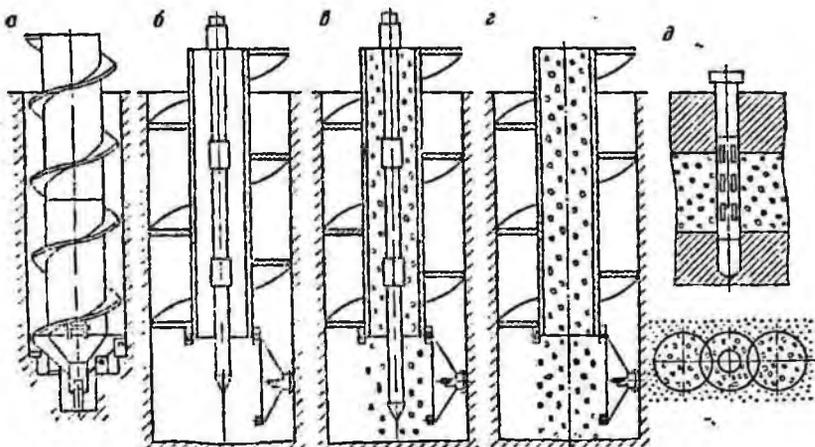


Рис. 16. Схема бурения скважин на воду с использованием полых шнеков и шнековых буров вращательного типа:

а — бурение скважины; б — открытие долота и спуск обсадной колонны; в — засыпка гравия и подъем фильтра; г — открытие долота, подъем бура и засыпка гравия для образования гравийной галереи; д — фильтровая колонна установлена в гравийной галерее, образованной рядом скважин

мени. На рис. 17 приведено водоподъемное устройство, исключаящее этот недостаток тем, что наружная труба и чехол фильтра перфорированы на отдельных участках, расположенных против окон в стенках шнекового стакана, поворачиваемого для закрытия доступа породы в фильтр при бурении [5].

Снаряд включает внутреннюю перфорированную трубу с сеткой и наружную частично перфорированную, обернутую сеткой. Гравийно-песчаный фильтр с чехлом размещен подвижно внутри шнекового стакана. В трубе шнекового стакана прорезаны окна, а на наружной частично перфорированной трубе закреплены против каждого окна скребки-фиксаторы.

Бурение осуществляется при правом вращении шнековой колонны. При этом окна шнекового стакана находятся против неперфорированных участков чехла и наружной трубы. Шнековый стакан удерживается в этом положении скребками-фиксаторами. По достижении водоносного горизонта колонну шнеков и связанный с ней подвижный шнековый стакан поворачивают влево до упора в правую грань окна и скребков-фиксаторов. В результате скребки очищают окна от породы и обнажаются перфорированные участки чехла и наружной трубы. Скважина готова к проведению пробных откачек из заданного водоносного горизонта.

По окончании пробной откачки колонну шнеков и связанный с ней подвижный шнековый стакан поворачивают вправо, окна его перемещаются на неперфорированные участки чехла, скребки-фиксаторы упираются в правую грань окна, и бурение продолжается до следующего интервала.

Использование полых шнеков большого диаметра и шнековых шурфобуров при бурении скважин на воду позволяет опускать фильтровые колонны с песчано-гравийной обсылкой (рис. 18). В маломощных пластах и пластах с низкой водоотдачей возможно строительство гравийных галерей. Галереи различ-

ной конфигурации (в плане) образуются пересекающимися рядами скважин. Высота гравийного слоя равна высоте галереи в пределах водоносного горизонта. Длина галерей выбирается с учетом конкретных геологических условий.

В центральную скважину опускается фильтровая колонна. Из нее в гравийные галереи проходят при необходимости горизонтальные и наклонные лучевые скважины путем забуривания шнекофильтров. Для этой цели может быть использована буровая установка УЛБ-130 конструкции ВЮГЕМА.

Используя полые шнеки, возможно бурить геологоразведочные, сейсморазведочные и гидрогеологические скважины различного назначения. В. Г. Кардыш считает целесообразным использовать полые шнековые колонны для бурения с гидротранспортом керна, укомплектовав шнеки внутренней кернопроводящей трубой.

§ 6. СПУСКО-ПОДЪЕМНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ШНЕКОВОГО БУРЕНИЯ

Тип применяемого соединения шнеков с вращателем зависит от принятой технологии бурения, типоразмеров шнекового инструмента и геологических задач.

Виды соединений, используемых в практике геологоразведочных работ, приведены на рис. 19.

На рис. 19, а показан тип соединения, применяемый на буровых установках УГБ-50М. Переходник (патрон) для подсоединения шнеков в верхней части имеет радиальные пазы, которые взаимодействуют с пальцем, закрепленным в шлице вращателя, а нижняя его часть заканчивается шестигранной муфтой. Нарращивание шнеков вертикальное, т. е. присоединяемый к вращателю шнек находится в вертикальном положении. Такое соединение трудоемко и неудобно для шнеков длиной более 1,5—2,0 м.

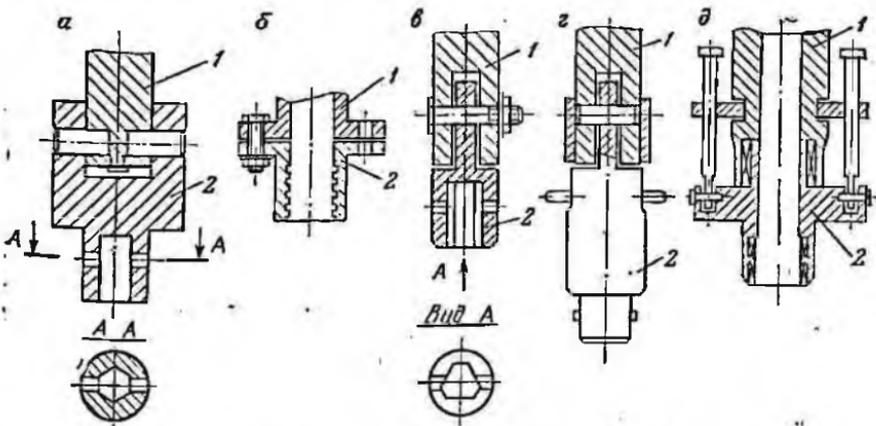


Рис. 19. Схема присоединения буровых шнеков к шпindelю вращателя:

а — бесшарнирное соединение с вертикальным наращиванием шнеков; б — бесшарнирное соединение с проходным отверстием для работы со съёмными грунтоносками, вертикальное наращивание; в — шарнирное соединение с горизонтальным наращиванием шнеков; г — шарнирное соединение с элеватором для полых шнеков с шлицевыми замками, горизонтальное наращивание; д — шарнирное соединение с проходным сечением для работы со съёмным грунтоносом, горизонтальное наращивание; 1 — шпindel вращателя; 2 — переходник к буровым шнекам

При использовании полых шнеков со съёмным грунтоносом используются вращатели, у которых шпindel выполнен полым, диаметр сечения полости равен или близок к диаметру полости шнеков.

Переходник к шнекам (рис. 19, б) соединен со шпинделем фланцевым соединением. Возможно использование также шпоночных или шлицевых соединений. Схема соединения предусматривает вертикальное наращивание.

Шарнирное соединение переходника со шпинделем вращателя приведено на рис. 19, в. В шпинделе выполнен паз, в который входит щека переходника и закрепляется болтом.

Соединение обеспечивает горизонтальное наращивание шнеков, что позволяет использовать шнековый инструмент значительной длины, ускорить съём, постановку и увеличить производительность на буровых работах. Муфта переходника предназначена для соединения со шнеками, имеющими трехгранные замки. При использовании шнеков с резьбовыми замками к муфте прикрепляется бобышка с отверстием под шкворень. На конце витков шнеков с резьбовыми замками выполняются отверстия. После соединения замка шнека с муфтой переходника в совмещенные отверстия вставляется шкворень. Это позволяет производить механическое развинчивание шнеков с резьбовыми замками. Шарнирные переходники могут применяться практически со всеми типоразмерами обычных и полых шнеков, за исключением случаев, когда предусмотрена работа через полый шпindel вращателя. Такое соединение использовалось на всех буровых установках типа УШБ.

Для ускорения работы с полыми шнеками, имеющими шлицевые замки, предложен специальный элеватор. Элеватор соединяется со шпинделем вращателя (рис. 19, г) с помощью шарнирной муфты в виде паза, щеки и пальца. Муфта может быть заперта скользящей втулкой. После того как шлицевый замок шнека вставлен в шлицевую муфту элеватора, поворотом рукоятки выдвигают из корпуса плашки, которые входят в кольцевые канавки замка шнека. Такой вид соединения использовался на буровых установках УШБТ-М, УШБ-16 и УШБМ-16.

Устройство, приведенное на рис. 19, д, универсально и обеспечивает соединение со всеми типами полых и обычных шнеков, а также при работе со съёмными грунтоносами. Соединение обеспечивает горизонтальное и вертикальное наращивание. После разъединения верхнего шлицевого замка нижняя соединительная муфта получает возможность опуститься на скалках вниз и поворачиваться вокруг шарниров скалок, а также вокруг шпинделя. Верхний соединительный замок после соединения со шпинделем может быть зафиксирован скрепкой или фиксатором вручную или дистанционно. Такие соединения применяются на буровых установках типа УШБМ-16 и УРВ-2,5АШ. Соединение с затвором, имеющим пневматический привод, предусмотрено в буровой установке КБУ-15 и предложено Щигровским СКБ ПО «Геомаш».

Для ускорения процесса соединения полых шнеков с вращателем и создания при этом безопасных условий труда применяются специальные элеваторы различных типов (рис. 20).

Элеватор, приведенный на рис. 20, а, включает корпус со щекой для присоединения к шпинделю вращателя и шлицевой муфты. Корпус имеет центральное отверстие под шток, верхний радиальный паз под рукоятку и нижний — под плашки. К нижнему торцу корпуса прикреплена крышка с прямо-

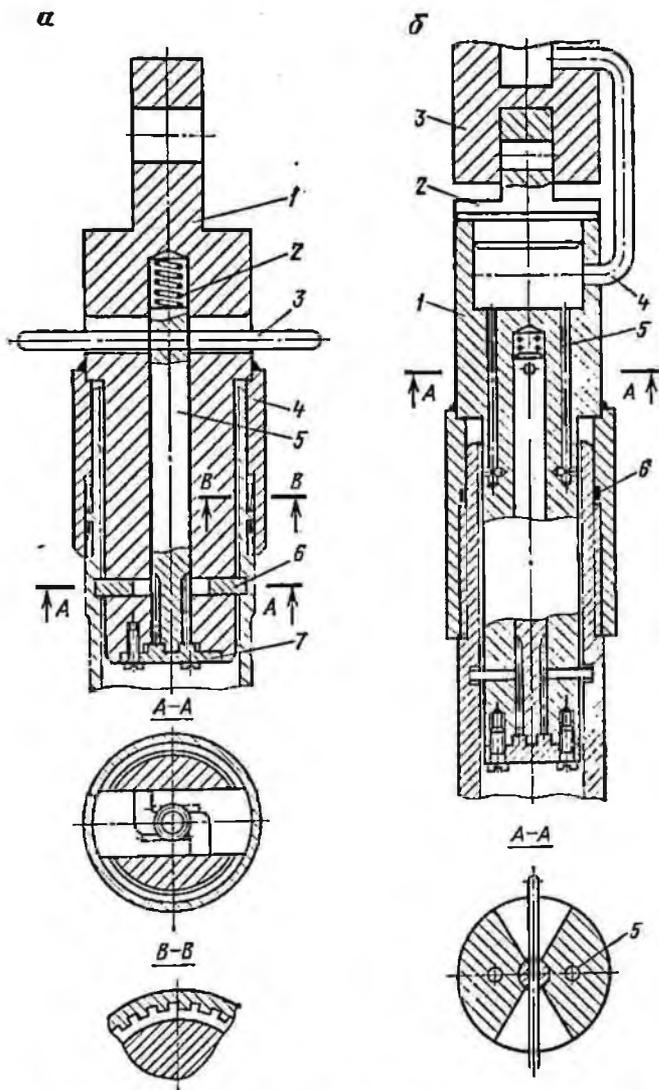


Рис. 20. Элеватор для соединения полых шнеков с вращателем:
a — элеватор для полых шнеков; 1 — корпус; 2 — пружина; 3 — рукоятка; 4 — муфта литевая; 5 — шток; 6 — плашка; 7 — крышка; 6 — элеватор для бурения со шнекопневматической очисткой забоя; 1 — корпус; 2 — серьга; 3 — шпindel вращателя; 4 — воздухопровод; 5 — каналы для подачи сжатого воздуха; 6 — уплотнительный элемент

угольным пазом под прямоугольный выступ штока. Последний размещается в центральной части корпуса, снабжен на нижнем конце зубьями, а на торце имеет прямоугольный выступ. В верхней части штока нарезана радиальная резьба, в которой закреплена рукоятка. Шток подпружинен. Плашки на боковой поверхности снабжены зубчатой рейкой под зубья штока. На рис. 20, а элеватор показан с выдвинутыми плашками, введенными в кольцевую канавку в замке шнека. При этом выступ штока входит в паз крышки и шток прижат пружиной, т. е. плашки зафиксированы в рабочем положении.

Для того чтобы вдвинуть плашки в корпус при расоединении со шнеком, необходимо приподнять рукоятку вверх, преодолевая напряжение пружины, а затем повернуть ее.

При подъеме рукоятки выступ штока выйдет из паза крышки. Шток, повернувшись вокруг корпуса элеватора, при взаимодействии с рейкой вдвигает плашки внутрь корпуса. Соединение полых шнеков с корпусом происходит аналогичным образом. Элеваторы такой конструкции надежно работают с полыми шнеками диаметром 120, 130 и 177 мм на буровых установках УШБТ-М, УШБМ-16.

Элеватор на рис. 20, б отличается от описанного тем, что кроме передачи крутящего момента и осевой нагрузки обеспечивает передачу через него сжатого воздуха. В корпусе под щекой выполнена полость, которая воздуховодом соединяется со шпинделем вращателя и источником сжатого воздуха, а также с полыми шнеками. В шлицевой муфте элеватора предусмотрены уплотнительные элементы.

Элеватор, предложенный для буровых установок УШБМ-16, предназначен для бурения скважин с подачей сжатого воздуха на забой при шнекопневматическом способе очистки скважин или подаче воздуха в забойный пневматический механизм.

При бурении вязких пород на витках шнека образуются пробки. Многие исследователи отмечают, что подлив воды через устье скважины в процессе бурения способствует улучшению транспортировки породы, однако эффект проявляется только на верхних участках скважины. Более эффективным средством уменьшения трения является способ подачи воды на забой, для чего применяется специальный сальник-вертлюг (рис. 21). Он обеспечивает шарнирное соединение шнекового инструмента с вращателем и подачу на забой воды или сжатого воздуха.

Верхним концом вал вертлюга присоединяется к шпинделю вращателя, а нижним — к полым шнекам. Корпус вертлюга связан с валом подшипниками. В нижней части корпуса запрессована втулка с уплотнительными кольцами. Внутри втулки размещаются две группы резиновых манжет с опорными и нажимными кольцами. Манжеты разделены промежуточной втулкой, имеющей радиальные отверстия для прохода промывочной жидкости.

Вертлюг используется с буровыми установками типа УШБМ-16 при шнековом колонковом бурении. При спуско-подъемных операциях шнековый инструмент подвешивается над устьем скважины различными способами. На буровых установках типа УГБ-50М, ЛБУ-50 он устанавливается на П-образную подкладную вилку, выполненную из швеллера и опирающуюся непосредственно на грунт. Буровые установки типа УШБ имеют специальный сменный спайдер, закрепляемый к ногам мачты на высоте, удобной для работы. Типоразмер

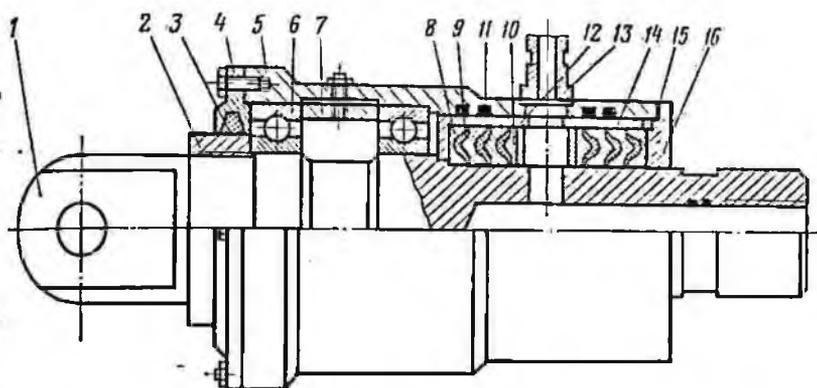


Рис. 21. Сальник-вертлюг для шнекового бурения:
 1—вал; 2—гайка; 3—уплотнение; 4—крышка;
 5—корпус; 6—подшипник; 7—распорная втулка;
 8—опорное кольцо; 9—манжета; 10—нажимное
 кольцо; 11—уплотнительные кольца; 12—втулка;
 13—ниппель; 14—промежуточная втулка; 15—ре-
 гулирующие прокладки; 16—крышка

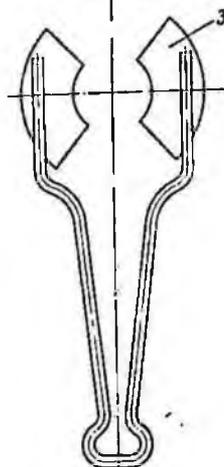
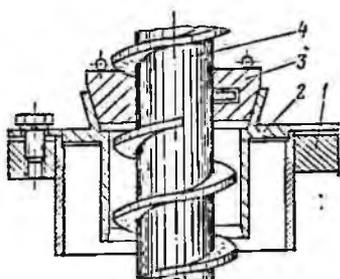


Рис. 22. Спайдер и подкладная вилка для полых
 шнеков:
 1—спайдер буровой установки; 2—сменная кон-
 дукторная втулка; 3—подкладная вилка; 4—по-
 лый шнек

спайдера зависит от типа и размера шнекового инструмента. Каждый размер спайдера имеет ряд сменных кондукторных втулок под различные диаметры шнеков.

Для обычных шнеков кондукторная втулка состоит из собственно цилиндрической муфты с приваренным фланцем. Внутренний диаметр втулки на 10—

15 мм больше диаметра используемых шнеков. Фланец имеет цилиндрическую заточку под внутренний диаметр спайдера и прикрепляется к нему болтами. При работе со шнеками с нерезьбовым соединением используются П-образные подкладные вилки и штыри, а для шнеков с резьбовым соединением применяются вилки, выполненные в виде толстого (30—40 мм) витка с рукояткой и опорной пяткой. Такая вилка позволяет производить механическое отвинчивание шнеков, не повреждая их лопастей. При этом спайдер является не только столом для постановки инструмента, но и служит как направление для обеспечения строго соосного направления шнекового инструмента со шпинделем вращателя.

На рис. 22 приведена конструкция спайдера и подкладной вилки для полых шнеков. К спайдеру прикреплена кондукторная втулка, у которой наряду с цилиндрической поверхностью имеется конусная направляющая под подкладную вилку. Одна из плашек подкладной вилки имеет цилиндрическую поверхность, а во второй имеется спиральный паз под виток шнека.

ГЛАВА IV

СПЕЦИАЛЬНЫЙ ШНЕКОВЫЙ ИНСТРУМЕНТ

§ 1. ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ОТБОРА ОБРАЗЦОВ ГРУНТА С НЕНАРУШЕННОЙ СТРУКТУРОЙ

Геологическая документация скважин, пробуренных шнековым способом, осложнена тем, что образцы пород перемяты, а глубина, с которой они выносятся, известна недостаточно точно.

Специальные конструкции шнекового инструмента для бурения кольцевым забоем позволяют устранить эти недостатки, хотя производительность при этом несколько снижается.

Существует несколько направлений конструирования шнекового инструмента для бурения кольцевым забоем: магазинные шнеки с грунтоносцами, обуривающие грунтоносы, шнеково-колонковые снаряды.

Области применения различных типов инструмента зависят от геологического разреза и направления использования отобранных образцов грунта.

Полые шнеки со съёмным грунтоносом

Снаряд для бурения шнековым способом с отбором проб грунта с ненарушенной структурой (рис. 23) состоит из полый шнековой колонны, керноприемника со съёмной крышкой, подшипникового узла, утяжелителя грунтоноса и ловителя [3, 18].

Шнеки соединяются между собой при помощи быстроразъёмных замков с широким проходным отверстием. Нижняя часть шнековой колонны имеет полый шнек с коронкой.

При посадке грунтоноса на забой подпружиненная защёлка фиксирует его относительно нижнего шнека. Подшипниковый узел обеспечивает неподвижное

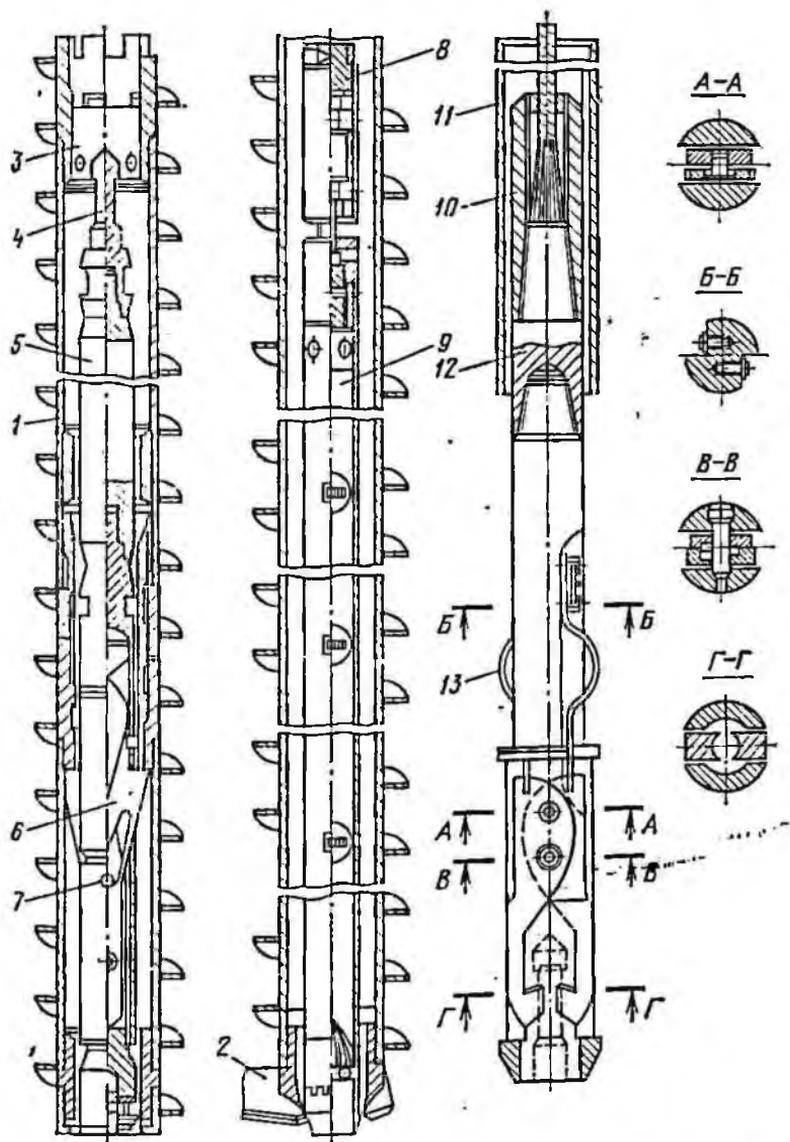


Рис. 23. Полые шнеки со съёмным грунтоносом:

1—полый шнек; 2—воронка; 3—полузамок шнека; 4—головка; 5—утяжелитель грунтоноса; 6—зашелки; 7—палец; 8—подшипниковый вращающийся узел; 9—съёмный грунтонос; 10—клинчатый замок; 11—патрубок; 12—утяжелитель ловителя; 13—пружина

положение керноприемника в процессе бурения и передачу осевой нагрузки.

Грунтонос извлекается на поверхность с помощью ловителя, представляющего собой пружинный захват с утяжеленной штангой и канатным замком.

Рассмотренная конструкция полых шнеков со съёмным грунтоносом разработана СКБ ВПО «Союзгеотехника» к буровой установке УГБ-50М.

Съёмный грунтонос конструкции Щигровского СКБ ПО «Геомаш» к полым шнекам диаметром 240 мм со шпоночно-резьбовым замковым соединением, входящий в комплект буровой установки ЛБУ-50, снабжен дополнительным вертикальным узлом. Последний устанавливается над утяжелителем грунтоноса, и к нему с помощью шарнирного канатного замка постоянно присоединен трос. Это позволяет отказаться от ловителя и утяжелителя к нему.

Использование полых шнеков со съёмными грунтоносами значительно эффективнее рейсовых магазинных шнеков, поставляемых с комплектом инструмента буровой установки УГБ-50М, за счет значительного сокращения затрат времени на спуско-подъемные операции.

Кроме того, в магазинных шнеках с вращающимся керноприемником часто наблюдается затирка породы к коронке, что снижает процент выхода керна и ограничивает длину рейса на 20—30 см. Полые шнеки со съёмным грунтоносом обеспечивают отбор качественных образцов грунта при углублении за рейс на 0,7—1,0 м.

Обуривающие грунтоносы

Грунтоносы обуривающего действия обеспечивают качественное сохранение структуры керна за счет неподвижности керноприемного стакана. На рис. 24 приведен грунтонос конструкции Фундаментпроекта — ПНИИСа, предназначенный для отбора монолитов глинистых грунтов твердой и полутвердой консистенций, а также плотных и цементированных песков [3].

