

А. А. Гребенюк

**ТЕХНИКА
И ТЕХНОЛОГИЯ
ПОЛУЧЕНИЯ
КЕРНА**

18624

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР
КАЗАХСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ

А. А. ГРЕБЕНЮК

ТЕХНИКА
И ТЕХНОЛОГИЯ
ПОЛУЧЕНИЯ
КЕРНА



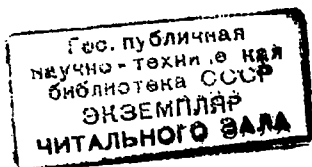
ИЗДАТЕЛЬСТВО «НЕДРА»

Москва 1973

Гребенюк А. А. Техника и технология получения
керна. М., «Недра», 1974, 144 с.

В книге рассматриваются основные вопросы, связанные с получением представительного керна в различных геологических условиях при бурении дробью, твердыми сплавами и алмазами. Приводится характеристика пород с точки зрения их устойчивости и сохранности керна при бурении, анализируются основные факторы, определяющие выход керна, описываются различные технические средства получения керна и определяются условия их применения.

Книга предназначена для инженерно-технических работников геологоразведочной службы, связанных с бурением разведочных скважин. Таблиц 37, иллюстраций 68, список литературы — 50 назв.



© Казахский научно-исследовательский институт минерального сырья, 1973

73 - 38624

ДЧ

13928

Г 0382—577
043(01)—1973

Казахский научно-исследовательский институт минерального сырья
Алексей Афанасьевич Гребенюк
Техника и технология получения керна

Редактор изд. *Т. А. Ершова* Техн. редакторы *А. Е. Матвеева, О. Ю. Трепенюк*
Корректор *П. А. Денисова*

Сдано в набор 4/VI 1973 г. Подписано в печать 2/X 1973 г. Т-15354. Формат 60×90^{1/16}.
Бумага № 2. Печ. л. 9,0. Уч.-изд. л. 10,0. Тир. 700 экз. Зак. № 337/11543-5. Цена 50 коп.

Издательство «Недра», 103633, Москва, К-12, Третьяковский проезд, 1/19.
Московская типография № 6 Союзполиграфпрома
при Государственном комитете Совета Министров СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
10988, Москва, Ж-88, Южнопортовая ул., 24.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	3
Области применения колонкового бурения и требования, предъявляемые к керну. \	5
Факторы, влияющие на выход керна.	7
Геологические факторы	7
Технические факторы	12
Технологические факторы	31
Организационные факторы	37
Технические средства получения керна, их классификация и требования, предъявляемые к ним.	38
Классификация технических средств	38
Требования, предъявляемые к буровым снарядам	42
Получение керна без промывки	44
Ударно-канатное бурение.	44
Вращательное шнековое бурение	45
Вибрационное бурение	47
Получение керна при бурении с прямой промывкой скважины	48
Одинарные колонковые снаряды	48
Двойные колонковые снаряды с вращающейся при бурении керноприемной трубой	50
Двойные колонковые снаряды с не вращающейся при бурении керноприемной трубой типа штамп	56
Двойные колонковые снаряды с одной буровой коронкой и не вращающейся при бурении керноприемной трубой	61
Колонковый снаряд с эластичной керноприемной гильзой	67
Двойные колонковые снаряды с комбинированным соединением керноприемной трубы	70
Колонковые снаряды со сменной грунтоносной, поднимаемой на канате	75
Получение керна при бурении с обратной промывкой	81
Колонковые снаряды с обратной призабойной циркуляцией промывочной жидкости	81
Колонковые снаряды с обратной промывкой забоя скважины с выходом промывочной жидкости на поверхность	90
Получение керна с комбинированной промывкой забоя скважины	100
Принцип работы и выбор основных параметров эжекторного насоса.	100
Двойные эжекторные колонковые снаряды	109
Технология бурения двойными эжекторными колонковыми снарядами	128
Одинарные эжекторные колонковые снаряды	135
Заключение.	140
Список литературы	143

ВВЕДЕНИЕ

При поисках и разведке месторождений полезных ископаемых буровыми скважинами одной из главных задач является получение керна — основного фактического материала для выявления, изучения и оценки промышленного потенциала месторождения. При этом достоверность оценки месторождения тем выше, чем больше получено керна и чем полнее он отражает основные свойства и вещественный состав пробуренных пород и руд. Кроме того, на основе изучения физико-механических свойств керна выбираются соответствующие типы породоразрушающих инструментов и проектируются рациональные режимы бурения. Отсюда видно, какую ценность представляет кернаый материал как для геологов, так и для буровиков.

Между тем, получение представительного керна в сложных геологических условиях является весьма трудной задачей. Это объясняется многообразием геологических условий бурения, в первую очередь физико-механическими свойствами горных пород, которые по буримости, связности, трещиноватости, перемежаемости по твердости и другим признакам изменяются в широком диапазоне. Все это вызывает необходимость применять различные породоразрушающие инструменты, методы и технические средства получения керна.

В настоящее время в практике геологоразведочного бурения для получения керна применяется большое количество различных конструкций колонковых снарядов и типов породоразрушающих инструментов. Поэтому получение керна в данных конкретных геологических условиях зависит от правильно выбранных технических средств и технологии бурения. Однако выбор техники и технологии получения керна представляет трудную задачу из-за отсутствия методических руководств и технической литературы, в которых всесторонне и достаточно полно рассматривались бы вопросы получения керна в различных геологических условиях.

Следует также отметить, что за последние годы в практику буровых разведочных работ начали внедряться более эффектив-

ные методы и средства получения кернa, которые еще не освещены в технической литературе. Среди этих средств большое внимание заслуживают двойные эжекторные колонковые снаряды и специальные породоразрушающие инструменты, разработанные в Казахском научно-исследовательском институте минерального сырья.

В данной книге рассматриваются основные вопросы, связанные с получением представительного кернa в различных геологических условиях при бурении дробью, твердыми сплавами и алмазами. В связи с этим здесь приводится характеристика пород с точки зрения их устойчивости и сохранности кернa при бурении, анализируются основные факторы, определяющие выход кернa, описываются различные технические средства получения кернa и определяются условия их применения.

В книге широко используется опыт работ автора в области получения представительного кернa в Кузбассе, Казахстане, Узбекистане, а также опыт других исследователей и организаций.

В проведении научно-исследовательских работ по совершенствованию техники и технологии получения кернa в сложных геологических условиях Казахстана и Узбекистана большое участие принимали Г. Г. Моисеев, В. С. Саитов, И. М. Городецкий, К. К. Цыбульский. Всем им автор выражает искреннюю благодарность.

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОЛОНКОВОГО БУРЕНИЯ И ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К КЕРНУ

Основным средством разведки является колонковое бурение, которое дает возможность получать образцы горных пород со значительных глубин при бурении скважин сравнительно малого диаметра в породах различной твердости и устойчивости, а также бурить скважины под различными углами к горизонту. Все это обеспечило широкое применение колонкового бурения.

Колонковое бурение применяется при структурно-картировочных работах, поисках и разведке месторождений полезных ископаемых, решении ряда задач рудничной геологии, а также при инженерно-геологических и гидрогеологических исследованиях.

Картировочные скважины бурят при проведении геологической съемки в районах, где основные породы, по которым ведется картирование, скрыты слоем наносов. Целью бурения этих скважин является отбор образцов коренных пород.

Опорные скважины закладываются в мало исследованных районах с целью глубокого изучения геологического разреза. Такие скважины бурятся со сплошным отбором керна.

Структурные скважины при поисках нефтяных и газовых месторождений бурят с целью выявления нефтяных и газовых структур. Перед буровиками обычно ставится задача получить керн из определенных пород.

Поисковые скважины бурят для проверки прогнозов геологов и результатов геофизической разведки. В поисковых скважинах производится отбор керна на значительных интервалах глубины, не изученных пробуренными ранее в данном районе картировочными, структурными и другими скважинами.

Разведочное бурение применяется при разведке как новых месторождений, так и более глубоко залегающих участков уже разрабатываемых месторождений с целью определения элементов залегания полезного ископаемого, его формы, объема, качества и подсчета запасов. При этом данные, полученные с по-

мощью бурения, после надлежащей обработки позволяют наметить наиболее экономичное расположение горных выработок с точки зрения добычи и транспортировки полезного ископаемого.

Колонковое бурение для решения ряда задач рудничной геологии производится под любым углом к горизонту. Бурение таких скважин позволяет обнаружить слепые жилы и залежи. Бурение также производится с целью нахождения смещенных тел и полноты выработки полезных ископаемых.

Инженерно-геологические скважины бурятся с целью изучения структуры физико-механических свойств грунтов и скальных пород при изыскании трасс дорог, строительстве мостов, плотин, крупных зданий, сооружений и т. д.

Колонковое бурение применяется также при решении ряда инженерных задач, например, взятие образцов бетона из плотин и дамб с целью определения его плотности и прочности схватывания.

При разведке угольных месторождений, особенно глубоких горизонтов, большое внимание уделяется изучению газоносности угольных пластов. Газоносность пластов изучается по керновым пробам, получаемым из буровых скважин с помощью специальных двойных колонковых снарядов, герметизирующих керн.

Поскольку керн является основным фактическим материалом для изучения вещественного состава, структуры и других свойств исследуемых толщ горных пород, то, естественно, к нему предъявляют высокие требования. Эти требования весьма различны в зависимости от целей бурения. Они определяются тем комплексом исследований, которым будет подвергаться керн, получаемый из буровых скважин.

Керн получают в следующих целях:

- 1) установления количества и качества полезных ископаемых;
- 2) изучения геологического строения участка или месторождения (кернометрия — изучение структур);
- 3) определения физико-механических свойств грунтов и пород;
- 4) определения естественного содержания газа и влаги.

Для установления количества и качества полезного ископаемого керн должен наиболее полно соответствовать действительному вещественному составу буримых пород и полезных ископаемых, т. е. он не должен быть загрязнен посторонними примесями, разубожен или обогащен. Иногда требуется получить керн с ненарушенной структурой для определения мест контактов отдельных слоев пород и полезных ископаемых.

При изучении геологического строения участка или месторождения весьма важно получение керна с ненарушенной структурой.

Для изучения физико-механических свойств грунтов и пород важно получение керна с сохранением естественных свойств.

Керн испытывается на раздавливание, скалывание, смятие и сопротивляемость размораживанию; определяется механический состав пород, пористость, трещиноватость, естественная влажность, фильтрационная способность и т. д. Поэтому к керну в этом случае предъявляют иные требования, чем при геолого-разведочных работах.

При исследовании содержания газа важно, чтобы в исследуемых образцах содержание газа соответствовало пластовым условиям.

Таким образом, основными требованиями, предъявляемыми к керну, являются:

- 1) максимальный линейный выход (желательно 100 %);
- 2) ненарушенность структуры;
- 3) отсутствие обогащения, обеднения и загрязненности;
- 4) сохранность естественного содержания газа (при разведке угольных месторождений);
- 5) сохранность естественной влажности (при инженерно-геологических исследованиях).

Следовательно, для получения керна с учетом изложенных выше требований необходимо применять в каждом конкретном случае различные технические средства и методы.

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ВЫХОД КЕРНА

Выход керна при колонковом разведочном бурении зависит от целого ряда факторов, которые можно объединить в четыре группы: геологические, технические, технологические и организационные.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Горные породы при колонковом бурении рассматриваются главным образом с точки зрения их буримости, выхода керна и устойчивости на стенках скважины. Известно, что в большинстве случаев мягкие, рыхлые породы легко бурятся, но дают низкий выход керна и неустойчивы на стенках скважины и, наоборот, твердые породы трудно бурятся, но дают высокий выход керна и устойчивы на стенках скважины. Эти показатели зависят от физико-механических свойств горных пород [1, 27, 47].

Физико-механические свойства горных пород весьма разнообразны и определяются довольно сложным комплексом геологических признаков, зависящих от происхождения пород, условий их образования и последующих изменений. Зная эти признаки, можно составить определенное представление о том как будут вести себя породы при воздействии на них того или иного типа породоразрушающего инструмента и промывочной жидкости (будет ли сохраняться керн, не будут ли набухать или обрушаться стенки скважины). Таким образом, знание геологи-

ческих условий позволяет заранее принять меры по обеспечению хорошего выхода керна и нормального процесса бурения.

Основными физико-механическими свойствами горных пород, оказывающими влияние на процессы бурения, являются прочность, твердость, абразивность и устойчивость. Прочность, твердость и абразивность в общем оказывают влияние на процесс разрушения пород, а от устойчивости зависят выход керна и состояние стенок скважины.

Прочность горных пород можно охарактеризовать как сопротивляемость их механическому разрушению. В зависимости от условий приложения деформирующих усилий различают прочность на сжатие, растяжение, изгиб и скалывание (сдвиг, срез). Наибольшая прочность горных пород проявляется при сжатии и характеризуется временным сопротивлением сжатию.

Твердость — способность породы оказывать сопротивление проникновению в нее другого твердого тела. Твердость является главной прочностной характеристикой при разрушении горных пород в процессе бурения, т. е. основным критерием при определении осевых нагрузок на породоразрушающий инструмент для объемного (самого эффективного) разрушения горных пород.

Различают два вида твердости: агрегатная твердость, т. е. твердость породы в целом, и твердость отдельных минералов, из которых состоит порода. Скорость разрушения породы при бурении в основном зависит от агрегатной твердости. Твердость же минералов в основном влияет на абразивный износ резцов.

Абразивностью называют способность горных пород изнашивать при трении разрушающий ее инструмент. При трении разрушающего инструмента о горные породы последние своими пороодообразующими минералами производят микрорезание или царапание металла, т. е. приводят к его абразивному износу. Основными признаками, обуславливающими абразивный износ, является большая твердость, шероховатость обнаженной поверхности породы. Наиболее высокими абразивными свойствами обладают кварцевые песчаники. У пористых и трещиноватых пород абразивность также возрастает.

Абразивность отрицательно сказывается на выходе керна. С ростом абразивности пород увеличивается износ вооружения разрушающего инструмента, в результате уменьшается механическая скорость бурения, а следовательно, увеличивается время действия на керн разрушающих факторов. Помимо этого, вследствие интенсивного износа резцов, обрабатывающих жерн, будет быстро увеличиваться диаметр керна и затрудняться его проход в керноприемную трубу.

Прочность и другие механические свойства горных пород в большой степени зависят от минералогического состава, структуры, текстуры, пористости, трещиноватости, характера связи между зернами, твердости частиц и степени выветрелости.

Из структурных признаков на прочность горных пород большое влияние оказывают размеры зерен, тип и состав цемента, пиритизация, доломитизация, окремнение и перекристаллизация, а из текстурных признаков — слоистость, пористость и трещиноватость.

Чем меньше размеры зерен, перекристаллизация породы, ее слоистость, пористость, трещиноватость и чем выше пиритизация, доломитизация и окремнение породы, тем выше ее прочностные свойства, а значит, лучше условия для получения керна.

Значительное влияние на прочность породы оказывают тип и состав цементирующего ее вещества (цемента). Так, порода с цементом контактного типа менее прочна, чем порода с цементом базального типа. Следовательно, и выход керна в этих породах при прочих равных условиях будет различный.

Устойчивость характеризует способность горных пород разрушаться или не разрушаться при обнажении в массиве и зависит целиком от характера связи между частицами, слагающими горную породу. Руководствуясь этим, С. С. Сулакшин все горные породы и полезные ископаемые по условиям получения керна разделяет на четыре группы [44].

Первая группа — породы устойчивые.

Вторая группа — породы слабо устойчивые.

Третья группа — породы с изменяющейся устойчивостью.

Четвертая группа — породы неустойчивые.

Первая группа объединяет породы и полезные ископаемые с жесткой, преимущественно кристаллизационной связью между зернами, спаянные или сцементированные, достаточно прочные монолитные или слаботрещиноватые, невыветрелые. Типичными представителями данной группы пород являются изверженные (граниты, диориты, базальты порфириты и др.), осадочные (плотные известняки, песчаники, сланцы) и метаморфические (гнейсы, кварциты, мрамор, кристаллические сланцы и др.). Условия бурения в данных породах благоприятны — выход керна обеспечивается высокий (до 100 %), стенки скважины не обрушаются, промывочная жидкость практически не теряется.

Вторая группа объединяет породы и полезные ископаемые с недостаточно прочной связью, неоднородные по твердости, сбрекчированные со слабым цементом или хрупкие невысокой твердости, переслаивающиеся (со слоями различной твердости), рассланцованные или слоистые со слабой связью между слоями, разбитые одной системой трещин, с прожилками и т. д. Условия бурения в данных породах часто неблагоприятны — керн сильно дробится, самозаклинивается, истирается, размывается и вымывается, происходят вывалы пород со стенок скважины и потери промывочной жидкости.

Третья группа объединяет породы и полезные ископаемые со сложной связью, преимущественно водноколлоидной или обра-

зованной льдом, исчезающей при насыщении водой или при нагревании. Сюда относятся и минеральные соли, растворяющиеся промывочной жидкостью. Типичными представителями данной группы пород являются глины, суглинки, лессы, глинистые бокситы, каменная соль, мерзлые скальные и рыхлые породы. При бурении в породах этой группы возникают значительные затруднения, вызываемые специфическими свойствами данной группы пород. Глины при воздействии промывочной жидкости разбухают. Разбухание глин приводит к сужению ствола скважины и к зажиму бурового снаряда. При длительном воздействии промывочной жидкости глина, приобретая текучесть, теряет устойчивость, стенки скважины оплывают, размываются, скважина зашламовывается. Мерзлые породы при действии тепла оттаивают и теряют связь, в результате чего происходят вывалы пород со стенок скважины или оплывание стенок скважины. Минеральные соли при действии воды растворяются.

Четвертая группа объединяет породы и полезные ископаемые, практически не имеющие связи между зернами, с высокой прочностью отдельных частиц, рыхлые, сыпучие и плавучие различного гранулометрического состава, сильно перемятые, раздробленные или сильно трещиноватые скальные породы (разбитые сложной системой трещин). Типичными представителями данной группы являются пески, гравий, галечник и др. Условия бурения в этих породах сильно осложняются из-за оплывания стенок скважины. При бурении происходит перемещение частиц по типу сыпучих тел, мелкие зерна легко вымываются, а рыхлая масса в колонковой трубе может сильно уплотняться с образованием пробки.

Классификация горных пород и полезных ископаемых по условиям получения керна, предложенная С. С. Сулакшиным, по сравнению с другими [8, 9, 10] является более совершенной. Однако вторая группа пород сильно укрупнена, так как объединяет весьма различные по составу и структурной связи породы, что не позволяет наметить конкретные мероприятия по обеспечению выхода керна.

Известно, что разрушение керна в процессе бурения происходит в результате одновременного воздействия ряда факторов. В то же время та или иная группа пород по составу и структурной связи является наиболее чувствительной к определенному воздействию, под влиянием которого начинается и в основном происходит разрушение керна. Так, керна сыпучих и плавучих пород вымывается потоком промывочной жидкости вслед за его формированием, керна трещиноватых пород самозаклинивается и истирается, керна слабо связанных пород размывается, керна хрупких пород раздробляется, керна перемежающихся по твердости пород подвержен избирательному истиранию, керна мерзлых пород растепляется, а солей растворяется и т. п. Поэ-

Группа пород	Характеристика пород и их поведение при бурении	Основные мероприятия по обеспечению выхода керна
I	Монолитные и малотрещиноватые породы и полезные ископаемые. КERN не разрушается в течение рейса	Простые колонковые снаряды и рациональные режимы бурения
II	Мерзлые породы. КERN при бурении разрушается от теплового воздействия промывочной жидкости или воздуха (газа)	Простые колонковые снаряды с ребристыми коронками. Главное — соблюдение температурного режима путем применения солевых растворов, охлажденных по возможности до температуры замерзания. Наиболее эффективно породы проходятся с продувкой охлажденным воздухом
III	Каменные соли. КERN при бурении растворяется	Простые колонковые снаряды с промывкой солевыми растворами. Лучший выход керна обеспечивается при бурении двойными колонковыми снарядами
IV	Сыпучие и плавучие породы и полезные ископаемые. КERN при бурении свободно вымывается из колонковой трубы	В необводненных породах — двойные шнекоколонковые снаряды, снаряды с местной циркулирующей промывочной жидкости и двойные колонковые снаряды с невращающейся керноприемной трубой типа штамп с промывкой глинистым раствором повышенной вязкости и низкой водоотдачи. В обводненных породах — бурение с опережающим креплением стенок скважины трубами и бурение с замораживанием пород. Можно применять безнасосное бурение с заполнением скважины глинистым раствором повышенной вязкости
V	Мягкие и пластинчатые породы и полезные ископаемые. КERN при бурении набухает, раскисает, размывается	Двойные колонковые снаряды с невращающейся керноприемной трубой, изолирующие кERN от потока промывочной жидкости, буровыми коронками с увеличенным выпуском резцов по торцу и на стороны. Промывка глинистым раствором с малой водоотдачей
VI	Породы и полезные ископаемые, однородные по твердости, но с изменяющейся степенью трещиноватости, а также сланцеватые породы, бурение которых осуществляется с малым углом встречи (менее 45°) к оси скважины с направлением сланцеватости. КERN самозаклинивается и истирается	Двойные колонковые снаряды с восходящим потоком промывочной жидкости в керноприемной трубе. Для снижения самозаклинивания следует: 1) бурить с повышенным расходом промывочной жидкости; 2) следить за чистотой внутренней поверхности керноприемной трубы и смазывать ее антифрикционной смазкой
VII	Породы и полезные ископаемые хрупкие (угли, трещиноватые фельзиты и др.) КERN дробится и вымывается	Двойные колонковые снаряды с невращающейся керноприемной трубой со ступенчатыми или конусными буровыми коронками и с увеличенным зазором между керноприемной трубой и центрирующей расточкой в коронке. Для снижения вибраций следует применять УБТ максимально возможного диаметра и антивибрационные средства

Группа пород	Характеристика пород и их поведение при бурении	Основные мероприятия по обеспечению выхода керна
VIII	Породы и полезные ископаемые сильно трещиноватые и неоднородные по твердости. КERN подвержен избирательному истиранию, дроблению, вымыванию и размыву слабых участков	Двойные и одинарные колонковые снаряды с восходящим потоком промывочной жидкости и с использованием гидроциклонного шламоуловителя. При бурении основное внимание уделяется режиму промывки

тому основным мероприятием по обеспечению выхода керна является устранение или уменьшение воздействия основного фактора, т. е. основной причины разрушения керна.

Таким образом, все горные породы и полезные ископаемые целесообразно разделить на группы по признакам разрушения керна, что позволит наметить конкретные мероприятия по обеспечению выхода керна.

Нами предлагается классификация, по которой основным признаком является характер разрушения керна (табл. 1).

ТЕХНИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Технические факторы, оказывающие влияние на выход керна и его качество, определяются главным образом конструктивными особенностями колонкового снаряда и породоразрушающего инструмента, а также условиями их работы. Сюда относятся каналы, направляющие поток промывочной жидкости до начала и во время бурения, каналы дренажа жидкости из керноприемной трубы, конструкция керноприемной трубы и ее соединений, способ заклинки керна, каналы подачи дробы на забой, конструкция породоразрушающего инструмента, диаметр и наклон скважины, качество промывочного агента и вибрация.

Каналы вывода промывочной жидкости к забою до начала бурения

До начала бурения скважина должна быть очищена от шлама промывкой. Промывку скважины с помощью двойного колонкового снаряда возможно осуществлять тремя способами (рис. 1, а, б, в): через зазор между трубами, через керноприемную трубу либо одновременно через зазор между трубами и через керноприемную трубу [14].

Промывка скважины через зазор между трубами (рис. 1, а) не устраняет возможность попадания шлама в керноприемную трубу во время дохождения снаряда до забоя. В этом случае

шлам, попавший в керноприемную трубу, в процессе бурения будет подклинивать керн за счет попадания крупных и тяжелых его частиц в зазор между керном и внутренней стенкой приемной трубы.

Промывка скважины через керноприемную трубу (рис. 1, б) исключает возможность попадания в нее шлама, но не исклю-

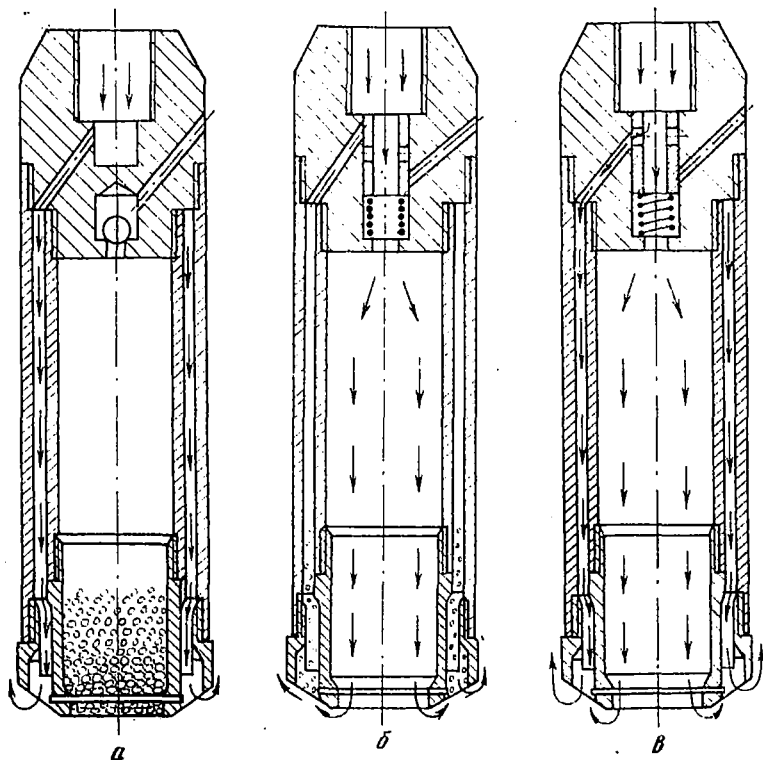


Рис. 1. Схемы промывки скважины до начала бурения.

а — через зазор между трубами; б — через керноприемную трубу; в — через зазор между трубами и через керноприемную трубу.

чает возможность попадания шлама в зазор между трубами и в промывочные каналы буровой коронки. В процессе бурения это затрудняет выход промывочной жидкости к забою и, как следствие, приводит к затирке керна в коронке.

Промывка скважины одновременно через зазор между трубами и через внутреннюю трубу (рис. 1, в) полностью исключает возможность попадания шлама в керноприемную трубу и в зазор между трубами.

Каналы направления потока промывочной жидкости во время бурения

Направление потока промывочной жидкости в двойном колонковом снаряде весьма существенно влияет на выход керна, особенно при бурении трещиноватых, разрушенных, слабо связанных горных пород и полезных ископаемых [4, 5, 6, 15, 26, 49]. На рис. 2, а, б, в показаны возможные схемы направления

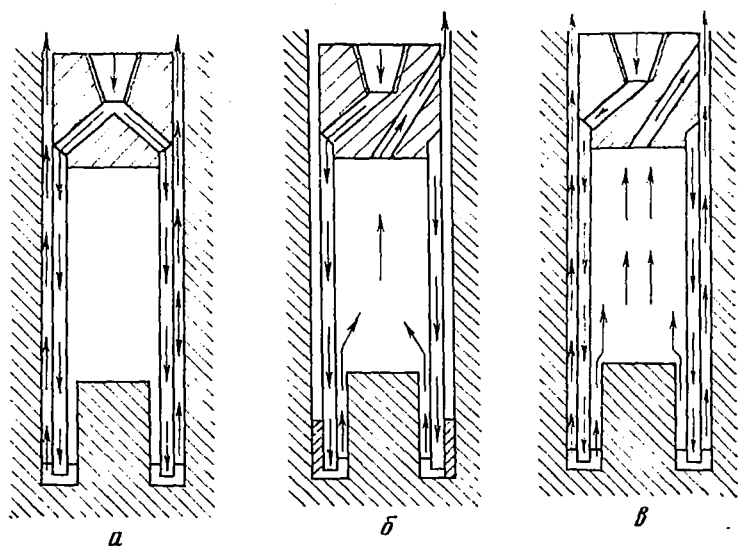


Рис. 2. Схемы промывки скважины в процессе бурения.

а — прямая промывка; б — обратная промывка; в — комбинированная промывка.

потока промывочной жидкости в двойном колонковом снаряде.

Прямая промывка (рис. 2, а) при достаточном количестве жидкости обеспечивает хорошую очистку забоя скважины от выбуриваемых частиц породы, но наряду с этим приводит к частичному или полному размыву керна во время его формирования, особенно если призабойная часть керна недостаточно защищена от быстро протекающего потока жидкости.

Наши исследования и практика бурения показывают, что лучшие показатели выхода керна обеспечиваются при обратной (рис. 2, б) и комбинированной (рис. 2, в) промывках, когда промывочная жидкость одновременно с удалением выбуриваемых частиц породы с забоя способствует продвижению керна в керноприемную трубу. При обратной промывке вся выбуриваемая порода удаляется с забоя через керноприемную трубу. При комбинированной промывке основная часть выбуриваемой породы удаляется с забоя через кольцевой зазор между стенками

скважины и колонковым снарядом, а остальная ее часть — через керноприемную трубу.

Выход керна при обратной промывке в значительной мере зависит от расхода промывочной жидкости. При малом ее расходе шлам накапливается на забое, что приводит к затирке и истиранию керна, а при повышенном расходе жидкости происходит вымывание керна из керноприемной трубы. Повышение расхода промывочной жидкости при комбинированной промывке не приводит к существенному снижению выхода керна, так как основной поток промывочной жидкости идет в кольцевой зазор между стенками скважины и колонковым снарядом. Следовательно, комбинированная промывка является более рациональной.

Дренаж жидкости из керноприемной трубы

При спуске двойного колонкового снаряда в скважину и постановке на забой керноприемная труба, как правило, заполняется жидкостью. Эта жидкость во время бурения вытесняется керном. Вытеснение жидкости из керноприемной трубы должно осуществляться без значительных гидравлических сопротивлений, препятствующих продвижению керна. Для этого должна быть выбрана наиболее рациональная схема дренажа жидкости из керноприемной трубы [14].

Дренаж жидкости из керноприемной трубы возможно осуществить тремя путями: навстречу основному потоку промывочной жидкости (рис. 3, а), в зазор между трубами (рис. 3, б, в) или в зазор между наружной трубой и стенками скважины (рис. 3, г).

Схема дренажа жидкости из керноприемной трубы (рис. 3, а) является самой нерациональной, так как для открытия шарового клапана требуется значительный перепад давления жидкости, что приводит к деформации и заклиниванию керна.

Дренаж жидкости в межтрубное пространство (рис. 3, б) также не создает благоприятных условий для продвижения керна в керноприемную трубу. В этом случае целесообразно дренаж осуществлять с помощью эжекционной головки (рис. 3, в). Эта головка обеспечивает требуемое разрежение внутри керноприемной трубы, вызывающее восходящее движение жидкости, что способствует продвижению керна.

Дренаж жидкости из керноприемной трубы в ствол скважины (рис. 3, г) может при определенных условиях обеспечивать непрерывный восходящий от забоя поток.

В рассмотренных схемах дренажный канал перекрывается шаровым клапаном, который предохраняет керн от выдавливания и вымывания из керноприемной трубы.

При движении жидкости из керноприемной трубы (рис. 3, а) шаровой клапан преграждает путь потоку промывочной жидкости в керноприемную трубу во время бурения и во время

подъема предохраняет керн от выдавливания столбом жидкости, находящейся в полости бурильных труб. В остальных схемах необходимость в шаровом клапане возникает только при подъеме колонкового снаряда. При бурении же шаровой клапан оказывает сопротивление движению дренируемой жидкости, а гнездо клапана может при известных условиях зашламовываться.

Известно, что гидростатическое давление передается на клапан по всем направлениям, не изменяя своей величины, но так как открытая поверхность клапана выше гнезда больше, чем открытая его поверхность ниже гнезда, то, естественно, усилие на клапан сверху будет больше, чем усилие снизу. Это избыточное усилие и препятствует продвижению керна в керноприемную трубу.

Избыточное усилие на клапан сверху, а следовательно, и усилие, сжимающее керн, направленное на преодоление избыточного усилия, тем больше, чем больше площадь контакта клапана с гнездом, глубина скважины и вязкость промывочного раствора.

На рис. 4 показана зависимость выхода угольного керна от глубины скважины при бурении двойным колонковым снарядом с клапаном и без клапана. Отсюда можно сделать вывод, что при использовании клапана в конструкции двойного колонкового снаряда следует добиваться наименьшей площади контакта клапана с гнездом, а лучше избегать применения клапана. В последнем случае защита керна от выдавливания из керно-

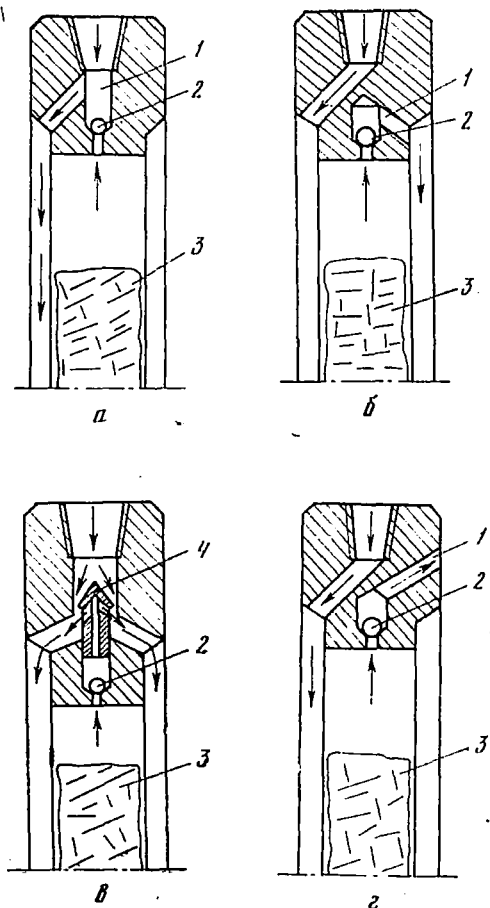


Рис. 3. Дренаж жидкости из керноприемной трубы.

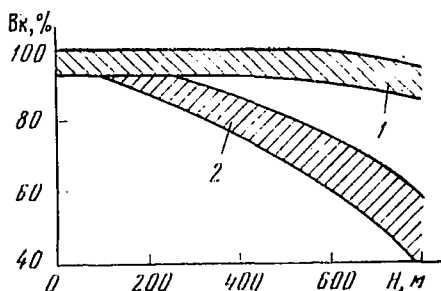
а.—навстречу основному потоку жидкости; б, в.—в зазор между трубами; г.—в ствол скважины. 1—дренажный канал; 2—шарик-клапан; 3—керн; 4—эжекционная головка.

приемной трубой. Отсюда можно сделать вывод, что при использовании клапана в конструкции двойного колонкового снаряда следует добиваться наименьшей площади контакта клапана с гнездом, а лучше избегать применения клапана. В последнем случае защита керна от выдавливания из керно-

приемной трубы при подъеме осуществляется за счет специальной конструкции головки двойного колонкового снаряда (рис. 5).

Рис. 4. Влияние глубины скважины на выход керна.

1 — без клапана; 2 — с клапаном.



В этом случае колонковый снаряд спускается в скважину без шарика 5. Шарик спускается через бурильные трубы после промывки скважины и постановки снаряда на забой.

В процессе бурения промывочная жидкость через каналы 4 подвижного переходника 3 и межтрубному кольцевому зазору поступает к забою. По мере поступления керна в керноприемную трубу 8 жидкость из пространства над керном удаляется в скважину через каналы 7 и 6.

При подъеме колонкового снаряда сливной канал 6 перекрывается подвижным переходником 3, кооторый и предохраняет керн от выдавливания. Жидкость, находящаяся в полости бурильных труб, сливается через каналы переходника 3 в межтрубный кольцевой зазор и далее в скважину.

Конструкции соединений керноприемной трубы

От конструкции соединения керноприемной трубы зависит защита керна от истирания и размывания [14, 16]. Соединять керноприемную трубу в двойном колонковом снаряде можно жестко, подвижно (с одной или двумя степенями подвижности) или комбинированно (жестко и подвижно).

Жесткое соединение керноприемной трубы (рис. 6, а) во время бурения приводит к истиранию керна, а при бурении слабо связанных пород не обеспечивает защиту керна от размыва и вымывания в период его формирования.

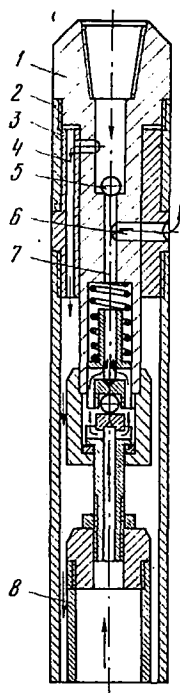


Рис. 5. Головка двойного колонкового снаряда.

1 — переходник; 2 — цилиндр; 3 — подвижный переходник; 4 — промывочный канал; 5 — шарик; 6, 7 — дренажные каналы; 8 — керноприемная труба.

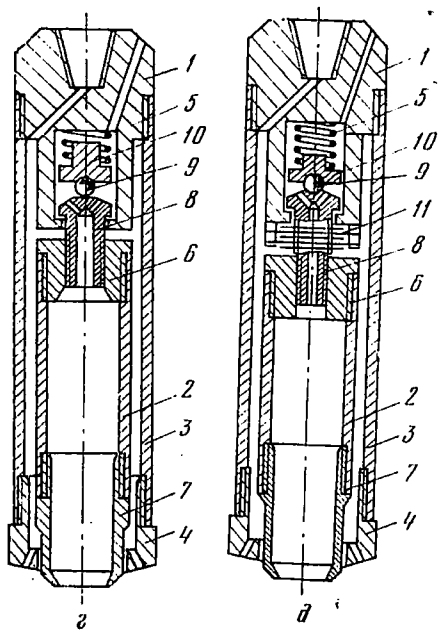
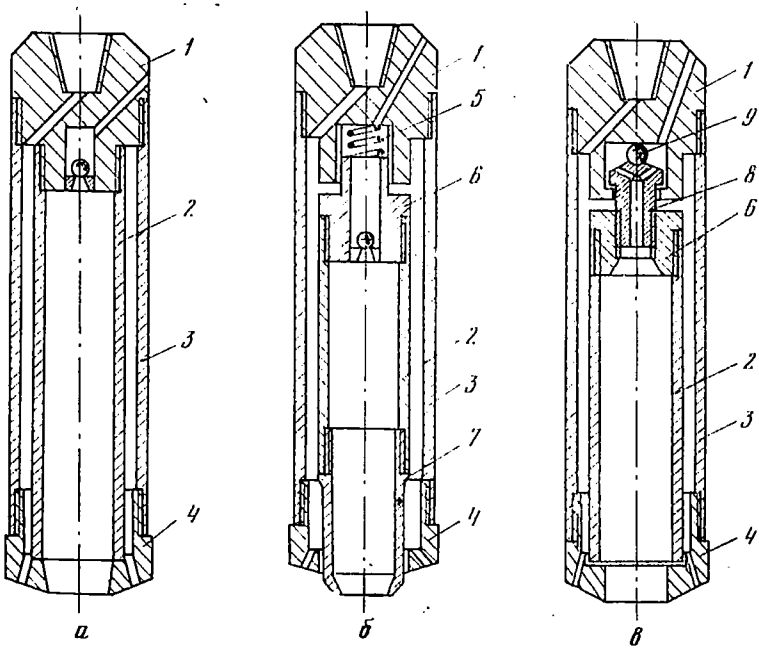


Рис. 6. Схемы соединения керноприемной трубы:

a — жесткое; *б* — подвижное в осевом направлении; *в* — подвижное вокруг оси; *г* — подвижное в осевом направлении и вокруг оси; *д* — комбинированное. 1, 6 — переходники; 2 — керноприемная труба; 3 — наружная труба; 4 — буровая коронка; 5 — пружина; 7 — внутренняя буровая коронка; 8, 10 — подпятники; 9 — шарик; 11 — фрикционные диски.

Соединение керноприемной трубы с одной степенью подвижности вдоль оси снаряда (рис. 6, б) обеспечивает защиту керна от размыва и вымывания в период его формирования, но приводит к истиранию керна вследствие вращения керноприемной трубы. Защита керна от размыва и вымывания достигается за счет прижатия буровой коронки 7 к забою пружиной 5. Вращательное движение керноприемной трубе 2 и буровой коронке 7 передается от переходника 1 через шлицевое соединение между переходниками 1 и 6.

Соединение керноприемной трубы с одной степенью подвижности вокруг оси снаряда (рис. 6, в) при бурении обеспечивает сохранность керна слабо связанных пород от размыва и вымывания в период его формирования. Керноприемная труба 2 в процессе бурения не вращается за счет малого трения в шаровой опоре 9.

Соединение керноприемной трубы с двумя степенями подвижности вдоль и вокруг оси снаряда (рис. 6, г) при бурении сохраняет керн от истирания и размыва. Данная схема соединения керноприемной трубы применяется в двойных колонковых снарядах, предназначенных для бурения мягких пород и полезных ископаемых. При бурении этими снарядами давление на забой передается через две трубы и две буровые коронки. При этом керноприемная труба 2 не вращается за счет трения о забой и малого трения в шаровой опоре 9, что обеспечивает сохранность керна от истирания. Внутренняя коронка-штамп 7 вдавливаются в породу усилием сжатия пружины 5, в результате чего предотвращается размыв керна.

Однако коронка-штамп не продавливает твердые слои пород, что является недостатком данной схемы соединения керноприемной трубы.

Комбинированное соединение керноприемной трубы (рис. 6, д) по конструкции отличается от соединения с двумя степенями подвижности наличием замыкателя керноприемной трубы. Двойные колонковые снаряды с комбинированным соединением керноприемной трубы предназначены для бурения слоистых пород и полезных ископаемых, резко перемежающихся по твердости. Работают они следующим образом. Керноприемная труба 2 и внутренняя коронка 7 при бурении мягких пород не вращаются за счет трения о забой и малого трения в шаровой опоре 9. При встрече твердого прослойка породы пружина 5 сжимается, замыкатель 11 входит в зацепление и внутренняя коронка с керноприемной трубой получают вращательное движение. При выходе коронки из твердого прослойка породы в мягкий пружина 5 выталкивает керноприемную трубу с коронкой вперед, замыкатель разводится и керноприемная труба с коронкой прекращают вращение. Таким образом, керноприемная труба с внутренней коронкой не вращается при разбурировании мягких пород и вращается при разбурировании твердых пород. Вращение кер-

ноприемной трубы при разбуривании твердых прослоев пород приводит к истиранию керна.

Из рассмотренных способов соединения керноприемной трубы наиболее эффективным и универсальным является соединение с одной степенью подвижности относительно оси вращения снаряда. Данное соединение позволяет бурить породы различной твердости и при соответствующей защите керна в забойной части обеспечивает достаточно высокий выход керна.

Конструкция керноприемной трубы

Конструкция керноприемной трубы оказывает влияние на сохранность структуры керна при бурении и извлечении его из керноприемной трубы.

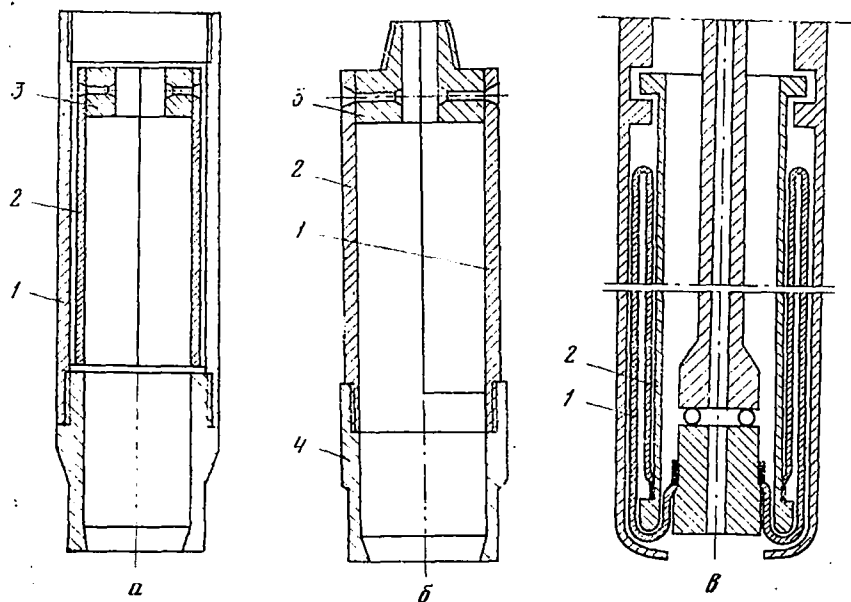


Рис. 7. Схемы конструкций керноприемных труб:

а — керноприемная труба с разъемной гильзой; *б* — разъемная керноприемная труба; *в* — керноприемная труба с эластичной пленкой.

Принимать керн в процессе бурения можно в неразъемную керноприемную трубу, в специальную разъемную гильзу, вставленную внутрь колонковой трубы, в разъемную керноприемную трубу, в эластичную гильзу (пленку). В большинстве случаев керн из керноприемной трубы приходится выколачивать или выдавливать насосом. При выколачивании керна, уже деформированного во время бурения, происходит дополнительное разрушение его структуры, что искажает картину последовательности и местонахождения слоев пород в целике.

Стремление сохранить структуру керна привело к созданию разъемной гильзы (рис. 7, а), которая вставляется внутрь колонковой трубы. КERN из колонковой трубы 1 извлекается вместе с гильзой 2, которая состоит из двух полуцилиндров, скрепленных головкой 3.

Извлечение керна из разъемной керноприемной трубы (рис. 7, б) производится путем разделения полуцилиндров 1 и 2, которые скреплены между собой с одного конца разрезной головкой 3, имеющей наружную конусную резьбу для соединения с колонковым снарядом, с другого конца — стаканом 4, имеющим внутреннюю резьбу.

В США фирмой «Кристенсен» разработан двойной колонковый снаряд с эластичной керноприемной пленкой (гильзой), который обеспечивает высокие показатели выхода керна в весьма разрушенных породах с проходкой на рейс до 6 м. При бурении данным снарядом сохранность керна достигается за счет обтягивания керна эластичной пленкой. Эластичная пленка (рис. 7, в) укладывается на наружную поверхность неподвижной внутренней трубы 2. При бурении эта пленка стягивается с внутренней трубы и обжимает поступающий в нее керн.

Удержание керна при подъеме

Удержание керна при подъеме может быть осуществлено затиркой всухую, заклинкой твердыми инородными частицами и механическими кернорвателями.

Способ затирки всухую в основном применяется в осадочных породах. Этот способ имеет ряд существенных недостатков, к основным из них следует отнести опасность прихвата колонкового снаряда на забое, отсутствие контроля надежности затирки керна в коронке, порча части керна вследствие его перегрева и смятия.

Способ заклинки керна инородными твердыми частицами широко применяется в практике геологоразведочного бурения. Однако он также имеет существенные недостатки, главными из которых являются ненадежное удержание керна при подъеме разрушенных горных пород и сравнительно большие затраты времени при заклинке керна в глубоких скважинах.

Способ заклинки керна при помощи механических кернорвателей наиболее надежен. Механические кернорватели по конструктивным признакам и принципу действия разделяются на четыре группы.

Первая группа — кернорватели открытые свободного действия.

Вторая группа — кернорватели открытые принудительного действия.

Третья группа — кернорватели закрытые свободного действия.

Четвертая группа — кернорватели закрытые принудительного действия.

Кернорватели открытого типа в процессе бурения находятся в контакте с керном, а закрытого типа — изолированы от керна. Кернорватели принудительного действия заклинивают керн под воздействием внешних механических усилий, а кернорватели свободного действия — без воздействия внешних усилий.

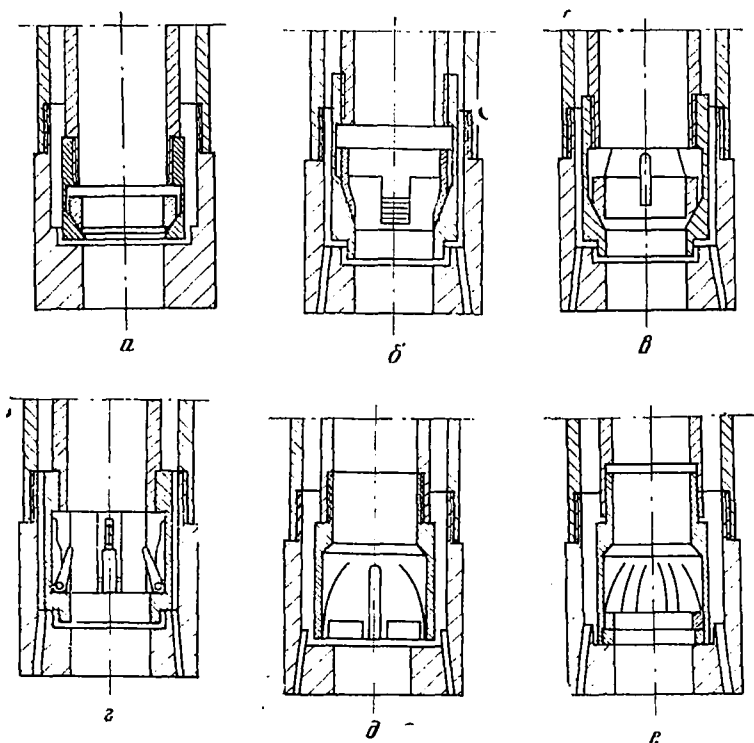


Рис. 8. Кернорватели открытые свободного действия.
а, б — I подгруппа; в, г — II подгруппа; д, е — III подгруппа.

Основные требования, предъявляемые к механическим кернорвателям двойных колонковых снарядов, следующие: кернорватель должен быть прост по устройству и удобен в эксплуатации, не должен препятствовать входу керна в керноприемную трубу, обеспечивать срыв монолитного керна с забоя и надежное удержание при подъеме монолитного и разрушенного керна.

Кернорватели первой группы (рис. 8, а, б, в, г, д, е) разделяются на три подгруппы и применяются в зависимости от характера пород (монолитные, разрушенные или чередующиеся).

Кернорватели первой подгруппы (рис. 8, а, б) предназначены

для монолитных пород, требующих срыва керна с забоя. Применение их в разрушенных и трещиноватых породах не дает положительных результатов, так как при подъеме они не удерживают керна, а при бурении способствуют его разрушению.

При чередовании разрушенных и монолитных пород применяются кернорватели второй подгруппы (рис. 8, в), которые срывают монолитный керн с забоя и удерживают разрушенный керн при подъеме. Однако они так же, как и кернорватели первой подгруппы, способствуют разрушению керна.

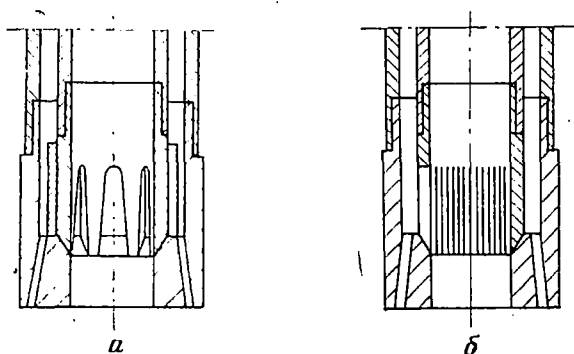


Рис. 9. Кернорватели открытые принудительного действия.

Улучшенная модификация кернорвателя, относящегося к этой же подгруппе, изображена на рис. 8, г. Основной его недостаток — возможность попадания в начале бурения кусочков керна между корпусом и рвательными секторами, в результате чего создается препятствие продвижению керна в керноприемную трубу.

Кернорватели третьей подгруппы (рис. 8, д, е) предназначены только для разрушенных пород. Попадание частиц керна за пружины у кернорвателя этого типа происходит значительно реже вследствие применения круглых керноудерживающих пружин, имеющих меньшую площадь соприкосновения с керном, чем плоские пружины. Кернорватель надежен в работе и прост по конструкции. Его керноудерживающие пружины изготовлены из стальной проволоки парными секциями, которые свободно вставляются в отверстие корпуса кернорвателя. Такая конструкция позволяет непосредственно на буровой заменять негодные секции пружин.

К основным недостаткам кернорвателей первой группы относятся: невозможность расхаживания бурового снаряда в процессе бурения; препятствие вхождению керна в керноприемную трубу, в результате чего керн подклинивается и истирается, и ненадежность работы кернорвателей (часто ломаются).

Кернорватели второй группы (рис. 9, а и б) предназначены

для монолитных и разрушенных пород. Они обеспечивают надежный срыв керн с забоя и удержание его при подъеме. Заклинка керн при помощи кернорвателей этого типа осуществляется гидравлическим или механическим нажимом, при котором зубья кернорвателя входят в конусную часть коронки, сжимаются и прочно обжимают керн.