Грунтонос состоит из корпуса со спиральной шнековой навивкой, внутреннего керноприемного стакана, съёмного башмака с тормозными лопастями и съёмной коронки. Керноприемный стакан удерживается при бурении внутри

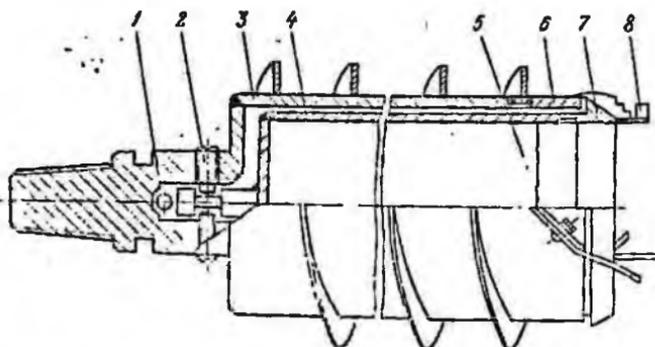


Рис. 24. Обуривающий грунтонос конструкции Фундаментпроекта — ПНИИСа:
1 — шарик; 2 — винт; 3 — корпус; 4 — стакан; 5 — съёмные резцы; 6 — коронка; 7 — башмак; 8 — тормозные лопасти

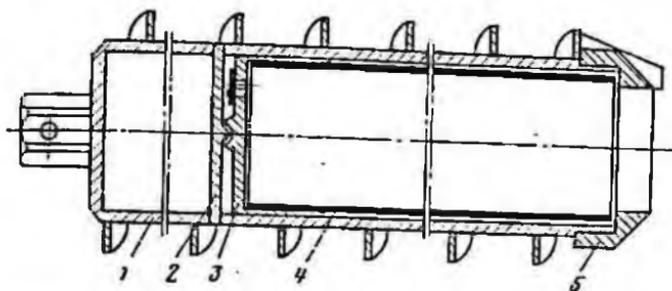


рис. 25. Обуривающий грунтонос конструкции ПНИИСа:

1 — корпус; 2 — пята; 3 — направляющий стакан; 4 — картонная гильза; 5 — башмак

корпуса двумя винтами с цилиндрическим хвостовиком. Для извлечения керноприемного стакана винты необходимо вывинтить.

Грунтонос погружается в грунт вращением и вдавливанием. Частота вращения не должна превышать 0,5—0,7 с⁻¹.

Монолиты грунта, отбираемые грунтоносом при инженерно-геологических исследованиях, соответствуют требованиям ГОСТ 12071—72.

Обуривающий грунтонос конструкции ПНИИСа (рис. 25) состоит из корпуса с приваренной шнековой спиралью, башмака, опорного подпятника, направляющего стакана и картонной керноприемной гильзы, устанавливаемой в продольные вырезы керноприемного стакана, который при заполнении его породой не вращается [3]. Заканчивается снаряд коронкой с резами и отрезными ножами, причем заостренный наконечник керноприемного стакана несколько опережает резы коронки.

Верхняя часть керноприемного стакана соединена с крышкой, на которой смонтирован затвор, выполненный в виде стакана с поршнем.

После заполнения керноприемного стакана породой керн подрезается специальными подпружиненными ножами и удерживается ими от выпадения при подъеме инструмента.

Изготавливаются грунтоносы наружным диаметром 135 и 198 мм и диаметром проходного отверстия соответственно 70 и 105 мм. За один рейс таким грунтоносом отбираются монолит высотой около 40 см и проба породы с нарушенной структурой массой до 5—6 кг.

Грунтонос аналогичной конструкции ГОУ-1 разработан СКБ «Гидрогеотехника» ПО «Узбекгидрогеология». Отличительная его особенность — наличие обратного клапана, подшипникового узла и разъемного керноприемника.

Техническая характеристика грунтоноса

Диаметр скважины, мм	185
Диаметр корпуса по спирали, мм	185
Диаметр керноприемника, мм	124
Диаметр корпуса, мм	146
Длина керноприемника, мм	400
Диаметр монолита, мм	120
Частота вращения, с ⁻¹	0, 66
Длина грунтоноса, мм	640
Масса, кг	18

Погружение грунтоноса производится вращением наружной трубы с коронкой и вдавливанием башмака керноприемника в грунт. При этом керноприем-

ная часть грунтоноса опирается в подшипниковый узел, который центрирует, передает осевую нагрузку и исключает вращение керноприемной части. При бурении опережающий башмак устраняет воздействие резцов коронки, за счет чего сохраняется естественная структура монолита. Порода за башмаком срезается резцами коронки и транспортируется спиральной навивкой корпуса грунтоноса. Изготовитель грунтоноса ГОУ-1 — завод «Геологоразведка» Миннео Узбекской ССР.

Шнековый инструмент конструкции ЦНИИ МПС для сплошного отбора образцов грунта с ненарушенной структурой

Разработанный во Всесоюзном научно-исследовательском институте железнодорожного транспорта комплект инструмента для буровых установок типа УГБ-50М и ПВБС-15 предназначен для сплошного или выборочного отбора образцов грунта с ненарушенной структурой из скважин инженерно-геологического назначения. Отобранные образцы используют для определения плотности, предельного сопротивления сдвига, размокаемости, текстуры, структуры и неоднородности грунтов.

В комплект входят шнек-пилот, шнек-грунтонос с расширителем, наставные шнеки и кольцо-шаблон (рис. 26). Наружный диаметр шнека-пилота равен диаметру трубы шнека-грунтоноса, а диаметр шнека-грунтоноса — диаметру серийных шнеков.

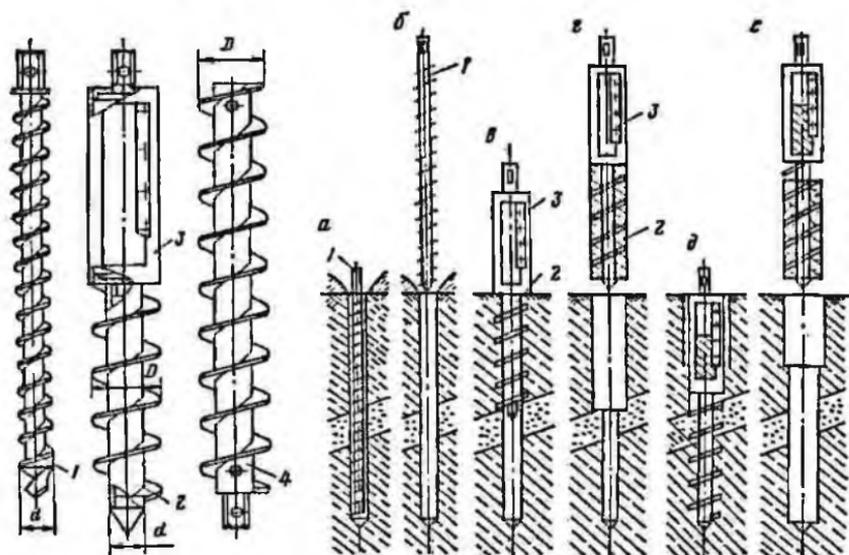


Рис. 26. Комплект шнекового инструмента и технология бурения при сплошном отборе образцов грунта с ненарушенной структурой:

a — забуривание шнека-пилота; *б* — извлечение шнека-пилота; *в* — ввинчивание в пилот-скважину шнека-грунтоноса; *г* — извлечение шнека-грунтоноса; *д* — ввинчивание шнека-грунтоноса; *е* — спуск шнека-пилота; *1* — шнек-пилот; *2* — шнек-грунтонос; *3* — расширитель; *4* — наставный шнек

Расширитель шнека-грунтоноса выполнен в виде буровой ложки, эксцентрисичность которой образуется посредством режущего резца, закрепленного в кромке окна. Расширитель увеличивает диаметр скважины на 6—10 мм.

Кольцо-шаблон состоит из патрубка длиной 150 мм с прикрепленным к нему кольцом (тарелкой) диаметром от 300 до 450 мм в зависимости от диаметра шнека-грунтоноса и служит для разрезания образца грунта и его торцевания.

Скважину вначале бурят шнеком-пилотом (рис. 26, а), после извлечения которого (рис. 26, б) в скважину ввинчивают шнек-грунтонос на малой частоте вращения и при плавной подаче (рис. 26, в). Шнек-грунтонос с образцом грунта без вращения извлекают на поверхность (рис. 26, г). В пилот-скважину на всю глубину вновь ввинчивают шнек-грунтонос, при этом рейсе в работу вступает расширитель (рис. 26, д). После извлечения (рис. 26, е) без вращения шнека-грунтоноса в скважину опускается шнек-пилот. В дальнейшем углубление продолжается до проектной глубины аналогично описанному.

Грунт на шнеке-грунтоносе с помощью кольца-шаблона разрезают на образцы такой длины, чтобы объем образца был равен 100 см^3 , тогда частное от деления массы образца на 100 численно равно его плотности при естественной влажности. Другие показатели свойств грунта определяют по образцам, взятым со шнека-грунтоноса.

Шнекоколонковые снаряды

На рис. 27 приведен шнекоколонковый снаряд конструкции Ф. А. Шамшева [3]. Снаряд включает шнековый бур, трубу с переходником, шпindel и упорный шарикоподшипник. Благодаря наличию подшипника труба остается неподвижной при вращающемся шнековом буре. Снаряд предназначен для отбора образцов из песков и слабых углей. Керн отбирается в виде бурового шлама. Рекомендуемая осевая нагрузка на снаряд до 2 кН, частота вращения $0,3\text{--}0,5 \text{ с}^{-1}$. Углубление за рейс составляет 0,8—1,0 м.

Для отбора керна из более плотных пород авторами предложен шнекоколонковый снаряд с выдвигной колонковой трубой (рис. 28).

Снаряд состоит из обычной шнековой колонны, соединенной с ней полого шнека с закрепленной на верхнем конце посредством резьбы байонетной втулкой, колонковой трубы, размещенной внутри полого шнека, и шпинделя, расположенного внутри колонковой трубы. На нижнем конце полого шнека закреплены резцы. К одному концу колонковой трубы с помощью резьбы прикрепле-

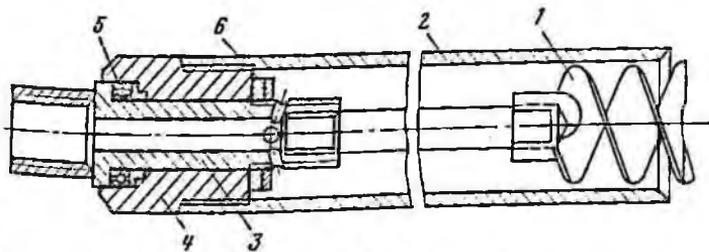


Рис. 27. Шнекоколонковый снаряд конструкции Ф. А. Шамшева:

1—шнек; 2—труба; 3—шпindel; 4—переходник; 5—подшипник; 6—гайка

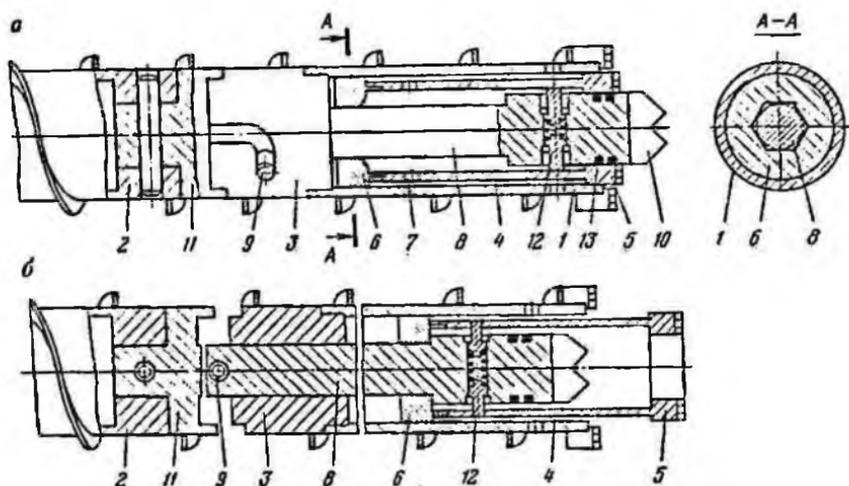


Рис. 28. Шнековый буровой снаряд с выдвижной колонковой трубой:

а — снаряд при шнековом бурении; б — снаряд при колонковом бурении; 1 — полый шнек; 2 — шнековая колонна; 3 — байонетная втулка; 4 — колонковая труба; 5 — коронка; 6 — шести-гранная втулка; 7 — радиальные отверстия под фиксаторы; 8 — шпindelь; 9 — палец; 10 — за- бурник; 11 — хвостовик; 12 — фиксаторы; 13 — уплотнительные элементы

на коронка, а к другому — шестигранная втулка. В трубе просверлены два от- верстия под фиксаторы.

Нижний и верхний концы шпинделя имеют цилиндрическую форму, а в средней части сечение уменьшается и выполнено шестигранным для взаимо- действия с втулкой аналогичного сечения.

К нижнему концу шпинделя прикреплен забурник, вблизи которого на шпинделе сделаны кольцевые канавки под уплотнительные элементы, а в ра- диальном отверстии размещены фиксаторы. Шпиндель оканчивается хвостови- ком для соединения с колонной шнеков. В верхней цилиндрической части шпин- деля закреплен палец, который взаимодействует с байонетной втулкой.

В процессе бурения шнековым способом рейсами или с непрерывным выно- сом породы палец находится в горизонтальном пазе байонетной втулки (рис. 28, а). При этом коронка колонковой трубы выступает на 30—40 мм ни- же торца полого шнека, а шпиндель с забурником находятся ниже торца ко- ронки. Крутящий момент и осевая нагрузка от шнековой колонны передаются через палец и байонетную втулку полому шнеку, а также забурнику и коро- нке, жестко связанным со шпинделем. В таком положении бурение произво- дится до плотных пород либо до интервала, с которого необходимо отобрать столбик грунта с ненарушенной структурой.

Для перехода на бурение колонковой трубой поворачивают снаряд на 1/2—1 оборот влево и тем самым выводят палец из горизонтального паза байо- нетной втулки в вертикальный и приподнимают снаряд на длину колонковой трубы. При подъеме шнековой колонны полый шнек и колонковая труба оста- нутся на месте, а шпиндель будет двигаться вверх до упора цилиндрической части в торец шестигранной втулки. В этот момент фиксаторы войдут в ра- диальные отверстия в колонковой трубе, а торец колонны шнеков будет нахо-

даться от торца полого шнека на расстоянии, равном ходу колонковой трубы. В дальнейшем включают правое вращение и продолжают углубление (рис. 28, б).

Углубившись на длину колонковой трубы, выключают вращение и поднимают снаряд из скважины. На поверхности керна извлекают из колонковой трубы и готовят снаряд к новому спуску.

Снаряд используется для отбора керна из верхних плотных пород, которые невозможно бурить шнековым инструментом, и для поинтервального отбора керна с исследуемых интервалов.

В. Н. Маслов предлагает для отбора проб грунта при шнековом бурении использовать устройство, включающее полую шнековую колонну и несколько пробоотборных камер с заслонками в виде заборных ковшей, взаимодействующих со стенками скважины при левом вращении шнековой колонны.

§ 2. ШНЕКОВЫЕ ПРОБООТБОРНИКИ ДЛЯ ЖИДКИХ И ГАЗООБРАЗНЫХ АГЕНТОВ

С помощью специального шнекового инструмента возможен не только отбор образцов грунта, но и опробование продуктивных горизонтов при проведении гидрогеологических и геохимических методов разведки. Опробование продуктивных пластов производится непосредственно после вскрытия, что позволяет избежать их загрязнения и сохранить естественную проницаемость пласта. В настоящее время существует ряд шнековых пробоотборников.

Шнековый пробоотборник воды

Пробоотборник (рис. 29) предназначен для отбора проб воды из водоносных горизонтов при бурении скважин с промывкой забоя. Он состоит из корпуса, к нижней части которого прикреплен полый шнек с долотом, а к верхней — переходник для соединения с бурильными трубами. Внутри корпуса, образующего приемную камеру, размещен поршень, снабженный ловильной головкой со шпилькой, и клапан. К нижней части поршня присоединен полый шток, взаимодействующий с внутренней поверхностью полого шнека. Между полым шнеком и корпусом находится конический тампон, а в нижней части полого шнека имеется фильтр.

При встрече водоносного горизонта пробоотборник опускается в скважину на буриль-

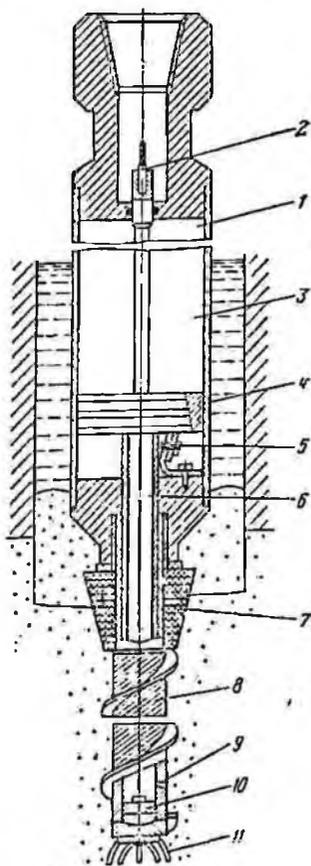


Рис. 29. Шнековый пробоотборник воды:

1—корпус; 2—ловильная головка; 3—приемная камера; 4—поршень; 5—клапан; 6—пустотелый шток; 7—тампон; 8—полый шнек; 9—фильтр; 10—уплотнение; 11—долото

ных трубах. Глинистый раствор во время спуска не попадает в пробоотборник из-за перекрытия отагретий фильтра пустотелым штоковым уплотнением. После забуривания талпон и размещенная на витках шнека порода надежно изолируют приемную часть фильтра от столба глинистого раствора в скважине.

В бурильные трубы на тросике опускается ловитель, который соединяется с ловильной головкой поршня. Натяжением троса поршень поднимается вместе с полым штоком и открывает отверстия фильтра. Отбираемая жидкость засасывается в приемную камеру пробоотборника. Как только полый шток выйдет из полости шнека, клапан перекроет его, герметизируя пробу воды в приемной камере.

При дальнейшем движении вверх поршень поднимается до упора, ловильная головка срезает шпильку и трос вместе с ловушкой поднимается на поверхность. Пробоотборник позволяет получить достоверные пробы воды при гидрогеохимических исследованиях.

Фильтр шнековый для опережающего послойного опробования водоносных горизонтов

Фильтр шнековый (рис. 30) состоит из трубы с отверстиями и приваренной к ней шнековой спирали. На нижнем конце трубы закреплено долото, а на верхнем — переходник для соединения с гладкоствольной бурильной колонной, используемой при колонковом бурении скважин. Между витками шнековой спирали припаяна металлическая сетка галунного плетения. Для защиты сетки от механических повреждений, возможных при забуривании в водоносный горизонт, поверх сетки припаяна проволока.

Фильтр шнековый предназначен в основном для послойного опробования водоносных горизонтов при бурении скважин с промывкой. Поэтому в скважину, заполненную промывочной жидкостью, он опускается на бурильных трубах диаметром 50 и 63,5 мм и позволяет опробовать водоносные горизонты без удаления из ствола глинистого раствора или замены его на воду. При забуривании порода размещается на витках шнека и в верхней глухой части фильтра и надежно разобщает приемную часть фильтра от вышележащего столба глинистого раствора.

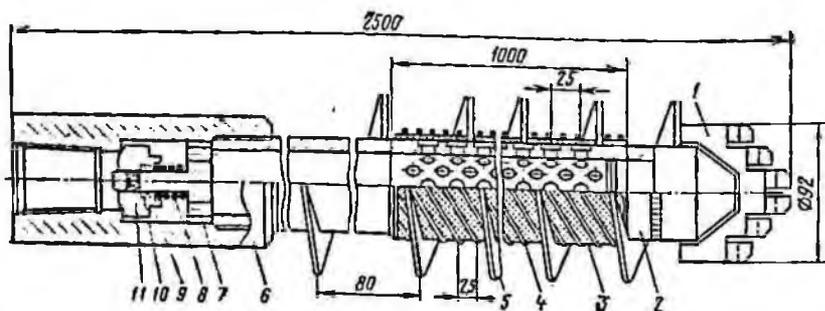


Рис. 30. Фильтр шнековый для опережающего послойного опробования водоносных горизонтов:

1— долото; 2— фильтровая труба; 3— сетка; 4— проволока; 5— винтовая спираль; 6— переходник; 7— шток; 8— пружина; 9— клапан; 10— уплотнительные элементы; 11— фиксатор

Бурильные трубы, опускаемые в скважину, глинистым раствором не заполняются, а для предотвращения его проникновения через фильтр служит подпружиненный клапан с фиксатором.

После забуривания фильтра в водоносный горизонт и создания давления воды на клапан промывочным насосом клапан, преодолевая сопротивление пружины, опускается в крайнее нижнее положение и фиксируется. На устье скважины монтируется водоподъемное оборудование и проводится откачка воды из водоносного горизонта.

Шнековый пробоотборник для геохимических методов разведки

Шнековый пробоотборник (рис. 31) включает полую шнековую колонну с расширителем и предназначен для отбора проб жидкости и газа с забоя скважины при геохимическом способе разведки месторождений нефти и газа.

В полости расширителя размещен подпружиненный хвостовик долота с приемными окнами в нижней части. Скважину бурят до интервала, с которого необходимо взять пробу флюида. Затем весь снаряд приподнимают над забоем на 150—200 мм. При этом между забоем скважины и буровым снарядом образуется изолированная полость, куда из пласта поступает жидкость или газ. В полость шнеков на тросе опускается предварительно вакуумированный пробоотборник, который входит в полость хвостовика долота и одновременно герметизируется от полости шнека уплотнительными элементами. Под действием веса пробоотборника с утяжелителем долото перемещается вниз в созданную полость и одновременно совмещаются приемные окна хвостовика и пробоотборника. При полном сжатии пружины хвостовика долота приемные окна располагаются ниже торца расширителя. В дальнейшем под действием веса пробоотборника начинает сжиматься пружина клапана. Последний поднимается над седлом и открывает впускные отверстия пробоотборника, сообщая вакуумированную полость с призабойной зоной.

Если пласт, из которого осуществляется отбор пробы, «сухой», то в полость пробоотборника засасывается проба газа. При обводненном пласте в пробоотборник поступает жидкость с растворенным в ней газом.

При натяжении троса пружина закрывает клапан, а хвостовик долота возвратится в полость расширителя. В дальнейшем пробоотборник извлекается на поверхность, где проба флюида отбирается через штуцер при открытии вентилля. Продолжая бурение, скважину углубляют до достижения следующего интервала отбора проб, и все операции повторяются.

Приведенная конструкция шлакового пробоотборника обеспечивает отбор проб флюида в сухих и обводненных разрезах при бурении скважины как шнековым способом, так и при бурении с промывкой, что подтверждено работами, проведенными в Туркмении.

§ 3. ШНЕКОВЫЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ КОМБИНИРОВАННОГО БУРЕНИЯ

Шнековое бурение в плотных породах (песчанниках, известняках) имеет много проблем: значительное снижение скорости бурения, повышенная вибрация из-за неполной загрузки шнекового транспортера, захваты инструмента, повышенный его износ.

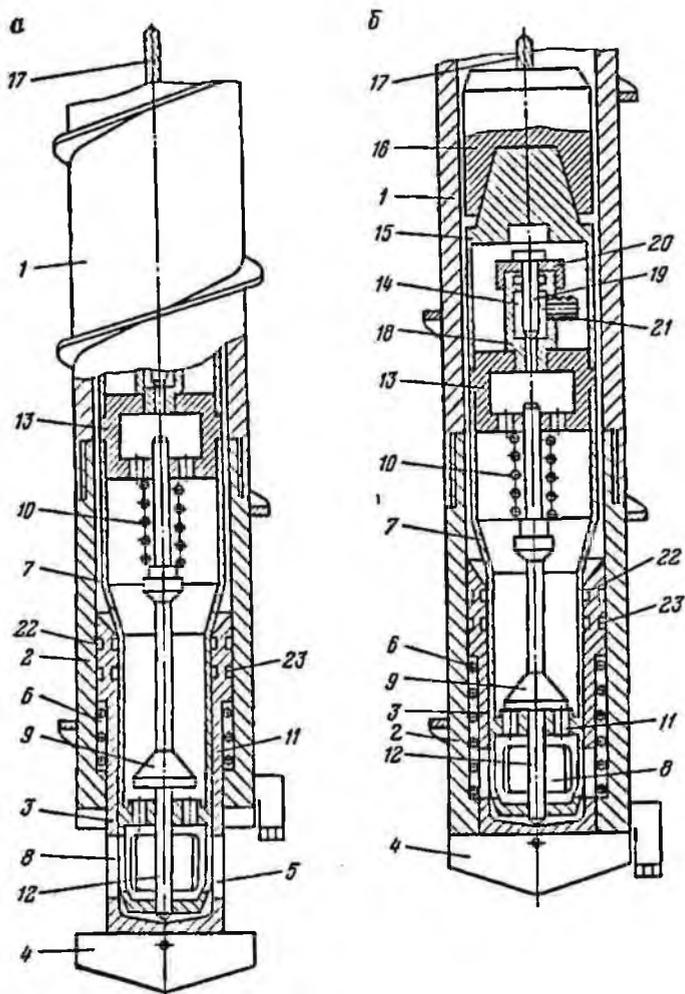


Рис. 31. Шнековый пробоотборник для геохимических методов разведки:
 а — при отборе пластовой жидкости; б — при бурении; 1 — полые шнеки; 2 — расширитель;
 3 — явостовик долота; 4 — долото; 5 — поршень; 6 — пружина; 7 — съёмный пробоотборник; 8 —
 окна; 9 — клапан; 10 — пружина клапана; 11 — седло клапана; 12 — направляющий шток; 13 —
 крышка; 14 — вентиль; 15 — переходник; 16 — утяжелитель; 17 — трос; 18 — корпус; 19 — запорная
 гайка; 20 — гайка; 21 — штуцер; 22, 23 — уплотнения

Повысить эффективность шнекового бурения в плотных породах можно несколькими путями: повышением частоты вращения породоразрушающего наконечника при снижении в возможных пределах частоты вращения транспортирующей шнековой колонны; применением сжатого воздуха для очистки забоя скважины и пространства между забоем и шнековым буровым инструментом, что приводит к уменьшению сопротивления вращению долота и его интенсивному охлаждению; сочетанием шнековой колонны с погружным ударным меха-

шнеком, размещенным внутри шнековой колонны и соединенным с извлекаемым долотом; использованием вибрационного или ударного эффекта при шнековом бурении.

Шнековый буровой инструмент с погружным приводом вращения породоразрушающего инструмента

При бурении скважин в плотных сухих породах эффективность обычного шнекового способа бурения значительно снижается, так как долото работает в режиме истирания. Для увеличения механической скорости бурения следует увеличить частоту вращения шнековой колонны, однако такое увеличение частоты вращения вследствие малого углубления приводит к полному опорожнению витков шнеков и интенсивной вибрации.

Избежать такого технологического противоречия возможно путем создания инструмента с независимым приводом породоразрушающего инструмента [15].