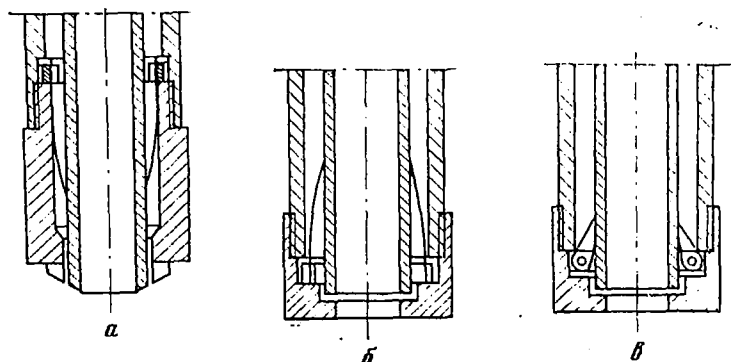


Рис. 10. Кернорватели закрытые свободного действия.

а — со свободным перемещением керноприемной трубы; *б, в* — с фиксированном керноприемной трубы.

Однако в случае применения кернорвателя, изображенного на рис. 9, *а*, при бурении происходит подклинка и истирание керн вследствие неровной внутренней поверхности зубьев.

Этих недостатков лишен кернорватель (см. рис. 9, *б*), зубья которого имеют наклонные боковые поверхности, что дает им возможность при заклинке набегать друг на друга веером и обжимать керн. Кроме того, этот кернорватель при бурении обеспечивает свободный вход керн в керноприемную трубу.

Общим недостатком кернорвателей второй группы является ненадежная защита керн от воздействия потока промывочной жидкости.

Кернорватели третьей группы (рис. 10, *а, б* и *в*) изготавливаются пружинные и секторные. Пружинные кернорватели предназначены для разрушенных пород, а секторные — для разрушенных и монолитных. Эти кернорватели применяются только с телескопическими двойными колонковыми снарядами, у которых керноприемная труба может перемещаться в осевом направлении свободно или задерживаться специальным замыкателем.

У двойных колонковых снарядов со свободным перемещением керноприемной трубы (см. рис. 10, *а*) кернорвательные пружины при спуске снаряда в скважину и подъеме открыты и прижаты концами к оси снаряда, а при бурении находятся в зазоре между коронкой и керноприемной трубой и не мешают вхождению керн. Кернорватели ненадежны в работе, имеют место случаи срезания кернорвательных пружин и истирание керн

при бурении. Срезание кернорвательных пружин происходит в основном при постановке снаряда на неочищенный от шлама забой скважины. При постановке колонкового снаряда на забой открытые рвательные пружины упираются в шлам, загибаются и срезаются продвигающейся к забою керноприемной трубой. Кроме того, шлам, попавший в кольцевой зазор (между коронкой и керноприемной трубой), заклинивает керноприемную трубу, что приводит к ее вращению и истиранию керна.

У двойных колонковых снарядов с фиксированной керноприемной трубой (см. рис. 10, б, в) кернорватель при спуске в скважину и бурении находится в зазоре между коронкой и керноприемной трубой, а при подъеме освобождается за счет срабатывания замыкателя и подъема керноприемной трубы. Таким образом, замыкатель защищает межтрубный зазор от зашламовывания и предохраняет кернорватель от поломок. Кроме того, замыкатель позволяет контролировать момент заклинки керна с поверхности скважины. Недостатком секторного кернорвателя (см. рис. 10, в) является ненадежность срыва монолитного керна с забоя вследствие проскальзывания по керну.

Кернорватели четвертой группы более надежны в работе и универсальны по назначению. Сюда относится кернорватель рожковый (рис. 11), разработанный Казахским научно-исследовательским институтом минерального сырья. Кернорватель обеспечивает надежный срыв монолитного керна с забоя и удержание разрушенного керна при подъеме, а при бурении не препятствует вхождению керна в керноприемную трубу.

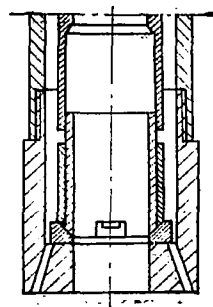


Рис. 11. Кернорватель закрытый принудительного действия.

Конструкция породоразрушающего инструмента

Породоразрушающий инструмент, как основной исполнительный орган, должен обладать высокими режущими свойствами и обеспечивать сохранность керна при его формировании.

Твердосплавные коронки. В процессе бурения всегда имеют место радиальные колебания, побуждающие коронку к разбурированию стенок скважины. В результате этого буровая коронка колеблется в свободном пространстве скважины и может разрушать керн. Причин, вызывающих радиальные колебания низа бурового снаряда, очень много. Практикой доказано, что буровые коронки с плоским рабочим торцом работают на забое неустойчиво — колеблются в радиальном направлении. Эти колебания еще больше усиливаются при армировании коронки крупными пластинчатыми резами. Коронки же с конусной рабочей

поверхностью работают более устойчиво, так как забой конусной формы, образующийся при бурении, способствует центрированию низа бурового снаряда, а следовательно, сохранению керна. Этому же способствует также кольцевой зазор между керноприемной трубой и направляющей цилиндрической расточкой в буровой коронке. Этот зазор должен быть несколько больше, чем наружный выпуск резца. При недостаточном зазоре радиальные колебания буровой коронки передаются керноприемной трубе и разрушают керн.

Геометрическая форма и размеры резцов оказывают влияние в основном на механическую скорость бурения, а от механической скорости бурения, в свою очередь, зависит продолжительность действия сил, отрицательно влияющих на сохранность керна. При равных условиях коронки с пластинчатыми резцами обеспечивают меньшую механическую скорость бурения, чем коронки с мелкими резцами.

Защита керна в процессе его формирования от размыва потоком промывочной жидкости достигается расположением каналов вывода промывочной жидкости к забою. Вывод промывочной жидкости к забою на практике обычно осуществляют через каналы в торцовой части коронки, через вертикальные каналы в теле коронки, через кольцевой зазор между коронками или через каналы в боковой поверхности коронки.

Вывод промывочной жидкости через каналы в торцовой части коронки (рис. 12, а) не обеспечивает защиту керна слабоустойчивых пород от размыва, так как часть боковой поверхности керна на некоторой высоте не защищена от воздействия потока промывочной жидкости. При этом размыв керна будет тем больше, чем больше высота открытой части керна и скорость потока жидкости.

Промывка скважины через вертикальные каналы коронки (рис. 12, б) исключает возможность размыва боковой поверхности керна, но не устраняет возможности размыва керна в начале его формирования при бурении слабо связанных пород. Размыв керна в начале формирования происходит в результате резкого увеличения скорости выхода промывочной жидкости к забою за счет закупорки части промывочных каналов. Закупорка каналов чаще всего наблюдается при бурении слабоустойчивых и вязких пород.

При выходе промывочной жидкости к забою через зазор между коронками (рис. 12, в) внутренняя опережающая коронка вращается или вдавливается в породу. При этом исключается размыв керна. Однако этот способ имеет свои существенные недостатки. Вращающаяся внутренняя коронка истирает керн, а коронка-штамп не продавливает твердые слои пород. Кроме того, вдавливание коронки в породу возможно только при низкой механической скорости бурения. Поэтому данная схема про-

мывки применяется при бурении мягких, легко размываемых пород.

Буровая коронка, разработанная в Казахском научно-исследовательском институте минерального сырья для двойного колонкового снаряда с комбинированной промывкой забоя сква-

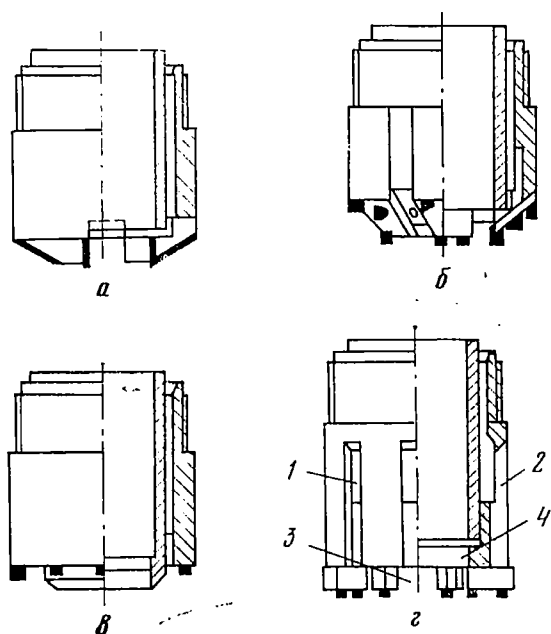
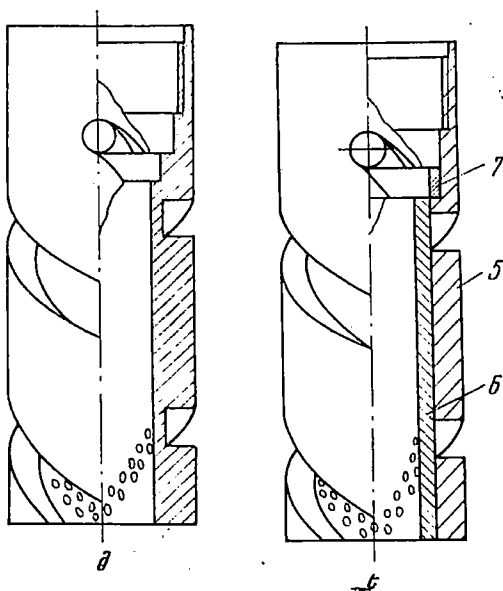


Рис. 12. Буровые коронки.

а, б, в, г — твердосплавные коронки; *д, е* — дробовые коронки. *1* — промывочные окна; *2* — вертикальные пазы; *3* — торцовые пазы; *4* — цилиндрическая расточка; *5* — корпус; *6* — защитный патрубок; *7* — направляющее кольцо.



жины (рис. 12, з), лишена недостатков ранее рассмотренных коронок. Она полностью исключает возможность размыва керна, обеспечивает свободный выход промывочной жидкости к забою и вход жидкости и керна в керноприемную трубу.

Промывочные каналы обеспечивают свободный выход промывочной жидкости к забою и исключают возможность размыва керна. Общая площадь каналов равна площади сечения межтрубного пространства.

Жидкость в керноприемную трубу свободно входит через вертикальные 2 и торцовые 3 пазы и цилиндрическую кольцевую расточку 4, образующую зазор между поверхностью керна и внутренней поверхностью коронки. Зазор также исключает трение коронки о керн.

Дробовые коронки. Применяемые в настоящее время стандартные дробовые коронки не обеспечивают сохранность керна при бурении разрушенных, трещиноватых, перемежающихся по твердости пород и полезных ископаемых, так как у них имеется сквозной вырез. При бурении кусочки керна затягиваются промывочной жидкостью в вырез, где они поднимаются к забою, раздробляются, истираются и выносятся во внешнее кольцевое пространство. Кроме того, обломки керна, смешанные с дробью, увлекаются во вращательное движение, взаимно истирают друг друга и истираются дробью.

Таким путем, при дробовом бурении происходит непрерывный процесс дробления, истирания и вымывания керна. Это приводит не только к снижению выхода керна, но и к снижению механической скорости бурения.

Следовательно, получение высокого выхода керна в разрушенных породах невозможно без существенного изменения конструкции дробовой коронки.

В Казахском научно-исследовательском институте минерального сырья были проведены работы по изысканию конструкции дробовой коронки, обеспечивающей надежную защиту керна от разрушения. В результате этих работ были разработаны принципиально новые конструкции дробовых коронок — цельная (рис. 12, д) и сварная (рис. 12, е), состоящая из корпуса и защитного патрубка, приваренного к корпусу (авторы А. А. Гребенюк, Г. Г. Моисеев, В. Л. Хаустов).

Дробовые коронки на боковой поверхности имеют два паза, расположенных по винтовой линии с углом наклона 35—40°. В нижней части пазов имеется два ряда отверстий диаметром 8 мм, расположенных в шахматном порядке на высоте 60—65 мм от торца коронки. Отверстия предназначены для поступления дробы под внутреннюю часть торца коронки и прохода промывочной жидкости в керноприемную трубу. Коронки со стороны резьбы имеют два окна для выхода дробы и промывочной жидкости во внешнее кольцевое пространство между стенками скважины и коронки.

Дробовые коронки по сравнению со стандартными обладают следующими преимуществами:

1) обеспечивают надежную защиту керна от разрушения вследствие отсутствия сквозного выреза;

2) позволяют питать забой скважины дробью через внешнее кольцевое пространство без прекращения процесса бурения;

3) обеспечивают более высокую механическую скорость бурения в трещиноватых и разрушенных породах за счет исключения работы на переизмельчение керна и за счет равномерной подачи дроби под торец коронки винтовыми пазами, а также за счет удержания дроби под торцом коронки потоком промывочной жидкости, вытекающей к забою между стенками скважины и коронки;

4) меньше разрабатывают ствол скважины за счет наличия двух диаметрально противоположных пазов.

При бурении коронками с винтовыми пазами большое влияние на выход керна и величину проходки на рейс оказывает высота расположения отверстий в пазухах. При высоком расположении отверстий выход керна снижается за счет ухода через отверстия мелких частиц керна во внешнее кольцевое пространство, а при низком расположении отверстий снижается величина проходки на рейс.

Поэтому высота расположения отверстий должна выбираться из расчета износа коронки за рейс. По данным практики, при бурении абразивных пород износ коронки за рейс не превышает 60 мм.

Расположение каналов подачи дроби на забой

Забой скважины питается дробью через двойной колонковый снаряд, керноприемную трубу или зазор между трубами.

Подача дроби на забой через керноприемную трубу производится до начала бурения разовой крупной порцией. Подача дроби на забой через зазор между трубами осуществляется во время бурения мелкими порциями или непрерывно. При этом дробь из межтрубного пространства поступает на забой или через зазор между стенками скважины и дробовой коронкой или внутрь дробовой коронки.

Из этих вариантов подачи дроби на забой лучшие результаты выхода керна обеспечиваются при поступлении дроби из межтрубного пространства через зазор между стенками скважины и дробовой коронкой. Здесь дробь размещается в винтовых пазухах.

На выход керна большое влияние оказывает размер дроби. Чем крупнее дробь, тем больше разрабатывается скважина по диаметру. Это приводит к более интенсивному колебанию низа бурового снаряда и разрушению керна.

Диаметр и наклон скважины

При бурении в малоустойчивых и трещиноватых породах с уменьшением диаметра скважины выход керна, как правило, снижается. Однако это справедливо только для некоторых конструкций двойных колонковых снарядов. Если конструкция двойного колонкового снаряда надежно защищает керн от всех воздействующих на него факторов, то выход керна в скважинах малого диаметра практически не снижается. Так, например, при бурении дробью двойным эжекторным колонковым снарядом диаметром 76 мм в трещиноватых и разрушенных породах выход керна составляет 70—80%, в то время как при бурении дробью в этих условиях обычным одинарным колонковым снарядом диаметром 110 мм керн практически отсутствует.

Наклон скважины (ее зенитный угол) также оказывает влияние на выход керна, особенно если буримые породы трещиноватые, а бурение производится дробью [32]. При увеличении зенитного угла скважины средний выход керна значительно уменьшается.

В плотных, монолитных породах наклон скважины менее сказывается на выходе керна. При проходке трещиноватых и сланцеватых пород с увеличением зенитного угла учащаются случаи самозаклинки керна и увеличивается его истирание.

Вид промывочного агента

При бурении в слабых и малоустойчивых породах большое влияние на выход керна оказывает вид промывочного агента. В этих условиях обычно применяются глинистые растворы. Применение коллоидного глинистого раствора, образующего на стенках скважины и керне плотную тонкую глинистую корочку, способствует повышению выхода керна.

Применение в качестве промывочного агента сжатого воздуха снижает выход керна в трещиноватых породах. Но буровой шлам, который при бурении с продувкой весьма быстро выносятся с забоя на поверхность, бывает обычно незагрязнен и полностью может быть уловлен в установках циклонного типа. Такой шлам совместно с извлеченным керном может служить для опробования полезных ископаемых.

При бурении в плотных, монолитных породах вид промывочного агента на выход керна не влияет.

Получение полноценного керна при бурении двойными колонковыми снарядами любых конструкций, в значительной мере зависит от опытности бурового мастера и соблюдения им оптимального технологического режима бурения. Однако поддерживать оптимальный технологический режим, особенно при бурении глубоких скважин, можно только при оснащении буровой установки контрольно-измерительной аппаратурой, позволяющей следить за осевой нагрузкой на коронку, крутящим моментом

расходом и давлением промывочной жидкости. Контрольно-измерительная аппаратура дает возможность буровому мастеру определять всякие нарушения технологического режима и своевременно принимать соответствующие меры.

Вибрации

Вибрации оказывают очень большое влияние на выход керна. Однако до сих пор не известны средства, позволяющие полностью устранить вибрации [28].

Возникновение вибраций бурового снаряда связано с тем, что забой, где коронка разрушает породу, часто находится на расстоянии многих сотен метров от двигателя. Мощность передается на забой через очень гибкий буровой вал, который вращается в скважине нередко с очень большим зазором. Буровой вал подвергается ритмичным интенсивным колебаниям, вызываемым пульсацией насоса. Вал обычно работает в сжатом состоянии, что приводит к его изгибу. При таком неуравновешенном состоянии инструмента нередко отмечается отсутствие полной соосности отдельных штанг и соединений.

Изгиб бурильной колонны и отсутствие соосности вызывают трение отдельных элементов колонны о стенки скважины. Трение в определенных условиях также вызывает вибрацию.

На возникновение вибраций влияет легкий и малоустойчивый фундамент под буровым станком, чрезмерная скорость подачи и излишнее давление на забой, недостаточно быстрое удаление выбуренной породы с забоя, бурение в трещиноватых и разрушенных породах и ряд других факторов.

Для снижения вибраций бурового снаряда необходимо устанавливать под бурильный станок тяжелый устойчивый фундамент, применять утяжеленные бурильные трубы максимально возможного диаметра для данного диаметра скважины, центраторы, антивибрационную смазку колонны бурильных труб, а также плавно регулировать вращение шпинделя и давление на коронку.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

К технологическим факторам, влияющим на сохранность керна при бурении, относятся: количество промывочной жидкости, подаваемой на забой скважины во время бурения, скорость вращения породоразрушающего инструмента, осевое усилие на породоразрушающий инструмент, величина проходки на рейс, а при дробовом способе бурения — и режим питания забоя скважины дробью.

Количество промывочной жидкости

Количественный и качественный выход керна в значительной мере зависит от своевременной очистки забоя скважины от шлама. При недостаточном количестве промывочной жидкости

происходит систематическое накопление шлама на забое, что затрудняет циркуляцию промывочной жидкости и в конечном счете приводит к затирке керна или к прихвату бурового снаряда в скважине. С увеличением количества промывочной жидкости улучшаются условия очистки забоя скважины от выбуренного шлама, но возникает опасность размыва керна, а при дробовом бурении — вымывание дробы.

Таким образом, расход промывочной жидкости должен устанавливаться с учетом обеспечения оптимальной технологии бурения. Он должен быть тем больше, чем выше механическая скорость бурения, чем крупнее зерна шлама и чем больше удельный вес минеральных зерен. При этом скорость восходящего потока жидкости непременно должна быть больше скорости падения наиболее крупных и тяжелых частиц породы.

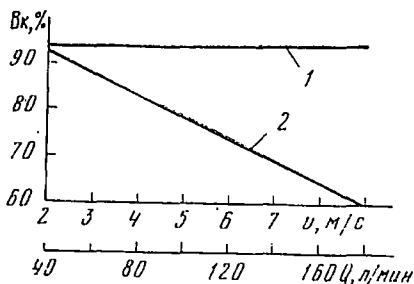


Рис. 13. Влияние количества промывочной жидкости на выход керна. 1 — керн изолирован от потока промывочной жидкости; 2 — керн не изолирован от потока промывочной жидкости.

Скорость падения частиц породы можно определить по формуле Риттингера

$$u = k \sqrt{\frac{\delta(\gamma - \gamma_{ж})}{\gamma_{ж}}},$$

где u — скорость падения частиц в спокойной жидкости в см/мин; σ — диаметр частиц в см; γ — удельный вес породы в гс/см³; $\gamma_{ж}$ — удельный вес промывочной жидкости в гс/см³; k — коэффициент, зависящий от формы частиц, для сферических частиц $k=45-50$, для пластинчатых — $k=30$.

При бурении двойными колонковыми снарядами, полностью изолирующими керн от воздействия потока промывочной жидкости, выход керна не зависит от расхода промывочной жидкости (рис. 13). Если призабойная часть керна не изолирована от быстро протекающего потока, то выход керна снижается с увеличением расхода жидкости.

Скорость вращения колонкового снаряда

Скорость вращения колонкового снаряда оказывает двойное влияние на выход керна. С одной стороны, увеличение скорости вращения снаряда способствует повышению выхода керна за счет увеличения механической скорости бурения, с другой — приводит в возрастанию вибрации бурового снаряда и, как следствие, к снижению выхода керна [3, 14, 16, 31, 42].

Увеличение скорости вращения бурового снаряда, если это влечет за собой возрастание механической скорости бурения, при отсутствии вибрации инструмента способствует увеличению выхода керна. А если с увеличением скорости вращения скорость бурения возрастает мало, то повышение скорости вращения приводит к снижению выхода керна.

На рис. 14 показана зависимость выхода керна от скорости вращения при бурении коксующихся кузнецких углей двойным колонковым снарядом.

При дробовом бурении увеличение скорости вращения снаряда может ухудшить условия работы дробы на забое вследствие ухода ее во внешнее кольцевое пространство под действием центробежных сил. При этом устойчивое удержание дробы под торцом коронки может обеспечиваться только в одном случае: если центробежные силы будут уравновешиваться какой-либо другой силой противоположного направления. Такой силой может быть давление столба дробы во внешнем кольцевом пространстве или обратный поток промывочной жидкости.

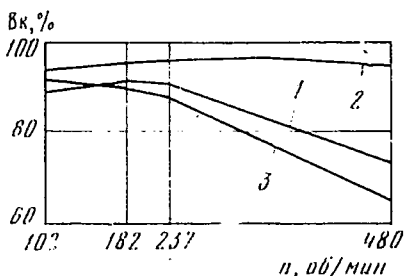


Рис. 14. Влияние скорости вращения колонкового снаряда на выход керна.

Бурение: 1 — без утяжеленных буровых труб, 2 — с утяжеленными буровыми трубами, 3 — без утяжеленных буровых труб с постоянной механической скоростью.

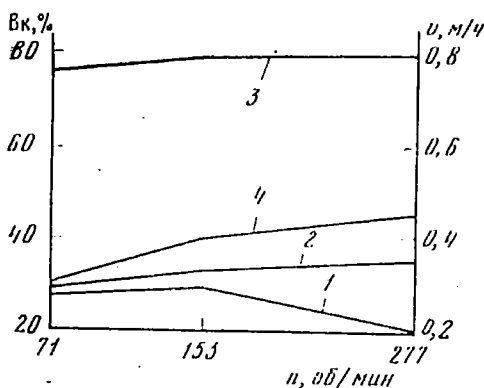


Рис. 15. Влияние скорости вращения колонкового снаряда на механическую скорость бурения и выход керна.

1 — выход керна при бурении стандартной дробовой коронкой; 2 — механическая скорость бурения стандартной дробовой коронкой; 3 — выход керна при бурении коронкой конструкции КазИМСа; 4 — механическая скорость бурения дробовой коронкой конструкции КазИМСа.

Следовательно, для удержания дробы под торцом коронки необходимо с повышением скорости вращения колонкового снаряда увеличивать высоту столба дробы во внешнем кольцевом пространстве, а при обратной промывке — количество промывочной жидкости. Однако эти способы оказывают различное влияние на выход керна. С увеличением столба дробы увеличиваются разработка ствола скважины и интенсивность радиальных колебаний низа колонкового снаряда, а следовательно, и интенсивность разрушения керна. При обратной же промывке поток промывочной жидкости наряду с на-

нѳтанием дроби под торец коронки способствует продвижению керна в керноприемную трубу.

На рис. 15 показана зависимость механической скорости бурения и выхода керна от скорости вращения при бурении кварцитов двойным колонковым снарядом со стандартной дробовой коронкой и с дробовой коронкой конструкции КазИМСа (см. рис. 12). Из рис. 15 видно, что лучшие показатели выхода керна и скорости бурения достигаются дробовой коронкой конструкции КазИМСа, где выход промывочной жидкости к забою осуществляется во внешнее кольцевое пространство.

Осевая нагрузка

Осевая нагрузка в зависимости от конкретных условий бурения может оказывать прямо противоположное влияние на выход керна.

Процесс разрушения массива горных пород при вращательном колонковом бурении основан на вдавливании более прочных резцов в менее прочную породу под действием осевых нагрузок и на отделении породы от массива под действием вращающих усилий. Процесс отделения породы от массива начинается с возникновения на передней грани резцов высоких контактных напряжений сжатия, в результате чего в зоне действия контактных напряжений идет дробление породы, а в смежных зонах возникают трещины. Развитие трещин идет в сторону обнаженных поверхностей по природным трещинам, плоскостям спаек и т. д. Отделение породы от массива обычно сопровождается развалом прорезаемой резцами канавки вследствие подмятия продуктов разрушения боковыми гранями резцов. Во время подмятия продуктов разрушения происходит отрыв кусочков керна или же скручивание керна по плоскостям напластования. При этом масштаб разрушения керна определяется главным образом осевой нагрузкой и связанностью горных пород. Следует отметить, что для каждой связи пород имеется своя критическая осевая нагрузка, после которой начинает более ярко проявляться разрушение керна.

На рис. 16, а представлен график зависимости выхода керна от осевого усилия по данным П. В. Полежаева [36]. Из графика видно, что при увеличении осевой нагрузки до 600 кгс выход керна повышается, дальше происходит некоторое снижение выхода керна, затем наступает стабилизация. Таким образом, осевая нагрузка 600 кгс является критической для данной породы.

Исследования, проведенные автором на угольных месторождениях Кузбасса, показали, что выход керна зависит не столько от осевой нагрузки, сколько от конструкции породразрушающего инструмента.

На рис. 16, б приведен график зависимости выхода керна от осевой нагрузки при бурении коксующихся углей двойным ко-

лонковым снарядом с буровыми коронками различных конструкций. Из графика видно, что при бурении коронкой с плоским рабочим торцом, армированным пластинчатыми резцами, выход керна вначале повышается, затем снижается и после стабилизируется. При бурении коронкой с конусным рабочим торцом, армированным мелкими призматическими резцами, выход керна практически не зависит от осевой нагрузки.

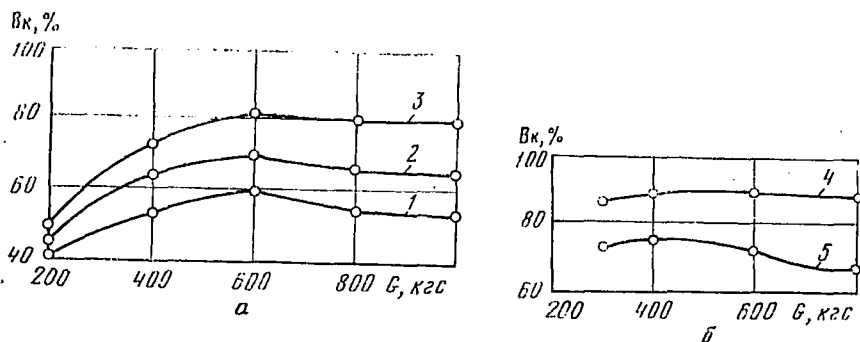


Рис. 16. Влияние осевой нагрузки на выход керна.

а — по данным П. В. Полежаева, б — по данным А. А. Гребенюка. 1 — при $n=71$ об/мин; 2 — при $n=153$ об/мин; 3 — при $n=277$ об/мин; 4 — бурение мелкорезцовой конусной коронкой; 5 — бурение коронкой с плоским рабочим торцом.

При дробовом способе бурения повышение осевой нагрузки на коронку, как правило, сопровождается ростом механической скорости бурения, которая, как известно, косвенно способствует сохранению керна. Однако при бурении трещиноватых пород повышение осевой нагрузки может вызвать разрушение керна за счет вдавливания дробы в трещины и плоскости спаек. При этом дробь действует подобно клину, разбирая керн по трещинам и плоскостям спаек. Поэтому бурение трещиноватых пород следует вести на пониженных осевых нагрузках. Удельное давление должно быть в пределах $15-20$ кгс/см².

При бурении дробовыми коронками с винтовыми закрытыми вырезами (см. рис. 12) удельное давление в пределах прочности дробы не оказывает влияния на выход керна.

Способ питания забоя скважины дробью

В процессе бурения дробь, как правило, изнашивается и убыль ее должна регулярно пополняться. В практике разведочного бурения известны три способа питания скважины дробью: непрерывный, порционный и рейсовый.

При непрерывном питании на забое удерживается минимально необходимое для устойчивого бурения количество дробы, а убыль ее в связи с износом непрерывно пополняется. Это способствует равномерной обработке ствола скважины, керна и по-

вышению производительности. По данным некоторых опытов, рейсовая скорость при этом повышается в 2—2,5 раза.

При порционном питании дробь в скважину подается периодически — порциями. Различают мелкопорционное и крупнопорционное питание. При крупнопорционном питании порцию дробы, рассчитанную на рейс, разделяют на три — пять частей, которые подают в скважину через определенные промежутки времени. При порционном питании в скважине имеется некоторый избыток дробы. Этот избыток дробы разрабатывает стенки скважины и обрабатывает керн.

При рейсовом питании вся необходимая дробь подается в скважину в начале рейса в полном объеме. Поэтому вначале бурение ведется при избыточном количестве дробы, что затрудняет работу, снижает производительность, разбухивает стенки скважины и обрабатывает керн. В связи с износом дробы к концу рейса на забое находится только мелкая дробь, что приводит к сужению скважины. Колебания в количестве и размерах дробы вынуждают прибегать к частому регулированию промывки и давления на забой.

В табл. 2 приведены данные выхода керна при различных способах питания скважины дробью.

Т а б л и ц а 2

Показатели	Питание		
	рейсовое	крупнопорционное	непрерывное
Пройдено за рейс, м	1,8	2,63	3,10
Время бурения рейса, ч	3,0	3,30	3,52
Выход керна, %	70,0	75,00	82,00
Средний диаметр керна мм	61,8	62,50	64,00

Величина проходки на рейс

Величина проходки на рейс не может быть произвольной. Как малая, так и большая величина проходки на рейс может быть нерациональной. В первом случае увеличивается непроизводительное время на спуско-подъемные операции, во втором случае снижается количество и качество керна. Величина проходки за рейс должна быть увязана как с механическими свойствами горных пород, так и со свойствами колонкового снаряда, применяемого для опробования. Обычно рациональная проходка на рейс уточняется практическим путем.

Для каждой группы пород существует оптимальная величина проходки на рейс [14, 36, 37, 43]. С превышением этой величины в нижней части керноприемной трубы образуется уплотненная пробка керна, которая с течением времени препятствует прод-

вижению вновь выбуренного керна. Образование уплотненной пробки керна происходит за счет затягивания частиц керна в зазор между керном и внутренней поверхностью керноприемной трубы, которые действуют подобно распоркам. Уплотненная пробка быстрее образуется при проходке менее связанных пород и при более шероховатой внутренней поверхности керноприемной трубы. Поэтому внутреннюю поверхность керноприемной трубы следует шлифовать и готовить ее из нержавеющей стали.

При бурении с промывкой скважины глинистым раствором образование уплотненной пробки керна несколько затягивается. Глинистый раствор в этом случае играет роль смазки. Он снижает силы трения и связывает ослабленные участки керна.

Очень хорошие результаты повышения величины проходки на рейс дает обратная промывка, а также применение эластичной керноприемной гильзы (см. рис. 7, в).

На рис. 17 представлен график зависимости выхода керна и величины проходки на рейс от степени шероховатости внутренней поверхности керноприемной трубы и вида промывочного агента. Из графика видно, что лучшие результаты выхода керна и проходки на рейс достигаются при шлифованной внутренней поверхности керноприемной трубы и с промывкой скважины глинистым раствором.

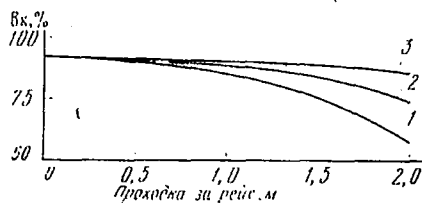


Рис. 17. Влияние степени шероховатости внутренней поверхности керноприемной трубы и вида промывочной жидкости на величину проходки за рейс и выход керна.

1 — выход керна при бурении с нешлифованной керноприемной трубой с промывкой водой; 2 — выход керна при бурении с нешлифованной керноприемной трубой с промывкой глинистым раствором; 3 — выход керна при бурении со шлифованной керноприемной трубой с промывкой водой.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ФАКТОРЫ

Успешное получение качественного керна в значительной мере зависит от умения бурового персонала правильно применять наиболее эффективные средства в данных условиях бурения и правильно организовать производство буровых работ.

Основными организационными мероприятиями, способствующими повышению выхода керна, являются:

1. Квалифицированный инструктаж бурового персонала со стороны технического и геологического руководства партии по применению наиболее эффективных методов и средств получения керна в данных геологических условиях бурения.

2. Обеспечение буровых бригад техническими средствами и поддержание их в исправном состоянии. На буровой должно быть два однотипных колонковых снаряда, что дает воз-

возможность при работе одним снарядом одновременно подготавливать к работе другой.

3. Непрерывный контроль за процессом бурения по полезному ископаемому и своевременная документация поднятого керна. Выполнение этих мероприятий обеспечивает привязку kernового материала к соответствующему интервалу скважины, существенно облегчает разбивку рудного тела на зоны и предохраняет геологическую службу от ошибок при опробовании, связанных с неравномерным выходом керна. Кроме того, тщательная и точная документация рудного керна, производимая сразу вслед за подъемом его из скважины, позволит провести анализ зависимости выхода керна от технологии бурения и немедленно принять конкретные меры по улучшению результатов бурения.

4. Оснащение бурового агрегата контрольно-измерительной аппаратурой, что позволяет более точно регулировать основные параметры режима бурения.

5. Наличие на буровой проектного геологического разреза скважины, который должен более полно соответствовать фактическому.

Буровая бригада должна хорошо изучить проектный геологический разрез скважины, что позволит более точно определить момент вхождения породоразрушающего инструмента в полезное ископаемое.

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ПОЛУЧЕНИЯ КЕРНА, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ И ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К НИМ

КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

В настоящее время в практике геологоразведочного бурения в зависимости от геологических условий и требований, предъявляемых к керну, применяются различные технические средства получения керна. Основными средствами получения керна являются специальные буровые колонковые снаряды, которые разделяются на одинарные и двойные.

Одинарные колонковые снаряды отличаются друг от друга наличием или отсутствием kernорвателя, конструкцией и расположением шламовой трубы и другими приспособлениями.

Двойные колонковые снаряды по признакам соединения kernоприемной трубы разделяются на три типа.

Первый тип — колонковые снаряды с вращающейся при бурении kernоприемной трубой.

Второй тип — колонковые снаряды с невращающейся при бурении kernоприемной трубой.

Третий тип — колонковые снаряды с комбинированным соединением kernоприемной трубы, которая вращается при бурении твердых пород и не вращается при бурении мягких.

Все колонковые снаряды по способу промывки забоя скважины в процессе бурения разделяются на четыре группы.

Первая группа — колонковые снаряды, работающие с прямой промывкой, которая осуществляется насосом, установленным на поверхности скважины.

Вторая группа — колонковые снаряды, работающие с обратной промывкой. Обратная промывка может быть непрерывной или пульсирующей. Непрерывная промывка достигается за счет герметизации устья скважины, установкой разделяющего пакера, эрлифта или эжекторного насоса, встроенного в колонковый снаряд. Пульсирующая промывка осуществляется специальными насосами с приводом от компрессора или за счет ритмичного расхаживания колонкового снаряда или его части (поршня).

Третья группа — колонковые снаряды, работающие с комбинированной промывкой, т. е. одновременно с прямой и обратной. Комбинированная промывка осуществляется эжекторным насосом, встроенным в двойной колонковый снаряд.

Четвертая группа — колонковые снаряды, работающие без промывки. Сюда относятся шнекоколонковые снаряды, вибро-снаряды, грунтоносы забивного и вращательного действия.

Классификация колонковых снарядов по способу промывки скважины и основным конструктивным признакам приведена в табл. 3.

Каждая из указанных групп колонковых снарядов имеет свои достоинства и недостатки.

Снаряды первой группы сравнительно просты по конструкции и в эксплуатации. Наибольшую практическую ценность представляют двойные колонковые снаряды второго и третьего типа. К ним относятся: ДКС-1-ТПИ, ДКС С. В. Алексеенко и И. Б. Булнаева, ДКС-9 и ДТ-10 А. А. Гребенюка и ТДН-2 ВИТРа. Указанные снаряды, за исключением снаряда ТДН-2, хорошо зарекомендовали себя при бурении угольных пластов, а снаряд ТДН-2 — при бурении пород средней трещиноватости. Однако все они не обеспечивают необходимый выход керна при бурении в сложных геологических условиях. Кроме того, с ростом глубины скважины возрастают непроизводительные затраты времени на спуско-подъемные операции, что приводит к снижению производительности. В этом отношении двойные колонковые снаряды со сменным кернаприемником более эффективны как по выходу керна, так и по производительности. При бурении данными снарядами не требуется подъема колонны бурильных труб из скважины и развинчивания ее на свечи, а поднимать кернаприемник можно так часто, как это необходимо для обеспечения требуемого выхода керна.

Снаряды второй группы предназначены для бурения в сложных геологических условиях. Из них наибольшую практическую ценность представляют: эрлифт ВИТРа с полиэтиленовой трубкой, снаряды с пульсирующей призабойной промывкой (КСБ-4

Группа снаряда	Тип снаряда	Основные признаки конструкции					Типичные конструкции снарядов
		Соединение керноприемной трубы	Способ удержания керна	Средство приема керна	Способ формирования керна	Способ удаления продуктов разрушения	
Первая	Первый	Жесткое или подвижное в осевом направлении	Силой трения или кернорвателем	Керноприемная труба	Обуривание коронкой	В зазор между стенками снаряда и скважины с помощью насоса	К. Ф. Новака, ДКС-1 А. А. Гребенюка, ДКС-2 А. А. Гребенюка, ТДВ-2 ВИТра, ТДН-2 ВИТра, С. В. Алексеенко, ДКС-9-89 А. А. Гребенюка, ДКС-1-ТПИ с эластичной гильзой, со сменным керноприемником «Лонгир» и др. ДТ-10-89 А. А. Гребенюка и снаряд А. С. Покальчука
	Второй	Подвижное вокруг оси и, возможно, в осевом направлении	Кернорвателем	Керноприемная труба, гильза, эластичная пленка	Обуривание коронкой или вырезание штампом	То же	
	Третий	Комбинированное	То же	Керноприемная труба или гильза	Обуривание коронкой и вырезание штампом	»	
	Первый	Жесткое или подвижное в осевом направлении	Силой трения или кернорвателем	Керноприемная труба	Обуривание коронкой	В зазор между трубами, между керном и трубой с помощью эжекторного насоса, пакера и коронки	ЭКС-О КазИМСа, ЭКС А. А. Гребенюка, ДКС-ВП КазИМСа, ДКС-П А. А. Гребенюка
	Второй	Подвижное	Кернорвателем	То же	То же		
Вторая	С пульсирующей призабойной промывкой	Жесткое или подвижное	Силой трения или кернорвателем	Колонковая или керноприемная труба	Обуривание коронкой	В зазор между трубами или в керноприемную трубу путем расхаживания снаряда или поршня воздухом	С. А. Волкова, КСБ-4 и КСБ-5 А. А. Гребенюка, А. А. Волокитникова, В. В. Большакова, СГИ
	С непрерывной призабойной промывкой	—	То же	Колонковая труба	То же	В колонковую трубу с помощью эрлифта при герметизации устья скважины	ВИТра, СГИ, треста Кривбасгеология
Третья	Первый	Жесткое	»	Керноприемная труба	»	Одновременно в зазор между стенками скважины и снаряда и в керноприемную трубу с помощью эжекторного насоса	ЭКС КазИМСа
	Второй	Подвижное вокруг оси и, возможно в осевом направлении	Кернорвателем	То же	»		
Четвертая	Шнекоколонковые	Подвижное или жесткое	Силой трения или кернорвателем	Керноприемная труба	Обуривание коронкой	В зазор между стенками скважины и снаряда с помощью шнеков	Шнекоколонковые простые или со сменным керноприемником
	Забивного или задавливающего действия	—	Силой трения	Стакан	Вдавливание	Вдавливание в стенки скважины	Грунтоносы и виброронды

и КСБ-5 А. А. Гребенюка, А. А. Волокитенкова и В. В. Большакова), двойные колонковые снаряды второго типа (ЭКС и ДКС-П А. А. Гребенюка и ДКС-ВП КазИМСа). Все они отвечают основным требованиям получения керна.

Обратная промывка забоя скважины с помощью эрлифта требует содержания дорогого в эксплуатации компрессора, что является недостатком. Поэтому этот способ промывки находит применение в районах, где снабжение скважины промывочной жидкостью сопряжено с большими трудностями.

Снаряды с пульсирующей призабойной промывкой находят применение в таких условиях, где бурение с промывкой скважины насосом технически затруднено вследствие оплывания или обрушения стенок скважины. К недостаткам снарядов этого типа относятся низкая производительность бурения, повышенная трудоемкость при расхаживании поршня снаряда (КСБ-4 и КСБ-5) вручную или лебедкой, содержание дорогостоящего в эксплуатации компрессора (снаряд В. В. Большакова).

Двойные колонковые снаряды второго типа более универсальны по назначению. При бурении снарядом ДКС-ВП обеспечивается высокий выход керна с проходкой на рейс до 4 м. Однако при наличии на забое трещин или каверн резко снижаются выход керна и проходка на рейс. В этом случае двойной эжекторный колонковый снаряд ЭКС и двойной колонковый снаряд с пакером ДКС-П конструкции автора обеспечивают лучшие показатели по выходу керна. Однако по производительности они уступают снарядам ДКС-ВП.

Снаряды третьей группы предназначены для бурения сильно трещиноватых, раздробленных, сланцеватых, перемежающихся по твердости пород и полезных ископаемых. К снарядам этой группы относятся двойные эжекторные колонковые снаряды типа ЭКС конструкции КазИМСа, среди них наиболее эффективны снаряды второго типа. Практика эксплуатации снарядов ЭКС в различных геологических условиях показала, что они обеспечивают высокий выход керна с проходкой за рейс в самых разрушенных кристаллических породах до 3 м. Однако при бурении по слабым углям и глинистым породам снаряды ЭКС не дают положительных результатов как по выходу керна, так и по производительности.

ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К БУРОВЫМ СНАРЯДАМ

Требования, предъявляемые к буровым снарядам, весьма различны в зависимости от геологических условий. Поэтому при выборе конструкции колонкового снаряда следует выяснить, в какой мере он удовлетворяет требованиям производства в данных геологических условиях бурения.

Основными требованиями являются.

1. Сохранность керна при бурении. Сохранность керна зависит от ряда рассмотренных ранее факторов. Среди них выде-

ляются факторы, отрицательное действие которых можно устранить или существенно уменьшить. К таким факторам следует отнести: механическое воздействие бурового снаряда на керн (толчки, удары, вибрация, трение керна о снаряд и кусочков друг о друга, самозаклинки и истирание) и размывающее или растворяющее действие потока промывочной жидкости.

Ранее было отмечено, что та или иная группа пород по составу и структурной связи наиболее чувствительна к определенному механическому воздействию, под влиянием которого начинается и в основном происходит разрушение керна. Поэтому конструкция колонкового снаряда должна устранить или существенно уменьшить воздействие основной причины разрушения керна.

2. Возможность промывки скважины до начала бурения через керноприемную трубу и надежное удержание керна при подъеме с промывкой и вращением. Эти требования крайне необходимы при бурении скважин в слабоустойчивых породах. Здесь следует обратить внимание на выбор промывочного агента (вода, глинистый раствор, воздух) и способа промывки (прямая, обратная или местная призабойная промывка).

3. Техничко-экономические показатели бурения. Сложность и стоимость бурового снаряда, а также простота его эксплуатации.

С учетом изложенного можно сформулировать основные требования, предъявляемые к колонковым снарядам: 1) возможность промывки забоя скважины перед началом бурения через внутреннюю трубу; 2) неподвижность внутренней трубы при бурении; 3) надежная защита керна от размывающего действия жидкости и механических сил (толчков, вибраций); 4) наличие восходящего потока жидкости во внутренней трубе, что весьма необходимо при бурении разрушенных и перемежающихся по твердости пород, а при бурении слабых углей и глинистых пород — вытеснение жидкости керном из внутренней трубы через дренажный канал без каких-либо клапанов, создающих дополнительные сопротивления; 5) надежный срыв и удержание керна при подъеме; 6) возможность подъема снаряда с вращением и промывкой с полным сохранением керна; 7) слив промывочной жидкости из колонны бурильных труб при подъеме снаряда; 8) свободное извлечение керна из внутренней трубы без нарушения его структуры; 9) простота конструкции, невысокая стоимость снаряда и удобство его в эксплуатации; 10) высокие технико-экономические показатели бурения.

С учетом изложенных требований в КазИМСе были разработаны двойные колонковые снаряды с эжектируемым и напорным восходящим потоком жидкости в керноприемной трубе типа ЭКС и ДКС-ВП и к ним специальные буровые коронки. Практика эксплуатации данных снарядов показала, что они отвечают основным требованиям получения керна в сложных геологических условиях.

Учитывая перспективу бурения разведочных скважин малого диаметра прогрессивными способами, в КазИМСе были разработаны двойные колонковые снаряды типов ЭКС-А и ДКС-А-ВП диаметром 59 мм для алмазного и твердосплавного бурения. Эти снаряды испытаны на Богутинском, Чатыркульском, Старковском и Буденновском месторождениях и дали хорошие результаты. Средний выход керна по месторождениям составил 74—90%, в то время как при бурении стандартными средствами он составлял 0—40%.

Таким образом, удовлетворение основных требований, предъявляемых к конструкциям колонковых снарядов, может успешно решить задачу получение представительного керна в сложных геологических условиях.

ПОЛУЧЕНИЕ КЕРНА БЕЗ ПРОМЫВКИ

Бурение без промывки производится на небольшую глубину — 30—50 м, реже 75 м. Породы, по которым проходятся неглубокие скважины, очень разнообразны по своим физико-механическим свойствам. В основном это мягкие и средней крепости песчано-глинистые породы. Нередко встречаются суглинистые наносы, содержащие щебенку, гальку и валуны изверженных пород.

Ввиду разнообразия пород по физико-механическим свойствам в практике применяют следующие способы бурения: ударно-канатное, вращательное и вибрационное.

УДАРНО-КАНАТНОЕ БУРЕНИЕ

При ударно-канатном бурении в рыхлых и сыпучих грунтах, сухих и водонасыщенных для получения керна часто применяются забивные грунтоносы [29, 38].

Забивной грунтонос ВСЕГИНГЕО (рис. 18) состоит из следующих деталей: приемного станка 1, пружинного затвора 2, соединительного ниппеля 3, ударника 4, направляющей трубы 5 и втулки 6.

Приемный стакан изготавливают из колонковой трубы, которая протачивается внутри для установки пружинного затвора.

Пружинный затвор изготавливают из тонкой листовой стали группы прочности Н (гартовой), толщина стали 0,2—0,3 мм. Пружинный затвор прикрепляют к стакану 1 полупотайными заклепками. Ниппель 3 снабжен переходником, служащим наковальней и клапаном для свободного выпуска воды и шлама при заполнении стакана керном. Клапан 8 может быть шариковый или в виде резинового кольца 7, надетого на наковальню.

Грунтонос можно спускать в скважину на канате; для уве-

личения ударной нагрузки на боек навинчивают несколько штанг.

Забивание грунтоноса в забой производится путем поднятия троса на высоту 0,5—0,6 м и свободного спуска его. При забивании в грунт приемного стакана порода свободно проходит в его полость, отжимая пружинный затвор. После того как грунтонос забит на глубину, равную приблизительно длине стакана, производят подъем грунтоноса.

В плотных песках стакан сильно прихватывается грунтом, поэтому перед подъемом грунтонос необходимо «оторвать» от грунта, что производится легкими и частыми рывками за трос.

Чтобы легче было извлекать грунт из приемного стакана, в него помещают гильзу, сделанную из тонкой листовой стали в виде двух половинок цилиндра, разрезанного по образующим.

Грунтонос системы ВСЕГИНГЕО позволяет поднимать с забоя образцы самых неустойчивых пород, в том числе тонкозернистых плавунных песков.

ВРАЩАТЕЛЬНОЕ ШНЕКОВОЕ БУРЕНИЕ

В настоящее время шнековое бурение широко используется при поисках месторождений полезных ископаемых, гидрогеологических и инженерно-геологических исследованиях, сейсморазведке и т. д. Оно применяется в основном в мягких и средних по крепости породах, а также с успехом используется при бурении слабо сцементированных отложений мелкой гальки и щебенки [7, 25, 29].

Шнековое бурение не требует применения промывочной жидкости, что упрощает организацию буровых работ. Поэтому этот способ бурения распространен в безводных районах, где доставка воды сложна и дорога.

При бурении разрушенная горная порода транспортируется к устью скважины шнеками. Шнеки представляют собой трубы диаметром 60 и 73 мм с навитой на них спиралью стальной ленты-реборды. Наружный диаметр шнека обычно на 15—20 мм меньше диаметра долота, а шаг винтовой полосы реборды составляет 0,7—0,9 наружного диаметра шнека. Длина шнеков 1,3—3,0 м, а диаметр от 70 до 300 мм и более. Соединение осуществляется с помощью полузамков, приваренных к концам шнеков, закрепленных с помощью шпильки и пружинной защелки.

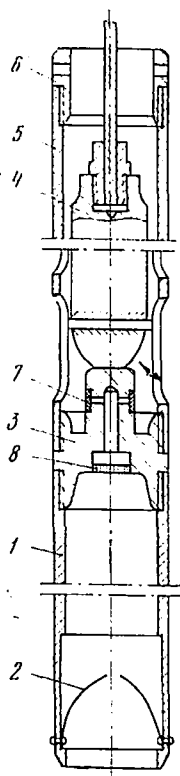


Рис. 18. Забивной грунтонос ВСЕГИНГЕО.

Для разрушения горной породы применяются двух- и трех-лопастные долота преимущественно со ступенчатой режущей кромкой. Кромки долот армируются резцами из твердых сплавов.

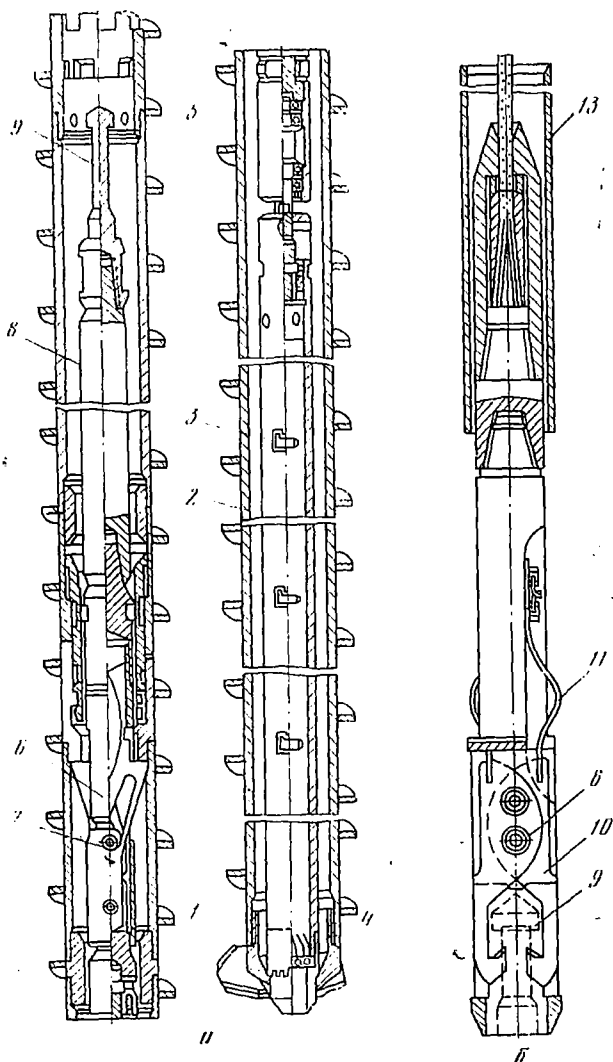


Рис. 19. Шнековый инструмент со съемной грунтоноской.

a — шнековая грунтоножка; *б* — ловитель. 1 — коронка; 2 — полый шнек; 3 — разъемная керноприемная труба; 4 — кернорватель; 5 — вертлюжное устройство; 6 — защелки-фиксаторы; 7 — палец, освобождающий керноприемную трубу; 8 — утяжелитель; 9 — ловильная головка; 10 — пружинный захват; 11 — пружина; 12 — канатный замок; 13 — патрубок, бросаемый для освобождения ловителя.