На рис. 32 изображен шнековый буровой снаряд, в котором шнековая транспортирующая порода колонна приводится в движение вращателем буровой установки, а извлекаемое долото — индивидуальным погружным двигателем, размещенным в шнековой колонне. Такая конструкция позволяет регулировать частоту вращения шнекового транспортера с учетом оптимальной загрузки шнека породой.

В приведенном варианте рассматривается полая шнековая колонна, через которую при извлечении погружного двигателя с долотом возможен спуск нужного инструмента или заряда взрывчатого вещества.

Если в полых шнеках нет необходимости, индивидуальный привод размещается в нижнем полом шнеке, а остальная часть колонны может быть составлена из обычных шнеков.

В качестве погружного и извлекаемого совместно с долотом пневмопривода применены сверла пневматические, горные типа СРЗ и машины пневматические типа ИП-1014, а в качестве электропривода могут быть применены электросверла типа СЭР-19М, ЭРП-18М и др. Частота вращения шпинделя у такого индивидуального привода составляет 6—12 с⁻¹, т. е. значительно выше, чем у транспортирующей шнековой колонны.

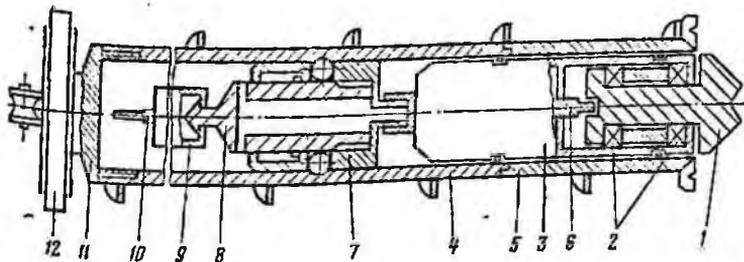


Рис. 32. Шнековый буровой снаряд с погружным приводом вращения породоразрушающего инструмента:
1— долото-забуршник; 2— подшипник; 3— погружной привод вращения; 4— полые шнеки; 5— расширитель; 6— вал погружного привода; 7— запорный механизм; 8— головка запорного механизма; 9— шлиц; 10— трос; 11— шпиндель вращателя; 12— вращатель бурового станка

Инструмент для шнекопневматической очистки скважин

При шнекопневматической очистке скважин основную работу по выносу разбуренной породы выполняет шнековый транспортер, а воздух, подаваемый через долото на забой, охлаждает коронку и увеличивает скорость транспортирования буровой мелочи и пыли.

Пылевоздушный поток, который создает сжатый воздух, препятствует просыпанию частиц буровой мелочи вниз, налипанию их на стенках скважины, уплотнению и сужению ствола. В результате применения шнекопневматической очистки снижаются затраты мощности на трение буровых шнековых штанг о стенки скважины, уменьшается мощность, затрачиваемая на очистку скважины от выбуренной породы, повышаются механическая скорость и глубина бурения.

Технология шнекопневматического бурения скважин при разработке полезных ископаемых открытым способом предложена Кузнецким политехническим институтом [19] и нашла широкое применение на карьерах. Модернизированный буровой станок СВБ-2М-ШП отличается от базовой модели СВБ-2М наличием на вращателе устройства для подачи сжатого воздуха и комплектом бурового инструмента. Сжатый воздух подавался по гибкому шлангу от компрессора с подачей 0,08—0,1 м³/с при давлении 0,15—0,2 МПа. Станок СВБ-2М-ШП испытывался на угольном разрезе «Московский» при бурении скважин диаметром 160 мм, глубиной до 40 м в сильно увлажненных глинисто-карбонатных песчаниках с коэффициентом крепости $f=2\div 3$ и показал хорошие результаты.

Типы буровых шнеков, используемых при шнекопневматической очистке скважин, приведены на рис. 33.

Буровой шнек конструкции КузПИ (рис. 33,а) имеет коробчатую спираль, полость которой сообщена с полостью трубы, а на рабочей поверхности спирали выполнены отверстия. Направленное расположение отверстий обеспечивает образование воздушно-пылевого потока, в котором взвешены мелкие частицы. Более крупные частицы транспортируются за счет создания воздушной подушки, а самые крупные — непосредственно шнеком при активном и направленном воздействии на них сжатого воздуха. Недостатком этих шнеков является сложность и большая трудоемкость изготовления.

Совершенствование конструкции привело к созданию шнеков, полая спираль которых выполнена с уступами. В вертикальных стенках уступов, а также в трубе шнеков над спиралью прорезаны каналы для сжатого воздуха. Выходя из каналов, расположенных перпендикулярно к трубе шнека, воздух отбрасывает разбуренную породу к периферийной части шнековой спирали, т. е. в

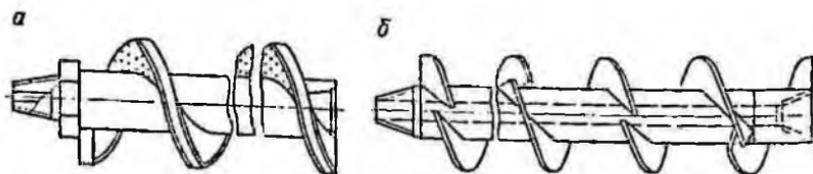


Рис. 33. Буровые шнеки для шнекопневматической очистки скважин:

а — шнек с полой спиралью коробчатого сечения; б — шнек со смещенными спиралями

для наиболее интенсивного транспортирования, что позволяет более эффективно очищать скважину.

Шнек с ленточной спиралью обеспечивает раздельное транспортирование мелких и крупных частиц буровой мелочи. Основная масса мелких и мельчайших частиц (до 30% массы буровой мелочи) транспортируется воздушно-пылевым потоком по кольцевому каналу между трубой и спиралью, а по шнековой спирали транспортируются относительно крупные частицы. В результате такого разделения буровой мелочи исключается просыпание ее через зазор между стеной скважины и шнековой спиралью. Основной недостаток приведенных шнеков — сложность конструкции.

В КузПИ предложено с целью упрощения конструкции использовать шнека с радиальными отверстиями в трубе и спиралью обычной конструкции. Часть сжатого воздуха, выходя через эти отверстия в межвитковое пространство, смещает буровую мелочь к периферии спирали, в зону наиболее интенсивного транспортирования, и улучшает ее взаимодействие с основным воздушным потоком.

На рис. 33,б приведен шнек со спиралью в виде отдельных секций, смежные участки которых смещены, образуя щель для прохода воздушно-пылевого потока. Этот поток, воздействуя снизу на частицы породы в момент перехода их через уступ, интенсифицирует их транспортировку по спирали, взаимодействуя с основным потоком.

Использование буровых шнеков с резьбовым соединением упрощает технологию их изготовления и обеспечивает достаточную герметичность соединений без применения специальных уплотнений. В то же время использование таких замков с резьбовым соединением обуславливает необходимость разрыва между витками спирали для захвата штанги ключом при свинчивании и развинчивании, приводит к преждевременному износу резьбы.

При модернизации бурового станка СБР-160 для пневмошнековой очистки кафельной горных машин и комплексов КузПИ [19] разработаны шнеки с шестигранным соединением, асимметричным соединительным валдцем и торцовым уплотнением (рис. 34).

Основные преимущества такого соединения — простота изготовления, достаточное поперечное сечение канала для прохода сжатого воздуха, применение простого и надежного торцевого уплотнения, отсутствие разрывов спирали, возможность реверса вращения буровой колонны. К шнековому инструменту разработана буровая коронка КБР-3.

Испытания модернизированного станка СБР-10 проводились на угольном разрезе

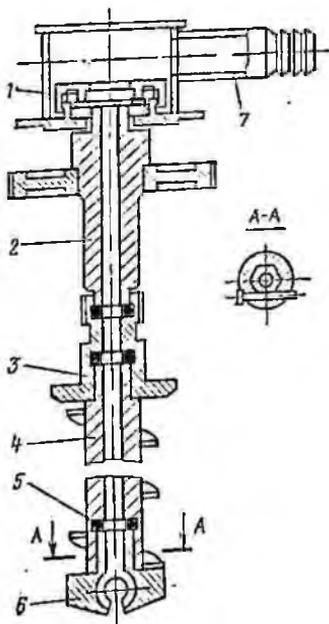


Рис. 34. Схема подвода воздуха для шнекопневматической очистки скважин: 1—система подачи сжатого воздуха; 2—вращатель; 3—вольный шпиндель; 4—буровые шнеки; 5—уплотнение; 6—долото; 7—штуцер для подачи сжатого воздуха

«Кедровский». Сжатый воздух от передвижного компрессора с подачей 0,08 м³/с при давлении 0,15—0,2 МПа подавался по гибкому резинотканевому рукаву длиной 40—50 м. Результаты испытаний подтвердили высокую эффективность шнекопневматической очистки скважин.

Асимметричное расположение соединительного пальца усложняет изготовление соединительного замка и снижает его прочность и эксплуатационную надежность. Более надежное и простое в изготовлении соединение буровых шнеков разработано в Туркмении. От обычных шнеков с шестигранными замками (или другого профиля) они отличаются наличием периферийных каналов для подачи сжатого воздуха, а на хвостовике цилиндрического пояса для взаимодействия с уплотнениями. Шестигранная муфта имеет также цилиндрическую проточку, в которой выполнены кольцевые канавки под уплотнительные кольца.

Виброшнековое бурение

Повысить эффективность вращательного шнекового бурения возможно, используя виброэффект. На шнековых буровых установках УШБС, УШБ-13 использовался механический вибратор, кинематически совмещенный с подвижным вращателем. Амплитуда вибраций трехвального эксцентрикового механического вибратора достигала 15 мм, частота вращения 30—40 с⁻¹.

Совместное вращение и вибрация буровых шнеков значительно повышали механическую скорость бурения, но в то же время резко снижалась эксплуатационная надежность шнекового бурового оборудования и инструмента.

Поэтому в дальнейшем вибратор и вращатель использовались на таких установках раздельно. Так, в обводненных разрезах сейсморазведочные скважины бурились шнеками до обводненных песков, затем шнеки извлекались и с помощью вибратора в напорные пески-плывуны на глубину 10—15 м забивалась муфтовая обсадная колонна диаметром 127 мм со съемным наконечником. Через колонну опускался заряд взрывчатого вещества, а колонна извлекалась, иногда с помощью вибратора.

Такая технология бурения сейсморазведочных скважин использовалась в Туркмении до изобретения полых шнеков с открывающимся долотом.

Устройство для ударно-вращательного бурения шнековым снарядом

В устройстве (рис. 35) ударные импульсы на долото создаются забойным механизмом за счет электрогидравлических ударов.

Полость шнека имеет камеру с жидкостью, в которую погружен электрод. При подаче электрического импульса высокого напряжения происходит разряд между электродом и крышкой камеры. В момент разряда давление внутри камеры с жидкостью резко возрастает и ударник, связанный с долотом, наносит удар по забю. Ударный узел приводится в действие от специального силового электрического блока.

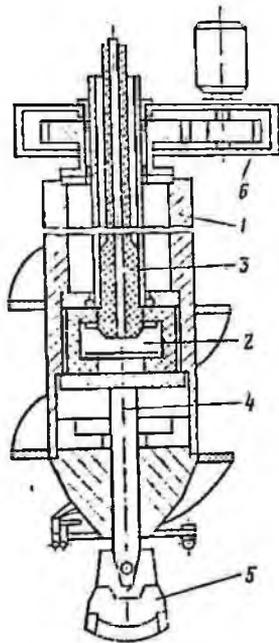


Рис. 35. Устройство для ударно-вращательного бурения:
1—полюв шнек; 2—камера; 3—электрод; 4—ударник; 5—долото; 6—вращатель

В таком снаряде достаточно сложно выполняется подвод электрического тока к силовому блоку во вращающейся шнековой колонне. Более эффективен шнековый инструмент, обеспечивающий ударно-вращательное бурение в сочетании с подачей на забой сжатого воздуха.

Шнековый буровой инструмент с извлекаемым пневматическим ударным узлом

Такой инструмент [15] представляет собой сочетание шнековой колонны с погружным ударным механизмом, размещенным внутри шнековой колонны и соединенным с извлекаемым долотом и расширителем. В верхней части механизма имеет шток с головкой под шлице (рис. 36).

Подача сжатого воздуха для работы пневматического ударного механизма осуществляется по внутреннему каналу трубы шнеков. Выхлопная полость механизма ударного действия изолирована от воздухоподводящей полости шнековой колонны, а извлекаемое долото выполнено с каналами, соединяющими выхлопную полость ударного механизма с забоем, и снабжено обратным клапаном.

При бурении долото работает в режиме ударно-вращательного бурения, обеспечивая высокую механическую скорость. Выхлоп отработанного воздуха на забой создает благоприятные условия для транспортировки шнековой колонной выбуренной породы, придавая ей свойства подвижности и текучести.

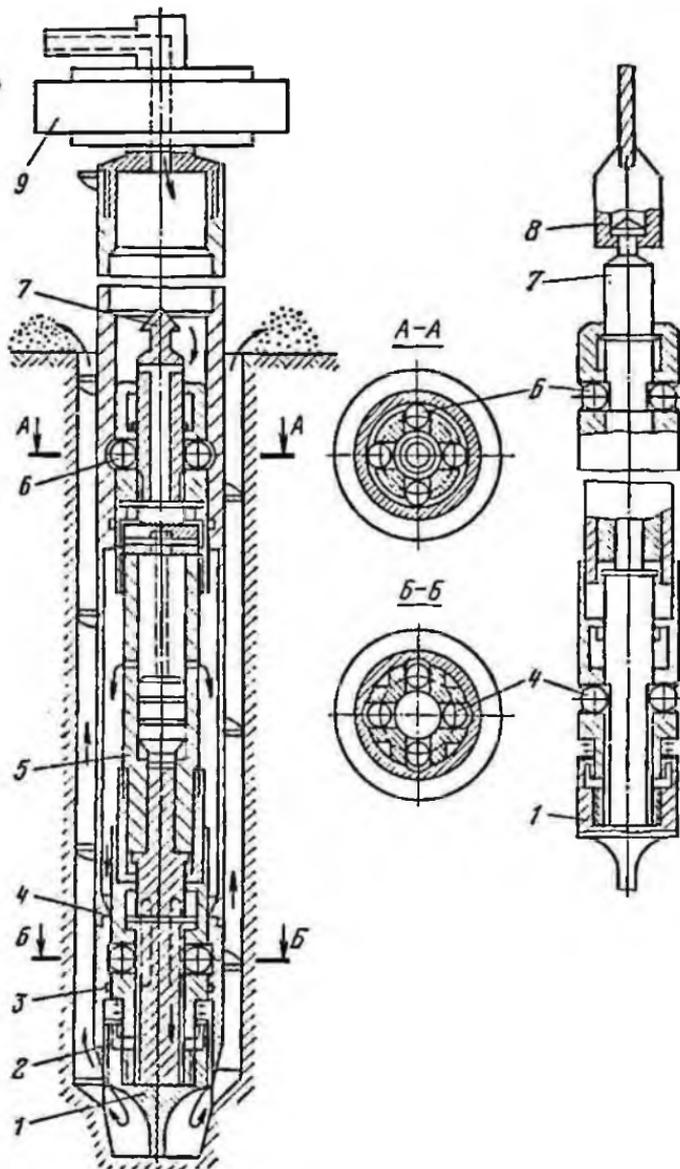


Рис. 30. Шнековый буровой снаряд с извлекаемым пневматическим ударным механизмом: 1—извлекаемое долото; 2—расширитель; 3—запорные шары долота; 4—полый шнек; 5—пневматический ударный механизм; 6—запорные шары ударного механизма; 7—шток извлекаемого узла с головкой под шлиц; 8—шлиц; 9—вращатель

Буровой снаряд с полым шнековой колонной диаметром 130 мм испытывался в плотных сухих глинах в районах Туркмении. Скважины бурились глубиной до 30 м буровой установкой УШБМ-16. В качестве ударного механизма применяли отбойный молоток типа МО-9.

Сжатый воздух подавался к отбойному молотку от компрессора типа Ч.1104, имеющего подачу 1 м³/мин при давлении 0,8 МПа. Компрессор установлен на платформе буровой установки и приводится в действие от трансмиссионного двигателя.

При частоте вращения шнековой колонны 2,5—3,0 с⁻¹ и осевой нагрузке 1 кН механическая скорость бурения составляла 240 м/ч при хорошей очистке шнеков. Рассмотренный инструмент позволяет после достижения проектной глубины скважины извлекать его с помощью шлупа на тросе. Через полую шнековую колонну возможен спуск зарядов взрывчатого вещества, фильтровой колонны, грунтоноса, пробоотборника и т. д.

В случае отсутствия необходимости в полых шнеках, ударный пневматический механизм размещается в нижнем шнеке, а вся колонна состоит из обычных шнеков. Вместо ударных механизмов в таких снарядах могут использоваться также пневматические вибраторы.

ГЛАВА V

ШНЕКОВЫЕ БУРЫ ДЛЯ БУРЕНИЯ СКВАЖИН БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА (ШУРФОСКВАЖИН)

Экспериментальными и производственными исследованиями, проведенными в последние годы кафедрой горного дела МГРИ [4, 6], объединением «Уралгеология» [10], Управлением Геологии Туркменской ССР [13, 14, 16] и другими организациями, доказано, что шнековые буры наиболее эффективны при бурении скважин большого диаметра, и особенно в необводненных разрезах.

Все шнековые буры можно разделить на четыре группы: большого диаметра, у которых на трубе относительно небольшого диаметра закреплена достаточно широкая одно- или двухзаходная шнековая лопасть (шнековые буры открытого типа); закрытого типа, имеют трубчатый корпус большого диаметра и длину (40—100 м), как правило, двухзаходную винтовую спираль; с двойной буровой колонной, выполненной в виде кожуха для вертикального шнекового транспортера; аккумулярующие шнековые буры, снабженные аккумулярующей емкостью.

Техническая характеристика шнековых буров приведена в табл. 5.

1. ШНЕКОВЫЕ БУРЫ ОТКРЫТОГО ТИПА

Шнековый бур КуйбышевТИСИЗа

Шнековый бур [4, 18] предложен в КуйбышевТИСИЗе для бурения установкой ГРБ-2,5А шурфоскважин глубиной до 10 м в рыхлых песчано-глинистых отложениях при инженерно-геологических исследованиях, поисках и разведке месторождений строительных материалов. Диаметр шурфоскважин 600—900 мм.

Бур выполнен в виде двухзаходного шнека (рис. 37) и состоит из вала бура, шнековых реборд, ножа лезвий и направляющей пики. К полотну лезвий кре-

Таблица 5

Диаметр, мм	Размер трубы, мм	Шаг спирали, мм	Размер спирали, мм	Длина бура, мм	Высота спирали, мм	Тип бура	Тип буровой установки	Организация-разработчик, изготовитель
400	324 × 9	175/350	10 × 10	1500	1000	Двухзаходный	УШБМ-16	Управление геологин Туркменской ССР*
500	426 × 10	200/400	40 × 10	1500	1000	»	УШБМ-16	То же
500	114 × 8	200/400	195 × 10	3000	2700	»	УШБМ-16	»
520	114 × 8	200	203 × 10	3000	2000	Однозаходный, навлекае- мый на тросе	УШБ-14 УШБ-16	»
600	114 × 8	245 × 10	245 × 10	3000	2700	Двухзаходный	УШБМ-16	»
600	324 × 9	200	138 × 5	9400	6200	Однозаходный	СО-2	Гидропроект
800	168 × 7	200/400	316 × 8	1000	900	Двухзаходный	УРБ-ЗАМ	ПГО «Уралгеология»
900	114 × 8	200/400	393 × 6	1000	400	»	УРБ-ЗАМ УШБТ-М	То же
1000	114 × 8	200/400	453 × 6	800	400	»	УРБ-25А УРБ-ЗАМ	КуйбышевТИСНЗ
1050	159 × 8	250/500	445 × 6	1000	8000	Двухзаходный скользья- щий	ЛБУ-50 КБУ-15	Щитровское СКБ ПО «Госмаш»**
1100	168 × 7	250/500	466 × 6	1000	900	Двухзаходный навлекае- мый	УШБМ-16	Управление геологин Туркменской ССР
1100	114 × 8	250/500	493 × 6	1000	900	Двухзаходный	УШБМ-16	То же
1200	273 × 9	500	464 × 7	1300	1000	Однозаходный	СО-1200/2000	Гидропроект

* Дно бура выполнено съёмным, шарнирным, с поворотным стаканом и с окном.
** Буровая труба диаметром 114 мм.

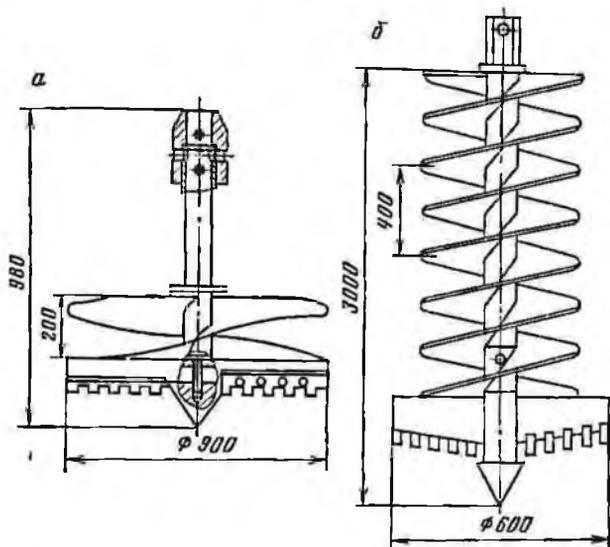


Рис. 37. Шнековые буры:

а — конструкции КуйбышевТИСИЗа; б — буровой установки УШБМ-16

пятся съемные зубья, армированные твердым сплавом. Соединение бура с ведущей штангой осуществляется специальным переводником с конической резьбы на обычное шнековое соединение. На конце стержня бура имеется шестигранный паз для стопорного пальца шнекового замка. Шаг навинки 200 мм. Углубление за рейс составляет 0,15—0,25 м.

Очистка бура осуществляется непосредственно над устьем скважины путем ускоренного вращения снаряда.

Шнековые буры установки УШБМ-16

Шнековый бур (рис. 37,б) диаметром 600 мм состоит из трубчатого диаметра 114 мм, к которому привариваются две шнековые лопасти, образующие двухзаходный шнек с шагом 400 мм. Верхняя часть корпуса заканчивается трехгранным замковым соединением, с помощью которого осуществляется соединение шнекобура с колонной бурильных труб [12]. Режущие кромки бура оснащены съемными резцами. Крепление резцов осуществляется болтами, что обеспечивает быструю замену изношенных резцов и их перестановку под углом 45 и 70°.

Используется такой шнековый бур в комплекте с установкой УШБМ-16 при бурении шурфоскважин глубиной до 20 м при поисках и разведке месторождений строительных материалов. Наибольшую производительность обеспечивает он в песчано-глинистых и гравийно-песчаных отложениях, где углубление за рейс составляет 1 м.

При необходимости увеличения рейсового углубления можно соединить два бура вместе.

Производительность буровой установки с таким буром составляет до 25 м/смену.

Шнековый бур диаметром 1100 мм применяется для бурения шурфоскважин глубиной 15 м при инженерно-геологических исследованиях, поисках и разведке месторождений строительных материалов в песчано-глинистых и гравийно-галечниковых отложениях с включением валунов до 250 мм. Производительность буровой установки УШБМ-16 с этим буром достигает 20 м/смену.

Конструкция бура предусматривает сборку его из отдельных секций. При бурении в разрезах с включением крупных валунов целесообразно использовать только нижнюю секцию, в рыхлых песчано-глинистых отложениях с включением гальки лучшие результаты дает использование двух секций, а в плотных суглинках и глинах — всех трех секций. Оптимальное углубление за рейс в супесях составляет 40—50 см, в плотных суглинках и глинах — 20—25 см.

Схема разгрузки шнековых буров на установке УШБМ-16 приведена на рис. 38. Этой схемой предусмотрены отвод и разгрузка бура с транспортировкой от устья разбуренной породы.

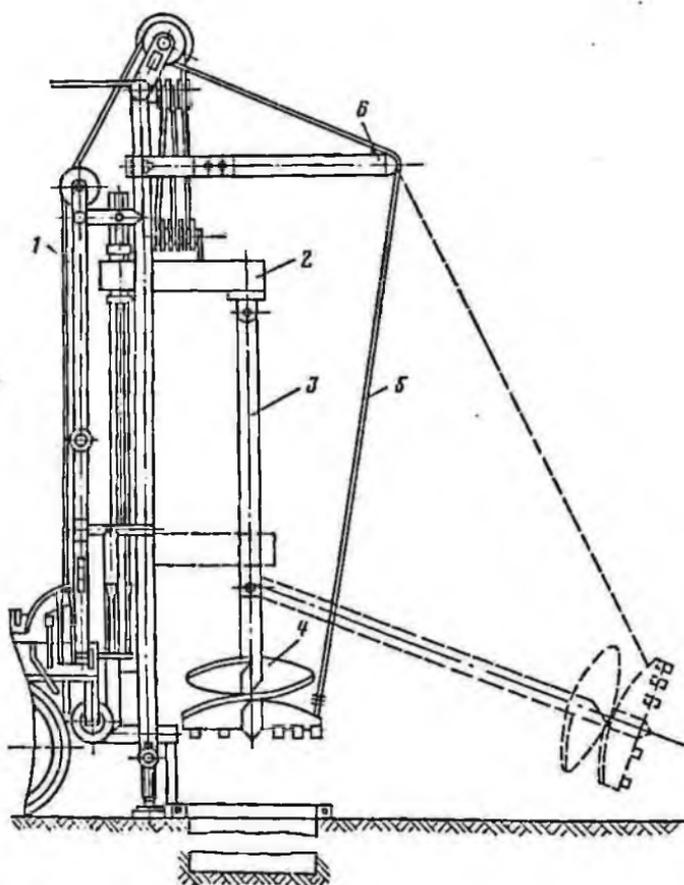


Рис. 38. Схема разгрузки шнековых буров:

1—мачта буровой установки; 2—подвижный вращатель; 3—бурильная труба; 4—шнековый бур; 5—трос; 6—кронштейн

Предложенное устройство включает кронштейн с направляющим роликом, закрепленным на мачте, и трос с крюком регулируемой длины.

После подъема из шурфоскважины бур крюком автооттаскивателя при спуске вращателя отводится от устья на расстояние 5—7 м и разгружается. Аналогичное устройство предусмотрено на буровой установке КБУ-15.