Для взятия керна применяются шнеки с большим проходным отверстием (рис. 19, а и б), через которое на канате спускается грунтоноска, закрепляемая в нижнем шнеке с помощью фиксаторов. После наполнения грунтоноски керном натягивают канат, в результате чего фиксаторы выходят из гнезд и освобожденная грунтоноска с керном поднимается на поверхность. В скважину немедленно спускается подготовленная порожня грунтоноска.

Бурение шнеками в твердых породах производится с давлением на долото порядка 700—1000 кгс при скорости вращения 80—130 об/мин. Бурение мягких и сыпучих пород осуществляется при давлении весом шнековой колонны в совокупности с весом вращателя с максимальной скоростью вращения 300 об/мин. Бурение в вязких глинах пока малоэффективно вследствие образования сальников на долоте и шнеках. Проходка в этом случае облегчается путем добавления воды на забой или сообщения вибрации колонне шнеков в процессе бурения.

Для проходки пльвунов и водоносных горизонтов применяют вибратор. С помощью его производят одновременно с бурением посадку обсадной колонны для закрепления стенок скважины.

ВИБРАЦИОННОЕ БУРЕНИЕ

Вибрационное бурение нашло широкое применение при инженерно-геологических исследованиях грунтов площадок под строительство различного рода зданий и сооружений. Вибрационное бурение осуществляется с помощью вибратора или вибромолота [39].

Этот способ бурения широко применяется при проходке неглубоких скважин в мягких горных породах и называется вибропогружением. Сущность вибрационного бурения сводится к следующему: вибратор жестко соединяется с колонной бурильных труб, несущих внизу виброзонд, в который входит образец породы. Вибратор имеет два эксцентричных груза-дебаланса. Последние, вращаясь в противоположные стороны с большой скоростью и одинаковым фазовым углом, увлекают в колебательное вертикальное движение буровой снаряд. Под действием этих колебаний мягкие горные породы (суглинки, пески, глины и др.) в зоне контакта с буровым наконечником переходят в подвижное состояние. Это состояние характеризуется снижением сопротивления сдвигу, вследствие чего вибрирующий инструмент под действием своего веса погружается в породу.

Вибромолот — тот же вибратор, но не имеет жесткого соединения с колонной бурильных труб. В его колебательную систему включен ограничитель колебаний (боек с наковальной). Благодаря ограничителю колебания корпуса вибратора сопровождаются ударами бойка корпуса по наковальне ограничителя, который

жестко соединен с колонной бурильных труб. Под действием этих ударов порода вытесняется или разрушается и происходит погружение инструмента. Этот способ бурения называется виброударным.

При вибробурении используются бурильные трубы диаметром 42, 50 и 60 мм. В качестве рабочего наконечника применяются виброзонды, которые изготавливаются из труб длиной 1,3—3 м. К нижнему концу трубы прикрепляется башмак. Верхний конец зонда имеет переходник для соединения со штангами. Зонд по всей длине имеет одну или две прорези; ширина последней тем больше, чем плотнее и вязче грунт, для слабых грунтов (супеси) ширина ее уменьшается. Прорезь служит для очистки зонда от породы. Для того чтобы не нарушить структуру взятого образца, применяются разъемные зонды-грунтоносы, а при бурении в песках — желонки.

Вибрационное бурение обеспечивает достаточно высокое качество отбираемых образцов.

ПОЛУЧЕНИЕ КЕРНА ПРИ БУРЕНИИ С ПРЯМОЙ ПРОМЫВКОЙ СКВАЖИНЫ

ОДИНАРНЫЕ КОЛОНКОВЫЕ СНАРЯДЫ

Одинарные колонковые снаряды являются стандартными средствами, с помощью которых выполняется основной объем бурения. Эти снаряды обеспечивают достаточно высокий выход керна только при бурении монолитных и малотрещиноватых пород. При бурении же трещиноватых, перемятых, перемежающихся по твердости горных пород они не обеспечивают полноценного керна как в количественном, так и в качественном отношении вследствие размыва и вымывания его из колонковой трубы.

В целях защиты керна от размыва и вымывания в полость колонкового снаряда (рис. 20, а) вставляют конусную деревянную пробку 1. Конусная пробка имеет наружный диаметр, равный внутреннему диаметру буровой коронки. В верхней и нижней частях пробки имеются направляющие шпильки 2 для центрирования ее в колонковой трубе.

При бурении конус пробки направляет поток промывочной жидкости в зазор между керном и внутренней стенкой колонковой трубы и тем самым защищает торцовую часть керна от размыва. Кроме того, деревянная пробка, всплывая, защищает керн от сжимающего усилия потока промывочной жидкости.

Применение конусной деревянной пробки при бурении промышленных песков в Томской комплексной экспедиции позволило значительно повысить выход керна и величину проходки на рейс.

Более надежная защита керна от размыва и вымывания достигается применением плавающей гильзы (рис. 20, б). Плавающая гильза 1 представляет собой цилиндр, изготовленный

из тонкого листового железа. В верхней и нижней частях гильзы имеются шпильки 2 для центрирования ее в колонковой трубе. Верхняя часть гильзы закрыта глухой крышкой 3. В нижней части гильзы закреплены керноудерживающие пружины 4. В боковой поверхности гильзы имеется отверстие, через которое из полости гильзы при заполнении ее керном вытесняется жидкость.

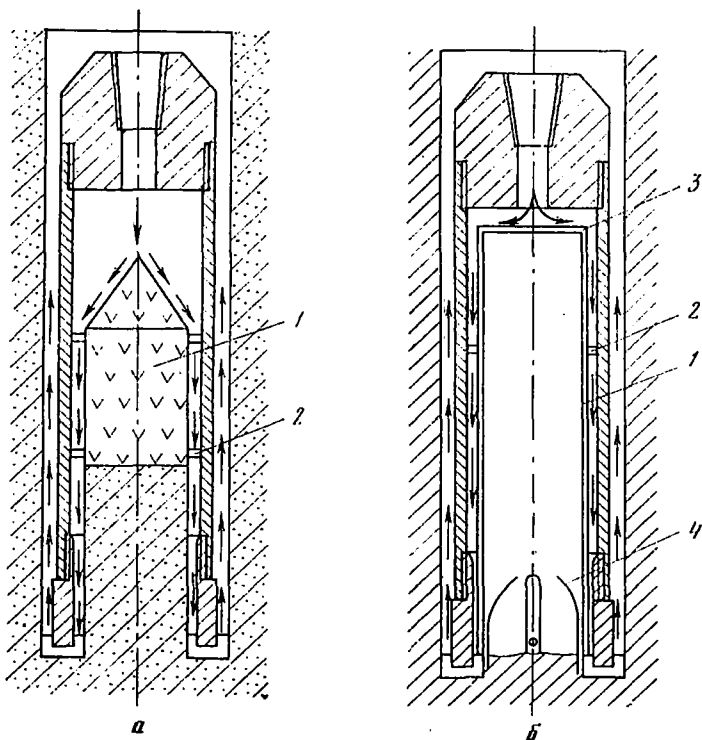


Рис. 20. Колонковые снаряды.

а — с конусной деревянной пробкой; б — с плавающей гильзой.

В процессе бурения гильза напором промывочной жидкости насаживается на керн и тем самым защищает его от размыва.

Для более надежной защиты керна от размыва гильза не должна перемещаться в осевом направлении более чем на 10 мм.

Плавающая гильза наряду с защитной керна от размыва передает сигналы на поверхность скважины о самоподклинках керна. В этом случае гильза крышкой упирается в торец колонкового переходника и перекрывает промывочный канал, в результате чего давление жидкости, закачиваемой в скважину насосом, резко возрастает. Это повышение давления и сигнализирует о самоподclinке керна.

ДВОЙНЫЕ КОЛОНКОВЫЕ СНАРЯДЫ С ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ПРИ БУРЕНИИ КЕРНОПРИЕМНОЙ ТРУБОЙ

В настоящее время известно большое количество конструкций двойных колонковых снарядов с вращающейся при бурении керноприемной трубой, различающихся по способам промывки забоя скважины до начала бурения; по удалению жидкости из керноприемной трубы во время бурения; по передаче давления на забой и способу удержания керна при подъеме. Основной недостаток двойных колонковых снарядов этого типа — вращающаяся при бурении керноприемная труба, в результате чего керн подклинивается и истирается. Вследствие этого применение снарядов данного типа с каждым годом сокращается.

Наиболее характерными из них являются снаряды конструкции К. Ф. Новака, А. А. Гребенюка и КазИМСа.

Колонковый снаряд конструкции К. Ф. Новака (рис. 21) обеспечивает промывку забоя скважины до начала бурения через керноприемную трубу, что исключает возможность засорения керна посторонними породами, а также обеспечивает вывод промывочной жидкости из керноприемной трубы во время бурения в зазор между стенками скважины и снарядом, что облегчает продвижение керна в керноприемную трубу.

Колонковый снаряд К. Ф. Новака не имеет керноудерживающего устройства, поэтому заклинка керна в коронке перед началом подъема производится всухую, т. е. без промывки.

Перед спуском в скважину колонковый снаряд подготавливают следующим образом. Золотник 3 закрепляют алюминиевой

шпилькой в ступенчатом переходнике 1, при этом золотник перекрывает каналы А и Б. Снаряд спускают в скважину без шариков 2, 4 и производят промывку забоя. Промывочная жидкость поступает к забою скважины только через керноприемную трубу 5. После окончания промывки в полость бурильных труб опускают шарики 4, 2 (первым опускают шарик 4) и включают насос. Шарики садятся в свои гнезда и перекрывают вход промывочной жидкости в керноприемную трубу. Под давлением промывочной жидкости на шарик 2 шпилька срезается, золотник 3 опускается вниз и открывает каналы А, Б. После этого

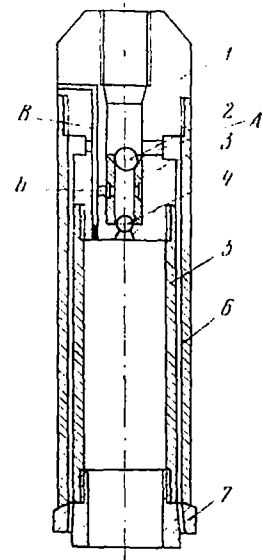


Рис. 21. Двойной колонковый снаряд конструкции К. Ф. Новака.

1 — переходник; 2, 4 — шарики; 3 — золотник; 5 — керноприемная труба; 6 — наружная труба; 7 — коронка; А, Б, В — каналы.

промывочная жидкость через канал *A* выходит в зазор между трубами и далее к забоям.

В процессе бурения промывочная жидкость у забоя скважины разделяется на два потока: основной поток идет вверх к устью скважины, второй — в керноприемную трубу. Промывочная жидкость из керноприемной трубы под давлением керна, поднимая шарик *4*, выходит через каналы *B*, *B* в зазор между стенками скважины и снарядом. Однако второй поток существует только в начале бурения. По мере поступления керна в керноприемную трубу он уменьшается, а затем совершенно прекращается, вследствие чего дальнейшее бурение сопровождается подклинками и истиранием керна. Это вызывает необходимость при бурении слабо связанных пород ограничивать величину проходки за рейс в пределах 50—70 см.

Улучшенной модификацией снарядов этого типа являются двойные колонковые снаряды ДКС-1 и ДКС-2 конструкции А. А. Гребенюка.

Принцип действия снаряда ДКС-1 (рис. 22, *a*, *b*, *в*) заключается в следующем. Колонковый снаряд спускают в скважину без шарика *3* и доводят до забоя с промывкой и вращением. Промывочная жидкость поступает к забою скважины одновременно через керноприемную трубу и зазор между трубами (см. рис. 22, *б*).

При спуске снаряда в скважину колонковая труба *6* с коронкой *10* и керноудерживающим устройством *8* висят на переходнике *5*. При этом внутренняя коронка *10* утоплена внутрь наружной на 75 мм, а керноудерживающие пружины *9* прижаты концами к оси снаряда. При установке колонкового снаряда на забой внутренняя коронка *10* опускается вниз и отжимает керноудерживающие пружины к внутренним стенкам коронки.

После промывки скважины в полость бурильных труб опускают шарик *3* и приступают к бурению. Во время бурения промывочная жидкость поступает к забою скважины только через зазор между трубами. Жидкость, находящаяся в полости керноприемной трубы, выдавливается керном через осевой и радиальные каналы в зазор между стенками скважины и снарядом (рис. 22, *a*). При бурении торец внутренней коронки *10* опережает торец наружной на 15—20 мм, что исключает возможность размыва и вымывания керна.

При подъеме колонкового снаряда на дневную поверхность внутренняя коронка поднимается вверх и освобождает керноудерживающие пружины, которые сходятся концами к оси снаряда и удерживают керн. Промывочная жидкость из полости бурильных труб сливается через каналы шпинделя и подвижного переходника *4* в зазор между трубами и далее в скважину. Это дает возможность, в случае необходимости, производить подъем снаряда с промывкой.

Снаряд ДКС-1 не имеет в дренажном канале шарика. Отсут-

ствие шарикового клапана значительно облегчает в процессе бурения продвижение керна в керноприемную трубу.

Колонковый снаряд ДКС-1 перед спуском в скважину требует тщательной очистки забоя от шлама. При наличии шлама

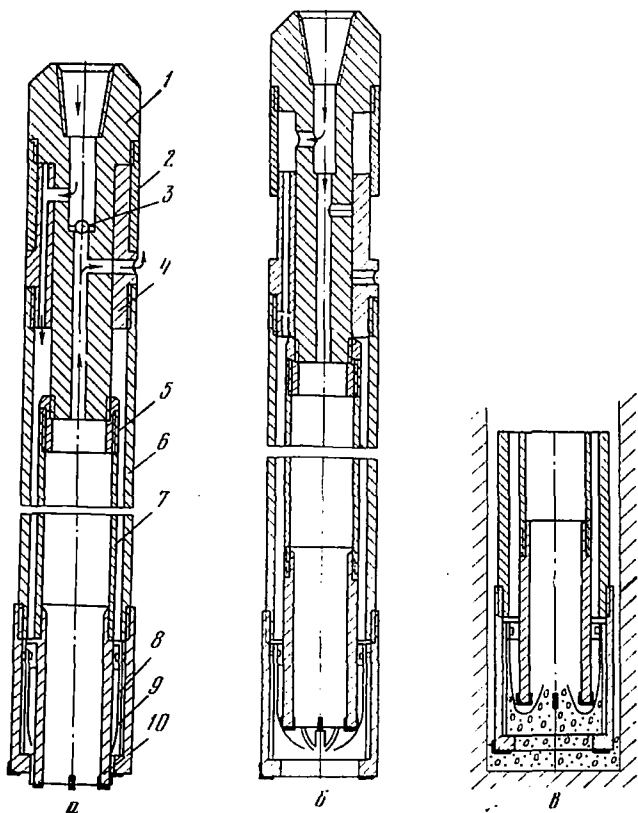


Рис. 22. Двойной колонковый снаряд ДКС-1 А. А. Гребенюка:
 1, 5 — переходники; 2 — цилиндр; 3 — шарик; 4 — подвижный переходник; 6 — наружная труба; 7 — керноприемная труба; 8 — керноудерживающее устройство; 9 — керноудерживающие пружины; 10 — внутренняя коронка.

открытые кернозахватывающие пружины упираются в шлам, загибаются внутрь и срезаются продвигающейся к забою внутренней коронкой (см. рис. 22, в).

Этот недостаток устранен в колонковом снаряде ДКС-2 (рис. 23, а и б), который отличается от снаряда ДКС-1 наличием запорного механизма, исключающего возможность поломки кернозахватывающих пружин.

Запорный механизм в этом снаряде работает следующим образом. При спуске колонкового снаряда в скважину переходник 5 с колонковой трубой 10 и коронкой 14 удерживаются в

верхнем крайнем положении шариком 6, прижатым в кольцевую полусферическую выточку переходника 5 подпружиненным золотником 4. При этом кернозахватывающие пружины 12 находятся в зазоре между коронками 13, 14 (рис. 23, а). Это исключает возможность поломки кернозахватывающих пружин при постановке снаряда на неочищенный от шлама забой, а также при расхаживании снаряда во время бурения.

Для подъема керна останавливают вращение снаряда, в полость бурильных труб опускают шарик 15 и начинают промывку. Шарик садится в гнездо золотника 4, и золотник под напором промывочной жидкости опускается, сжимая пружину 7. При этом открываются радиальные каналы на шпинделе 2, и жидкость поступает в зазор между цилиндром 3 и шпинделем 2, стремясь вытолкнуть переходник 5 с колонковой трубой 10 и коронкой 14 из цилиндра 3 вниз. Но так как снаряд прижат к забою весом колонны бурильных труб, то давление в насосе начнет резко повышаться. Шарик 6 в это время западает во впадину золотника 4 и размыкает переходник 5 (рис. 23, б).

Как только давление жидкости резко повысится, снаряд приподнимают над забоем на 6—7 см, при этом давление в насосе резко падает и из скважины начинает изливаться жидкость. Это указывает на то, что кернозахватывающие пружины 12 освободились и перекрыли торцовую часть коронки 13, которая поднимается вверх относительно наружной. После этого производят подъем снаряда на поверхность.

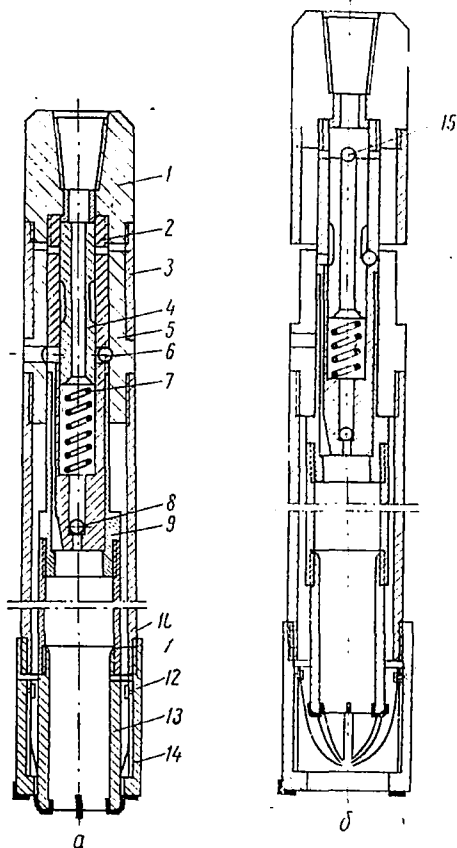


Рис. 23. Двойной колонковый снаряд ДКС-2.

а — при спуске; б — при подъеме. 1, 9 — переходники; 2 — шпиндель; 3 — цилиндр; 4 — золотник; 5 — подвижный переходник; 6 — шарик-фиксатор; 7 — пружина; 8 — шарик; 10 — наружная труба; 12 — керноудерживающие пружины; 13 — внутренняя коронка; 14 — наружная коронка; 15 — шарик.

В случае необходимости подъем можно производить с вращением снаряда и промывкой, не опасаясь потери керна. Промывочная жидкость в этом случае пойдет через радиальные каналы шпинделя 2 в зазор между стенками скважины и переходником 1. Эти же каналы служат для слива жидкости из полости бурильных труб при подъеме.

Таким образом, запорный механизм обеспечивает:

1. Удержание кернозахватывающих пружин в зазоре между коронками при спуске снаряда в скважину и бурении, что исключает возможность поломки керноудерживающих пружин.

2. Освобождение кернозахватывающих пружин из зазора между коронками для удержания керна при подъеме.

3. Контроль момента захвата керна по манометру насоса и выходу промывочной жидкости из скважины.

4. Защиту керна от выдавливания из керноприемной трубы столбом жидкости, находящейся в полости бурильных труб, при подъеме и слив ее в скважину.

5. Подъем керна с вращением снаряда и промывкой.

Снаряд ДКС-2 диаметром 89 мм применялся в 1950—1951 гг. в Байдаевской геологоразведочной партии треста Кузбассуглегеология при бурении трещиноватых угольных пластов. Применение снаряда позволило повысить выход угольного керна с 37 до 60%. При этом лучшие результаты выхода керна обеспечивались при следующем режиме бурения: скорость вращения колонкового снаряда 75—120 об/мин; осевая нагрузка на коронку — 500—600 кгс; количество промывочной жидкости, подаваемой в скважину, 80—120 л/мин; проходка на рейс 60—70 см.

Основой двойного колонкового снаряда дробового бурения ДКСД-1 конструкции КазИМСа (рис. 24) является дробовая коронка 11 (см. рис. 12, д) и керноудерживающее устройство 8, 9 10 (см. рис. 8, е) [17].

Сущность работы снаряда заключается в следующем. Снаряд опускают в скважину и устанавливают на забой с обиль-

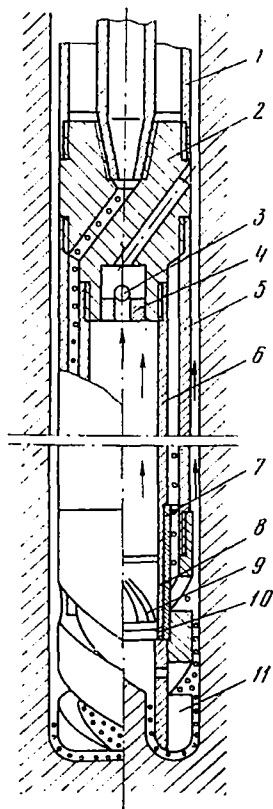


Рис. 24. Двойной колонковый снаряд дробового бурения ДКСД-1 конструкции КазИМСа.

1 — шламовая труба; 2 — переходник; 3 — шарик; 4 — гнездо; 5 — наружная труба; 6 — керноприемная труба; 7 — патрубок; 8 — корпус кернодержателя; 9 — пружина; 10 — кольцо; 11 — дробовая коронка.

ной промывкой и вращением. После установки снаряда на забой приступают к подаче дробы и бурению. Дробь на забой подается через полость бурильных труб с помощью дробопитателя или вручную.

При бурении дробь и промывочная жидкость поступают в зазор между трубами и выходят через два окна дробовой коронки в скважину. Здесь дробь винтовыми вырезами затягивается под торец коронки.

При такой конструкции коронки исключается действие потока промывочной жидкости и дробы на керн и возможность переизмельчения керна.

В процессе бурения керноудерживающее устройство не вращается. Жидкость из керноприемной трубы вытесняется в наклонный канал, приподнимая шарик, и выходит в скважину.

Снаряд ДКСД-1 испытывался в Северо-Западной ГРП Восточно-Казахстанского геологического управления. Бурение производилось на следующем режиме: скорость вращения снаряда 152 об/мин, осевое усилие на дробовую коронку 650—700 кгс, количество промывочной жидкости 50—60 л/мин. В качестве промывочной жидкости применялся глинистый раствор нормального качества. Питание забоя скважины производилось чугушной дробью диаметром 3 мм через полость бурильных труб порциями по 1,5 кг через каждые 30 мин. Данные выхода керна приведены в табл. 4.

Таблица 4

№ скважины	Количество рейсов	Пробурено, м	Поднято керна		Угол наклона скважины, градус	Характеристика керна	Выход керна по данным породам при бурении обычными средствами, %
			м	%			
138	11	6,55	3,80	58	57	Керн раздроблен на кусочки различной формы размером 1—4 см. Кремнистые алевролиты с богато вкрапленной рудой, трещиноватые до дроблености, X категории буримости	36
130	4	2,10	1,20	54	51	Керн раздроблен. Минерализованные кварциты XI категории буримости	Сделано 7 рейсов, керн не поднят 25
135	5	3,65	2,26	62	46	Керн раздроблен до щебенки. Кремнистый алевролит XI категории буримости	

При испытании колонкового снаряда ДКСД-1 выявлены следующие недостатки: при подъеме колонкового снаряда в скважине часто остается «пенек» керна высотой 5—15 см вслед-

стве отдаленности от забоя керноудерживающих пружин; керноудерживающие пружины не срывают монолитный керн с забоя.

Однако, несмотря на указанные недостатки и бурение ограниченными рейсами, средний выход керна по 20 рейсам равен 57%, в то время как при бурении обычными средствами в этих условиях выход керна составляет всего 21,5%.

ДВОЙНЫЕ КОЛОНКОВЫЕ СНАРЯДЫ С НЕ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ПРИ БУРЕНИИ КЕРНОПРИЕМНОЙ ТРУБОЙ ТИПА ШТАМП

Эти снаряды [11, 50] предназначаются для бурения мягких и легко размываемых пород и полезных ископаемых. Из них наиболее известны снаряды конструкции С. Е. Алексеенко, И. Б. Булнаева и А. А. Гребенюка.

Двойной колонковый снаряд конструкции С. Е. Алексеенко (рис. 25) состоит из наружного (3, 15, 19) и внутреннего (6, 7, 10, 11, 12, 16, 20) взаимно подвижных в осевом направлении узлов, соединенных пустотелым шпинделем 4. Взаимное осевое перемещение узлов позволяет удерживать при бурении кернозахватывающие пружины 18 в зазоре между коронкой 19 и штампом 20 и освобождать их при подъеме снаряда для удержания керна. Осевое перемещение узлов и крутящий момент коронке 19 обеспечиваются выступами шпинделя 4 и пазами переходника 3.

Колонковый снаряд работает следующим образом. Снаряд соединяют с колонной бурильных труб при помощи переходника 1 и спускают в скважину. При спуске снаряда наружный узел находится в нижнем крайнем положении и висит на переходнике 5, а керноудерживающие пружины 18 занимают свое естественное положение, т. е. прижаты концами к оси снаряда. Снаряд доводят до забоя скважины с обильной промывкой. Промывочная жидкость поступает к забою только через зазор между трубами. При установке колонкового снаряда на забой штамп 20 продвигается к забою и отжимает пружины 18 к внутренним стенкам коронки 19.

В процессе бурения основную работу по разрушению породы забоя выполняет коронка 19, а штамп 20 только вдавливается в породу действием осевой нагрузки. При этом торец штампа опережает торец коронки на 3—5 мм в зависимости от твердости пород. Опережение штампа автоматически регулируется пружиной 6. Этим достигается полная изоляция керна от размыва.

Во время бурения керн поступает в разъемную гильзу 17, а жидкость из пространства над керном выдавливается через канал штока в полость патрубка 7, откуда поступает в каналы переходника 5, шпинделя 4 и выходит в скважину через радиальный канал переходника 3.