Шнековый бур установки СО-1200/2000

Отличительной особенностью однозаходного шнекового бура установки СО-1200/2000 (рис. 39) является убывающая спираль, ширина которой постепенно уменьшается от максимального значения до нуля на протяжении половины шага полного витка. Такая конструкция позволяет в два раза увеличить высоту и объем межвиткового пространства по сравнению с обычным двухзаходным шнековым буром. При этом улучшаются условия продвижения породы в межвитковом пространстве [2].

Шнековый бур с двумя породоразрушающими кромками показан на рис. 39,а. Диаметр шнековой наливки равен 1180 мм, шаг витка спирали 500 мм. Вал

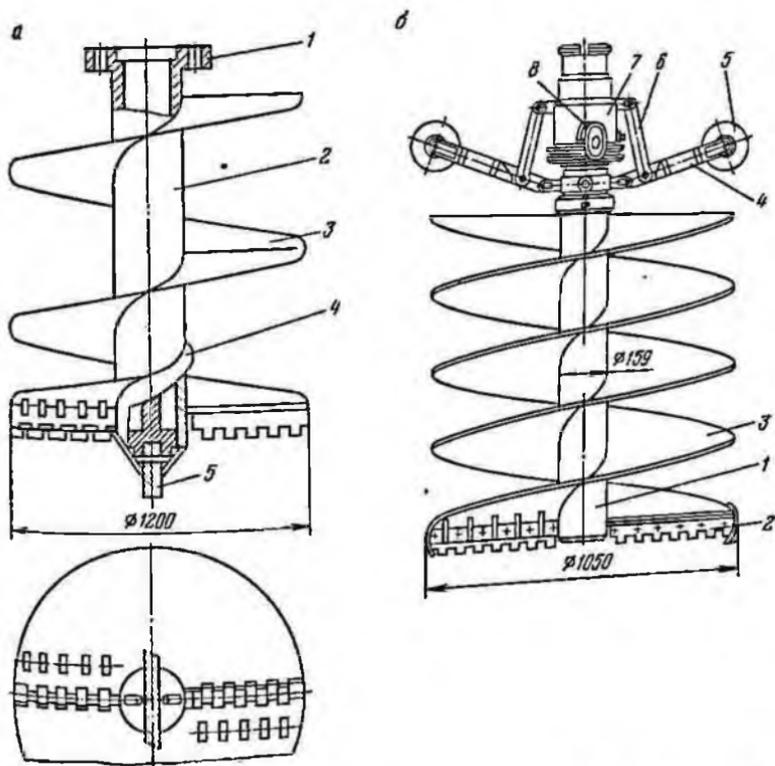


Рис. 39. Шнековые буры:
 а — установка СО-1200/2000; 1 — фланец; 2 — вал бура; 3 — основная спираль; 4 — убывающая спираль; 5 — забурник; б — скользящий шнековый бур установки ЛБУ-50; 1 — труба; 2 — траверса; 3 — лопасть шнека; 4, 6 — шарнирные рычаги; 5 — ролик; 7 — подъемная головка; 1 — блок

бура изготовлен из трубы диаметром 273 мм, к верхнему концу которой приварен фланец с отверстиями под соединительные болты.

Внизу труба заканчивается конусом, в прорезях которого крепится двухлопастный забурник, предназначенный для опережающего бурения центральной части забоя до диаметра 320 мм.

К радиальным кромкам основной и убывающей спиралей крепятся съемные пожи с зубьями, армированными твердым сплавом. Зубья расположены в шахматном порядке и обеспечивают полное перекрытие забоя скважины при бурении.

Скользящий шнековый бур установки ЛБУ-50

Преимуществом скользящего шнекового бура (рис. 39,б) является сокращение времени на спуско-подъемные операции за счет исключения соединения и разъединения труб буровой колонны [4].

Бур диаметром 1050 мм включает трубу с двумя траверсами под съемные резцы и приваренную к трубе двухзаходную лопасть. Для спуска и подъема бура с помощью каната лебедки он снабжен подъемной головкой. На головке закреплены блок, с которым взаимодействует канат, и две пары шарнирных рычагов с роликами. В нижнем положении головки рычага с закрепленными роликами занимают положение, близкое к горизонтальному. При этом острые кромки врезаются в стенки скважины и препятствуют системе рычагов и связанной с ними головке поворачиваться вокруг вертикальной оси. Таким образом предупреждается закручивание троса на колонне буровых труб.

Внутри подъемной головки размещена втулка с двумя рядами насыпных подшипников. При натяжении троса головка перемещается в верхнее положение, рычаги «складываются» и не препятствуют подъему бура из скважины.

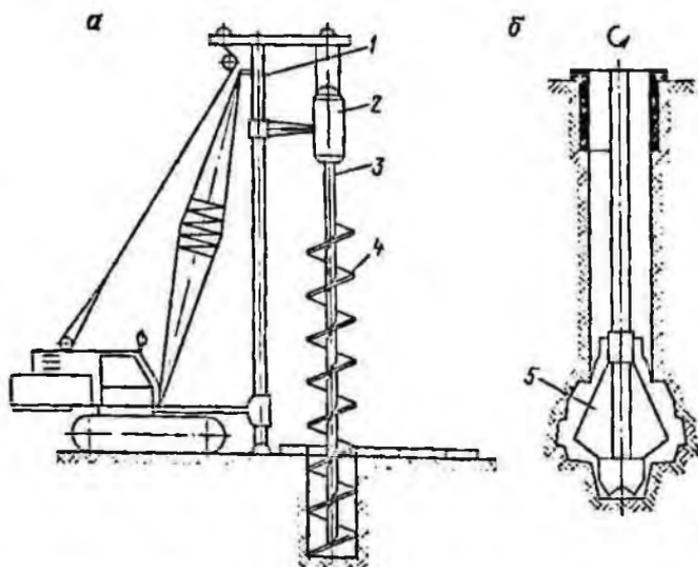


Рис. 40. Схема бурения скважин большого диаметра под набивные сваи установкой СО-2: а — бурение скважины; б — расширение под опорную плиту; 1 — направляющая мачта; 2 — приводная головка; 3 — буровая труба; 4 — шнековый бур; 5 — расширитель

Бур работает с буряльными трубами диаметром 114 мм с трехгранными соединительными замками.

Шнековый бур установки СО-2

В комплект установки СО-2 (рис. 40) входят два однозаходных шнека диаметром 580 мм с шагом навивки 200 мм и высотой шнеков 3200 и 6200 мм. Диаметр вала шнека 323 мм, общее число спиральных витков на шнеке соответственно равно 16 и 32. К нижнему концу шнекового инструмента присоединяется двухшпательное долото, состоящее из корпуса и двух спиральных витков. Нижние и верхние кромки спиральных витков располагаются в диаметрально противоположных направлениях (рис. 40,а). К ним крепятся сменные резцы.

Для расширения призабойной части скважины под опорную пяту свай используются расширители различной конструкции. На рис. 40,б приведен расширитель, у которого режущие ножи размещены на звеньях шарнирного механизма.

Использование буронабивных свай вместо забивных очень эффективно и значительно сокращает строительство промышленных объектов.

Установки СО-2 с описанным комплектом инструмента использовались при строительстве КАМАЗа.

Шнековый бур конструкции объединения «Уралгеология»

Бур Ш-900 (рис. 41) предназначен для бурения шурфоскважин буровыми установками УШБТ-М и УРБ-ЗАМ в породах I—IV категорий по буримости с включением незначительного количества валунов размером до 200 мм.

Отличительные особенности бура Ш-900 — режущие зубья (крепятся на валовой траверсе, что снижает затраты мощности на трение); оптимальные углы резания: передний угол — 10° , задний — 30° , угол резания — 70° ; зубья развернуты к центру бура для обеспечения фронтальной встречи реза с забоем по всему диаметру; с целью улучшения условий разгрузки расстояние между лопастями увеличено до 200—300 мм. Аналогичное конструктивное исполнение имеют и буры Ш-500 и Ш-700.

Шнековый бур конструкции треста «Укргидроспецфундаментстрой»

Бур (рис. 42) состоит из однозаходного шнека диаметром 500 мм, высотой 8000 мм и съёмного спирально-конусного долота диаметром 530 мм [2]. Шнек конструктивных отличий от вышерассмотренных буров не имеет. Долото состоит из корпуса конической формы и приваренной к нему спиральной лопасти. К периферийной части лопасти прикреплены армированные твердым сплавом резцы. Шаг размещения резцов обеспечивает равномерную, по мере углубления, разработку забоя скважины. Бур используется при бурении скважин в суглинках, плотных глинах и известняке-ракушечнике и показывает высокую износостойкость.

Извлекаемые шнековые буры

Извлекаемые шнековые буры диаметром 500 мм (рис. 43) используются с установками типа УШБ-16 для бурения гидрогеологических скважин глубиной до

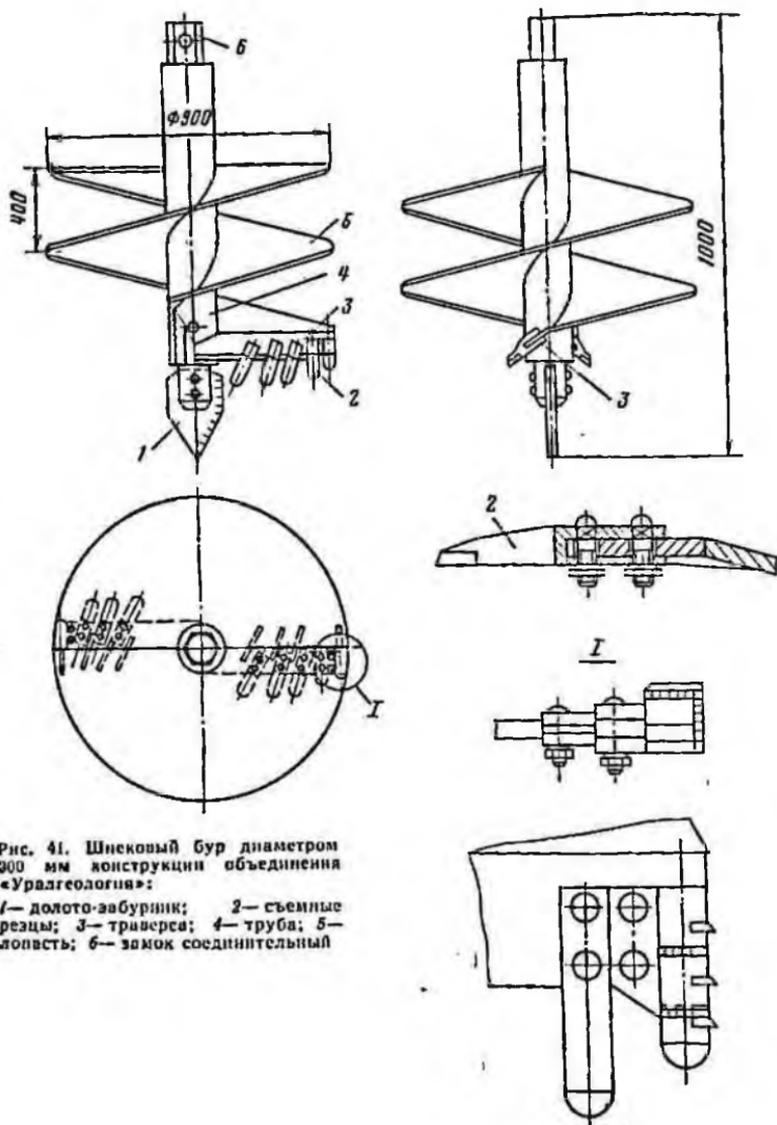


Рис. 41. Шнековый бур диаметром 300 мм конструкции объединения «Уралгеология»:

1— долото-забурник; 2— съемные резы; 3— траверса; 4— труба; 5— лопасть; 6— замок соединительный

30 м и при поисках месторождения строительных материалов скважин глубиной до 15 м. В гидрогеологические скважины опускаются фильтровые колонны диаметром 219—325 мм. На рис. 43 бур показан во время подъема из скважины. Пружина размещена в нижней части и стягивает пластины ловителя. При спуске бура в скважину пружина переставляется на верхнюю часть пластины ловителя, после посадки бура на забой пластины разводятся пружиной и ловитель поднимается на поверхность. Передача крутящего момента и осевой нагрузки от буровых труб шнековому буру осуществляется посредством байонетного соединения.

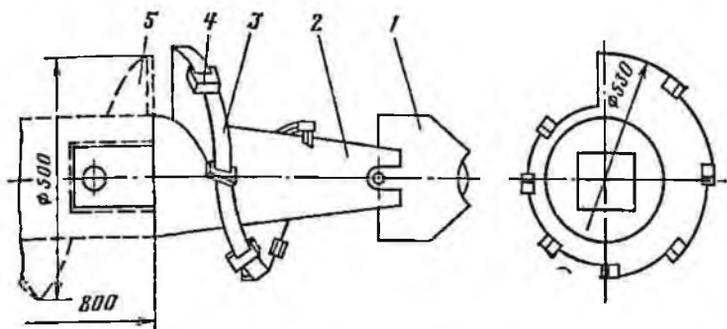


Рис. 42. Шнековый бур конструкции треста «Укрнидроспецфундаментстрой»: 1—забурник; 2—корпус долота; 3—спираль долота; 4—съемные резцы; 5—шпек

Устройство для одновременного бурения и крепления шурфоскважин

Устройство (рис. 44) обеспечивает одновременное с углублением закрепление шурфоскважины кольцевой крепью.

К нижней секции кольцевой крепи посредством подшипника закреплена обуривающая коронка. Вращение передается от бурных труб через зажимное устройство. Разрушенная порода падает на шнековые лопасти. Осевая нагрузка, полученная коронкой, передается через подшипник кольцевым секциям, которые принудительно без вращения поступательно движутся вниз.

После заполнения бура породой вращение прекращается и бурные трубы с прикрепленным к ним буром поднимаются для разгрузки.

По достижении необходимой глубины шурфоскважины и проведения геологических исследований крепь извлекается лебедкой буровой установки.

§ 2. ШНЕКОВЫЕ БУРЫ ЗАКРЫТОГО ТИПА

Бур с поворотным стаканом (рис. 45) состоит из цилиндрического корпуса с двумя прямоугольными породоприемными окнами, которые являются продолжением секторных окон конического дна, и поворотного стакана, центрирующегося на трубе.

На поворотном стакане укреплены породоразрушающие резцы. В дне поворотного стакана закреплена втулка, с помощью которой поворотный стакан центрируется внутри цилиндрического корпуса. Днища бура и поворотного стакана представляют собой конус с углом $90-120^\circ$, секторные окна имеют центральный угол $80-90^\circ$. Прямоугольные окна имеют ширину, равную хорде секторного окна, и высоту не менее диаметра корпуса бура. Цилиндрическая часть поворотного стакана имеет два прямоугольных окна, одинаковых по размерам с окнами в корпусе бура.

При бурении породоразрушающие резцы вместе с поворотным стаканом, встречая сопротивление породы, остаются (в первоначальный момент) на месте, а корпус бура поворачивается на угол $80-90^\circ$ (в зависимости от размера окон) до упора с резцами. В результате поворота корпуса относительно стакана породоприемные окна в дне и корпусе бура совмещаются с окнами в дне и цилиндриче-

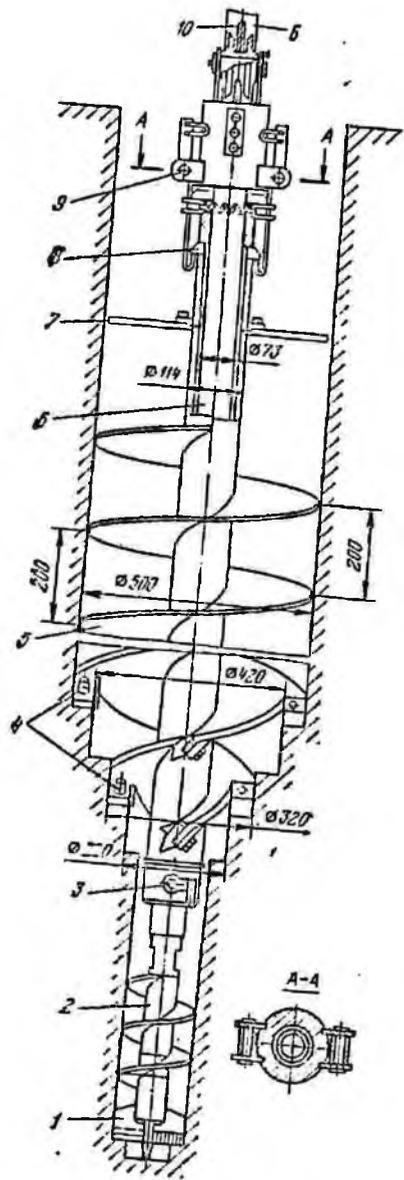
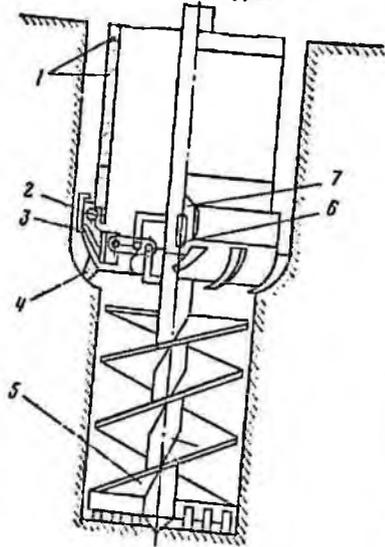


Рис. 43. Извлекаемый шнековый бур:
1— долото-забурник; 2— шнек-пилот; 3— узел
соединения шнекового бура с бурильной тру-
бой; 4— расширитель; 5— шнековый бур; 6—
бурильная труба; 7— ограничитель углубле-
ния; 8— головка бура; 9— ловитель; 10— трос

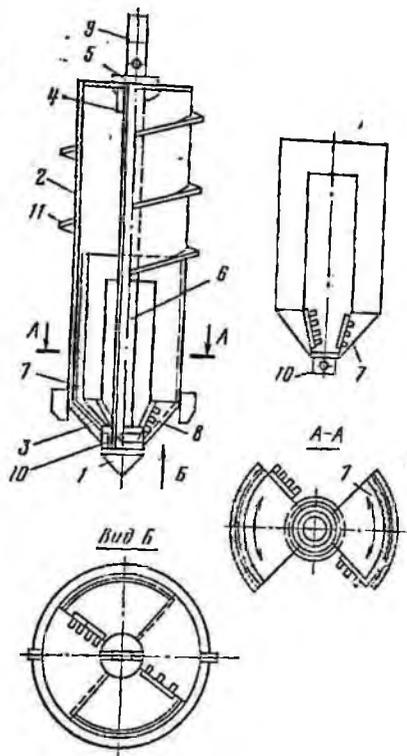
Рис. 44. Устройство для одновременного буре-
ния и крепления шурфоскважин:
1— секция кольцевой крепи; 2— подшипник;
3— обуривающая коронка; 4— зажимное
устройство; 5— шнековый бур; 6— фиксиру-
ющий палец; 7— бурильная труба



ской части поворотного стакана. Порода, разбуриваемая резцами, заполняет бур. После углубления бура разрушенная порода (наряду с поступлением снизу) заполняет бур сверху. После заполнения бура породой проходка прекращается, включается левое вращение. Бурильные трубы поворачивают на 0,5—1 оборот.

Рис. 45. Шнековый бур с поворотным ста-
каном:

1— долото-забурник; 2— цилиндрический
корпус; 3— коническое дно; 4— крестовина;
5— замок; 6— труба; 7— поворотный ста-
кан; 8— породоразрушающие резцы; 9— бу-
рильная труба; 10— втулка; 11— спираль
дугаковая



При этом породоразрушающие резцы с поворотным стаканом остаются на месте, а корпус поворачивается относительно стакана на 80—90° до полного закрытия окон в дне и корпусе бура. После подъема бура на поверхность окна поворотного стакана открывают и опорожняют бур. Очищенный от породы бур опускают на забой и операции повторяют.

Буры приведенной конструкции используются для бурения шурфов диаметром 400—600 мм на глубину до 25 м при поисках и разведке месторождений строительных материалов в различных районах Туркмении. Лучшие результаты получены при бурении в рыхлых гравийно-галечниковых отложениях. Шнековые буры закрытого типа (рис. 46), разработанные в Туркмении, позволяют

в зависимости от горно-технических условий применять различные модификации буров на основе общего корпуса и ряда съемных днищ и присоединительных крестовин. Конструкция предусматривает стыковку нескольких корпусов в один, т. е. изменение длины бура в зависимости от выбранной длины рейса. Буры предназначены для бурения шурфоскважин в песчано-гравийно-галечниковых отложениях, в том числе с включением конгломератов. Диаметр бура и глубина бурения зависят от возможностей используемой буровой установки. Для установок типа УШБМ-16, ЛБУ-50, КБУ-15 диаметр бура от 400 до 1100 мм, глубина бурения до 25 м.

В рыхлых гравийно-галечниковых отложениях с супесями преимущество следует отдать бурам, изображенным на рис. 46, а, б, а в более плотных породах — на рис. 46, д.

На рис. 47 показан шнековый бур с верхними породоприемными окнами, который нашел применение при бурении плотных гравийно-галечниковых отложений.

§ 3. ШНЕКОВЫЕ БУРЫ С ДВОЙНОЙ КОЛОННОЙ

Шнековый снаряд конструкции Д. Н. Башкатова

Буровой шнековый снаряд (рис. 48) для бурения скважин больших диаметров предложен Д. Н. Башкатовым в 1958 г. Снаряд включает в себя цилиндрический кожух, в котором работает шнековый транспортер. К нижней части цилиндриче-

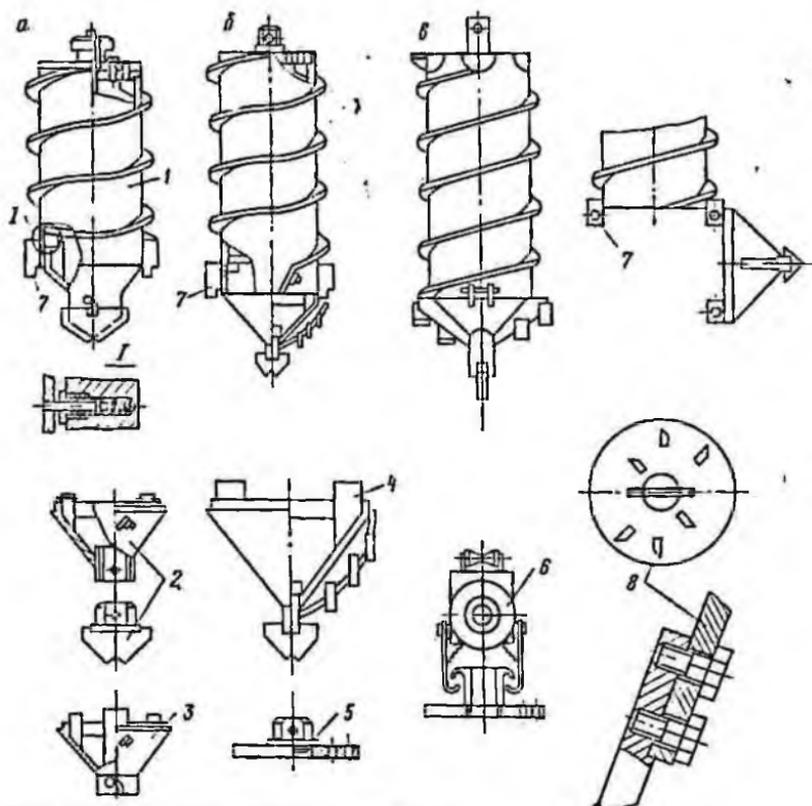


Рис. 46. Конструкция шнековых буров закрытого типа:

а — извлекаемый на тресе; *б* — с породоприемными окнами в дне; *в* — с открывающимся дном; *1* — корпус бура; *2* — съемное конусное дно; *3* — дно извлекаемого бура; *4* — конусное дно с породоприемными окнами; *5, б* — крестовина для неизвлекаемых и извлекаемых буров; *7* — съемные резцы-расширители; *8* — размещение резцов на конусном дне

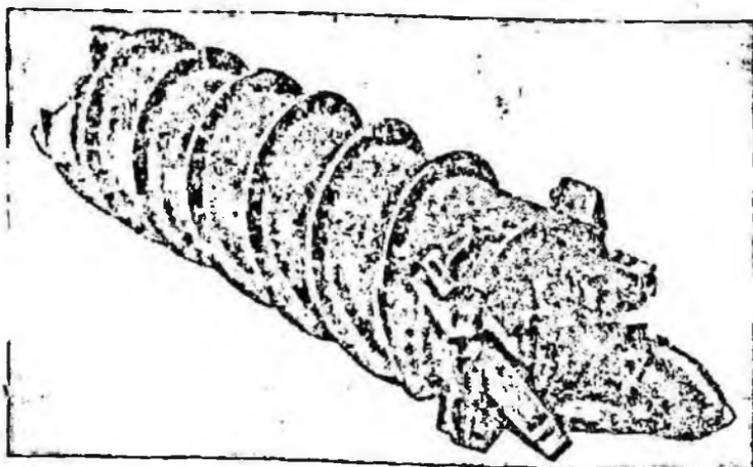


Рис. 47. Шнековый бур с тупым конусным дном

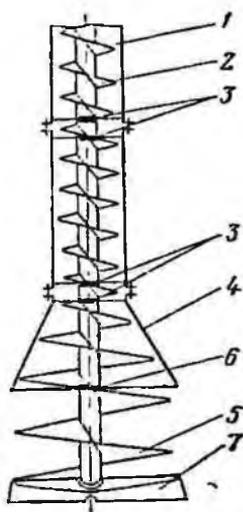


Рис. 48. Шнековый снаряд конструкции Л. Н. Башкатова:
 1—труба-кожух; 2—шнековый транспортер;
 3, 6—подшипники; 4—конический кожух;
 5—wormский шнек; 7—долото

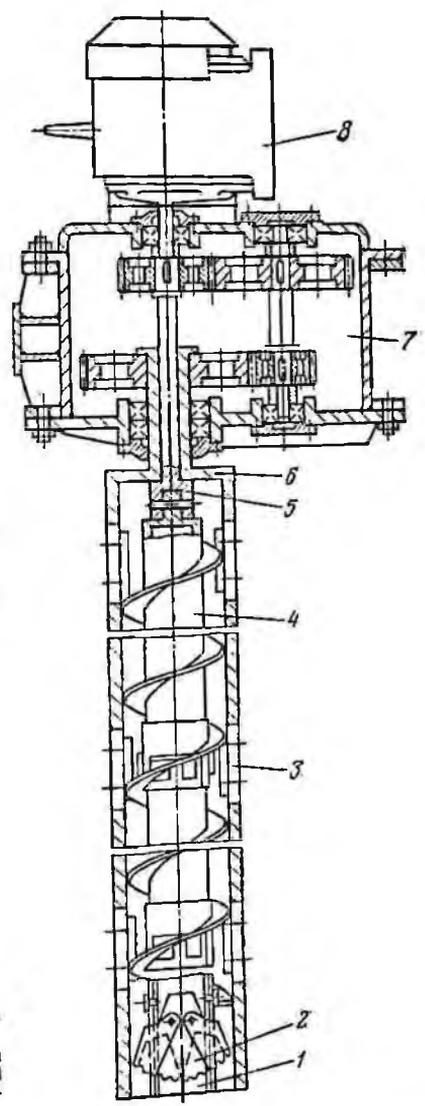


Рис. 49. Шнековый бур БА-250 для бурения водоносных скважин:
 1—наконечник; 2—штыки; 3—обсадная труба;
 4—полый шнек; 5—внутренний шпindelь;
 6—наружный шпindelь; 7—редуктор;
 8—электродвигатель

Слого кожуха прикреплен конический кожух, в котором вращается конический шнек. Нижняя часть конического шнека цилиндрическая, выдвинута из кожуха и снабжена долотом. При бурении скважины порода, разрушаемая долотом, подхватывается витками конического шнека, а затем подается на шнековый транспортер. Шнековый транспортер выдает породу на поверхность.