При подъеме колонкового снаряда внутренний узел (4, 5, 7, 10, 11, 12, 16, 20) поднимается вверх и штамп 20 освобождает

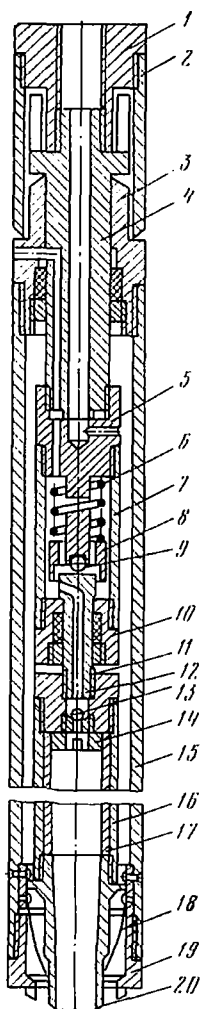


Рис. 25. Двойной колонковый снаряд конструкции С. Е. Алексеенко.

1, 5, 10, 12 — переходники; 2 — цилиндр; 3 — подвижный переходник; 4 — шпindel; 6 — пружина; 7 — патрубок; 8 — подпятник; 9 — шарик; 11 — винт; 13 — шарик; 14 — головка гильзы; 15 — наружная труба; 16 — внутренняя труба; 17 — гильза; 18 — керноудерживатель; 19 — коронка; 20 — коронка-штамп.

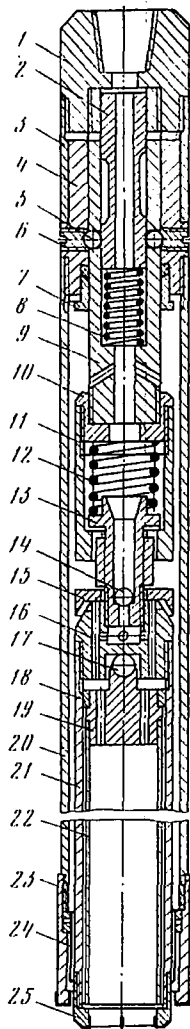


Рис. 26. Двойной колонковый снаряд ДКС-3 конструкции А. А. Гребенюка.

1, 10, 16 — переходники; 2 — золотник; 3 — цилиндр; 4 — подвижный переходник; 5 — шарик-фиксатор; 6 — пробка; 7 — втулка; 8 — пружина; 9 — шарик-фиксатор; 11 — корпус; 12 — пружина; 13 — шток; 14 — шарик; 15 — колпачок; 17 — шаровая опора; 18 — шайба; 19 — головка; 20 — наружная труба; 21 — внутренняя труба; 22 — керноприемная труба; 23 — наружная коронка; 24 — кернорватель; 25 — внутренняя коронка.

пружины 18, которые сжимаются концами к оси снаряда и удерживают керн при подъеме. Керн из керноприемной трубы извлекается вместе с разъемной гильзой, что обеспечивает сохранность его естественной структуры.

Основным преимуществом наряда С. Е. Алексеенко является надежная защита керна от размыва и истирания.

Однако эта конструкция не лишена недостатков. Так, штамп не продавливает твердые слои пород, встречающиеся в рейсе бурения; низкая механическая скорость бурения, которая практически зависит только от величины осевой нагрузки на коронку-штамп и не зависит от скорости вращения снаряда. При наличии в скважине шлама или обломков керна наблюдались случаи срезания керноудерживающих пружин штампом во время установки колонкового снаряда на забой.

Несмотря на эти недостатки колонковый снаряд конструкции С. Е. Алексеенко успешно применяется в Донбассе при бурении слабых угольных пластов.

Двойной колонковый снаряд И. Б. Булнаева по принципу действия подобен снаряду С. Е. Алексеенко, но по сравнению с последним конструкция его несколько упрощена.

Колонковый снаряд И. Б. Булнаева имеет те же положительные качества и недостатки, что и снаряд конструкции С. Е. Алексеенко.

Двойной колонковый снаряд ДКС-3 конструкции А. А. Гребенюка (рис. 26) предназначен для бурения угольных пластов и других горных пород, содержащих более твердые слои пород. Он отличается от ранее описанных конструкций вращающейся при бурении подпружиненной внутренней трубой 21, дополненной невращающейся керноприемной трубой 22.

Колонковый снаряд работает следующим образом. Снаряд опускают в скважину без шарика 14 и производят промывку. Промывочная жидкость поступает к забою скважины одновременно через керноприемную гильзу 22 и зазор между трубами. После промывки скважины через полость бурильных труб опускают шарик 14, который доходит до гнезда штока 13 и перекрывает вход промывочной жидкости в керноприемную трубу 22.

При спуске колонкового снаряда в скважину переходник 4, наружная труба 20 и наружная коронка 23 висят на шариках 5, а керноудерживающие пружины 24 находятся в зазоре между наружной коронкой 23 и внутренней трубой 21. При этом торец внутренней коронки 25 выступает на 40 мм по отношению к торцу наружной коронки 23.

При постановке колонкового снаряда на забой внутренняя коронка 25 вместе с трубой 21, переходником 16 и штоком 13 под действием веса бурового снаряда вдавливается внутрь снаряда на 30 мм, сжимая пружину 12, до упора колпачка 15 в торец корпуса 11. В сжатом состоянии торец внутренней коронки выступает над торцом наружной на 10 мм.

В процессе бурения внутренняя коронка 25 с трубой 21 вращается, а керноприемная труба 22 не вращается, неподвижность ее обеспечивается шаровой опорой 17. При этом торец внутренней коронки опережает торец наружной в зависимости от твердости пород на 10—30 мм. Опережение торца внутренней коронки регулируется автоматически пружиной 12. Это обеспечивает разбуривание твердых слоев пород и защиту керна от размыва.

Крутящий момент наружной коронке передается через выступы шпинделя 9 и пазы переходника 4, а внутренней коронке — через выступы штока 13 и пазы корпуса-амортизатора 11.

По мере заполнения керноприемной гильзы керном жидкость из пространства над керном выходит через каналы головки 19 и переходника 16 в зазор между колпачком 15 и конусом переходника 16 и далее в межтрубный зазор.

Заклинка керна перед началом подъема снаряда производится так же, как и при работе колонковым снарядом ДКС-2.

Снаряд ДКС-3 проходил испытания в Байдаевской ГРП треста Кузбассуглегеология при бурении угольных пластов простого и сложного строения (с прослойками пород).

Бурение снарядом диаметром 73 мм осуществлялось на следующих режимах: скорость вращения 75 об/мин, количество промывочной жидкости до 180 л/мин, осевая нагрузка на коронку по углю до 400 кгс, по прослоям пород — до 600 кгс.

Т а б л и ц а 5

Глубина бурения, м	Строение пластов угля	Количество рейсов	Величина проходки на рейс, м	Механическая скорость бурения, см/мин	Выход керна, %	Структура керна
321—596	Без прослоев породы	15	0,6—1,05	15—24	91—96	В нижней части керна перемят и со следом прижога То же
231—605	С прослойками пород от 1 до 3	13	0,65—0,95	9—18	80—85	

Результаты работы колонкового снаряда приведены в табл. 5.

Как видно из табл. 5 колонковый снаряд обеспечивает достаточно высокую механическую скорость бурения и большой процент выхода керна, но керна в нижней части сильно деформированы.

Причиной деформации керна являлось зашламовывание зазора между керноприемной гильзой 22 и внутренней трубой 21, что приводило к вращению гильзы и истиранию керна.

С целью создания разрежения в керноприемной трубе и более эффективного разбуривания прослоев твердых пород авто-

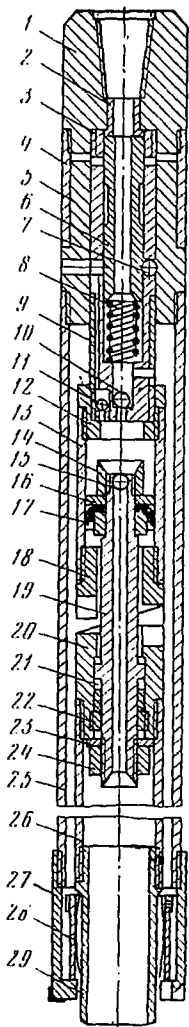


Рис. 27. Двойной колонковый снаряд ДКС-4 конструкции А. А. Гребенюка.

- 1, 12 — переходники; 2 — втулка; 3 — шпindelь; 4 — цилиндр; 5 — подвижный переходник; 6 — золотник; 7 — шарик-фиксатор; 8 — пружина; 9 — втулка; 10, 11, 15 — шарики; 13 — цилиндр; 14 — гнездо; 16 — поршень; 17 — манжета; 18 — боек; 19 — шток; 20 — наголовник; 21 — втулка; 22 — винт; 23 — шайба; 24 — гайка; 25 — наружная труба; 26 — керноприемная труба; 27 — наружная коронка; 28 — кернорватель; 29 — штамп.

ром был разработан поршневой колонковый снаряд ударно-вращательного действия ДКС-4.

Колонковый снаряд ДКС-4 (рис. 27) состоит из двух основных узлов: вращающегося и невращающегося.

Вращающийся узел состоит из штока 19 с поршнем 16, бойка 18 с левым винтовым скосом, цилиндра 13, шпинделя 3, переходников 5 и 1, колонковой трубы 25 и коронки 27.

Невращающийся узел состоит из штампа 29, керноприемной трубы 26 и наголовника 20, имеющего левый винтовой скос.

Полый шток 19, уплотненный сальником, вращается в наголовнике 20. На верхней части штока закреплен поршень, который вращается вместе с цилиндром 13 и бойком 18.

Боек 18, вращаясь, скользит по винтовому скосу наголовника 20, поднимая цилиндр 13 на 20 мм. Затем под действием веса бурового снаряда боек 18 падает по срезу вниз на 20 мм, ударяя по наголовнику 20. Под действием удара штамп 29 внедряется в породу. За один оборот колонкового снаряда совершается один удар и один цикл работы насоса (поршня).

Во время перемещения бойка вверх происходит засасывание промывочной жидкости из керноприемной трубы 26 в цилиндр 13 через шарик 15. При падении бойка вниз поршень выталкивает жидкость из цилиндра через шарик 11 в канал шпинделя 3 и далее в скважину.

Таким образом, автоматическое расхождение поршня и удары по наголовнику обеспечивают засасывание керна в керноприемную трубу и ускоряют процесс прохода твердых прослоев пород.

Колонковый снаряд спускают в скважину без шариков 10 и 15, включают насос и производят промывку скважины. Промывочная жидкость поступает к забою одновременно через керноприемную трубу и зазор между трубами.

После промывки скважины через бурильные трубы опускают вначале шарик 15, за ним шарик 10 и приступают к бурению.

Бурение ведется на следующем режиме: скорость вращения колонкового снаряда 75 об/мин, количество промывочной жидкости до 200 л/мин, осевая нагрузка на коронку диаметром 75 мм до 150 кгс.

Торец штампа должен выступать над торцом коронки на 2—3 мм.

Операции по заклинке керна производятся так же, как при работе снарядом ДКС-2.

Результаты работы снаряда ДКС-4 приведены в табл. 6.

Таблица 6

Глубина бурения, м	Строение пластов угля	Количество рейсов	Величина проходки на рейс, м	Механическая скорость бурения, см/мин	Средний выход керна, %	Структура керна
152—624	Без прослоев породы	7	0,6—1,4	25—34	94	Раздробленная
174—585	С прослоями пород от 2 до 4	12	0,5—1,3	17—26	92	То же

ДВОЙНЫЕ КОЛОНКОВЫЕ СНАРЯДЫ С ОДНОЙ БУРОВОЙ КОРОНКОЙ И НЕ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ПРИ БУРЕНИИ КЕРНОПРИЕМНОЙ ТРУБОЙ

Снаряды этого типа применяются для бурения самых различных по физико-механическим свойствам горных пород и полезных ископаемых. Наибольший практический интерес представляют снаряды конструкции А. А. Гребенюка, Томского политехнического института и Казахского научно-исследовательского института минерального сырья [18, 19].

Двойной колонковый снаряд ДКС9—89 конструкции А. А. Гребенюка (рис. 28) состоит из наружного 6, 10, 24 и внутреннего 13, 15, 18, 21, 23 взаимно подвижных в осевом направлении узлов, соединенных шпинделем 3, керноудерживающего 22 и запорного 5, 7, 8 механизмов.

Подвижность узлов в осевом направлении и передача крутящего момента буровой коронке 24 осуществляется выступами шпинделя 3 и пазами переходника 6.

Запорный механизм выполняет следующие функции.

1. При спуске колонкового снаряда в скважину шарик 7 удерживает наружный узел в верхнем крайнем положении. При этом керноудерживающие пружины 22 находятся в зазоре между стаканом 23 и буровой коронкой 24, что исключает возможность поломки керноудерживающих пружин при постановке снаряда на забой.

2. При подъеме колонкового снаряда шарик 7 освобождает наружный узел, который занимает крайнее нижнее положение, и освобождает пружина 22 для удержания керна.

3. Обеспечивает слив промывочной жидкости из полости бурильных труб при подъеме и защиту керна от выдавливания жидкостью из керноприемной трубы.

Шпиндель 3 имеет продольный паз, закрытый гильзой 9, через который во время бурения выходит жидкость из керноприемной гильзы 20.

Внутренняя труба 21 с приемным стаканом 23 и регулируемым винтом 15 подвешена к переходнику 13 и в процессе бурения не вращается. Неподвижность обеспечивается шаровой пятой 14, которая воспринимает осевую нагрузку при вхождении керна в керноприемную гильзу.

Керн из внутренней трубы извлекается вместе с разъемной гильзой, что позволяет сохранять естественную структуру керна.

Колонковый снаряд ДКС9-89 проходил испытания в ряде геологоразведочных партий треста Кузбассуглегеология. Данные о работе снаряда приведены в табл. 7.

Т а б л и ц а 7

Интервал бурения, м	Количество рейсов	Пробурено, м	Поднято керна, м	Средний выход керна, %	Выход керна до применения ДКС9-89, %
Глушинская ГРП					
24—830	21	24,30	24,30	100,0	73,0
Левобережная ГРП					
57—287	17	19,30	18,10	91,0	68,0
Беловская ГРП					
564—746	16	14,35	13,97	97,0	75,0
Тутуясская ГРП					
24,5—287,3	41	57,85	54,53	94,0	67,0
Байдаевская ГРП					
239—1057	93	134,50	123,74	92,0	59,0
41—147,5	13	19,05	17,35	92,2	57,5

В Байдаевской геологоразведочной партии бурение в основном производилось в угольных пластах сложного геологического строения, содержащих до семи прослоев пород.

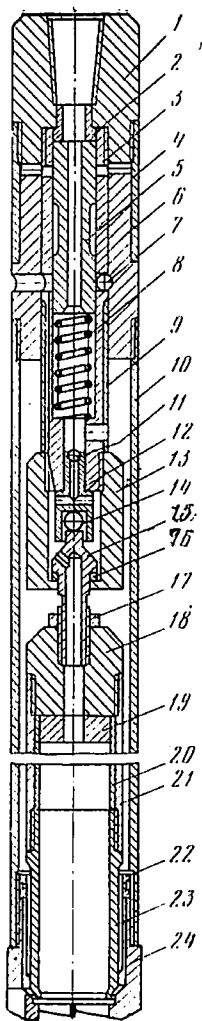


Рис. 28. Двойной колонковый снаряд ДКС9-89 конструкции А. А. Гребенюка.

1, 6, 13 — переходники; 2 — втулка; 3 — шпindel; 4 — цилиндр; 5 — золотник; 7 — шарик-фиксатор; 8 — пружина; 9 — гильза; 10 — внешняя труба; 11 — шарик; 12 — подпятник; 14 — шаровая опора; 15 — винт; 16 — шайба; 17 — гайка; 19 — головка гильзы; 20 — гильза; 21 — внутренняя труба; 22 — керноудерживатель; 23 — кернопримный стакан; 24 — кодонка.

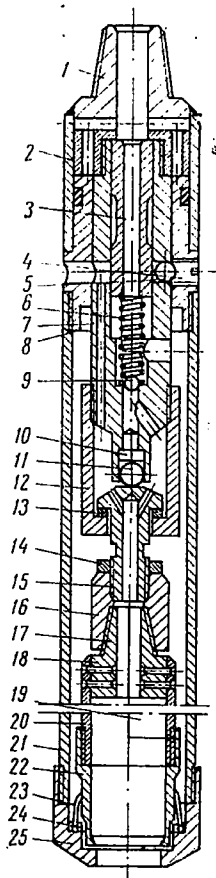


Рис. 29. Двойной колонковый снаряд ДКС-2-ТПИ.

1, 16 — переходники; 2 — цилиндр; 3 — золотник; 4 — пробка; 5, 9 — шарик; 6 — пружина; 7 — шпindel; 8 — подвижный переходник; 10 — подпятник; 11 — шаровая опора; 12 — коплус; 13 — шайба; 14 — гайка; 15 — винт; 17, 18 — разъемный переходник; 19, 20 — разъемная кернопримная труба; 21 — наружная труба; 22 — стакан; 23 — кернорватель; 24 — корпус кернорвателя; 25 — кодонка.

Угольные пласты бурились на форсированных режимах (скорость вращения снаряда до 300 об/мин, количество промывочной жидкости до 200 л/мин, осевая нагрузка на коронку до 1000 кгс). Механическая скорость бурения по угольным пластам различной механической прочности колебалась от 18 до 40 см/мин.

Недостатком этого снаряда является отсутствие фиксирования подвижных узлов в раздвинутом состоянии, что приводит при подъеме в наклонных скважинах к замыканию этих узлов и выпадению керна, и плохой срыв с забоя монолитного керна.

Двойной колонковый снаряд ДКС-2-ТПИ (рис. 29) конструкции Томского политехнического института (авторы А. Гребенюк, С. Сулакшин, В. Рожков, В. Храменков и В. Бабуров) представляет собой усовершенствованный снаряд ДКС9-89. Основные отличительные особенности его следующие.

1. Наружный 8, 21, 25 и внутренний 7, 12, 15, 19 и 20 узлы фиксируются шариком 5 в двух положениях: сдвинутом при спуске и бурении и раздвинутом при срыве керна и подъеме. Фиксирование снаряда в раздвинутом положении производится за счет удержания шарика 5 подпружиненным золотником 3 в кольцевой полусферической выточке переходника 8. Это исключает возможность сдвига узлов при подъеме в наклонных скважинах и позволяет ставить снаряд на забой скважины после срыва керна и в случае необходимости поднимать керн с промывкой и вращением снаряда.

2. Монолитный керн хорошо срывается с забоя и надежно удерживается при подъеме секторным кернорвателем, который состоит из пластинчатых стальных секторов, установленных в специальные гнезда-кольца. Кернорватель в процессе бурения не вращается.

3. Керн легко извлекается с сохранением полученной при бурении структуры, что обеспечивается особой конструкцией керноприемной трубы. Керноприемная труба состоит из двух полуцилиндров 19 и 20, соединенных стаканом 22 и разрезным наголовником 17 и 18 с конусной наружной резьбой, обеспечивающей плотное соединение полуцилиндров и легкость разъединения их при извлечении керна.

4. Колонковая труба 21 соединена с переходником 8 правой

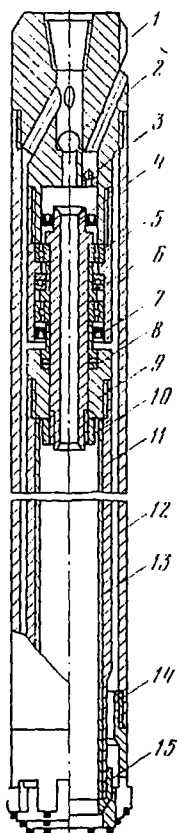


Рис. 30. Двойной колонковый снаряд КазИМСа.

1, 9 — переходники; 2, 3 — шарик; 4 — шпindel; 5 — подшипник; 6 — корпус; 7 — сальник; 8 — шайба; 10 — гайка; 11 — керноприемная труба; 12 — наружная труба; 13 — керноприемная гильза; 14 — буровая коронка; 15 — стакан.

ленточной резьбой (две нитки на 25,4 мм), что дает возможность в случае прихвата коронки в скважине легко отсоединить снаряд от колонковой трубы.

Колонковый снаряд ДКС-2-ТПИ широко применяется в Кузбассе при бурении угольных пластов простого и сложного геологического строения.

Двойные колонковые снаряды типа ДКС конструкции КазИМСа предназначены для бурения мягких и пластичных пород и полезных ископаемых (углей, бокситов и др.).

Устройство снаряда типа ДКС показано на рис. 30. В данном снаряде керноприемная труба *11* в процессе бурения не вращается за счет малого трения в подшипниках качения *5* и трения о керн. Внутри керноприемной трубы установлена тонкостенная разрезная гильза, предназначенная для сохранения структуры керна при его извлечении. Регулировка керноприемной трубы в осевом направлении осуществляется шайбами *8*.

Керноприемная труба может изготавливаться как из труб геологоразведочного сортамента, так и из тонкостенных труб ГОСТ 8734—58. Тонкостенные трубы используются чаще, так как позволяют значительно уменьшить ширину торца буровой коронки.

Снаряд имеет шарик *2*, который опускается в полость бурильных труб после промывки скважины через керноприемную трубу.

В зависимости от физико-механических свойств горных пород со снарядом ДКС применяется керноудерживатель типа штамп *15* или цанговый кернорватель.

Буровая коронка (рис. 31) имеет ступенчатую форму и боковые окна для выхода промывочной жидкости во внешнее кольцевое пространство. Коронка армируется призматическими резцами размером $3 \times 3 \times 10$ мм и имеет два различных размера по внутреннему диаметру. Коронка с меньшим внутренним диаметром применяется с керноприемной трубой из труб геологоразведочного сортамента, а с большим диаметром — с тонкостенной керноприемной трубой.

Основные размеры коронок приведены в табл. 8, а снарядов ДКС — в табл. 9.

Снаряд ДКС с керноудерживателем типа штамп предназначен для бурения бокситов. При бурении данным снарядом штам

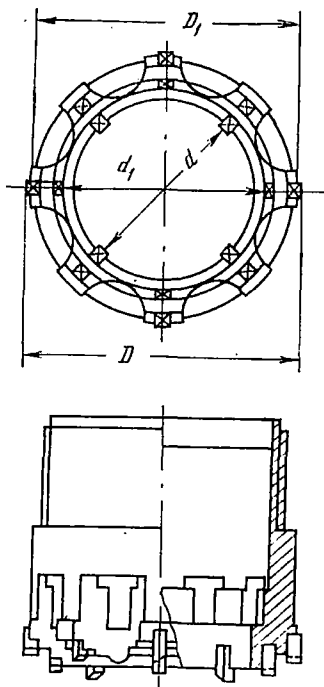


Рис. 31. Буровая коронка.

Таблица 8

Диаметр коронки, D , мм	D_1 , мм	d_1 , мм	d , мм
112	108	78 и 85	76 и 73
93	89	62 и 66	60 и 64
76	73	46 и 52	44 и 50
59	57	34 и 38	32 и 36

Таблица 9

Показатели	Шифр снаряда			
	ДКС-108	ДКС-39	ДКС-73	ДКС-57
Диаметр наружной трубы:				
наружный	108	89	73	57
внутренний	99,5	81	65,5	49,5
Диаметр керноприемной трубы из труб геологоразведочного сортамента:				
наружный	89	73	57	44
внутренний	81	65,5	49,5	37
Длина керноприемной трубы	3000—4500			
Диаметр керноприемной трубы из труб ГОСТ 8734—58:				
наружный	95	75	60	45
внутренний	90	70	56	42
Длина керноприемной трубы	3000—4500			
Диаметр керноприемной гильзы:				
наружный	90	70	56	42
внутренний	88	68	54	40
Диаметр буровой коронки:				
наружный	112	93	96	59
внутренний	78 и 85	62 и 66	46 и 52	34—38
Внутренний диаметр штампа	75 и 82	59 и 63	43 и 49	31—35

Примечание. Все размеры даны в мм.

срезает кромки керна, выбуренного буровой коронкой, и в керноприемную трубу поступает чистый (незагрязненный) керн, в то время как при бурении обычными колонковыми снарядами керн насыщается глинистым раствором, в результате чего искажается его вещественный состав.

Снаряд ДКС с цанговым кернорвателем предназначен для бурения углей как простого, так и сложного строения (с прослоями пород).

При хорошо увязанном геологическом разрезе и небольшой мощности угольного пласта (не более 1,5 м) снаряд ДКС можно спускать в скважину заранее до встречи угольного пласта и бурить при этом одним рейсом кровлю, угольный пласт и почву.

Технология бурения снарядами типа ДКС приведена в табл. 10.

Таблица 10

Тип снаряда	Осевая нагрузка на забой, кгс	Скорость вращения снаряда, об/мин	Количество промывочной жидкости, л/мин	
			вода	глинистый раствор

Бурение бокситов

ДКС-108	600—800	70—180	80—90	70—80
ДКС-89	400—600	70—180	70—80	65—75
ДКС-73	300—400	70—180	60—70	55—65
ДКС-57	200—300	70—180	50—60	45—55

Бурение углей

ДКС-108	400—900	70—180	70—80	65—75
ДКС-89	200—600	70—280	60—70	55—65
ДКС-73	150—400	130—280	50—60	45—55
ДКС-57	100—350	130—280	40—50	35—45

Меньшие значения осевых нагрузок и скоростей вращения снаряда, указанные в табл. 10, относятся к слабым углям и бокситам.

КОЛОНКОВЫЙ СНАРЯД С ЭЛАСТИЧНОЙ КЕРНОПРИЕМНОЙ ГИЛЬЗОЙ

Колонковый снаряд с эластичной керноприемной гильзой предназначен для бурения алмазами сыпучих, рыхлых, слабо сцементированных и рассланцованных горных пород и полезных ископаемых [2].

Он имеет гидравлическую подачу, автоматически поддерживающую постоянное давление на забое. Этот же механизм втягивает эластичную гильзу вместе с керном во внутреннюю трубу. Эластичная гильза действует как цилиндрический транспортер, втягивая керн во внутреннюю трубу по мере его образования. В связи с тем, что диаметр гильзы в свободном состоянии меньше, чем диаметр керна, керн обжимается, что исключает возможность заклинивания его во внутренней трубе.

Перед началом работы колонковый снаряд соединяют с буровыми трубами и спускают в скважину. При этом снаряд висит на шпонках ведущей штанги, а внутренняя труба с пробкой — на верхнем и нижнем подхватах.

Внутренняя труба в верхней части предохраняется от продольного перемещения вверх защелкой, которая предотвращает стягивание эластичной гильзы с наружной поверхности трубы во время спуска колонкового снаряда в скважину. Когда снаряд спущен в скважину, начинают промывку и вращение, а в случае необходимости — и разбуривание стенок скважины.

Месторожде- ние	Количество рейфов	Общая про- ходка	Общий выход керн		Глубина буре- ния, м	Тип породы	Результаты
			м	%			
Техас	1	3,6	3,3	92	717	Разрушенные известняки	Проходятся успешно стандартными снарядами с алмазной коронкой
Миссисипи	1	5,2	3,6	86	3240	Сланцы	То же
Арканзас	1	3,0	3,0	100	838	Рыхлые породы	Поднято несколько мягких слоев мощностью 2,5—7,5 см, которые обычными снарядами не поднимались
Миссисипи	1	5,7	3,6	63	1440	Сланцы	Керн обычным снарядами не поднимали
Техас	16	45,9	43,2	94	517	Пески и сланцы	Можно бурить стандартной трубой, но выход керн в мягких породах был меньше
Оклахома	1	4,8	4,5	94	1297	Пески	Керн стандартной трубой не получали
Восточная Венесуэла	19	134,0	102,0	82	1092	Пески и сланцы	Стандартной трубой получали плохой выход керн
Западная Венесуэла	10	33,0	31,8	96	175	Битуминозный песчаник и глины	Стандартной трубой не поднимали, за исключением глины
Техас	4	23,4	20,7	88	723	Рыхлые пески и сланцы	Стандартной трубой керн не поднимали

При установлении колонкового снаряда на забой скважины в полость бурильных труб опускают разъединительную пробку, которая промывочной жидкостью доставляется до гнезда во внутренней трубе. Когда пробка окажется в гнезде, что хорошо контролируется повышением давления промывочной жидкости, защелка раскроется и ведущая штанга по шпоночному пазу ведомой муфты опустится на 60 см. Тормоз буровой лебедки закрепляют, и снаряд вращают.

В процессе бурения давление на буровую коронку поддерживается за счет перепада давления жидкости между насадками и полностью ведомой муфты. При этом колонна бурильных труб находится в подвешенном состоянии, а вместе с ней в подвешенном состоянии находится и ведущая штанга, которая передает вращение буровому снаряду.

По мере внедрения буровой коронки в породу эластичная гильза, прикрепленная к пробке, обжимая керн, втягивается во внутреннюю трубу. Эта труба и связанная с ней пробка в это время висят на верхнем подхвате.

В процессе бурения внутренняя труба и пробка не вращаются, так как сила сцепления с керном значительно превышает силу трения в шарикоподшипниках.

Когда колонковый снаряд углубится в породу на 60 см и повиснет на шпонках ведущей штанги, что контролируется увеличением нагрузки на крюке, вращение прекращают и колонну бурильных труб спускают вниз на 60 см до упора ведущей штанги в ведомую муфту. В это время верхний подхват опускается вниз вместе с ведущей штангой. Нижний подхват удерживает трубу от движения вниз. Таким образом исключается возможность сжатия керна внутренней трубой во время бурения.

Колонковый снаряд с эластичной гильзой рассчитан на проходку за рейс до 6 м. Результаты работы снаряда приведены в табл. 11.

При испытании колонкового снаряда были случаи выпадания сыпучего керна и разрыва эластичной гильзы из-за отсутствия надежной защиты ее от механических повреждений.

Интересен своим конструктивным решением двойной колонковый снаряд с непрерывным подсосом керна конструкции А. А. Гребенюка и Г. Г. Моисеева (рис. 32), предназначенный для бурения размываемых и растворимых пород и полезных ископаемых. Непрерывный подсос керна в керноприемную трубу здесь осуществляется с помощью поршня, который перемещается в керноприемной трубе со скоростью, равной скорости углубления забоя скважины.

Колонковый снаряд работает следующим образом. Снаряд соединяют с колонной бурильных труб ведущей штангой 2 и спускают в скважину. При этом снаряд висит на поршне 1 ведущей штанги, а штанга 3 с поршнем 4 висят на верхнем 5 и нижнем 6 подхватах. Во время спуска снаряда скважину можно промывать и вращать инструмент. Промывочная жидкость поступает к забою через полость штанги 3.

При установке колонкового снаряда

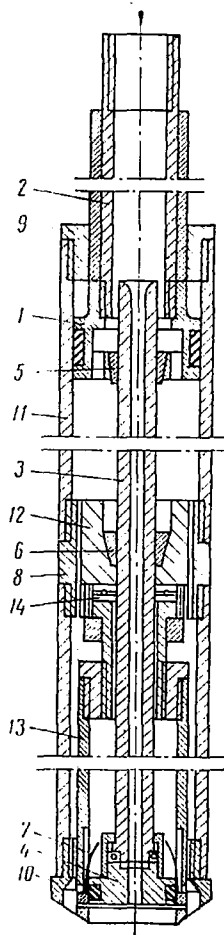


Рис. 32. Двойной колонковый снаряд с непрерывным подсосом керна. 1 — поршни; 2 — ведущая труба; 3 — труба; 5, 6 — верхний и нижний подхваты; 7 — кернорвательные пружины; 8, 9 — переходники; 10 — буровая коронка; 11 — цилиндр; 12 — промывочный канал; 13 — керноприемная труба; 14 — подшипник.

на забой скважины через полость бурильных труб опускают пробку, которая потоком промывочной жидкости доставляется до гнезда штанги 3 и преграждает путь движению жидкости к забою. Когда пробка окажется в гнезде, что хорошо контролируется повышением давления промывочной жидкости, опускают ведущую штангу 2 на 60 см до упора поршня 1 в переходник 8, тормоз лебедки закрепляют и начинают вращать снаряд. Крутящий момент колонковому снаряду передается через шпонки ведущей штанги 2 и шпоночные пазы переходника 9.

Во время бурения колонна бурильных труб находится в подвешенном состоянии и давление на буровую коронку 10 обеспечивается за счет перепада давления жидкости в цилиндре 11 между поршнем 1 и переходником 8.

По мере углубления скважины керн втягивается в керноприемную трубу 13 с помощью поршня 4, который висит вместе со штангой 3 на верхнем подхвате 5 и находится в неподвижном состоянии относительно керна, а керноприемная труба опускается вслед за забоем.

В процессе бурения керноприемная труба 13 и поршень 4 не вращаются, поскольку сила трения о керн значительно превышает силу трения в подшипниках 14.

Как только колонковый снаряд углубится в породу на 60 см и повиснет на поршне 1, что контролируется увеличением нагрузки на крюке, колонну бурильных труб спускают на 60 см до упора поршня 1 в переходник 8. При опускании колонны бурильных труб верхний подхват 5 ослабляется и опускается вместе с поршнем 1, а нижний подхват 6 в это время удерживает штангу 3 с поршнем 4 в подвешенном состоянии. Таким образом, исключается возможность сжатия керна поршнем во время бурения и перехватов. Керн при подъеме удерживается кернорвательными пружинами 7.

ДВОЙНЫЕ КОЛОНКОВЫЕ СНАРЯДЫ С КОМБИНИРОВАННЫМ СОЕДИНЕНИЕМ КЕРНОПРИЕМНОЙ ТРУБЫ

Двойные колонковые снаряды с комбинированным соединением керноприемной трубы предназначены для бурения слоистых пород и полезных ископаемых, резко перемежающихся по твердости. Снаряды данного типа отличаются от других наличием специального замыкающего устройства, с помощью которого внутренняя коронка включается во вращательное движение при выбуривании керна твердых пород [20].

В настоящее время известны четыре конструкции двойных колонковых снарядов с комбинированным соединением керноприемной трубы, среди которых наибольшую практическую ценность представляют снаряды ДКС-5 и ДКС-10-89 конструкции А. А. Гребенюка.

Двойной колонковый снаряд ДКС-5 (рис. 33) работает следующим образом. Снаряд спускают в скважину без шариков

10, 15 и устанавливаются на забой с промывкой. При установке снаряда на забой внутренняя коронка 28, керноприемная труба 25, шток 19 и поршень 17 вдавливаются внутрь снаряда на 50 мм, сжимая пружину 14. При этом торцы наружной 27 и внутренней 28 коронок устанавливаются на одном уровне. Во время спуска снаряда в скважину наружный узел (4, 24, 27) висит на шарике 5, а кернозахватывающие пружины 26 находятся в зазоре между коронками 27, 28.

После промывки скважины и установки снаряда на забой в полость бурильных труб опускают шарик 15, за ним шарик 10 и приступают к бурению.

Во время бурения торец внутренней коронки опережает торец наружной. Величина опережения регулируется автоматически пружиной 14 и зависит от твердости пород. (Максимальное усилие для сжатия пружины снаряда диаметром 73 мм составляет 250 кгс.) При бурении мягких пород внутренняя коронка не вращается, а вдавливается в породу пружиной 14. Опорой керноприемной трубы 25 в этом случае является шарик 23. При входе коронки в твердую породу пружина сильно сжимается, фрикционные полумуфты 18, 20 входят в зацепление и внутренняя коронка получает вращательное движение, выбуривая соответствующий кольцевой забой. В этом случае опорой керноприемной трубы является фрикционная полумуфта 18.

Бурение ведется с подсасыванием керна путем периодического расхаживания снаряда до 5 см через каждые 2—3 см углубления скважины. При этом цилиндр 13 вместе со снарядом перемещается вверх и вниз, а поршень 17, шток 19, керноприемная труба 25 и внутренняя коронка 28 остаются неподвижными (прижаты к забою пружиной). Во время перемещения цилиндра вверх происходит всасывание жидкости из керноприемной трубы в цилиндр, а при перемещении цилиндра вниз поршень 17 выдавливает жидкость из цилиндра через шарик 11 в канал шпинделя 9 и далее в скважину.

При подъеме снаряда керн удерживается в керноприемной трубе пружинами 26, которые освобождаются из зазора между коронками после сбрасывания шарика в полость бурильных труб.

Колонковый снаряд ДКС-5 применяется в Байдаевской ГРП треста Кузбассуглегеология с 1950 г.

Бурение угольных пластов снарядом диаметром 73 мм производится на следующем режиме: скорость вращения снаряда 75 об/мин, количество промывочной жидкости до 200 л/мин, осевая нагрузка на коронку при бурении по углю до 350 кгс, при бурении по породе — до 600 кгс.

Результаты работы снаряда приведены в табл. 12.

К недостаткам снаряда ДКС-5 следует отнести низкую износоустойчивость фрикционных полумуфт и трудность выдерживания требуемой величины расхаживания снаряда при глубине

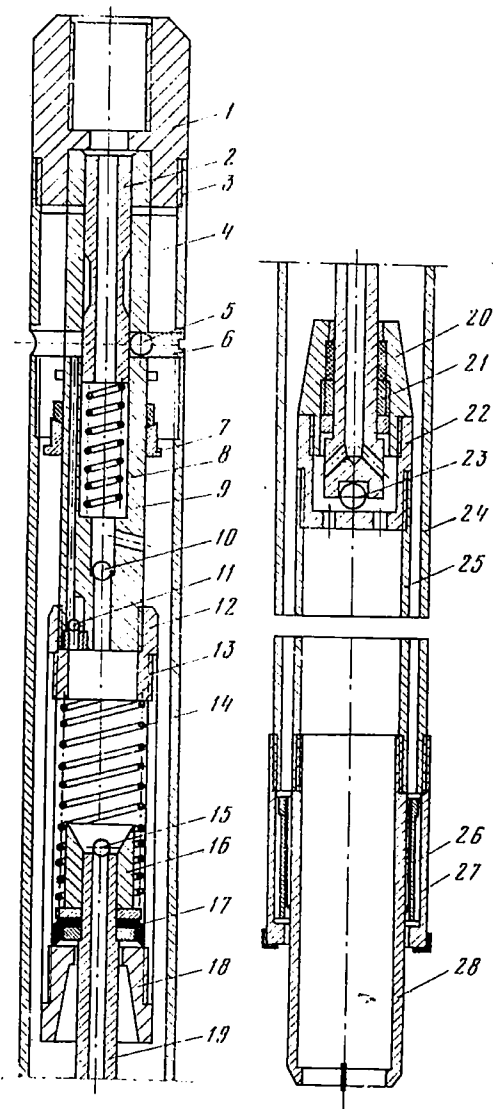


Рис. 33. Двойной колонковый снаряд ДКС-5 конструкции А. А. Гребенюка.

1, 12, 22 — переходники; 2 — золотник; 3, 13 — цилиндры; 4, 17 — поршни; 5 — шарик-фиксатор; 6 — пробка; 7 — гайка; 8 — пружина; 9 — шпindel; 10, 11, 15 — шарники; 14 — пружина; 16 — гайка; 18, 20 — фрикционные полумуфты; 19 — шток; 21 — винт; 23 — шаровая опора; 24 — наружная труба; 25 — керноприемная труба; 26 — керноудерживающие пружины; 27 — наружная коронка; 28 — внутренняя коронка.

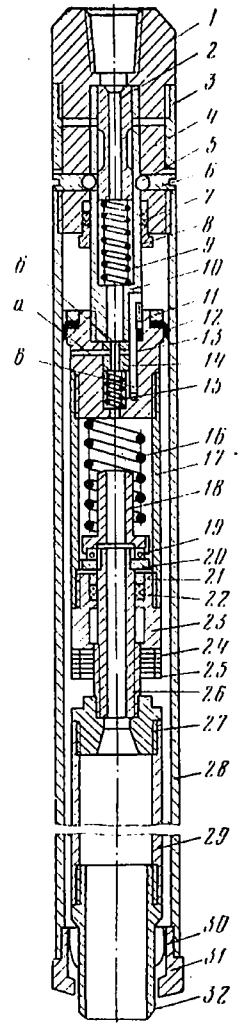


Рис. 34. Двойной колонковый снаряд ДКС-10-89 конструкции А. А. Гребенюка.

1 — переходник; 2 — золотник; 3 — цилиндр; 4 — подвижный переходник; 5 — шарик-фиксатор; 6 — пробка; 7 — сальник; 8, 11, 20 — гайки; 9, 15, 16 — пружины; 10 — шпindel; 12 — манжета; 13 — переходник; 14 — золотник; 17 — патрубок; 18 — подставка; 19 — шарикоподшипник; 21 — втулка; 22 — сальник; 23 — корпус фрикционные; 24, 25 — диски фрикционные; 26 — шлицевой вал; 27 — переходник; 28 — наружная труба; 29 — керноприемная труба; 30 — керноретель; 31 — наружная коронка; 32 — внутренняя коронка.

Интервал бурения, м	Количество рейсов	Величина проходки на рейс, м	Выход керна, %	Структура керна
---------------------	-------------------	------------------------------	----------------	-----------------

Бурение углей сложного строения с промывкой скважин чистой водой

735—859 | 19 | 0,71—1,35 | 78 | Мелочь и крупные кусочки

Бурение углей сложного строения с промывкой скважины глинистым раствором

565—1146 | 14 | 0,75—1,20 | 89 | Столбики и крупные кусочки

Бурение углей несложного строения с промывкой скважины чистой водой

735—1207 | 11 | 0,68—1,40 | 89 | Столбики в виде пяточков и мелочь

Бурение углей несложного строения с промывкой скважины глинистым раствором

552—1106 | 13 | 0,75—1,55 | 92 | Столбики, кусочки и мелочь

бурения свыше 300 м, вследствие чего происходят переподъемы снаряда над забоем и размыв керна.

Двойной колонковый снаряд ДКС-10-89 (рис. 34) является улучшенной моделью снаряда ДКС-5. Работает он следующим образом. Снаряд спускают в скважину без специальных шариков и доводят до забоя с промывкой. Промывочная жидкость поступает к забою только через керноприемную трубу. После промывки скважины и установки снаряда на забой в полость бурильных труб опускают специальный шарик, который промывочной жидкостью доставляется до золотника 14 и перекрывает выход жидкости. В результате золотник опускается, сжимая пружину 15, и открывает радиальные каналы а и б. После этого промывочная жидкость идет только через канал а в зазор между трубами и далее к забою. С этого момента начинается бурение.

Во время бурения торец внутренней коронки 32 может опережать или отставать от торца наружной коронки на расстояние до 5 мм. Величина опережения или отставания автоматически регулируется пружиной 16 и зависит от твердости пород. При бурении мягких пород внутренняя коронка вдавливаются в породу усилием сжатой пружины, опережая торец наружной коронки. С увеличением твердости пород усилие сжатой пружины становятся недостаточными для того, чтобы вдавить внутреннюю коронку в породу, и торец внутренней коронки отстает от торца наружной, оштамповывая кромки керна, выбуренного наружной коронкой. При встрече более твердой породы переходник 27 прижимается к фрикционным дискам 24 и внутренняя коронка получает вращательное движение, обуривая столбик керна. При переходе из твердой породы в мягкую пружина

выталкивает внутреннюю коронку вперед, фрикционы разводятся и внутренняя коронка прекращает вращение.

Таким образом, внутренняя коронка 32 и керноприемная труба 29 не вращаются при бурении мягких пород и вращаются при переходе в более твердые породы, что позволяет эффективно проходить перемежающиеся по твердости породы и полезные ископаемые.

Колонковой трубе 28 и коронке 31 вращение от бурильных труб передается через выступы шпинделя 10 и пазы переходника 4. Керноприемной трубе 29 и коронке 32 вращение от бурильных труб передается через фрикционные диски 24 и шлицевой шпиндель 26. Для этого необходимо, чтобы момент трения дисков фрикциона был больше, чем момент, затрачиваемый на бурение коронкой 32. Практика эксплуатации снаряда ДКС-10-89 в Байдаевской ГРП показала, что пять ведущих и шесть ведомых дисков вполне обеспечивают передачу крутящего момента коронке 32. Так, по песчаным и глинистым породам V—VI категории крепости механическая скорость бурения достигает 3 см/мин.

По мере заполнения керноприемной трубы керном жидкость из пространства над керном вытесняется через осевые каналы деталей 26, 18, 14, 13 и специальные отверстия б, в в зазор между скважиной и снарядом.

Для заклинки керна останавливают вращение и через бурильные трубы опускают шарик, который жидкостью доставляется до золотника 2 и перекрывает ей выход. Давление жидкости резко возрастает, золотник опускается, сжимая пружину 9, и открывает радиальные каналы на шпинделе 10. Промывочная жидкость, поступая в радиальные каналы, стремится вытолкнуть переходник 4 с колонковой трубой 28 и коронкой 31 из цилиндра 3. Шарик 5 при этом западает во впадину золотника 2 и разъединяет переходник 4 и шпиндель 10. В это время снаряд приподнимают над забоем на 5—7 см, давление резко падает и жидкость начинает изливаться из скважины. Это указывает на то, что кернозахватывающие пружины освободились и перекрыли торцовую часть внутренней коронки.

Колонковый снаряд ДКС-10-89 применяется в Байдаевской ГРП с 1954 г. для бурения угольных пластов, содержащих твердые прослои пород.

Бурение производилось на следующих режимах: скорость вращения снаряда 75—150 об/мин, количество промывочной жидкости 100—200 л/м, осевая нагрузка на коронку при бурении по углю до 550 кгс, при бурении по прослоям пород — до 800 кгс, величина проходки за рейс до 1,8 м.

Колонковый снаряд ДКС-10-89 обеспечивает высокий процент выхода керна, однако керн с нарушенной структурой. Нарушенность структуры керна увеличивается с увеличением количества твердых прослоев пород и их мощности. Структура керна

разрушается в результате вращения керноприемной трубы и внутренней коронки при разбуривании твердых прослоев породы.

КОЛОНКОВЫЕ СНАРЯДЫ СО СМЕННОЙ ГРУНТОНОСКОЙ, ПОДНИМАЕМОЙ НА КАНАТЕ

С увеличением глубин поисковых и разведочных скважин, в которых осуществляется отбор керна, удельный вес спуско-подъемных операций возрастает. Н. И. Шацов, Б. И. Воздвиженский и другие ученые, анализируя технико-экономические результаты бурения колонковых разведочных скважин, пришли к выводу, что увеличение затрат времени на производство спуско-подъемных операций пропорционально третьей степени увеличения глубины.

Одним из направлений повышения эффективности бурения поисковых и разведочных скважин является применение буровых снарядов, обеспечивающих подъем керна без подъема колонны бурильных труб, что, помимо значительного сокращения времени спуско-подъемных операций, дает следующие преимущества [33, 40].

1. Выход керна малоустойчивых пород и его качество повышается, так как керн можно поднимать с любого интервала так часто, как это необходимо без нарушения структуры. При этом трудоемкость и длительность бурения, а также производственные показатели остаются такими же, как и при бурении колонковыми снарядами с несъемными керноприемниками.

2. Более полно используются ресурсы буровой коронки. При отборе керна колонковыми снарядами с несъемными керноприемниками время работы коронки на забой за рейс ограничивается необходимостью сохранения керна; повторный спуск полностью изношенной коронки, как правило, не производится.

3. Осложнения в стволе скважины сводятся к минимуму вследствие меньшего количества спусков и подъемов бурового снаряда.

4. Вследствие уменьшения количества спуско-подъемных операций улучшаются условия эксплуатации лебедок и талевого системы буровых станков, снижается износ бурильных труб и замковых соединений, улучшаются условия труда буровой бригады и сокращается трудоемкость буровых работ.

В настоящее время бурение с применением съемных грунтоносок получает все более широкое распространение как в отечественной, так и в зарубежной практике.

В Советском Союзе буровые снаряды со съемными грунтоносками в основном применяются при роторном и турбинном бурении нефтяных и газовых скважин. При роторном бурении наиболее широко распространены колонковые долота ДСО4, а при турбинном бурении — колонковые турбодолота КТДЗ. Это

вызвано тем, что при бурении на нефть и газ большие диаметры бурильных труб и буровых наконечников позволяют использовать керноприемники без значительного изменения применяемого инструмента.

Использование съемных грунтоносок при бурении геологоразведочных скважин потребует пересмотра принятого в настоящее время комплекта бурового инструмента. В этом направлении проводятся работы в СКБ Министерства геологии СССР и в МГРИ.

Колонковые снаряды со съемной грунтоноской по способу подвески керноприемной трубы и оснащенности ее буровым наконечником разделяются на три модификации:

а) керноприемная труба вращается и с помощью фрезы формирует керн (долото ДСР4);

б) керноприемная труба не вращается, формирование керна осуществляется наконечником типа «штамп» (буровой снаряд СКБ);

в) керноприемная труба не вращается и не принимает участия в формировании керна (буровые снаряды МГРИ, американской фирмы «Лонгир» и шведской фирмы «Крелиус»).

Применение того или иного типа керноприемной трубы должно определяться физико-механическими свойствами горных пород. При бурении мягких и рыхлых пород керноприемная труба не должна вращаться и должна формировать керн с помощью штампа. При бурении пород средней твердости и твердых керноприемная труба не должна вращаться и не должна участвовать в формировании керна. При бурении пород, перемежающихся по твердости, керноприемная труба должна быть комбинированного типа, формирующая керн штампованием в мягких и фрезерованием в твердых пропластках.

Ниже рассматриваются конструкции отечественных и зарубежных снарядов со съемной грунтоноской, предназначенных для геологоразведочного бурения на различные твердые полезные ископаемые. Таких конструкций несколько.

Буровой колонковый снаряд СКБ Министерства геологии СССР (рис. 35) состоит из наружной колонковой трубы 1 с породоразрушающим наконечником 2 (твердосплавная коронка или колонковое шарошечное долото) и съемной грунтоноски, которая включает в себя невращающуюся керноприемную трубу 5 с шариковым клапаном 6 и наконечником с кернодержателем 7, запорный механизм 3 с конусной головкой 8 и упорный шариковый подшипник 4.

При транспортировке грунтоноски внутри колонны бурильных труб защелки запорного устройства 3 находятся в убранном положении, поджатые скользящей гильзой 10. При достижении забоя скважины защелки фиксирующего механизма входят в проточки муфты 9, закрепляя грунтоноску в корпусе снаряда. В процессе бурения обеспечивается неподвижность керноприем-

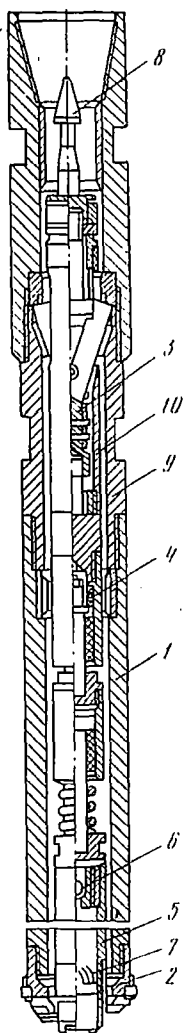


Рис. 35. Колонковый снаряд со сменной грунтоносной конструкцией СКБ.

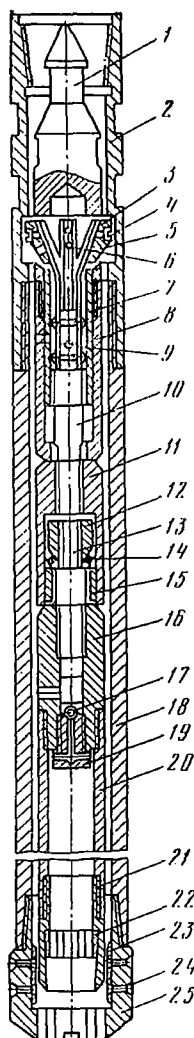


Рис. 36. Колонковый снаряд со сменной грунтоносной конструкцией МГРИ.

1 — головка; 2, 16 — переходники; 3 — кулачки; 4, 6 — винты; 5 — канал; 7 — патрубок; 8 — скользящая гильза; 9 — пружина; 10 — шток; 11 — корпус; 12 — гайка; 13 — вал; 14 — подшипник; 15 — втулка; 17 — шарик; 18 — наружная труба; 19 — седло; 20 — керноприемная труба; 21 — корпус кернодержателя; 22 — кернодержатель; 23 — направляющая пластинка; 24 — заклепка; 25 — коронка.

ной трубы благодаря наличию подшипника 4. Подъем грунтоноски производится при помощи канатного ловителя.

Буровой снаряд конструкции МГРИ (рис. 36), рассчитанный на бурение коронками диаметром 76 и 92 мм на специальных бурильных трубах диаметром 73 мм, состоит из переходника 2, наружной колонковой трубы 18, твердосплавной коронки 25 и съёмной грунтоноски, включающей следующие основные узлы: невращающуюся керноприёмную трубу 20 с шариковым клапаном 17 и кернодержателем 22, запорный механизм 3, 4, 5, 6 с конусной головкой 1, шток 10, корпус 11, вал 13 и конический роликовый подшипник 14.

Транспортировка грунтоноски производится аналогично снаряду СКБ. При достижении забоя скважины кулачки входят в проточку переходника 2, закрепляя грунтоноску в корпусе снаряда. Подъем грунтоноски производится при помощи канатного ловителя.