Шнековый бур БА-250

Бур БА-250 (рис. 49) предназначен для бурения водоносных скважин [4] и состоит из обсадных труб и полых буровых шнеков с породоразрушающим

наконечником и щитками. Бур приводится в действие электродвигателем через редуктор с двумя выходными валами — шпинделями. Внутренний шпindelь вращает шнеки по часовой стрелке, а наружный шпindelь — обсадные трубы против часовой стрелки. Нижняя обсадная труба снабжена режущим башмаком. Щитки закреплены к нижнему шнеку шарнирно и под влиянием собственного веса входят в прорези трубы, занимая вертикальное положение. При одновременном вращении шнеков и обсадной трубы происходит углубление скважины. Разбуренная порода выносятся на поверхность винтовой спиралью шнеков. Щитки, находящиеся в замкнутом положении, препятствуют попаданию разбуренной породы внутрь полых шнеков. По мере углубления скважины производится наращивание отдельных секций обсадных труб и шнеков. Шнеки и обсадные трубы имеют специальные замковые соединения. После достижения проектной глубины шнековая колонна извлекается, а внутрь обсадных труб опускается фильтр и производится обсыпка фильтра крупнозернистым песком при постепенном извлечении обсадных труб. Возможен спуск фильтровой колонны через полость шнеков. Под действием фильтровой колонны щитки раскрываются и обеспечивают свободное прохождение фильтра на забой. Обсыпка фильтра песчано-гравийным материалом производится при вращении шнеков в обратном направлении. После установки фильтра в него опускается водоподъемное оборудование. Бурение скважин с использованием бора может осуществляться с помощью автокрана. В этом случае над устьем скважины устанавливается рама, выполняющая роль направляющих для приводной головки и воспринимающая реактивный момент при вращении бора.

Шнековый буровой инструмент конструкции В. Я. Беспалова

Буровой инструмент для бурения скважин большого диаметра (рис. 50) предложен В. Я. Беспаловым в 1959 г. Комплект инструмента разработан применительно к самоходным буровым установкам типа УШБ с двухшпиндельным вращателем. Внутренний шпindelь-вращатель приводит в действие шнековый транспортер и связанные с ним конический шнек и долото. Наружный шпindelь вращает с частотой в 3—5 раз меньшей бурильную колонну-кожух и связанные с ним конический породоприемник и дисковые расширители. Породоприемник снабжен на наружной поверхности шнековыми лопастями для подачи на забой породы, разбуриваемой резами-расширителями. Испытаны комплекты инструмента с вращением кожуха и шнекового инструмента в одну и в разные стороны. Наилучшие результаты получены при вращении шнекового инструмента по часовой стрелке с частотой в 4—5,5 раза больше, чем у кожуха, вращаемого против часовой стрелки. Конструкция снаряда обеспечивает непрерывное бурение на длину двойных бурильных труб. При использовании специальной тележки для транспортировки разбуренной породы от устья скважины приходится останавливать углубление в момент заполнения и очистки этой тележки.

Комплект инструмента использовался для бурения всухую и с подливом воды скважин диаметром до 1200 мм на глубину до 20 м и с заполнением глинистым раствором скважин диаметром 1600 мм на глубину 30 м и диаметром 1200 мм до глубины 55 м.

Рис. 50. Буровой комплект для бурения скважин большого диаметра конструкции В. Я. Беспалова:

1—двухшпindelный вращатель; 2—шпindel для шнеков; 3—шпindel кожуха; 4—желоб; 5—муфта; 6—шнековый транспортер; 7, 8—труба; 9—расширители; 10—породоприемник; 11—конический шнек; 12—долото-расширитель; 13—забурник

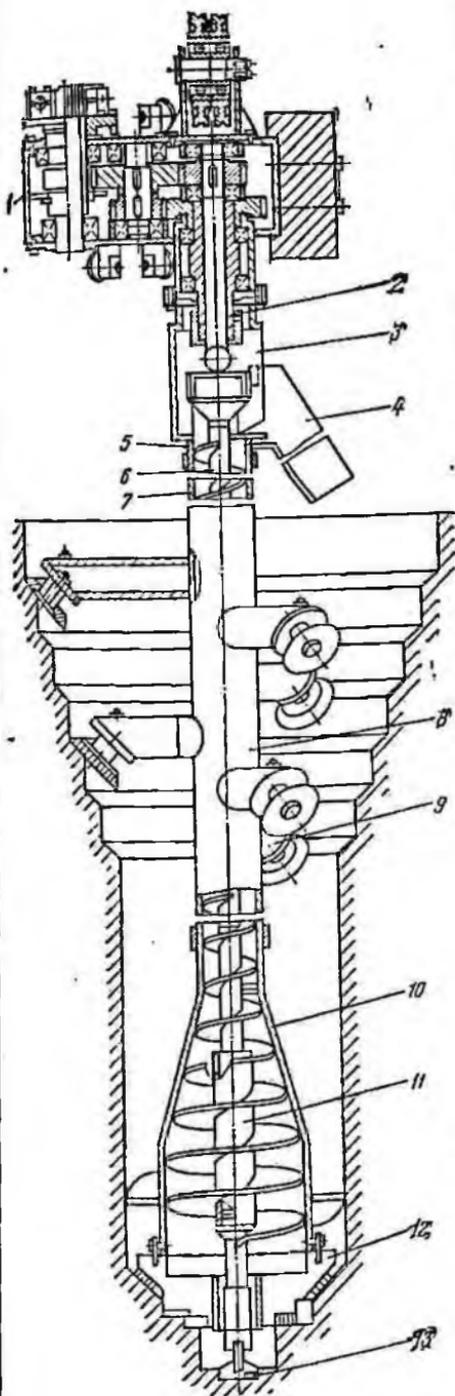
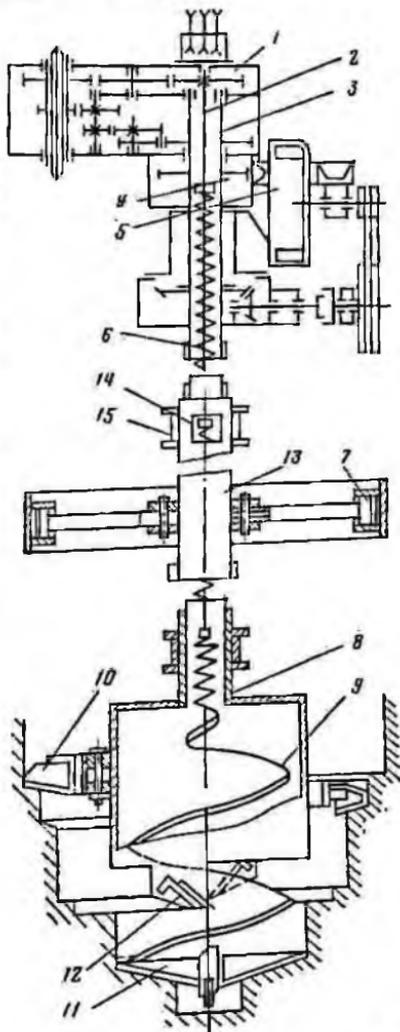


Рис. 51. Устройство для бурения скважин большого диаметра:

1—двухшпindelный вращатель; 2, 3—шпиндели; 4—выбрасыватель пород; 5—роторный породоотбрасыватель; 6—буровой шнек; 7—разъемный центратор; 8—цилиндрический породоприемник; 9—конический шнек; 10—съемные расширители; 11—долото; 12—съемные резцы; 13—наружная буровая труба; 14—окна; 15—хомуты



Устройство с роторным отбрасывателем для бурения шурфскважин

Комплект бурового инструмента, приведенный на рис. 51, отличается от комплекта (см. рис. 50) тем, что в нем используется более надежный цилиндрический породоприемник без наружных витков, лопастные резцы-расширители закреплены на породоприемнике, а на нижней бурильной трубе — разъемные центраторы. Предусмотрено непрерывное транспортирование разбуренной породы от устья скважины путем отбрасывания ее роторным породоотбрасывателем.

Вращение бурового инструмента осуществляется двухшпindelным вращателем. Наружная бурильная колонна диаметром 168 мм вращается против часовой стрелки, а шнековый транспортер — по часовой и с частотой вращения в 4,5 раза большей. Наружная бурильная труба имеет устройство для быстрой установки центраторов, соединена и вращает цилиндрический породоприемник. Буровые шнеки диаметром 148 мм вращают конический шнек и транспортируют выбуренную породу на поверхность. В процессе бурения порода подхватывается витками конического шнека и подается шнековым транспортером в выбрасыватель породы, который направляет ее в роторный породоотбрасыватель. Порода отбрасывается от буровой установки в определенном направлении.

В сухих песках и супесях установкой типа УШБ-16 с таким комплектом инструмента бурили скважины диаметром до 1200 мм на глубину до 30 м. При наличии в разрезе плотных суглинков и глин на забой скважины необходимо

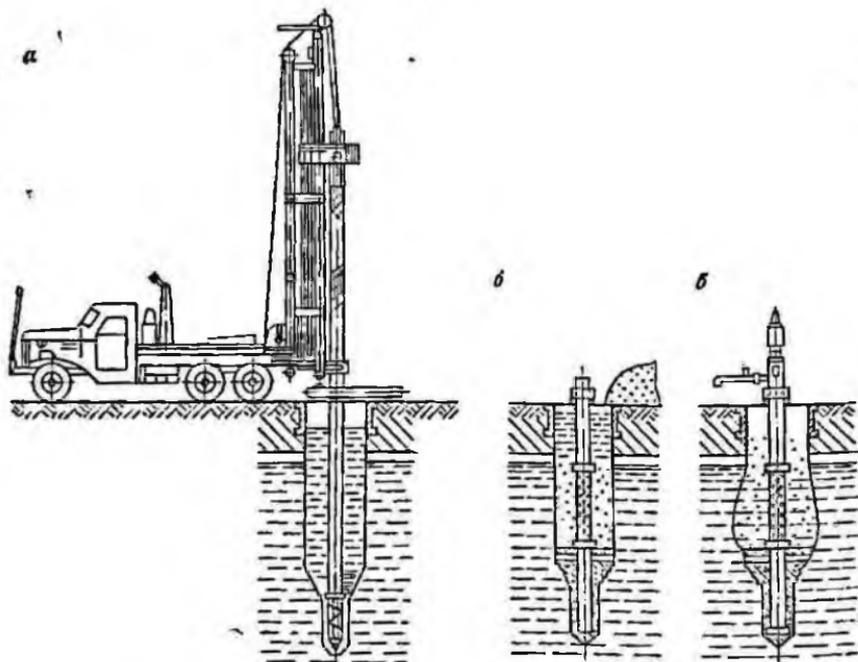


Рис. 52. Схема сооружения скважин большого диаметра для водоснабжения и вертикального дренажа.

а — бурение скважины; б — спуск фильтровой колонны и устройство гравийного фильтра; в — отсечка воды

подпитывать воду. В обводненных разрезах скважины бурились с заполнением ствола глинистым раствором через устье. Глинистый раствор обеспечивал устойчивость стенок скважины, а часть раствора смешивалась с выбуренной породой. Шнековый транспортер выдавал на устье выбуренную породу в виде тестообразной массы. От устья скважины порода транспортировалась ленточным транспортером или роторным породотбрасывателем. Скважины диаметром 1600 мм бурились до глубины 30 м, а диаметром 1200 мм — до 75 м.

На рис. 52 приведена схема бурения скважин большого диаметра для целей водоснабжения и вертикального дренажа устройствами для бурения, которые включают двойную бурильную колонну. Наружная колонна приводит во вращение резы-расширители и служит кожухом для шнекового транспортера, а внутренняя выполнена в виде шнекового транспортера. Скважины бурятся с заполнением ствола глинистым раствором плотностью 1,15—1,25 г/см³. Расход глинистого раствора на 1 м ствола скважины диаметром 120 мм составлял 1,5—1,6 м³. Часть глинистого раствора использовалась повторно путем откачки из ствола при обсадке скважины и обсыпке гравием. В скважины опускались фальшровые колонны диаметром 325—426 мм. Фильтровая часть колонны обсыпалась отсортированным гравием, а остальная часть ствола заполнялась гравийной массой. Скважины обеспечивали получение 30—40 л/с воды из тонкозернистых песков. Скважины, пробуренные в районе Ашхабада в 1964—1965 гг., надежно работают и сейчас.

§ 4. ШНЕКОВЫЕ АККУМУЛИРУЮЩИЕ БУРЫ

Для сокращения времени спуско-подъемных операций при бурении шурфов кафедры горного дела МГРИ (С. А. Брылов, Л. Г. Грабчак) разработала ряд шнековых аккумулярирующих буров [4, 5]. В зависимости от характера взаимодействия шнека с аккумулятором буры делятся на буры циклического, непрерывного действия и комбинированные.

Техническая характеристика испытанных и рекомендуемых кафедрой горного дела МГРИ аккумулярирующих буров следующая:

	ШАБ-2	ШАБ-3	КАШБ-1
Аккумулярирующие шнековые буры			
Диаметр цилиндра, мм:			
наружного	1200	1200	2150
внутреннего	520	273	820
Диаметр шнека, мм	500	245	800
Диаметр бура по резацм, мм	1400	1400	2200—3000
Высота бура, мм	3380	5000	4300
Масса утяжелителя, т	1,5	—	9,6
Общая масса бура с утяжелителем, т	3,1	3,2	4,8
Емкость аккумулятора, м ³	—	4	400
Шаг вайяки шнека, мм	—	0,5—0,6	0,8—1,2
Углубление за рейс, м	0,5—0,6	820—1600	820—5200
Диаметр скважины, мм	820—1600	20	50
Глубина скважин, м	20	—	—
Частота вращения, с ⁻¹	0,37—2,1	0,21—0,23	0,4—0,77
Максимальная производительность м ³ /ст.-смену	12,1	—	15,8
Мощность, необходимая на бурение, кВт	40—90	—	50—200
Высота бура, м	2,4—5,2	—	2,4—5,2

Аккумулярирующий бур ШАБ-2

Шнековый аккумулярирующий бур ШАБ-2 циклического действия (рис. 53) включает двухзаходный шнек с забурником, ножами и аккумулярирующую емкость. Корпус бура образован наружным и внутренним цилиндрами, дном и крышкой.

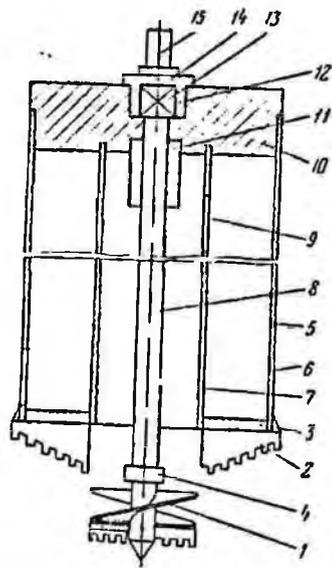


Рис. 53. Шнековый аккумулярующий бур ШАБ-2:
1—двухзубный шнек; 2—резцы-расширители; 3—дно; 4—нижний упор; 5—наружный цилиндр; 6—разгрузочные окна; 7—внутренний цилиндр; 8—нижняя бурильная труба; 9—загрузочные окна; 10—крышка; 11—центрирующая втулка; 12—ведущая втулка; 13—ведущая труба; 14—верхний упор; 15—бурильная труба

К дну бура прикреплены резцы-расширители. Загрузочные окна выполнены в верхней части внутреннего цилиндра, а разгрузочные — в нижней части наружного цилиндра. Шнек соединен и вращается специальной нижней бурильной трубой. Труба имеет нижний и верхний упоры. Часть трубы перед верхним упором выполнена квадратной для взаимодействия с ведущей втулкой крышки бура. Через эту втулку при необходимости передается вращение корпусу бура и связанным с ним резцам-расширителям. В нижней части крышки закреплена центрирующая втулка, в ней работает цилиндрическая часть бурильной трубы.

В процессе работы бура циклического действия после установки его на забой вращение от поверхностного привода через бурильные трубы передается непосредственно шнеку. При этом забурник шнека в породе происходит при невращающихся резцах-расширителях в корпусе до вхождения квадратной части нижней бурильной трубы в ведущую втулку крышки бура. В это время шнек находится на 400 мм ниже резцов-расширителей. Дальнейшее углубление ведется с одновременным вращением шнека и корпуса. Разбуренная ножами порода размещается на витках шнека, а из-под резцов-расширителей поступает над верхним витком шнека. После углубления на 100—120 мм шнек поднимается по внутреннему цилиндру вверх. При повышенной частоте вращения порода разгружается со шнека в аккумуляющую полость, при этом корпус бура не вращается. После заполнения аккумулятора разбуренной породой бур поднимается на поверхность для очистки. Буры типа ШАБ-2 проходили испытания при бурении вентиляционных скважин: на шахтах «Центральная» и «Донецкая». Величина проходки за рейс составила в среднем 0,5—0,6 м. Рейс длиной 0,6 м на шахте «Донецкая» продолжался около 52 мин. Смешанная производительность составила 1,8—2 м. Оптимальная осевая нагрузка составляет 15—24 кН, а частота вращения бура — 0,27—0,3 с⁻¹. На шахте «Центральная» смешанная производительность составила 2,4—2,6 м, а затраты времени на рейс — 50 мин. Бурение велось при осевой нагрузке 24—26 кН [4].

Шнековый аккумулярующий бур ШАБ-3 непрерывного действия (рис. 54) отличается от ШАБ-2 тем, что во внутреннем цилиндре работает длинный шнек, верхний виток которого находится на уровне загрузочных окон, а дно конусное с углом конусности 60°. Производственные испытания бура ШАБ-3 проводились в мягких обводненных породах при бурении вентиляционной скважины на шахте «Суходольская-Восточная». При бурении шнек разрабатывал забой и непре-

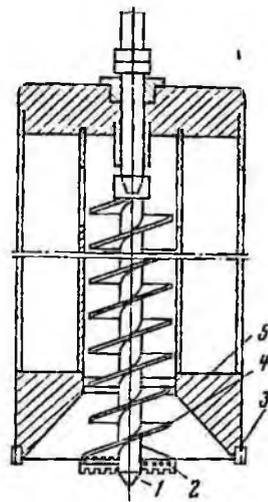


Рис. 54. Шнековый аккумулярующий бур ШАБ-3:
1—забурник; 2—резцы шнека; 3—резцы-расширители; 4—шнек; 5—конусное дно

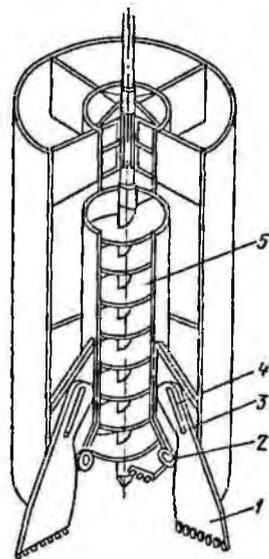


Рис. 55. Комбинированный аккумулярующий шнековый бур КАШБ-1:
1—резцы-расширители; 2—направляющие ролики; 3—палец; 4—наклонные прорези; 5—однозубный шнек

рывно транспортировал породу в аккумулятор до его заполнения. Корпус бура, как правило, не вращался, так как не имел кинематической связи с приводом вращения. Отмечалось проворачивание корпуса за счет трения между бурильной трубой и направляющей втулкой вследствие попадания породы и заклинивания. Частота вращения шнека 0,21—0,23 с⁻¹, осевая нагрузка 24—25 кН. Механическая скорость бурения составляла 15 м/ч [4].

Комбинированный аккумулярующий шнековый бур КАШБ-1 (рис. 55) отличается наличием четырех раздвигаемых резцов-расширителей. Расширители перемещаются в пазах, выполненных в конусном дне. В корпусе бура жестко закреплены пальцы и направляющие ролики. В каждой из пластин-расширителей сделаны наклонные направляющие прорези, в них перемещаются пальцы. Под действием осевой нагрузки корпус бура перемещается вниз и пальцы, взаимодействуя с наклонными прорезями, принудительно выдвигают расширители из пазов дна. По направляющим роликам перемещается ребро пластин расширителя. При максимальном выдвигении расширителей бур обеспечивает бурение скважин до диаметра 3000 мм.

Бур КАШБ-1 использовался при бурении западного шурфа глубиной 27,4 м на шахте «Богучарская». Проходка за рейс составляла 0,8—1,2 м, число рейсов в смену — 2—3 и более. Частота вращения бура 0,4 с⁻¹. Максимальная производительность была достигнута при осевой нагрузке 60 кН [4].

ТЕХНОЛОГИЯ ШНЕКОВОГО БУРЕНИЯ

§ 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Рабочий цикл сооружения каждой скважины состоит из ряда операций, проводимых одновременно или последовательно. Процессу бурения предшествуют выбор площадки для монтажа буровой установки, ее планировка, обеспечение инструментом, монтаж самой установки в соответствии с инструкцией завода-изготовителя.

Забуривание скважин осуществляется на минимальной частоте, составляющей 0,5—1 с⁻¹ без принудительной подачи бурового инструмента.

Режим шнекового бурения характеризуется в основном двумя параметрами: осевой нагрузкой и частотой вращения шнекового транспортера. Оптимальные варианты этих параметров зависят от целого комплекса факторов, основными из которых являются физико-механические свойства горных пород, глубина скважины, конструкция долота, мощность привода буровой установки и т. д.

Характеристикой горных пород с точки зрения эффективности бурения шнеками является не только показатель буримости, но и степень транспортабельности горных пород шнеками. С учетом этих факторов Министерством геологии СССР принята следующая классификация горных пород для шнекового бурения (табл. 6).

В горнодобывающих отраслях промышленности шнековое бурение широко применяется и в более крепких породах с коэффициентом крепости $f=6$ по шкале проф. М. А. Протодьяконова [19].

В породах средней крепости в отличие от мягких, где долото охлаждается непосредственно породой, применяется сжатый воздух, который способствует подаче буровой мелочи на первый виток шнека и охлаждает долото.

Таблица 6

Категория пород по буримости	Наименование горных пород
I	Грунты иловатые, лёсс рыхлый, суглинки рыхлые, растительный слой и торф с небольшой примесью мелкой гальки и гравия, трепел
II	Глины ленточные, пластичные, песчаные, диатомит, пески рыхлые и грунты песчано-глинистые с примесью (до 10%) мелкой гальки и гравия
III	Глины плотные и суглинки, грунты песчано-глинистые с примесью (10—30%) мелкой гальки, щебня и гравия, лёсс слежавшийся, мел слабый, мергели рыхлые, пльвуны, пески сухие, уголь бурый
IV	Ангидрит, бокситы, грунты песчано-глинистые со значительной (30%) примесью гальки и щебня, глины плотные, вязкие, глины валунные, гипс, известняк-ракушечник пористый, каолин, мел плотный. Мерзлы: грунты: ил, песок суглинки, торф, опока, соль каменная, уголь каменный, фосфориты

Струя воздуха, проходя через межвитковое пространство, увеличивает скорость транспортировки буровой мелочи, препятствует просыпанию ее вниз, а также снижает сопротивление вращению шнекового транспортера. Поэтому при шнекопневматическом способе удаления разрушенной породы третьим параметром режима бурения является расход воздуха на очистку скважины.

В ГИГХСе разработан способ бурения, при котором разрушенная порода потоком воздуха лишь приводится в состояние взвешенности и «кипения», а выдается на поверхность из скважины спиралью шнека.

Все породы, проходимые шнеками, можно разбить на две большие группы: мягкие, включающие в себя породы I—III категорий по буримости, и относительно твердые, объединяющие породы IV—VI категорий.

Шнековое бурение может вестись поточным методом, сплошным и кольцевым забоями рейсами разной длины. Диаметр скважины также имеет значительные отклонения: от нескольких сантиметров до полутора и более метров.

Поэтому свойства проходимых пород, требования, предъявляемые к скважине и отбору проб грунта, тип выбранной буровой установки во многом определяют выбор типа бурового инструмента и технологический режим бурения.

§ 2. ТЕХНОЛОГИЯ БУРЕНИЯ СПЛОШНЫМ ЗАБОЕМ НЕПРЕРЫВНЫМ РЕЙСОМ

При этом способе процессы бурения и транспортировки породы совмещены во времени. Выбуренная долотом порода непрерывно выдается шнеками на дневную поверхность.

Процесс разрушения мягких пород не требует значительных затрат энергии. Вращающуюся шнековую колонну погружают в породу под действием собственного веса и веса вращателя. Увеличение нагрузки на породоразрушающий инструмент ведет к росту механической скорости бурения, но одновременно увеличивается и объем разрушенной породы, что ограничивает осевую нагрузку в пределах 4000—6000 Н. Более быстрое погружение шнековой колонны при увеличении величины подачи может вызвать переполнение шнеков породой, прекращение ее выноса на поверхность и заклинивание снаряда в скважине.

Как показывает практика работ, более высокая механическая скорость бурения в рыхлых отложениях достигается на станках со свободной подачей. Это объясняется тем, что скорость внедрения шнека в породу выше, чем скорость движения вращателя, подаваемого гидравлической подачей в серийно выпускаемых станках. Поэтому при проходке мягких, сыпучих пород бурение должно производиться без принудительной осевой нагрузки, а иногда и с разгрузкой. В табл. 7 [15] приводятся сравнительные данные бурения в одинаковых условиях разными станками.

Исследованиями Д. Н. Башкатова и Ю. А. Олоновского [3] установлена прямая зависимость механической скорости бурения от частоты вращения снаряда, причем темп роста скорости выше при бурении рыхлых пород. Оптимальные величины этого параметра устанавливают для диаметров шнеков: 70—100 мм — $3,2-5 \text{ с}^{-1}$, 130—150 мм — $2,5-3,2 \text{ с}^{-1}$, 180—230 мм — $2-2,5 \text{ с}^{-1}$. Меньшие величины параметра относятся к бурению рыхлых пород, более высокие — к бурению вязких. Увеличение частоты вращения выше предельной вызывает вибрацию инструмента, которая отрицательно сказывается на транспортировке породы, является причиной поломки инструмента и вызывает ряд других явлений.

Показатели	Со свободной подачи	С гидравлической подачей	
	УШБМ-16	ЛБУ-50	КБУ-15
Средняя глубина скважин, м	30	30	30
Механическая скорость бурения, м/ч	74,5	63,7	20,0

При бурении в неустойчивых породах (сухие и водонасыщенные пески, гравийно-песчаные отложения и т. п.) с целью предупреждения обвалов стенок скважины после подъема инструмента необходимо перед подъемом произвести интенсивное расхаживание его для создания корки и уплотнения ее на стенках скважины. При бурении неустойчивых пород значительной мощности указанный прием не гарантирует устойчивости стенок скважины. В этом случае целесообразно бурение вести с одновременной обсадкой скважины. При этом колонна шнеков вращается внутри колонны обсадных труб, которая под действием собственного веса погружается по мере углубления скважины. Частота вращения при этом составляет 1,0—1,1 с⁻¹.

Для бурения в сухих и водонасыщенных песках, где другими способами не удается создать устойчивость стенок скважин, применяют полые шнеки с открывающимися долотами, которые шарнирно крепятся к корпусу нижнего шнека.

Более сложный процесс бурения наблюдается в плотных вязких породах (лёссовидные суглинки, плотные глины, песчаники и известняки). Для получения высоких скоростей бурения долото необходимо вращать с большой частотой, а для обеспечения работы шнекового транспортера достаточно более низкая частота вращения [3, 7, 15]. В применяемых конструкциях породоразрушающий наконечник крепится непосредственно к шнекам. Поэтому существующее противоречие устранить не удастся. Из-за малого коэффициента загрузки шнекового транспортера реборды шнеков с высокой скоростью отбрасывают транспортируемую породу к стенкам скважины, образуя непрерывно увеличивающийся слой, обладающий высокой прочностью. Трение винтовой полосы о стенки скважины настолько увеличивается, что происходит прихват инструмента.

Добиться более высокой скорости в сухих плотных породах можно несколькими путями. Один из них — повышение частоты вращения породоразрушающего инструмента при снижении в возможных пределах частоты вращения транспортирующей шнековой колонны, что приведет к увеличению механической скорости бурения и оптимальному заполнению шнековой колонны разбуренной породой. Это достигается применением индивидуального погружного привода [15].

Другое эффективное направление — сочетание шнековой колонны с погружным ударным механизмом, размещенным внутри шнековой колонны и соединенным с извлекаемым долотом (см. рис. 36). Устройство позволяет бурить с неработающим ударным механизмом. При встрече в разрезе плотных пород включается компрессор и воздух по герметично соединенным шнекам поступает к ударному механизму. Долото-разбурник работает в режиме ударно-вращательного бурения, обеспечивая эффективную проходку.

Выхлоп отработанного воздуха создает благоприятные условия для транспортировки выбуренной породы, придавая ей свойства подвижности, текучести.

Испытания инструмента, разработанного в Управлении геологии Туркменской ССР, где в качестве ударного механизма применялся отбойный молоток марки МО-9, а бурение велось при частоте вращения инструмента 2,5—3,2 с⁻¹ и осевой нагрузке, равной 3 кН, показали возможность эффективного бурения плотных суглинков и глин. Так, скважина диаметром 130 мм, глубиной 25 м была пробурена за 30 мин, в то время как бурение обычным способом из-за сильных вибраций в результате трения бурового инструмента об уплотненные стенки скважины пришлось прекратить на глубине 15 м.

В производственных условиях с целью уменьшения трения шнеков о стенки скважины и свободного их извлечения между первым шнеком и шнековой колонной устанавливают расширитель, который при бурении в вязких глинах дает положительные результаты. Расширитель представляет собой трубу с продольным вырезом диаметром, равным диаметру шнеков. В верхней части трубы к кромке продольного выреза прикреплен стальной нож, выступающий на 7 мм за контур трубы. При бурении нож срезает породу со стенок скважины и заполняет внутреннюю часть расширителя, тем самым расширяя скважину на 14 мм.

Одной из мер снижения трения долота о породу и породы о реборды шнека, повышения скорости бурения при проходке сухих и вязких глин является также подача на забой небольшого количества воды, которое составляет 2—5 л/мин, или 15—20 л на 1 м бурения. Вода заливается в скважину через затрубное пространство или закачивается в скважину через шнеки.

При бурении крупнообломочных пород, включающих валуны и гальку, размер которых не превышает 70—80 мм, долото захватывает их и подает на шнек. Более крупные валуны и галька дробятся в процессе бурения, но инструмент испытывает значительные ударные нагрузки и вибрацию. С целью снижения вибрации используют один или два звена утяжеленных шнеков с ребордами толщиной 16 мм. В качестве породоразрушающего инструмента применяют спирально-ступенчатое долото, представляющее собой суживающийся шнек с резаками на реборде, расположенными под углом 90° друг к другу. Нижняя часть лезвия долота представляет собой лопасти типа РХ. Бурение ведется с частотой вращения инструмента 5—6 с⁻¹.

При шнекопневматическом бурении скважин в породах средней крепости, широко применяющемся в горнодобывающих отраслях промышленности, используются специальные долота, армированные твердым сплавом. Охлаждаются лезвия долот сжатым воздухом, подаваемым по внутренним каналам труб шнекового транспортера. Образовавшийся в призабойной зоне воздушно-пылевой поток, в котором взвешены мелкие частицы, транспортируется по внутреннему кольцевому каналу между трубой и спиралью. Спираль же транспортирует относительно крупные частицы и исключает их просыпание через зазор между стенкой скважины и спиралью.

Усилие подачи при бурении пород средней крепости оказывает решающее влияние на механическую скорость бурения. Для достижения объемного разрушения породы осевая нагрузка на единицу площади контакте инструмента с забоем должна превышать временное сопротивление породы раздавливанию.

Исходя из экспериментальных данных, В. А. Перетолчин предложил следующую формулу для определения осевой нагрузки [12, 19]:

$$P_{min} = 200fS,$$

где f — коэффициент крепости горных пород по классификации проф. М. М. Протодьяконова; S — суммарная площадь контакта инструмента с забоем, см².

С ростом усилия подачи от P_{min} возрастают скорость бурения и потребляемая мощность. Однако зависимость энергоемкости процесса от усилия подачи имеет слабо выраженный минимум. Поэтому предлагается усилие подачи принимать максимальным:

$$P_{\text{max}} = 400l_{\text{к}},$$

где $l_{\text{к}}$ — суммарная длина линии контакта инструмента с забоем, мм.

Частоту вращения по условиям работы инструмента предлагается ограничивать в пределах 2,0—2,3 с⁻¹.

Расход воздуха на продувку зависит от гранулометрического состава буровой мелочи и интенсивности ее образования, т. е. скорости бурения, и определяется по следующей формуле:

$$Q = 0,785a(D^2 - D_{\text{ш}}^2)u,$$

где a — коэффициент запаса, учитывающий возникающие потери подачи компрессора, не превышает 1,2 при

$$u < u_{\text{max}};$$

D — диаметр скважины, численно равный диаметру долота, мм, $D_{\text{ш}}$ — наружный диаметр шнека по спирали, мм; u — скорость воздушной струи в межвитковом пространстве шнека, необходимая для удаления частиц максимальных размеров, мм/с.

При способе очистки выбуренной породы, разработанном в ГИГХСе, при котором буровая мелочь потоком воздуха лишь приводится в состояние взвешенности и «кипения» и выдвигается из скважины спиралью шнека, Н. Н. Мотылем предложена следующая формула для определения количества воздуха, подаваемого в скважину:

$$Q = kW_{\text{кр}}S_{\text{кр}},$$

где Q — количество подаваемого в скважину воздуха, м³/мин; k — коэффициент устойчивости шнековоздушного бурения, равный $1,2 \div 8,56 S_{\text{в}}/S_{\text{кр}}$; $S_{\text{в}}$, $S_{\text{кр}}$ — площади сечений в межвитковом пространстве шнека и во внутренней полости колонны, м², $W_{\text{кр}}$ — критическая скорость начала псевдооживления частиц материала на забое скважины, м/мин.

В этом случае воздух от компрессора поступает в смеситель, где вода и реагент образуют вследствие эжекции воздушно-жидкостную смесь. Через вертлюгосальник эта смесь подается в шнек и далее через отверстие в буровом долоте — в призабойную зону, где создается совместно с буровой мелочью «кипящий слой», интенсивно удаляемый вращающимся шнеком к устью скважины.

При этом способе очистки забоя механическая скорость увеличивается в 1,5 раза, возрастает стойкость режущего инструмента и снижается расход мощности.

Исследованиями, проведенными во ВСЕГИНГЕО [3] и в производственных организациях, установлено, что при одинаковых условиях скорость бурения падает с увеличением диаметра и глубины скважины. Первое объясняется снижением расхода мощности на разрушение единицы площади забоя, второе — увеличением массы породы на спиральях шнекового транспортера по мере возрастания его длины и снижением производительности.

Во многих районах страны месторождения полезных ископаемых залегают на глубине 20—40 м. Проходка в этих условиях скважин колонковым способом затруднена из-за наличия поглощающих горизонтов. Наиболее целесообразно в этих условиях применять шнекоколонковый снаряд, когда до кровли полезного ископаемого бурение ведется шнековым способом, а затем без подъема инструмента на поверхность возможен переход на колонковое бурение.

§ 3. ТЕХНОЛОГИЯ РЕЙСОВОГО БУРЕНИЯ

Рейсовое шнековое бурение обеспечивает получение образцов породы с малонарушенной структурой и с более точной привязкой их к глубине скважины. При этом способе бурения используют колонну, собранную из одних шнеков, или комбинированную колонну, нижняя часть которой состоит из шнеков с долотом, а верхняя — из бурильных труб. Длина колонны шнеков в 2,5 раза должна превышать длину рейса. Величина рейсового углубления устанавливается от 0,5 до 1,5 м в зависимости от требуемой точности привязки полученных образцов породы к глубине.

Частота вращения шнековой колонны $1,8—5 \text{ с}^{-1}$, осевая нагрузка 0,5 кН. При рейсовом бурении мягких и рыхлых пород I категории по буримости свободное погружение шнековой колонны происходит при частоте вращения $1,2—1,8 \text{ с}^{-1}$ и при освобожденном канате лебедки.

При бурении с целью поисков формовочных и стекольных песков конструкция скважин выбирается с учетом крепления вскрышных пород обсадными трубами.

Забуривание скважины должно производиться строго вертикально. Для этого станок и мачта на опорах устанавливаются устойчиво с целью избежания раскачивания при бурении, что помогает сократить осыпи со стенок скважины при бурении и обеспечить вертикальность проводки скважин.

Шнеки должны комплектоваться по степени изношенности с точностью до 0,5 мм по диаметру. Не допускается попадание шнеков большего диаметра в нижнюю или среднюю часть снаряда.

Бурение следует производить на минимальной (первой) частоте вращения, плавно создавая дополнительную осевую нагрузку гидравлической подачей. Это сократит растягивание керна по шнекам и осыпь со стенок скважины во время бурения.

Подъем колонны производится после углубления на длину одного шнека, что создает удобство в замерах и обеспечивает достоверность опробования. Дополнительную нагрузку можно менять в значительных пределах.

При бурении на стекольные пески с целью избежания попадания в пробы окислов железа нижние шнеки должны быть эмалированными. В рабочем комплекте их должно быть не менее трех.

Отбор проб следует производить с поднятого на поверхность шнека после очистки керна по наружной поверхности и удаления осыпавшейся породы с вышележащих шнеков. Проба отбирается равномерной по сечению, лентой по спирали шнека со средней части витка, что улучшает достоверность отобранного материала.

Перед каждым новым рейсом шнеки очищаются.

§ 4. ТЕХНОЛОГИЯ ВИНТОВОГО БУРЕНИЯ

Винтовое бурение применяют только при проходке толщ очень слабых грунтов (оплывающие водоносные пески, глинистые грунты текучей консистенции, илы,

торфы и т. д.) При этом способе бурения скорость подъема породы по шнекам примерно соответствует скорости подачи инструмента. Частота ввинчивания шнековой колонны в грунт должна составлять $1,1-1,8 \text{ с}^{-1}$. Подача инструмента производится плавно с целью предупреждения перемешивания породы на лопастях шнека. Длина рейса составляет $0,5-1,0 \text{ м}$. В качестве породоразрушающего наконечника применяется коническое спиральное долото.

На нижние реборды шнека перпендикулярно к спирали наварена стальная полоса, препятствующая просыпанию породы на полках шнека при ее подъеме. С этой же целью подъем шнеков следует осуществлять плавно на небольшой скорости.

После подъема снаряда образцы породы относят к соответствующим глубинам исходя из соотношения пройденного интервала и длины шнековой колонны, заполненной породой.

§ 5. ТЕХНОЛОГИЯ БУРЕНИЯ СКВАЖИН БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА (ШУРФОСКВАЖИН)

Процесс бурения шурфов шнековыми бурами по кинематике и динамике во многом аналогичен процессу шнекового бурения. Эффективность его определяется следующими основными факторами: конструкцией шнекового бура, физико-механическими свойствами буримых пород; параметрами технологического режима бурения (нагрузка на породоразрушающий инструмент и частота вращения бура); установленной мощностью привода.

Исследованиями, проведенными в МГРИ [5], установлено, что оптимальные углы резания шнековых буров для песка равны $30-40^\circ$, а для глины — $35-50^\circ$.

Для бурения шурфоскважин в песчано-глинистых породах, нередко с включениями гальки и валунов, применяются двухзаходные шнековые буры диаметром до 1100 мм при шаге навивки шнековой полосы $350-400 \text{ мм}$. Длина винтовой полосы колеблется от $0,6$ до 7 шагов. Шнекобуры с короткой винтовой полосой применяются при проходке суглинков и глин, с длиной — при проходке песков, супесей и суглинков. Оптимальное углубление за рейс составляет в супесях $40-50 \text{ см}$, а в плотных суглинках и глинах — $20-25 \text{ см}$. Частота вращения $0,5-1 \text{ с}^{-1}$.

Хронометражными работами, проведенными в Туркмении, установлено, что механическая скорость бурения составляет в песках и супесях $10-15 \text{ м/ч}$, в суглинках — $8-10 \text{ м/ч}$, в плотных глинах — $5-6 \text{ м/ч}$.

Исследование возможности применения шнековых шурфобуров в гравийно-галечниковых отложениях с включением валунов показало, что они не плохо погружаются в самых плотных разрезах, однако по мере их извлечения гравий, галька и валуны на витках не задерживаются. При попадании крупной гальки и валунов между витками шнековых буров и стенками шурфоскважин имеют место значительные их искривления и увеличение по диаметру.

Для бурения в гравийно-галечниковых отложениях рекомендуется применять шнековые буры закрытого типа с верхними и нижними породоприемными окнами (см. рис. 45, 46).

Данные о режимах бурения шнековыми бурами открытого и закрытого типов диаметром $500-1100 \text{ мм}$, применяемыми в комплекте с буровой установкой УШБМ-16, приведены в табл. 8.

Таблица 8

Породы	Тип бура	Диаметр, мм	Параметры		Средняя длина рейса, м	Механическая скорость бурения, м/ч	Производительность, м/смену
			Нагрузка, кН	Частота вращения, с ⁻¹			
Песчано-глинистые	Шнековый открытого типа	1100	7—9	0,5—1,0	0,30—0,32	5—6	12,6—18,5
Песчаные Песчано-глинистые с включением гальки и валунов	То же »	1100	7—10	0,5—0,7	0,36	18,5	20
		1100	7—9	0,5—1,0	0,30	5,4	15,7
Плотные гравийно-галечниковые отложения с включением валунов	Шнековый закрытого типа	700	11—12	1,3—1,6	0,35	4,5	18

Для бурения шурфоскважин диаметром 600 мм в однородных лёссовидных суглинках шнековым буром установки СО-2 в качестве оптимальных рекомендуются следующие параметры режима бурения и соответствующие этим параметрам получаемые технико-экономические показатели:

Нагрузка на породоразрушающий инструмент, кН	58
Частота вращения, с ⁻¹	0,4
Средняя длина рейса, м	1,26
Механическая скорость, м/ч	45,4
Средняя производительность, м/смену	36

Работами МГРИ [4], полученными на основании хронометражных наблюдений при бурении установкой ЛБУ-50 и анализа зависимостей, полученных методами теории планирования эксперимента и моделирования, предлагаются режимы бурения, приведенные в табл. 9.

Производственными исследованиями установлено, что с ростом твердости пород для повышения механической скорости бурения следует увеличивать частоту вращения бурового наконечника. В то же время увеличение частоты вращения шнекового транспортера способствует скапливанию выбуренной породы над верхними витками шнека, что вызывает вибрацию бурового инструмента, приводит к падению скорости бурения и увеличению энергозатрат.

Длина рейса в каждом конкретном случае определяется технологическими параметрами и условиями бурения. Разработка рекомендаций по выбору оптимальной длины рейса имеет большое практическое значение.

Таблица 9

Породы	Частота вращения, с ⁻¹	Нагрузка, кН
Пески, супеси	2,5—3,5	25—30
	15—25	
Влажные суглинки, глины	1,5—2,0	30—35
	2,0—2,5	
Сухие суглинки глины		35—40

Формула для определения оптимальной длины рейса получена из анализа данных по рейсовой скорости бурения установкой УШБМ-16 с использованием шнековых шурфобуров диаметром 500 и 1100 мм:

$$v_p = \frac{1}{\frac{1}{v_{\text{мех}}} + \frac{t_p + t_{\text{сп}}}{H}}$$

где v_p — рейсовая скорость бурения, см/мин; $v_{\text{мех}}$ — максимальная механическая скорость проходки за рейс, см/мин; t_p — затраты времени на разгрузку шнекового бура, которые не зависят от глубины шурфа и по данным хронометражных наблюдений при бурении в сухих породах составляют 0,5 мин; $t_{\text{сп}}$ — затраты времени на спуско-подъемные операции, мин; H — проходка за рейс, см.

Входящие в эту формулу затраты времени на спуск и подъем шнековых буров изменяются от глубины скважины по следующей зависимости:

$$t_{\text{сп}} = 0,04L_c^2 + 0,27L_c - 0,15,$$

где L_c — глубина шурфоскважины, м

С учетом значений $t_{\text{сп}}$ предыдущая формула примет вид

$$v_p = \frac{1}{\frac{1}{v_{\text{мех}}} + \frac{0,04L_c^2 + 0,27L_c + 0,35}{H}}$$

Для шнековых буров установки УШБМ-16 полученные с помощью формулы значения v_p позволяют определить оптимальные значения длины рейсов: при бурении шнековым буром диаметром 500 мм в супесях оптимальные длины рейсов колеблются от 0,8 м на глубине 2 м до 1,2 м на глубине 15 м. В суглинках эти величины изменяются от 0,6 до 0,8 м; при бурении шнековыми бурами диаметром 1100 мм оптимальная длина рейса в супесях составляет 0,45—0,7 м, для суглинков — 0,4—0,6 м.

§ 6. РАСХОД МОЩНОСТИ ПРИ ШНЕКОВОМ БУРЕНИИ

Большинство исследователей [3, 7] разделяют затраты мощности на бурение на несколько составляющих: а) разрушение породы; б) трение инструмента о забой; в) транспортировку породы.

Для определения затрат мощности на резание в настоящее время известно несколько формул, наиболее универсальной из которых является формула Б. И. Воздвиженского для долот типа РХ*:

$$N_1 = \sqrt[4]{n v_{\text{мех}}^3} + \frac{\sigma_{\text{сж}} F}{142500},$$

где n — частота вращения, с^{-1} ; $v_{\text{мех}}$ — механическая скорость бурения, см/мин; $\sigma_{\text{сж}}$ — временное сопротивление породы одноосному сжатию, МПа; F — площадь забоя, см^2 .

В приведенной формуле затраты мощности на бурение прямопропорциональны пределу прочности при одноосном сжатии. Эта величина не полностью характеризует физико-механические свойства горных пород, а для мягких и сыпучих пород практически не может быть определена.

* Воздвиженский Б. И., Васильев М. Г. Буровая механика. М., Госгеолтехиздат, 1954.

С учетом конкретных характеристик горных пород по значениям сопротивления породы сдвигу В. Г. Қардыш [7] предложил уточненную формулу

$$N_1 = \frac{D^2 h \sigma m n}{7800},$$

где N_1 — мощность, затрачиваемая на разрушение породы, кВт; D — диаметр скважины, см; h — углубление за 1 оборот, см; σ — сопротивление породы внедрению штампа, МПа; m — число лезвий долота.

Затраты мощности на трение резцов о забой прямо пропорциональны осевой нагрузке, частоте вращения и диаметру долота [7]:

$$N_2 = \frac{D^2 \sigma a f m}{7800},$$

где a — ширина поверхности лезвия бура, соприкасающегося с забоем, см; f — коэффициент трения резцов о забой (0,3—0,4).

Мощность, затрачиваемая на транспортировку породы, определяется по формуле Д. Н. Башкатова [3]

$$N_3 = \frac{\pi^2 G f n^3 R_{\alpha}^2 \sin \alpha \cos \gamma}{8775 \cdot 10^4 g \sin(\alpha + \gamma)} k_1 k_2 k_3,$$

где N_3 — мощность, затрачиваемая на транспортировку породы по шнековому транспортеру, кВт; G — масса породы, находящейся на шнеке, кг; R_{α} — координаты центра тяжести потока, см; α — угол наклона винтовой линии шнека, градус; γ — угол наклона вектора абсолютной скорости частицы породы к горизонтали, градус; k_1 — коэффициент перемешивания породы, равный 2,5; k_2, k_3 — коэффициенты, учитывающие положение частиц на вертикали и горизонтали.

Мощность, потребляемая в процессе бурения, зависит от диаметра, удельного веса породы, коэффициента трения ее о лопасти шнеков и возрастает пропорционально кубу частоты вращения шнековой колонны. Кроме того, мощность возрастает по мере увеличения скорости бурения и заполнения шнеков разрушенной породой.

Для более точного определения характеристики грунтов в их естественном

Таблица 10

Затраты мощности в кВт

Процесс	По теоретическим формулам В. Г. Қардыша и Д. Н. Башкатова		По уточненным формулам с учетом данных пенетрационного каротажа		Опытные данные	
	Диаметр шнекового бура, мм					
	500	1100	500	1100	500	1100
Резание	4,9	5,5	2,7	5,6	3,1	8,3
Трение резцов о забой	12,6	51,5	1,1	3,1		
Транспортировка породы	14,4	19,8	0,8	6,4	1,9	5,2
Итого на бурение	31,9	76,8	4,6	15,1	5,0	13,5

состоянии могут быть использованы в формулах данные пенетрационного каротажа, в частности значения лобового сопротивления и бокового трения [16].

По данным исследований Д. Н. Башкатова [3], на собственно бурение в моренных суглинках и глинах трехлопастными долотами диаметром 148 и 203 мм при частоте вращения 65, 110 и 180 мин⁻¹ расходовалось от 1,5 до 2 кВт мощности. На транспортировку породы в колонне длиной 1 м при вышеперечисленных условиях — от 0,16 до 0,43 кВт.

Исследования авторов [16] по затратам мощности при бурении шурфов шнековыми бурами приведены в табл. 10.

§ 7. АВАРИИ ПРИ ШНЕКОВОМ БУРЕНИИ И МЕРЫ БОРЬБЫ С НИМИ

При шнековом бурении скважин, так же как и при других способах бурения, происходят аварии, приводящие к преждевременному износу инструмента и оборудования, снижению технико-экономических показателей бурения, затрате времени и средств на их ликвидацию.

Основные виды аварий — прихваты и обрывы шнеков, выпадение соединительных пальцев и падение шнеков и подкладных вилок в скважину. Прихваты шнеков, как правило, происходят в вязких и водонасыщенных породах вследствие нарушения установленной для этих пород технологии бурения. Для предупреждения прихватов в вязких породах следует уменьшать скорость подачи, производить периодическую расходку инструмента, подливать воду в процессе бурения. Для ликвидации прихватов используют левое вращение шнековой колонны или применяют гидравлические домкраты для извлечения прихваченной колонны.

Обрывы шнеков могут произойти в процессе бурения из-за большой вибрации снаряда и при ликвидации прихвата шнековой колонны в скважине путем расходки вращением. Как правило, обрыв происходит в месте соединения замка и трубы шнека или по телу замка. Если обрыв произошел при больших крутящих моментах или осевых нагрузках, то для их ликвидации следует применять ловильные метчики и колокола общего назначения. При оставлении шнеков в скважине, когда для ликвидации прихвата применялись относительно небольшие нагрузки, и при падении шнеков вследствие вылета соединительного пальца для их извлечения из скважины используется аварийный штопор (рис. 56, а), поставляемый в комплекте буровых установок УГБ-50М, УГБ-1ВС. Штопор опускается в скважину на шнеках или гладких бурильных трубах и при минимальных оборотах двигателя навививается на спираль шнека [3]. Шнеки извлекаются с помощью лебедки или механизма подъема вращателя с силой 20 кН. При большей силе штопор «выпрямится».

Ловильный инструмент для шнеков, приведенный на рис. 56, б, исключает повреждение лопастей шнека за счет присоединения витка штопора с переходником к бурильным трубам посредством подвижного шпоночного соединения.

Ловитель опускается в скважину на шнеках или бурильных трубах. На подходе к оставленным шнекам включают вращение инструмента. Втулка удерживается в заднем положении фиксатором и не перемещается к переходнику. При встрече первого витка спирали ловителя с лопастью шнека возникают осевые нагрузки от завинчивания спирали на шнек, достаточные для поднятия фиксатора. Фиксатор поднимается, и втулка вместе со спиралью ловителя перемещается по переходнику, обеспечивая прочное соединение ловителя со шнеком.

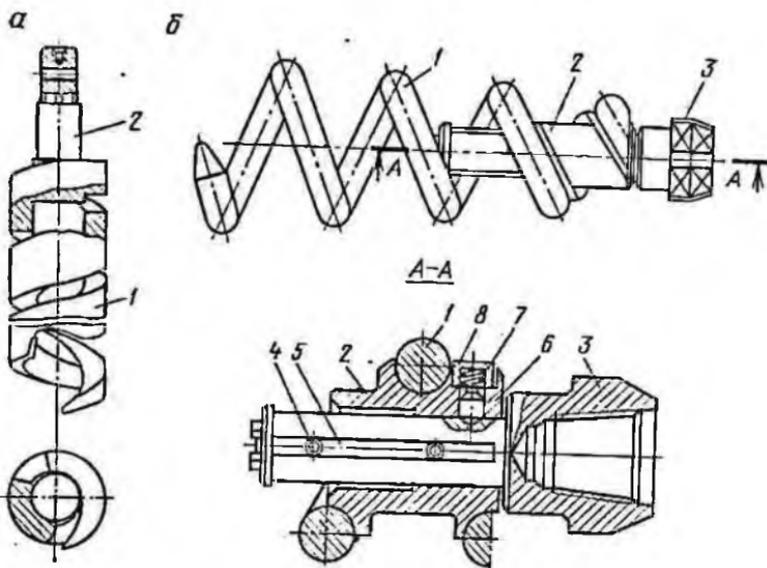


Рис. 56. Ловильный инструмент:

а — сварный штопор к установке УГБ-50М; б — ловильный инструмент конструкции Донецкого экспериментального института по комплексной механизации шахт; 1 — спираль; 2 — переходник; 3 — втулка; 4 — винты; 5 — шпонка; 6 — фиксатор; 7 — пружина; 8 — гайка

Полые шнеки, как правило, имеют спиральную полосу небольшой ширины, и поэтому ловителями типа «штопор» извлечь их невозможно. Для этих целей разработан специальный ловитель (рис. 57), включающий переходник, корпус с шестигранным хвостовиком, подпружиненные плашки и долото. Ловитель опускается в скважину на шнеках или на гладких бурильных трубах с нижним шне-

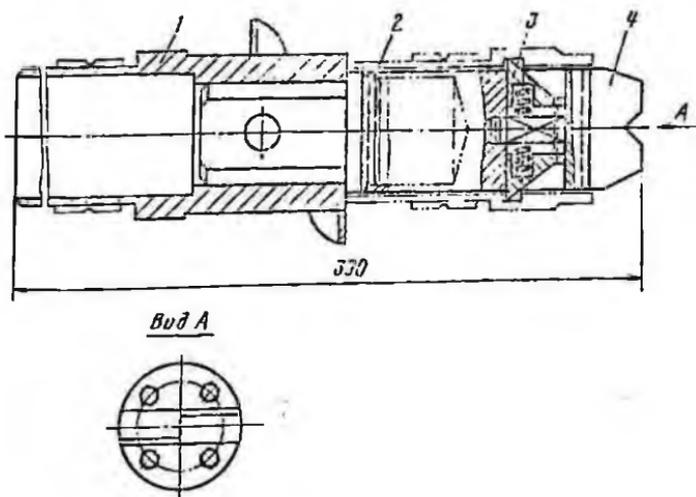


Рис. 57. Ловитель для полых шнеков:

1 — переходник; 2 — корпус; 3 — плашки; 4 — долото

ком, причем наличие долота позволяет разбурить осыпавшуюся или оплывшую породу. После захода корпуса ловителя в полость оставленного шнека подпружиненные плашки заходят в кольцевую канавку, выполненную на внутренней поверхности в замке шнека, при этом торец замка ловителя упирается в торец замка шнеков. Все замковые соединения, разработанные к полым шнекам, имеют кольцевую канавку под плашки ловителя. В замке для полых шнеков с шлицевыми замками кольцевая канавка используется для плашек элеватора и для плашек ловителя. После подъема шнеков из скважины и постановки на подкладную вилку переходник отсоединяют от хвостовика корпуса и ловитель выталкивается из шнека вниз. Ловитель надежно работает при ликвидации аварий с полыми шнеками диаметром 120, 130, 177 мм.

Для предупреждения обрывов следует соблюдать установленную технологию бурения и постоянно контролировать состояние инструмента, особенно соединений шнеков: фиксаторов при шестигранном соединении, переходов с витка резьбы на тело трубы при резьбовом соединении, шлицев и соединительных шпилек при шлицевом соединении.

ГЛАВА VII

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ШНЕКОВОГО БУРОВОГО ИНСТРУМЕНТА

Наиболее сложной и ответственной операцией при изготовлении шнеков является изготовление спирали. До настоящего времени при изготовлении и ремонте обычных шнеков диаметром от 150 до 600 мм используются штампы для ручной штамповки витков шнека. Штмп (рис. 58) состоит из нижней неподвижной части с опорной плитой и верхней подвижной части. При изготовлении витков для шнеков большого диаметра подвижная часть поднимается и опускается с использованнем грузоподъемных механизмов. Заготовка витка производится из листовой стали соответствующей толщины на прессе или на токарном станке и представляет собой разрезанное стальное кольцо с наружным диаметром, равным диаметру шнека. Внутренний диаметр на 15—20 % больше наружного диаметра трубы—основы шнека.

После нагрева в горне заготовки подаются в штамп и им придается форма спирали с определенным шагом. Изготовленные таким образом витки шнека вручную собираются на трубе, привариваются к ней, а затем свариваются между собой.

Размеры заготовки с учетом внутреннего и наружного диаметров и шага спирали определяются по данным, приведенным на рис. 58:

$$R_1 = r_1 + a; \quad r_1 = \frac{ac}{C-c}; \quad \alpha = \frac{2\pi R_1 - C}{2\pi R_1} 360^\circ; \quad a = \frac{D-d}{2};$$

$$C = \frac{2}{\sqrt{\pi D^2 + S^2}},$$

где C — длина внешней развертки; c — длина внутренней развертки.

Рис. 58. Штмп для изготовления витков шнека:

1— штмп; 2— готовый виток; 3— заготовка витка

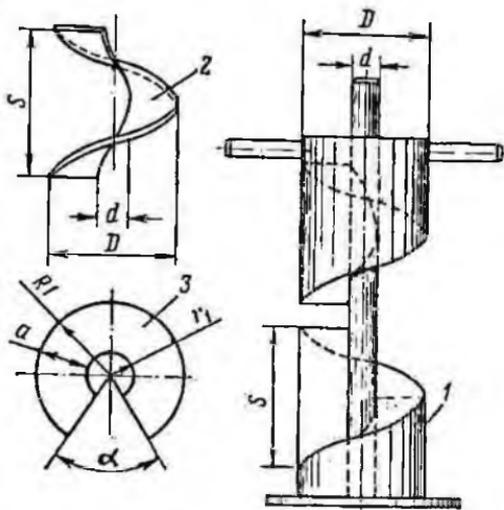
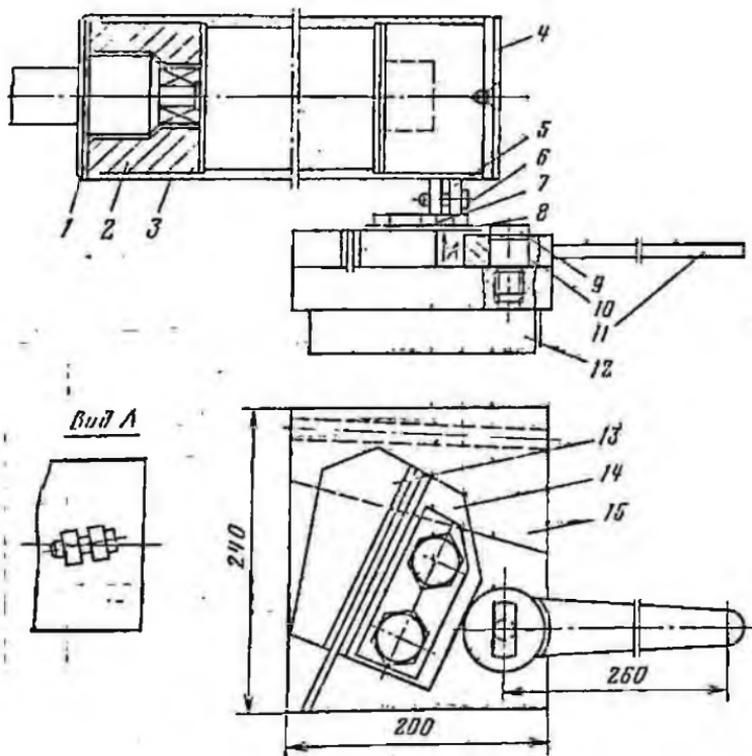


Рис. 59. Приспособление для навивки шнековой спирали из полосовой стали на токарном станке:

1 — оправка; 2— переходник; 3— труба; 4— заглушка; 5— проушина; 6— палец; 7— болт; 8— верхняя планка; 9— ось; 10— эксцентрик; 11— рукоятка; 12— крепежная пластина; 13, 14— неподвижная и подвижная пластины; 15— плита



При небольшом объеме изготовления и ремонта полых шнеков шнековая спираль шириной до 30—40 мм навивается на токарном станке. Приспособление (рис. 59) включает оправку, один конец которой закреплен в патроне токарного станка, а второй находится между центром задней бабки и направляющего полюсу устройства, закрепленного в резцедержателе.

Оправка состоит из трубки (диаметр которой соответствует изготавливаемому диаметру шнека) переходника, заглушки под центр бабки и проушины с пальцем. Переходник служит для снятия со станка оправки с навитой спиралью без раскрепления патрона после каждого цикла навивки. Проушины используются для закрепления конца полосы, в которой просверлено отверстие под палец, и приварены к оправке под углом, соответствующим шагу навиваемой шнековой спирали.

Направляющее полюсу устройство закрепляется в резцедержателе токарного станка с помощью крепежной пластины, приваренной к плите. Полоса направляется между неподвижной и подвижной пластинами. Подвижная пластина имеет направляющие пазы под болты и прижимается эксцентриком. Приспособление используется на токарно-винторезных станках типа 1К62, 1К63 и др.

Изготовленная спираль надевается на трубу, растягивается при помощи ручной лебедки по трубе и сваривается с последней по винтовой линии.

Для упрощения технологии изготовления полых шнеков и повышения производительности труда в Туркмении разработано специальное устройство для изготовления полых шнеков в условиях ремонтно-механических мастерских геолого-разведочных экспедиций путем одновременной навивки и приварки полосовой стали к трубе.

Устройство для сварки (рис. 60) включает станнину, на которой закреплен электродвигатель с редуктором. Выходной вал редуктора через эластичную муфту и шпindel устройства с замком под полый шнек вращает трубу шнека. С другой стороны в шнек упирается вращающийся центр. Головка снабжена направляющими и копирующими роликами, взаимодействующими с трубой шнека и

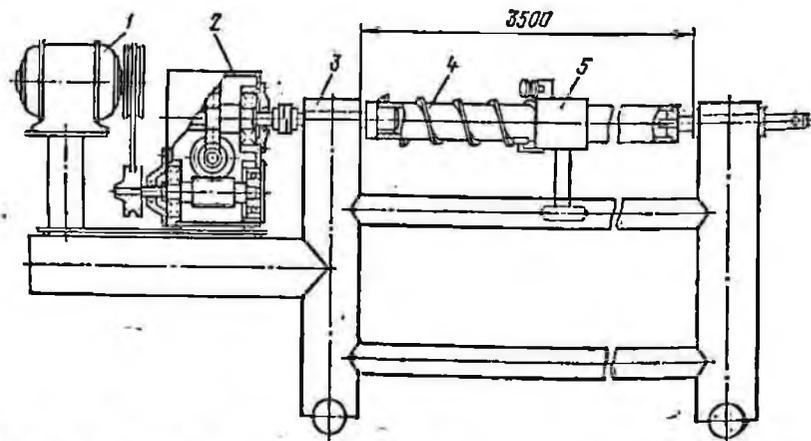


Рис. 60. Устройство для сварки полых шнеков с использованием ручной электродуговой сварки:
1— электродвигатель; 2— редуктор; 3— станнина; 4— шнек; 5— головка с направляющими и копирующими роликами

полосовой сталью. Кроме того, головка через рычаг с роликом взаимодействует с направляющей трубой станнины.

После установки трубы полого шнека на стенде конец полосы приваривают к трубе. В дальнейшем полоса заправляется в направляющие ролики и включается вращение. Труба, вращаясь, накручивает на себя полосу с заданным шагом и одновременно приваривается к трубе ручной электродуговой сваркой. Сварщик перемещается вдоль станнины на специальном кресле, имея под рукой пусковую аппаратуру электропривода.

Устройство позволяет изготавливать полые шнеки диаметром от 120 до 230 мм. Для изготовления шнеков с использованием автоматической электродуговой сварки применяется устройство (рис. 61), включающее вращатель в виде короб-

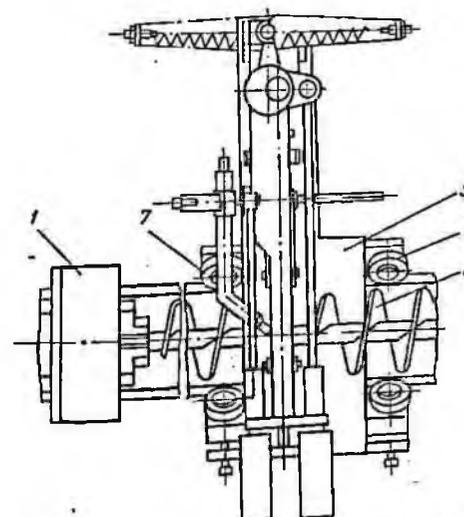
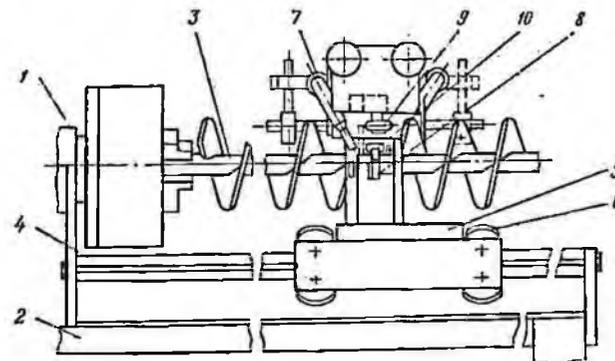


Рис. 61. Устройство для изготовления шнеков с использованием автоматической электродуговой сварки:
1— вращатель шнека с зажимным механизмом; 2— станнина; 3— шнек; 4— направляющая; 5— каретка; 6— ролики каретки; 7— сварочная горелка; 8— выключный упор; 9— копирующий ролик; 10— прижимной ролик

ки скоростей токарного станка с зажимным патроном и приводным двигателем. На станине станка параллельно закрепленному в патроне валу шнека жестко закреплена направляющая, служащая направлением для каретки, несущей сварочную горелку. Каретка свободно перемещается по направляющей при помощи восьми роликов и несет на себе кроме сварочной горелки вилочный упор, жестко закрепленный в стойке каретки. Вал шнека плотно прижимается к вилочному упору, расположенному напротив, подпружиненным прижимным роликом. Прижим копирующего ролика к боковой поверхности спирали свариваемого шнека осуществляется пружиной. Вращение зажатого в патроне конца трубы вызывает синхронное перемещение каретки вдоль свариваемого шнека. Вместе с кареткой перемещается сварочная горелка, приваривая спираль к валу шнека.

Конструкция устройства исключает влияние явлений деформаций, искривляющих продольную ось шнека, обеспечивает положение центра сечения шнека в месте сварки, что благоприятно сказывается на точности и качестве наложения шва. Конструкция, кроме того, обеспечивает хорошее положение шва без влияния на него местных искривлений ребра шнека.

Это устройство производит сварку как левых, так и правых шнеков и имеет удобную и простую регулировку сварочной горелки.

Особую сложность при изготовлении шлицевых замков к полым шнекам представляет нарезка внутренних шлицев муфты в условиях механических мастерских экспедиций, не имеющих строгальных и протяжных станков. Для использования более распространенных универсальных фрезерных станков типа 6Н81 и 6Н82 в Туркмении предложено приспособление для фрезеровки шлицевых пазов муфт, обеспечивающее точность и чистоту поверхности обрабатываемых деталей (рис. 62).

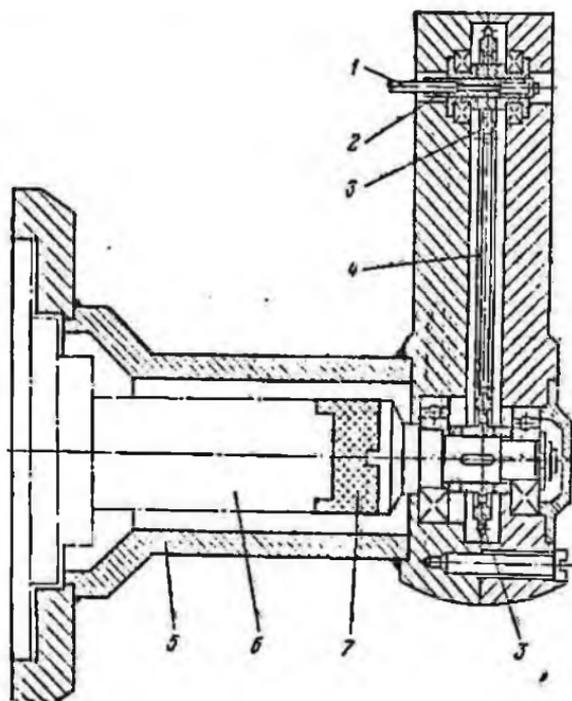


Рис. 62. Приспособление для фрезеровки внутренних шлицевых пазов:

1— фреза; 2— цапга; 3— звездочка; 4— шпindel; 5— корпус; 6— шпindel фрезерного станка; 7— эластичная муфта

Приспособление закрепляется к фланцу шпинделя фрезерного станка. Вращение к первичному валу приспособления передается от шпинделя фрезерного станка через эластичную муфту, а к выходному валу — посредством цепной передачи. Вместо цепной передачи может быть использован набор шестерен. Выходной вал снабжен цанговым патроном для закрепления фрезы. Цилиндрический корпус при небольшом диаметре имеет достаточно большой вылет фрезы.

С использованием приспособления возможно изготавливать шлицевые муфты к замкам диаметром от 120 до 235 мм, трехгранные и шестигранные муфты для обычных шнековых штанг.

ГЛАВА VIII

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ШНЕКОВОГО БУРЕНИЯ

Эффективность способа бурения оценивается Б. М. Ребриком [18] по трем группам факторов: геологическим, техническим и экономическим.

Геологические факторы определяют информативность способа бурения (которые оцениваются по точности фиксации положения слоев грунта и уровня грунтовых вод) и возможности описания геологического разреза. По этой группе факторов шнековый поточный способ бурения уступает колонковому, ударному и вибрационному. Однако, используя специальные шнековые снаряды, описанные в гл. III и IV, можно получить более достоверные геологические результаты при высоких технико-экономических показателях.

По образцам грунта, снятым со щека-грунтоноса или обуривающего грунтоноса, можно определить такие свойства грунтов, как плотность песчаных грунтов в наиболее рыхлом и плотном сложении, пределы пластичности и набухания глинистых грунтов, коэффициент фильтрации, угол естественного откоса, гранулометрический состав и др.

Использование перфорированных шнеков и специальных шнековых снарядов позволяет отбирать пробы воды на гидрохимический анализ со всех проходимых горизонтов, быстро и надежно производить откачки воды в процессе бурения скважин. Шнековые пробоотборники используются для отбора проб воды и растворенного газа или флюида при геохимических методах разведки.

Шнековое бурение является одним из наиболее производительных методов бурения скважин в мягких и средней крепости породах на глубину до 50 м при геологоразведочных работах.

На Урале ежегодно бурят до 40 тыс. м шнековым способом, который по производительности уступает только вибрационному. При поисках и разведке нерудного сырья и строительных материалов скорость бурения (м/ст.-мес) следующая:

Вибрационное	630
Ударно-забивное	222
Шнековое	571

При поисках и разведке месторождений строительных материалов в Белоруссии установками УГБ-50М, работающими в одну смену, производительность

Таблица 11

Показатели	Геофизическая экспедиция		Комплексная геологоразведочная экспедиция	
	Буровые установки			
	УШБТ-М	УШ-2Т	УШБТ-М	УШ-2Т
Годовой объем бурения, м	151 292	44 282	701 440	94 528
Средняя глубина скважин, м	13,4	30,3	5,0	5,2
Средняя категория пород по буримости	1,8	2,8	2,0	2,4
Скорость бурения, м/ст.-мес	4202	2754	11 536	5626

достигает 800 м/ст.-мес, а в объединении «Центргеология» при двухсменной работе — 2500 м/ст.-мес.

Шнековый способ бурения с использованием полого шнекового инструмента не имеет себе равных для проходки взрывных скважин в сейсморазведке. В табл. 11 приведены показатели шнекового бурения в организациях Управления геологии Туркменской ССР [15].

Как показывает многолетний опыт бурения в Туркмении сейсморазведочных скважин буровыми установками УШБТ-М, средняя их производительность составляет 7 тыс. м/ст.-мес при односменной работе, средних глубинах скважин 15 м и категории пород по буримости III.

Практика работ показывает, что механическая скорость бурения в рыхлых породах на станках с гидравлической подачей ниже, чем на станках со свободной подачей. Преимущества при бурении со свободной подачей наглядно видны из технико-экономических показателей буровых установок УШБ-16, ЛБУ-50 и КБУ-15, которыми были проведены испытания в одинаковых условиях при бурении сейсморазведочных скважин по песчано-глинистым отложениям (табл. 12).

Анализ баланса рабочего времени (табл. 13) буровых установок типа УГБ-50М, УШБТ-М, УШБМ-16 свидетельствует о том, что на чистое бурение затрачивается от 30 до 80% времени сооружения скважин. От 10 до 20% времени затрачивается на наращивание шнековой колонны и от 15 до 30% — на ее подъем. Монтажно-демонтажные работы в большинстве случаев составляют 15%. Характерно, что затраты времени на наращивание и подъем шнековой колонны увеличиваются в установках с меньшим ходом подачи.

Затраты времени на подъем инструмента во многом зависят от мощности приводного двигателя. Чем он мощнее, тем затраты времени на подъем инструмента меньше.

Таблица 12

Показатели	Буровые установки		
	УШБМ-16	ЛБУ-50	КБУ-15
Средняя глубина бурения, м	30	30	30
Механическая скорость бурения, м/ч	74,5	63,7	20,0
Техническая скорость бурения, м/ч	34,8	20,9	6,8

Таблица 13

Наименование операций	УШБМ-16	УШБТ-М		УГБ-50М
	Глубина, м			
	66	15	30	25
Время сооружения скважины, мин	441,37	65,3	71,5	170,3
Чистое бурение, %	76	61,2	59,5	59
Нарращивание, %	11,5	9	8,5	20
Подъем, %	9,5	15,2	15,25	15
Монтажно-демонтажные операции, %	3	14,7	16,75	6

Таблица 14

Диаметр шнеков, мм	Тип соединения	Длительность наращивания одного шнека, с	Время подъема и укладки одного шнека, с
177	Шлицевое	68	88—113
200	Шестигранное	120	138
150	»	100	132
150	Резьбовое	39	67

Время, затрачиваемое на наращивание при подъеме, связано с типом применяемых замковых соединений. Наименьшие затраты времени наблюдаются при применении резьбового соединения, что видно из табл. 14 [7].

Высокие технико-экономические показатели сохраняет шнековое бурение и при увеличении диаметров применяемого инструмента. Замена ручной проходки шурфов бурением шурфоскважин шнековыми бурами повышает производительность в 5—8 раз, снижает в 3—5 раз стоимость работ. Обработка геологических материалов по шурфоскважинам показала, что при небольшом углублении за рейс (0,2—0,5 м) точность установления геолого-литологических границ составляет $\pm 0,05$ м, а полнота геологической информации, качество документации, представительность кернового материала для опробования удовлетворяют геолого-методическим требованиям [2, 10].

В табл. 15 приведены данные по бурению шурфоскважин шнековыми установками на Урале [10].

В Управлении геологии Туркменской ССР разработаны шнековые буры диаметром 1100 мм с шагом навивки 400 мм при длине витка шнековой полосы от 0,6 до 3 м.

Такие шнековые буры с 1970 г. успешно применяются для проходки шурфов при инженерно-геологических исследованиях. По данным хронометражных наблюдений механическая скорость бурения составляет в песках и супесях 10—15 м/ч, в суглинках — 8—10 м/ч, в плотных глинах — 5—6 м/ч. Углубление за рейс составляет 400—500 мм.

В табл. 16 показан баланс рабочего времени при бурении шурфов установками УШБМ-16 (шнековым буром, глубина шурфа 17,7 м) и ЛБУ-50 (ковшовым буром, глубина шурфа 15 м) в песчано-глинистых отложениях в Туркмении.

Таблица 15

Показатели	УГБ-50М	УГБ-50М	УРБ-ЗАМ	УШБТ-М
Диаметр шурфоскважиш, мм	500	700	900	900
Средняя глубина бурения, м	8,3	5,5	6,1	4,3
Средняя категория пород	3,0	3,1	3,3	3,3
Скорость бурения, м/ч:				
механическая	41,2	38,0	5,7	22,3
техническая	4,0	3,6	1,9	3,7
Производительность, м/ст.-смену	30,2	28,8	15,2	30,0

Таблица 16

Наименование операций	УШБМ-16		ЛБУ-50	
	Время, мин	%	Время, мин	%
Монтаж установки	19	5,2	11	1,6
Бурение	54	11,9	150	21,0
Спуско-подъемные операции	197	54,5	150	21,0
Разгрузка бура	49	13,5	216	30,6
Нарезывание штанг	14	3,9	30	4,2
Подготовительно-заключительные операции	24	6,4	32	4,5
Простой (неисправность установки)	—	—	15	2,6
Демонтаж установки	6	1,6	104	14,5
Всего	363	100	708	100

Из табл. 16 видно, что затраты времени на бурение установкой УШБМ-16 шнековым буром примерно в два раза ниже, чем ковшовым буром установки ЛБУ-50. На спуско-подъемные операции затрачивается больше времени на установке УШБМ-16, так как буровая колонна в момент извлечения на установке ЛБУ-50 остается на забое, что говорит о целесообразности применения скользящего шнекового бура. На разгрузку породы в течение рейса при бурении установкой ЛБУ-50 затрачивается в 6 раз больше времени, чем установкой УШБМ-16.

С увеличением глубины шурфов резко возрастает время на спуско-подъемные операции, что видно из табл. 17, отображающей затраты времени при бурении шурфов диаметром 1100 мм буровой установкой УШБМ-16 в песчано-глинистых отложениях.

Для сокращения времени спуско-подъемных операций рекомендуется применять телескопические бурильные трубы или извлекаемые на тросе шурфобуры.

Эффективность процесса бурения шурфов шнековыми бурами доказывается и данными табл. 18, полученными при сравнительных испытаниях буровых установок ЛБУ-50 и УШБМ-16.

Себестоимость проходки 1 м шурфа складывается во всех случаях из заработной платы, затрат на материалы, энергию, амортизацию оборудования, услуги и транспортные расходы (табл. 19) для условий Туркмении.

Таблица 17

Наименование операций	0—10 м			10—15 м		
	Время, мин	Время на проходку 1 м шурфа, мин	Общее время, %	Время, мин	Время на проходку 1 м шурфа, мин	Общее время, %
Чистое бурение	116	11,6	48,6	108	21,6	48,0
Спуско-подъем	96	9,6	40,3	100	20	44,5
Нарращивание	6	0,6	2,5	3	0,6	1,3
Разгрузка бура	20	2,0	8,6	14	2,8	6,2
Итого	238	23,8	100	225	45	100

Таблица 18

Показатели	Проходка шурфов		
	ручная	буровой установкой ЛБУ-50	буровой установкой УШБМ-16
Среднее время на проходку 1 м шурфа глубиной до 20 м при средней категории пород 2,6 (хронометражные наблюдения), бригадо-смена	0,39	0,17	0,065
Стоимость станко-смены или бригадо-смены, руб.	39,64	94,16	87,60
Стоимость 1 м проходки, руб.	15,46	13,3	5,69

Таблица 19

Показатели	Проходка шурфов		
	ручная	буровой установкой УШБМ-16	буровой установкой ЛБУ-50
Основная заработная плата, руб.	26,35	13,40	13,40
Дополнительная заработная плата, руб.	1,51	2,06	2,06
Отчисления на социальное страхование, руб.	1,34	1,55	1,55
Материалы, руб.	0,34	15,66	15,66
Амортизация, руб.	—	14,40	20,01
Износ, руб.	0,56	1,62	1,62
Услуги, руб.	0,13	2,30	2,30
Транспорт автомобильный, руб.	0,40	0,45	0,45
Содержание радиостанции, руб.	2,37	2,37	2,37
Итого основных расходов, руб.	33,60	74,19	79,80
Сметная стоимость с учетом накладных расходов и плановых накоплений, руб.	39,64	87,60	94,16

Таблица 20

Годовой объем работ, м	Экономическая эффективность в зависимости от глубины шурфа, руб.							
	Глубина шурфа, м							
	5	10	15	20	5	10	15	20
	<i>Ручная проходка</i>				<i>Проходка ковшовым буром</i>			
1 500	7 270	28 000	45 000	51 000	4 050	4 320	4 450	4 650
3 000	14 540	56 000	90 000	102 000	8 100	8 640	8 900	9 300
5 000	21 250	93 000	150 000	169 500	13 500	14 400	14 850	15 500
10 000	48 500	186 000	300 000	339 000	27 000	28 800	29 700	31 000

В зависимости от назначения и решения поставленных задач годовые объемы шурфопроходческих работ на объекте могут изменяться в больших пределах. Но так как амортизационные отчисления не зависят от объема выполняемой работы, себестоимость проведения 1 м шурфа возрастает с уменьшением годовых объемов работ. Работами МГРИ [4] доказано, что использование высокопроизводительных, но дорогостоящих машин целесообразно при объемах работ 3000 м. Так как не всегда на объектах работ, особенно при поисках и разведке месторождений строительных материалов, возможен такой объем, целесообразно в этих случаях применять универсальные буровые установки, способные бурить скважины различными способами.

Экономическая эффективность от внедрения шнековых шурфобуров по сравнению с ручной проходкой и ковшовыми шурфобурами в зависимости от годового объема работ и глубины шурфов приведена в табл. 20 по данным МГРИ [4].

§ 1. ПУТИ ДАЛЬНЕЙШЕГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ШНЕКОВОГО БУРЕНИЯ

Шнековый способ бурения хотя и является одним из наиболее производительных методов бурения скважин, но области применения его в настоящее время ограничены I—V категориями пород по буримости, глубиной скважины (до 50 м), повышенными требованиями геологических и инженерно-геологических исследований к качеству получаемого грунта.

С применением специального шнекового инструмента сфера его использования возрастает. Особенно целесообразно применение комбинированных способов бурения, в основе которых заложены преимущества шнекового инструмента. Обуривающие и задавливаемые грунтоносы в комплекте с полый шнековой колонной позволяют при высоких технико-экономических показателях отбирать грунты с неповрежденной структурой. Использование их рекомендуется при гидрогеологических и инженерно-геологических работах.

Как показывают производственные исследования в рыхлых породах, механическая скорость бурения станками со свободной подачей гораздо выше, чем при гидравлической подаче инструмента. Чтобы повысить скорость бурения в этих породах, следует в установках УШ-2Т, ЛБУ-50 предусмотреть возможность свободной подачи инструмента и увеличения скорости подачи вращателя вверх.

С увеличением плотности буримых пород следует замедлять частоту вращения транспортирующей шнековой колонны до 1,5—2,5 с⁻¹, а частоту вращения

породоразрушающего инструмента увеличивать. Необходимо организовать серийное производство индивидуального привода долота, помещаемого в шнековой колонне.

В перемежаемом геологическом разрезе с включением пропластков песчаников, известняков, а также в плотных сухих глинах высокий эффект дает шнековое ударно-вращательное бурение, при котором дробление породы осуществляется ударным механизмом, а очистка забоя скважины и транспортировка частиц выбуренного материала на поверхность — шнековой колонной и отработанным сжатым воздухом.

Перспективное направление в совершенствовании долот для шнекового бурения — оснащение их сменными режущими.

В буровых станках, применяемых для шнекового бурения, следует предусмотреть механизированные уборку выбуренной породы от устья скважины и очистку от нее шнеков.

Недостаток метода проходки шурфов бурением — значительные затраты времени на спуско-подъемные операции. Применение магазинированных и извлекаемых на капате шурфобуров незначительно сокращает затраты времени на спуско-подъемные операции. Существенным резервом является применение телескопической бурильной колонны, которая присоединяется к стабилизирующей каретке посредством шарнира, и расположение приводного электродвигателя с редуктором непосредственно над породоразрушающим инструментом.

Шарнирное соединение, не снижая жесткости компоновки инструмента, обеспечит отвод шурфобура на заданное расстояние и последующую его разгрузку.

Другой недостаток существующих способов бурения шурфоскважин — большая сложность их проходки в неустойчивых породах. Применяемая крепь сложна в изготовлении и требует больших затрат на ее установку. Необходима разработка крепи шурфов, позволяющей осуществлять ее спуск одновременно с бурением и выполнением всего комплекса работ поинтервально в процессе бурения. Постановленная цель может быть достигнута присоединением к нижней кольцевой секции металлической крепи посредством подшипника обуривающей коронки. Такая конструкция крепи обеспечит одновременное ее движение с шурфобуром.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТАНКОВ И УСТАНОВОК ДЛЯ ШНЕКОВОГО БУРЕНИЯ СКВАЖИН

Параметры	Д-10М	КМ-10	БУЛИЗ-16	УКБ-12/25С	УГБ-50М	УГБ-150Б	ЛБУ-50	УШБМ-16
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Глубина бурения, м:								
шнековым способом	10	10	15	5—15	50	75	50	80
колонковым способом	—	20	—	25	100	300	—	300
шурфы	—	—	—	—	—	—	15	50
Диаметр скважины, мм:								
шнековым способом	75	70; 100	73—127	70—110	250	490	200; 240	177
колонковым способом	—	76	—	36; 46	198	—	—	273
шурфы	—	—	—	—	—	—	1200	1200
Диаметр керна при колонковом бурении, мм	—	50	—	24; 30	—	—	—	—
Тип двигателя	Дружба-4	Дружба-4	Привод автомобиля	Дружба-4	Д-65	Д-60Т	ЗИЛ-130	ЗИЛ-130
Мощность, кВт	2,94	2,94	—	3,0	30	52	45	45
Механизм подачи	Ручной	Ручной	Механический	Механический	Гидравлический	Гидравлический	Гидравлический	Канатный
Ход подачи, мм	—	900	—	—	1500	2400	8250	6500
Максимальное усилие подачи, кН:								
вверх	—	1200	2,5	4	25	105	157,000	25,000
вниз	—	1200	—	4	10	30	56,5	15
Частота вращения инструмента, с ⁻¹	2,9—3,1	4,5; 10; 15	0,5—2,7	1,6—20	1—3	1—3	0,5—1,7	1,7—4,9
Тип лебедки	—	Ручная	Механическая	Механическая	Механическая	Механическая	Планетарная	Механическая
Грузоподъемность, кг	—	—	1200	500	2500	3500	3500	2500
Скорость подъема инструмента, м/с	—	—	0,1—0,5	—	0,25; 0,33; 0,39; 0,76	0,47; 1,28; 2,13; 3,43	1,6	0,3; 0,6; 1,1; 1,8
Шасси установки	—	—	УАЗ-469	УАЗ-469	ГАЗ-66	ТДТ-60	ЗИЛ-131	ЗИЛ-131
Высота мачты, м	—	—	5,2	2,02	8,0	11,6	5,1—8,3	8,25
Грузоподъемность мачты, кг	—	—	5 000	—	7500	36 000	5 000	10 000
Габариты, мм:								
высота	445	1400	2 300	4 000	3 000	4 170	2 546	3 730
ширина	—	638	1 750	1 785	2 000	2 500	2 315	2 250
длина	720	—	4 200	2 015	7 200	9 000	8 380	8 800
Масса, кг	52	32	2 030	1 840	5 100	17 500	8 442	2 520

Параметры	ШАК-2	УРБ-1В2С	КБУ-16	УШ-2Т	УГБ-1ВС	УШБ-ТМ	СВБ-2М	СБР-160
1	10	11	12	13	14	15	16	17
Глубина бурения, м:								
шнековым способом	40	30	50	60	50	75	25	24
колонковым способом	—	100	200—300	—	50	—	—	—
шурфы	—	—	20	—	12	—	—	—
Диаметр скважины, мм:								
шнековым способом	250	135	205	175	135; 180	150	160	160
колонковым способом	—	146	93—152	—	151	—	—	—
шурфы	—	—	1100	—	650	—	—	—
Диаметр керна при колонковом бурении, мм	84	—	—	—	130	—	—	—
Тип двигателя	Д-108	Тяговый двигатель вездехода Г-71	ЗИЛ-130	Тяговый двигатель трактора Т-100 МЗБ	Дизель Д-65	Двигатель Д-108	Электро-двигатель	Электро-двигатель
Мощность, кВт	69	—	45	73,5	44	66	56,0	165,0
Механизм подачи	Цепной	Гидравлический	Гидравлический	Гидравлический с канатами	Поршневой гидравлический	Ручная лебедка	Механический	Гидравлический
Ход подачи, мм	—	1700	7000	3250	3250	4200	—	—
Максимальное усилие подачи, кН:								
вверх	27,000	50,000	75,000	120	80,000	—	—	—
вниз	80	30	25	56,5	30,000	—	—	—
Частота вращения инструмента, с ⁻¹	0,7—4,5	0,8—2	0,25—3,5	1,25; 2,55; 3,27	0,55; 1,36; 2,41; 5,41; 0,75; 2,09; 3,75; 8,33	2,5; 3,83	2; 3,5	1,7; 2,3; 3,3
Тип лебедки	Механическая	Механическая	Фрикционная	—	Фрикционная	Фрикционная	Механическая	Механическая
Грузоподъемность, кг	2700	1000	3000—6000— 18 000	—	2600	4150	—	—
Скорость подъема инструмента, м/с	0,15	0,68	—	0—0,36	0,18	—	0,16	0,5
Шасси установки	Т-100М	Гусеничный вездеход Г-71	ЗИЛ-131	Болотный трактор Т-100 МЗБ	ГАЗ-66 или ЗИЛ-131	Трактор Т-100М	Гусеничная тележка	Ходовая тележка экскаватора Э-303
Высота мачты, м	7,8	—	11,01	5775/9025	8,650	7,5	6,0	12
Грузоподъемность мачты, кг	—	2 200	7 500	5 000	7 300	5 000	—	—
Габариты, мм:								
высота	—	2 915	9 900	3 720	2 750	3 700	6070	12 925
ширина	2 400	2 582	2 500	3 250	2 330	2 400	2850	3 420
длина	5 150	9 170	3 750	6 500	9 050	5 000	4300	7 080
Масса, кг	12 823	6 865	9 779	17 250	6 100	15 200	0,800	22 000

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Александров Г. С.* Бурение неглубоких скважин в породах рыхлого комплекса на Урале.— В кн.: Техника и технология геологоразведочных работ, организация производства. М., ВИЭМС, 1976, № 7, с. 1—7.
2. *Афанасьев И. С., Душин А. И.* Бурение скважин при разведке месторождений строительных материалов. М., Недра, 1980.
3. *Башкатов Д. Н., Олоновский Ю. А.* Вращательное шнековое бурение геологоразведочных скважин. М., Недра, 1968.
4. *Бурение шурфов и скважин самоходными и передвижными установками* (С. А. Брылов, Л. Г. Грабчак, Г. Б. Добровольский и др., М., Недра, 1979).
5. *Воздвиженский Б. И., Сидоренко А. К., Скорняков А. Л.* Современные способы бурения скважин. М., Недра, 1978.
6. *Грабчак Л. Г.* Теоретические основы работы аккумулярующих буров.— Изв. вузов. Геология и разведка, 1976, № 12, с. 127—130.
7. *Кирдыш В. Г., Мурзаков Б. В., Окмянский А. С.* Бурение неглубоких скважин. М., Недра, 1971.
8. *Кардыш В. Г.* Совершенствование бурения с гидротранспортом керна.— Разведка и охрана недр, 1980, № 9, с. 24—28.
9. *Козловский Е. А., Дьяков А. Д., Петров П. А.* Механизация и оптимизация процессов бурения разведочных скважин. М., Недра, 1980.
10. *Лещиков В. И., Александров Г. С., Егоров В. П.* Бурение шурфоскважин на Урале.— Разведка и охрана недр, 1979, № 7, с. 30—33.
11. *Олоновский Ю. А., Ефремов А. Д.* Полые шнеки для бурения скважин и оборудования их фильтрами.— Разведка и охрана недр, 1973, № 1, с. 29—31.
12. *Перетолчин В. А.* Вращательное бурение скважин на карьерах. М., Недра, 1975.
13. *Площадный В. Я., Танов Е. И., Бажутин А. Н.* Бурение шурфов установкой УШБМ-16.— Разведка и охрана недр, 1973, № 4, с. 24—27.
14. *Площадный В. Я., Танов Е. И.* Бурение шурфов при геологоразведочных работах в Туркмении — Тр. СГП, вып. 104, Свердловск, 1974.
15. *Площадный В. Я., Танов Е. И., Ешилов Г. К.* Пути повышения эффективности шнекового бурения в сейсморазведке.— В кн.: Технология проводки поисковых и разведочных скважин в Белоруссии. БелНИГРИ, 1977, с. 89—99.
16. *Площадный В. Я., Бажутин А. Н., Порожский К. П.* Анализ затрат мощности при бурении шурфов шнекобурами.— Изв. вузов. Горный журнал, 1974, № 6, с. 126—129.
17. *Породоразрушающий инструмент для геологоразведочных скважин.* Справочник (И. И. Корнилов, Л. К. Берестень, Д. И. Коган и др., М., Недра, 1979).
18. *Ребрик Б. М.* Бурение скважин при инженерно-геологических изысканиях. М., Недра, 1979.
19. *Справочник по бурению на карьерах.* Под редакцией Б. А. Симкина. М., Недра, 1981.
20. *Танов Е. И.* Полые буровые шнеки.— Разведка и охрана недр, 1978, № 1, с. 53—56.

Предисловие	3
Глава I. Общие сведения о шнековом буровом инструменте	4
§ 1. Условия работы шнекового транспортера	4
§ 2. Области применения шнекового бурения	5
§ 3. Типы бурового шнекового инструмента	6
Глава II. Буровые шнеки	7
§ 1. Типы шнековых соединений	11
§ 2. Долота для шнекового бурения	14
Глава III. Новые буровые шнеки	21
§ 1. Общие сведения	21
§ 2. Типы соединительных замков для полых шнеков	25
§ 3. Долота для полых шнеков	27
§ 4. Конструкции полых шнеков для сейсморазведочного бурения	29
§ 5. Полые шнеки для бурения гидрогеологических скважин	33
§ 6. Спуско-подъемный инструмент для шнекового бурения	39
Глава IV. Специальный шнековый инструмент	44
§ 1. Инструмент для отбора образцов грунта с ненарушенной структурой	44
§ 2. Шнековые пробоотборники для жидких и газообразных агентов	51
§ 3. Шнековый инструмент для комбинированного бурения	53
Глава V. Шнековые буры для бурения скважин большого диаметра (шурфоскважин)	61
§ 1. Шнековые буры открытого типа	61
§ 2. Шнековые буры закрытого типа	69
§ 3. Шнековые буры с двойной колонной	71
§ 4. Шнековые аккумулялирующие буры	77
Глава VI. Технология шнекового бурения	80
§ 1. Общие положения	80
§ 2. Технология бурения сплошным забоем непрерывным рейсом	81
§ 3. Технология рейсового бурения	85
§ 4. Технология винтового бурения	85
§ 5. Технология бурения скважин большого диаметра (шурфоскважин)	86
§ 6. Расход мощности при шнековом бурении	88
§ 7. Аварии при шнековом бурении и меры борьбы с ними	90
Глава VII. Изготовление шнекового бурового инструмента	92
Глава VIII. Техничко-экономические показатели шнекового бурения	97
§ 1. Пути дальнейшего совершенствования инструмента для шнекового бурения	102
Приложение	104
Список литературы	108

**ЕВГЕНИЙ ИВАНОВИЧ ТАНОВ,
Виктор Яковлевич ПЛОЩАДНЫЙ**

ИНЕКОВЫЙ БУРОВОЙ ИНСТРУМЕНТ

Редактор издательства *Н. А. Круглова*
Художественный редактор *В. В. Шутько*
Технические редакторы *О. Ю. Третьяков, Л. Г. Лавренкова*
Корректор *К. И. Сивикова*

ИБ № 4715

Сдано в набор 26.07.84. Подписано в печать 28.11.84.
Т 21698. Формат 60×90^{1/16}
Бумага типографская № 2.
Гарнитура «Литературная». Печать высокая.
Усл. печ. л. 7,0. Усл. кр.-отт. 7,23. Уч.-изд. л. 8,14.
Тираж 3900 экз. Заказ 837/9082—5.
Цена 40 коп.

Ордена «Знак Почета» издательство «Недра»,
103633, Москва, К-12, Третьяковский проезд, 1/19

Московская типография № 32 Союзполиграфпрома
при Государственном комитете СССР по делам издательства
полиграфии и книжной торговли.
103061, Москва, Чагной бульвар, 26.

ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ!

**В издательстве «Недра»
готовятся к печати новые книги**

ВОЛКОВ А. С., ДОЛГОВ Б. П., ТЕВЗАДЗЕ Р. Н.

ОХРАНА ТРУДА ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН

**Учебник для учащихся
профтехобразования
и рабочих на производстве
10 л. 25 к.**

Приведены общие сведения по охране труда при разведочном бурении. Рассмотрены меры безопасности при производстве различных видов работ: при погрузочно-разгрузочных и строительно-монтажных работах, транспортировке грузов, перевозке людей и передвижении буровых установок. Большое внимание уделено мерам безопасности при разведочном бурении в различных условиях, при ликвидации аварий и скважин. Изложены требования пожарной безопасности, производственной санитарии и вопросы охраны окружающей природы.

Для учащихся профтехобразования, а также для подготовки и повышения квалификации рабочих, занятых в разведочном бурении.

КОЗЛОВСКИЙ Е. А., КОМАРОВ М. А., ПИТЕРСКИЙ В. М.

КИБЕРНЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В РАЗВЕДОЧНОМ БУРЕНИИ

18 л. 1 р. 30 к.

Рассмотрены вопросы повышения эффективности буровых работ, касающиеся совершенствования и оптимизации управления, технологии и организации работ, оптимизации процесса бурения, автоматизации проектно-пластовых расчетов. Особое внимание уделено выбору критериев оптимальности, моделированию производственных процессов при бурении, оценке информативности параметров процесса бурения, системам диспетчерского телеконтроля, прогнозированию научно-технического процесса в разведочном бурении.

Для инженерно-технических работников геологоразведочных предприятий.

КОЛОМОЕЦ А. В.
**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ
И ЛИКВИДАЦИИ ПРИХВАТОВ
В РАЗВЕДОЧНОМ БУРЕНИИ**

15 л. 75 к.

Впервые обобщены и систематизированы наиболее эффективные методы предупреждения и ликвидации прихватов бурового снаряжения и обсадных труб в разведочном бурении. Описаны технические средства, предложена методика расчета их рабочих параметров и рациональная технология применения. Проанализирована эффективность различных методов и средств. Показаны перспективы внедрения новых механизмов.

Для инженерно-технических работников, занимающихся бурением геолого-разведочных скважин.

МИХЛЯЛОВА Н. Д.
ТЕХНИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОЛОНКОВОГО БУРЕНИЯ

15 л. 75 к.

Изложены современные методы расчетов, связанные с проектированием геологоразведочных скважин: расчет наземных сооружений, выбор конструкций скважин, оборудования и инструмента, обоснование технологии и режимов бурения. Уделено внимание промывочным агентам. Рассмотрены промывка и продувка, температурные режимы скважин и породоразрушающего инструмента. Приведен материал по ловильным и специальным работам в скважинах.

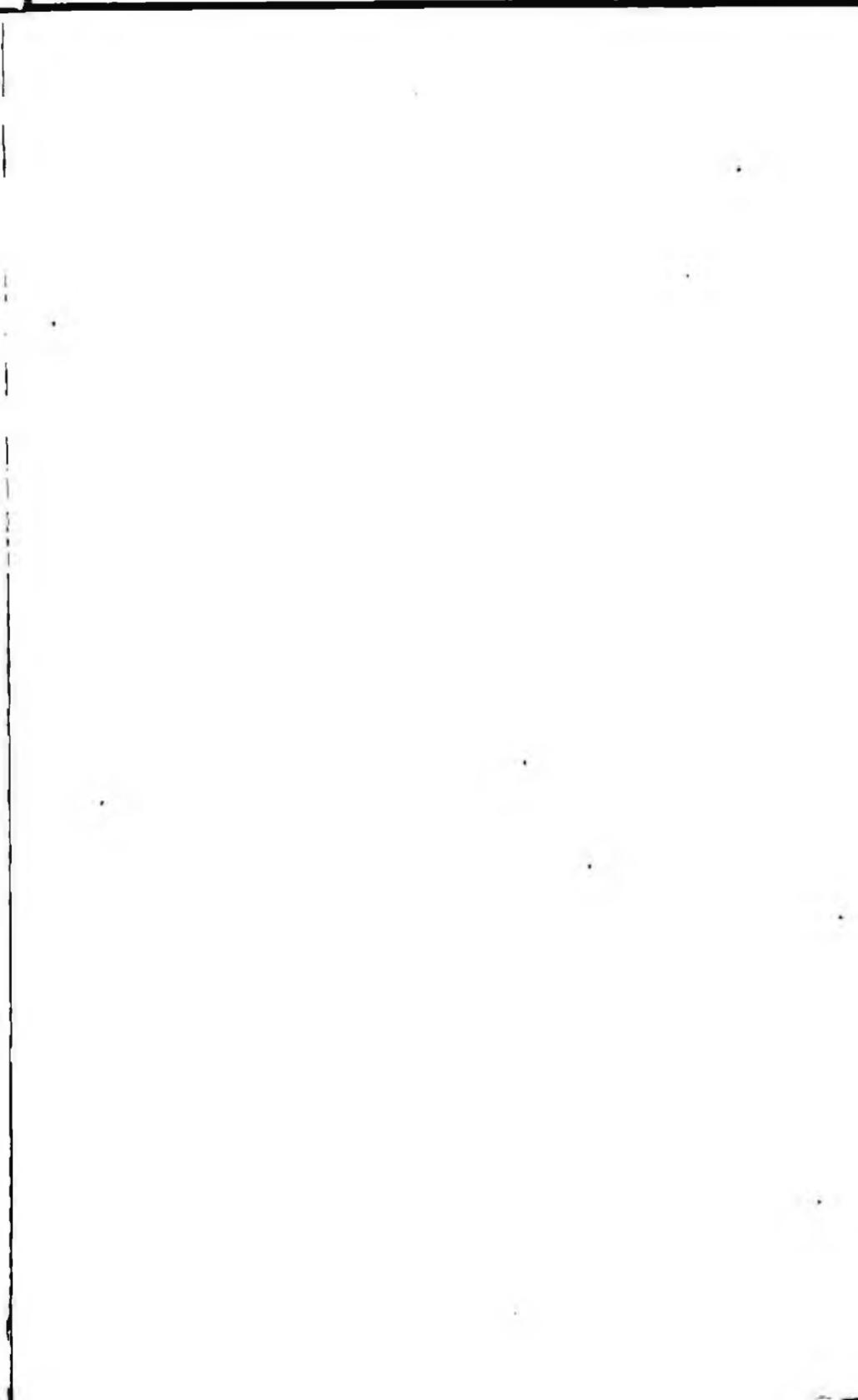
Для инженерно-технических работников, занимающихся бурением геолого-разведочных скважин.

Интересующие Вас книги Вы можете приобрести в местных книжных магазинах, распространяющих научно-техническую литературу, или заказать через отдел «Книга — почтой» магазинов:

№ 17 — 199178, Ленинград, В. О., Средний проспект, 61;

№ 59 — 127412, Москва, Коровинское шоссе, 20.

Издательство «Недра»



40 коп.

НЕДРА

Л.Н. Шадрин

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ
СТРОИТЕЛЬСТВА
нефтяных
и газовых
скважин**