Ниже приводится характеристика снаряда и бурильной колонны.

Снаряд	
Категория буримых пород для твердосплавных коронок	I—VII
Наружный диаметр коронки, мм	76 и 92
Наружный диаметр керноприёмника, мм	50
Диаметр керноприёмного отверстия, мм	40
Длина керноприёмной трубы, мм	3000
Бурильные трубы	
Наружный диаметр, мм	73
Внутренний диаметр, мм	65,5
Замки приварные	
Наружный диаметр, мм	73
Внутренний диаметр, мм	55
Шаг конусной трапецидальной резьбы, мм	6

Колонковый снаряд МГРИ проходил испытания в Восточно-Уральской и Актюбинской комплексной геологоразведочных экспедициях. Для сравнения с обычным бурением было пробурено пять скважин со средней глубиной 500 м. Геологический разрез этих скважин представлен толщей часто перемежающихся дунитов, перидотитов, дунитовых и перидотитовых серпентинитов V—VII категорий буримости с заметным повышением твердости пород на глубине.

Скважины проходились при следующих технологических параметрах бурения: осевое усилие на твердосплавную коронку диаметром 77/41 мм колебалось от 700 до 1500 кгс в зависимости от свойств проходимых пород; скорость вращения снаряда преимущественно составляла 277 об/мин; количество промывочной жидкости, подаваемой в скважину, 100—130 л/мин.

Результаты производственных испытаний показали, что сна-

ряд МГРИ имеет следующие преимущества перед обычными колонковыми снарядами [40].

1. Величина проходки за рейс на всех интервалах в 5—12 раз больше нормативной и в 5—8 раз больше фактически достигнутой при бурении обычным способом.

2. Значительно сокращается время на спуск и подъем бурильной колонны.

3. Время вспомогательных операций сокращается в 2,5—4 раза.

4. Время бурения 1 м скважины глубиной 500 м снарядом МГРИ на 20% меньше, чем при бурении обычными средствами.

Буровой колонковый снаряд фирмы «Лонгир» (США) (рис. 37, а и б) предназначен для бурения геологоразведочных и структурных скважин малого диаметра. В процессе производственных испытаний снарядом были пробурены десятки тысяч метров скважин по известнякам, песчаникам, кварцитам, углям и другим породам, значительно различающимся по своим физико-механическим свойствам. Испытания подтвердили высокую работоспособность и эффективность снаряда.

Оборудование, применяемое для бурения, включает колонну бурильных труб, двойной колонковый снаряд, устройство для извлечения керна-приемника (ловитель) и специальную лебедку.

Двойной колонковый снаряд (рис. 37, а) состоит из наружной трубы 1 с переходниками 2, 3 и 4 (переходник 4 соединяет колонковый снаряд со штангами) и керна-приемника. Основными

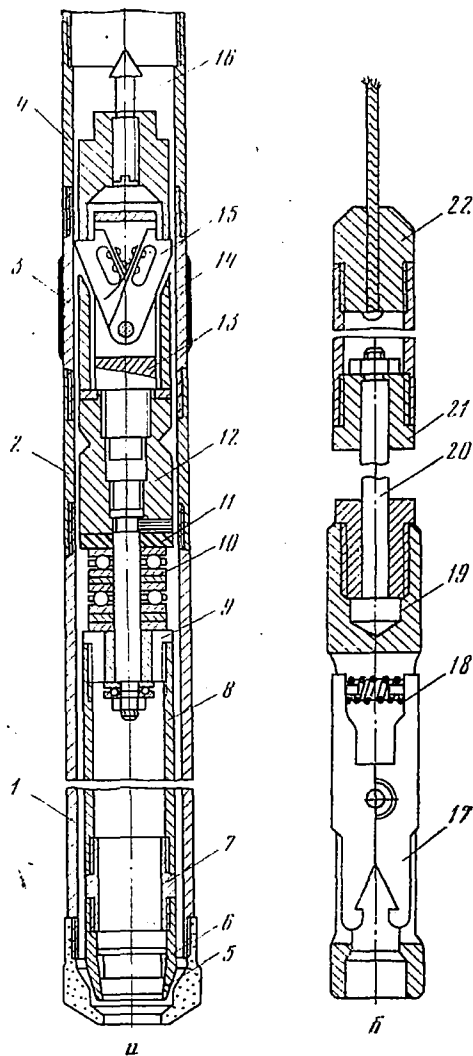


Рис. 37. Колонковый снаряд со сменной грунтоноской фирмы «Лонгир».

частями керноприемника являются: корпус кернорвателя 5, рвательное кольцо 6, патрубок 7, труба 8, переходник 9 (соединяющий керноприемник с его головкой), подшипники 10, резиновое кольцо 11, стопорная шайба, расположенная между нижней 12 и верхней 13 частями запирающего устройства, втягивающая муфта 14 для защелки 15 и захватная головка 16.

Техническая характеристика снаряда

Диаметр скважины, мм	60
Диаметр керна, мм	27
Длина трубы, м	2 или 6
Наружный диаметр штанги и соединительных ниппелей, мм	55,6
Внутренний диаметр штанг, мм	46
Внутренний диаметр ниппелей, мм	42,4

Устройство для извлечения керноприемника (рис. 37, б) состоит из пружинных клещей 17, рычаги которых зажимаются с помощью пружины 18, головки 19 и штока 20, по которому движется утяжелитель 21 канатного замка 22.

Вес ловителя 9 кг, диаметр каната 4,8 мм, вес каната 90 г/м. Лебедка для спуска и подъема ловителя работает от двигателя мощностью 9,5 л. с. На барабан лебедки наматывается примерно 1600 м каната диаметром 4,8 мм, со скоростью 110 м/мин.

Для бурения применяются алмазные коронки конусной формы. Наружный диаметр коронки не превышает 59,5 мм, внутренний — 28,5 мм. Алмазы в коронке располагаются ступенями по восемь ярусов. Могут использоваться как крупные, так и мелкие алмазы.

Для отрыва и подъема керна буровой снаряд поднимается над забоем примерно на 30 см, скважина промывается, вертлюг-сальник отвинчивается, а ловитель спускается в колонну. Как только ловитель дойдет до головки 16 керноприемника, последний захватывается клещами 17 (в момент захвата утяжелитель 21 скользит по штоку 20, чем смягчается сила удара). Затем керноприемник поднимается на поверхность. При подъеме керноприемника керн в нем удерживается кернорвателем 6.

В колонну тут же спускается второй незаполненный керноприемник. Движение последнего замедляется ввиду сопротивления жидкости, находящейся в трубах. Средняя скорость спуска пустого керноприемника составляет 60 м/мин. До того как керноприемник займет рабочее положение, бурильщик успевает восстановить циркуляцию жидкости.

Как только керноприемник займет рабочее положение, давление на насосе увеличивается в результате уменьшения проходного сечения между керноприемником и наружной трубой. Кроме того, слышится удар при столкновении наружного края керноприемника с внутренним выступом наружной трубы. В этот момент защелка 15 входит в полость направляющей буксы.

В процессе бурения керноприемник не вращается, так как трение о керн больше, чем в подшипниках 10. В том случае, если патрубок 7 и труба 8 керноприемника заполнены керном, а бурение продолжается, т. е. наружная труба продолжает опускаться, резиновое кольцо 11 сжимается и диаметр его увеличивается (поскольку керноприемник находится в неподвижном состоянии). В результате этого закрывается зазор между керноприемником и наружной трубой, что вызывает увеличение давления жидкости. При этом необходимо немедленно прекратить бурение.

Применение описываемого бурового снаряда обеспечивает значительную экономию времени при бурении скважин. Так, по кремнистому известняку было пробурено две скважины по 456 м. Одна скважина бурилась с помощью колонкового снаряда фирмы «Лонгир», другая — обычным инструментом. На бурение 3 м интервала скважин вместе со спуско-подъемными операциями в первом случае затрачивалось в среднем 1 ч 21 мин 30 с, во втором — 2 ч 25 мин. При этом износ коронок оставался таким же, как и при работе обычным инструментом.

ПОЛУЧЕНИЕ КЕРНА ПРИ БУРЕНИИ С ОБРАТНОЙ ПРОМЫВКОЙ

Бурение скважин с обратной промывкой широко применяется в таких горно-геологических условиях, когда обычное колонковое бурение с промывкой скважины буровым насосом технически затруднено, экономически невыгодно и не отвечает требованиям опробования.

Сущность обратной промывки заключается в том, что выбуренные частицы породы удаляются с забоя скважины не по внешнему кольцевому пространству (между стенками скважины и буровым снарядом), а внутрь колонкового снаряда, что обеспечивает получение полного материала в виде керна и шлама.

Колонковые снаряды, используемые для этих целей, можно разделить на две группы: с обратной призабойной циркуляцией промывочной жидкости в скважине по замкнутой системе без выхода на поверхность и с обратной сквозной промывкой скважины с выходом промывочной жидкости на поверхность.

КОЛОНКОВЫЕ СНАРЯДЫ С ОБРАТНОЙ ПРИЗАБОЙНОЙ ЦИРКУЛЯЦИЕЙ ПРОМЫВОЧНОЙ ЖИДКОСТИ

Бурение снарядами данной группы осуществляется без подачи в скважину промывочной жидкости буровым насосом (используются подземные воды), если же скважина сухая, то в нее через устье периодически подливают воду или глинистый раствор с таким расчетом, чтобы буровой снаряд всегда был полностью погружен в промывочный агент.

Колонковые снаряды по способу создания циркуляции промывочной жидкости разделяются на два типа:

1) колонковые снаряды, создающие призабойную циркуляцию промывочной жидкости путем механического расхаживания всего снаряда или его части (поршня) с помощью колонны буровых труб;

2) колонковые снаряды, создающие призабойную циркуляцию промывочной жидкости погружным насосом с приводом от компрессора.

К первому типу относятся одинарные колонковые снаряды с шаровым клапаном и поршневые снаряды, которые в практике известны под названием колонковые снаряды безнасосного бурения. Представителем снарядов этого типа является одинарный колонковый снаряд с шаровым клапаном, который работает в скважине подобно поршню в цилиндре поршневого насоса. При этом скважина является цилиндром, а роль поршня выполняет колонковая труба. В то же время колонковая труба является цилиндром относительно поршня — керна. Таким образом, расхаживая колонковый снаряд в скважине, получаем циркуляцию промывочной жидкости. Интенсивность циркуляции определяется частотой расхаживания снаряда и высотой подъема его над забоем. В свою очередь частота и высота расхаживания снаряда зависят от крепости и удельного веса пород. Чем менее связанные породы и чем больше их удельный вес, тем больше должна быть частота и высота расхаживания бурового снаряда. Несоблюдение ритма расхаживания приводит к накоплению шлама в скважине и, как следствие, к прихвату бурового снаряда.

По данным исследований МГРИ [12], частота расхаживания снаряда рекомендуется в пределах 10—50 двойных ходов в 1 мин, а высота подъема 5—10 см. Длина колонкового снаряда для твердых пород и пород с большим удельным весом 2,0—2,5 м, для мягких пород 3,0—4,5 м. Длина шламовой трубы 1,5—3,0 м.

Колонковый снаряд с шаровым клапаном отвечает задачам, стоящим перед способом бурения с призабойной циркуляцией промывочной жидкости. Он имеет простое устройство, надежен в работе, повышает процент выхода керна и снижает затраты, связанные с промывкой скважин насосом. В то же время он имеет ряд недостатков, которые ограничивают область его применения. К ним относятся: трудность поддержания и регулирования давления на забой в процессе бурения; большая трудоемкость, связанная с расхаживанием снаряда; повышенный износ бурового оборудования; возможность возникновения аварий, связанных с обрывом бурового инструмента и зашламлением снаряда вследствие неритмичного его расхаживания. Кроме того, периодическое расхаживание колонкового снаряда вызывает перемешивание и загрязнение керна при бурении разрушенных и слабо связанных пород. Полученная при этом перемешанная и загрязнен-

ная посторонними породами масса не может быть признана представительной пробой.

Несмотря на указанные недостатки, колонковые снаряды с шаровым клапаном применяются при проведении геологоразведочных, инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий.

С целью совершенствования способа бурения с призабойной циркуляцией промывочной жидкости автором были проведены работы по устранению перечисленных выше недостатков и изысканию наиболее рациональной конструкции снаряда. В результате проведенных работ были разработаны двойные колонковые поршневые снаряды КСБ-4 и КСБ-5, которые исключают возможность перемешивания и загрязнения керна посторонними породами; улучшают очистку забоя скважины от выбуренных частиц породы, что уменьшает возможность прихвата снаряда в скважине; обеспечивают стабильное давление на забой во время бурения; облегчают условия работы колонны бурильных труб и бурового станка.

Принцип работы снарядов КСБ-4 (рис. 38) и КСБ-5 заключается в следующем. В процессе бурения циркуляция промывочной жидкости для выноса частиц выбуренной породы из-под резцов коронки 18 достигается за счет периодического расхаживания поршня 5 в цилиндре 7 с помощью рычага, гидравлических цилиндров или лебедки бурового станка. При расхаживании поршня колонковый снаряд остается неподвижным в осевом направлении, так как прижат к забою специальными утяжеленными трубами или пружиной, установленной под поршнем. Это исключает возможность перемешивания керна. Передача крутящего момента снаряду и осевое перемещение поршня обеспечиваются шпоночными выступами полового штока 3 и пазами переходника 4.

Частицы выбуренной породы транспортируются промывочной жидкостью по внутреннему кольцевому зазору и шламопроводящей трубке 10 в цилиндр 7. Здесь шлам выпадает из жидкости в шламосборник 11, а жидкость перемещается выше по канаду штока 3, приподнимая шарик 2, и сливается в скважину через радиальные каналы переходника 1.

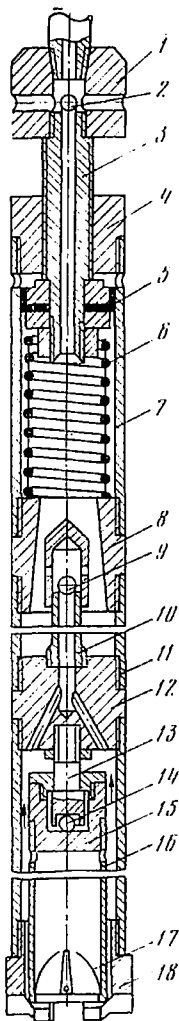


Рис. 38. Колонковый снаряд безнасосного бурения КСБ-4 конструкции А. А. Гребенюка.

1, 4, 12, 15 — переходники; 2 — шарик; 3 — шток; 5 — поршень; 6 — пружина; 7 — цилиндр; 8 — nipple; 9 — шарик-клапан; 10 — трубка; 11 — шламосборник; 13 — винт; 14 — шаровая опора; 16 — керноприемная труба; 17 — керноразваль; 18 — коронка.

В снаряде КСБ-5 жидкость из радиальных каналов переходника *I* сливается в полость утяжелителя, откуда выходит в скважину через щелевые каналы утяжелителя.

С целью свободного прохода выбуренных частиц породы, увлекаемых с забоя промывочной жидкостью, по зазору между наружной и керноприемной трубами этот зазор увеличен до 5 мм путем протачивания наружной поверхности керноприемной трубы 16.

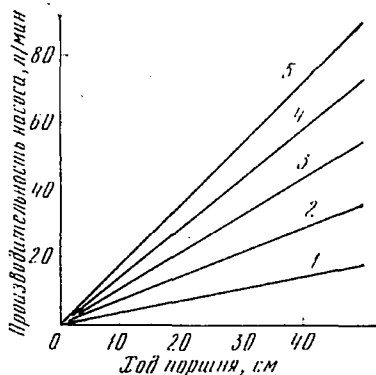


Рис. 39. Зависимость производительности насоса от хода поршня и частоты его ходов.

Частота расхаживания поршня:
 1 — $n=10$; 2 — $n=20$; 3 — $n=30$;
 4 — $n=40$; 5 — $n=50$.

весом колонны бурильных труб через пружину, а при бурении снарядом КСБ-5 нагрузка на забое поддерживается постоянно весом утяжеленных труб.

Своевременная очистка скважины от выбуренных частиц породы зависит от производительности насоса бурового снаряда, которая тесно связана с ходом поршня и частотой его расхаживания. Чем больше ход поршня, тем меньше может быть принята частота его расхаживания. Зависимость производительности насоса снаряда КСБ-5 от хода поршня и частоты его расхаживания показана на рис. 39.

Очистка забоя скважины от выбуренных частиц породы зависит не только от количества жидкости, но и от скорости поступления ее в колонковый снаряд, которая определяется скоростью подъема поршня. Зависимость скорости восходящего потока промывочной жидкости от способа расхаживания поршня показана в табл. 13.

Как видно из табл. 13, наибольшая скорость восходящего потока жидкости и, как следствие, лучшая очистка забоя скважины от выбуренных частиц породы достигаются при расхаживании поршня бурового снаряда лебедкой станка.

Тип бурового станка	Скорость перемещения жидкости с забоя скважины по межтрубному кольцевому зазору при подъеме поршня, м/с		
	рычагом станка или гидроцилиндром	лебедкой	
		на 1-й скорости	на 2-й скорости
БС-1200	0,4—0,8	2,56	5,12
ЗИФ-300	0,4	1,60	2,88
ЗИФ-650	0,22	1,58	3,39
ЗИФ-1200	0,15	2,08	4,03

Колонковый снаряд КСБ-5 применялся в Кузбассе при бурении слабых угольных пластов. Угольные пласты бурились на глубинах 170—570 м буровым станком В-3. Осевое давление на забой составляло 200—250 кгс, скорость вращения снаряда 75 об/мин. Расхаживание поршня производилось с помощью лебедки станка на первой скорости с числом расхаживаний 20—30 в 1 мин, при ходе поршня 30—35 см. Керн слабоустойчивых пластов угля получался полный и с ненарушенной структурой.

Ко второму типу относятся колонковые снаряды, работающие от пневмопривода, с погружным пневматическим пульсационным насосом и снаряды со специальным эрлифтом. Снаряды этого типа появились сравнительно недавно.

В снарядах с погружным пневматическим пульсационным насосом, к которым относятся снаряды конструкции Г. И. Неудачина и А. Н. Бажутина (Свердловский горный институт) и В. В. Большакова (МГРИ), сжатый воздух, выполняющий роль поршня, периодически выталкивает или всасывает промысловую жидкость из колонковой трубы, создавая, в зависимости от

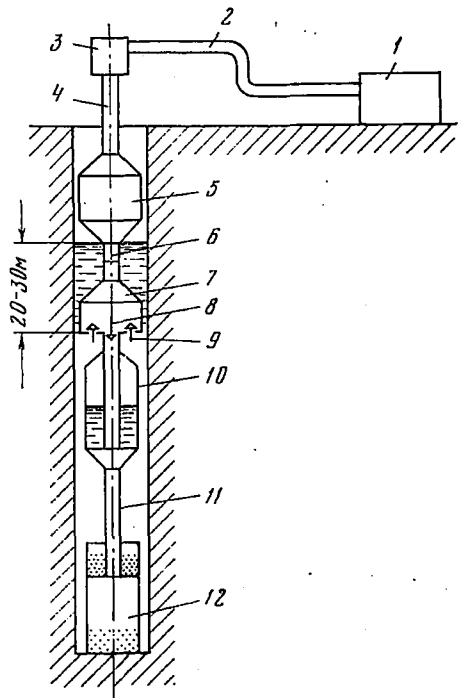


Рис. 40. Схема снаряда с погружным пульсационным насосом конструкции Г. И. Неудачина и А. Н. Бажутина.

конструкции клапанной коробки, прямую или обратную циркуляцию промывочной жидкости.

На рис. 40 приведена схема снаряда Г. И. Неудачина и А. Н. Бажутина [34, 35]. Колонковый снаряд 12, соединенный колонной бурильных труб 11 с погружным насосом, включающим в себя воздушный колпак 10 и клапанную коробку 7, спускается в скважину с таким расчетом, чтобы насос при бурении находился ниже уровня жидкости и заполнялся ею.

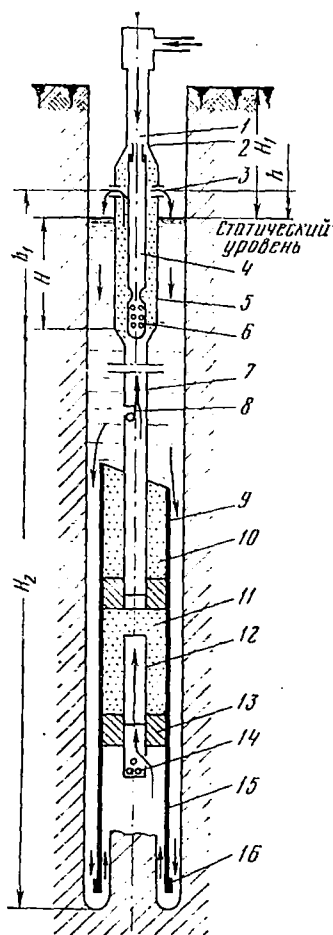


Рис. 41. Схема бурения с эр-лифтом.

1 — бурильные трубы; 2 — соединенные трубы; 3 — отверстие; 4 — воздухоподводящая труба; 5 — смеситель; 6 — перфорированная труба; 7 — водоподъемная труба; 8 — клапан; 9 — шламовая труба; 10 — шлам; 11 — закрытая шламовая труба; 12 — патрубок; 13 — переходник; 14 — стакан-сетка; 15 — колонковая труба; 16 — коронка.

Сжатый воздух проходит от компрессора 1 через шланг 2, сальник 3, бурильную колонну 4, воздухораспределитель 5 и трубу 6 в клапанную коробку 7 и через клапан 8 поступает в воздушный колпак 10, выталкивая из него промывочную жидкость. При соединении воздушного колпака с атмосферой давление воздуха в нем понижается и он снова заполняется промывочной жидкостью через клапан 9. Переключение воздуха производится воздухораспределителем 5, который устанавливается в скважине выше уровня промывочной жидкости или на поверхности.

Снаряд может обеспечивать как прямую, так и обратную циркуляцию, что достигается перестройкой клапанной коробки 7.

Снаряд В. В. Большакова отличается от рассмотренной выше конструкции отсутствием воздушного клапана и клапана, регулирующего поступление воздуха в колонковую трубу. Сжатый воздух в этом случае работает как жесткий поршень.

Нормальный процесс бурения снарядами этого типа обеспечивается при наличии в скважине столба жидкости не менее 20—30 м. Давление воздуха, нагнетаемого компрессором, при глубине скважины 150 м достигает 2,5—5 кгс/см² при расходе 1,25—2,5 м³/мин.

Применение рассмотренной схе-

мы промывки скважины позволяет существенно упростить процесс безнасосного бурения. Однако область применения такого способа ограничена, а коэффициент полезного действия невысок.

При пересечении скважиной зон поглощения, когда потери промывочной жидкости не позволяют осуществлять полную циркуляцию, а приток подземных вод имеет постоянный статический уровень, наиболее эффективна обратная промывка с помощью эрлифтной установки.

Работа эрлифта (рис. 41) заключается в следующем. Воздух, нагнетаемый по воздухопроводящей и бурильным трубам, через отверстия в системе поступает в зазор между смесителем и бурильными трубами. Здесь он смешивается с водой. Образующаяся водовоздушная смесь с удельным весом менее единицы поднимается по водоподъемным (бурильным) трубам и изливается в полость скважины через сливные отверстия, расположенные выше статического уровня жидкости. Снизу через буровой снаряд, оmyвая забой и торец коронки, вода поступает в колонну бурильных труб и к смесителю.

В практике разведочного бурения применяются эрлифтные наборы конструкций ВНТР-СЭ-63,5 и НЭ-50П, треста Кривбассгеология, СГИ, характеристика которых приведена в табл. 14.

Все эрлифтные установки делятся на два типа: 1) изготовленные из труб с наружным диаметром 63,5 и внутренним 51,5 мм и с металлическими воздухоподводящими трубами, размещаемыми внутри бурильных; 2) изготовленные из бурильных труб диаметром 50 или 63,5 мм с полиэтиленовыми внутренними трубками. В первом случае применяются специальные быстросъемные замковые соединения, а во втором — замковые соединения обычной конструкции.

Успех работы эрлифтной установки зависит от ряда факторов. Величина гидравлических сопротивлений в бурильных трубах эрлифта и в снаряде должна быть минимальной. По данным ВИТР, она не должна превышать разность $h_1 - 0,45H$, где H — глубина погружения смесителя ниже статического уровня жидкости, h_1 — длина эрлифтных труб. Это достигается применением бурильных труб и соединений с наибольшим внутренним диаметром, коронок с хорошими промывочными каналами.

Промывочная жидкость должна хорошо очищаться от шлама, для чего в снаряд включаются шламовые трубы закрытого и открытого типа. Над шламоприемником рекомендуется устанавливать шаровой клапан, предохраняющий керн от выдавливания столбом жидкости.

Возможность применения эрлифтной установки для бурения скважин определяется расходом воздуха при заданных геометрических размерах труб, необходимым количеством промывочной жидкости и глубиной скважины (ниже статического уровня).

Для определения производительности и напора эрлифтных

Показатели	Тип эрлифтной установки						треста Крив-бассгеология	СГИ
	СЭ-63,5	НЭ-50П	НЭ-60,3П	НЭ-63,5П(I)	НЭ-63,5П(II)			
Диаметр водоподъемных труб, мм:								
наружный	63,5	50	60,3	63,5	63,5	63,5	63,5	63,5
внутренний	51,5	39	50	51,5	51,5	51,5	51,5	51,5
Диаметр воздухоподводящих труб, мм:								
наружный	22	16	16	16	20	21,5	21,5	
внутренний	16	12	12	12	15	16	16	
Диаметр замковый соединений, мм	86	65	83	83	83	83	83	
Длина колонны эрлифта, м	60—70	70	70	70	70	60—70	60—70	
Площадь проходного кольцевого сечения водоподъемных труб, см ²	17,0	10,35	17,6	18,8	17,6	17,2	17,2	
Площадь проходного сечения замка, см ²	9,4	5,05	4,15	11,8	10,5	7,5	6,5	
Производительность эрлифта, л/мин	100—55	50—40	75—45	120—60	110—60	80—50	70—50	
Глубина бурения (ниже статического уровня), м	100—660	150—500	100—600	100—650	100—575	100—550	100—475	
Расход воздуха, м ³ /мин	0,8—1,2	0,5—0,7	0,6—0,8	0,8—1,5	0,75—1,25	0,75—1,2	0,7—1,0	

установок Т. М. Илларионов и А. И. Кирсанов предлагают специальные номограммы (рис. 42). Номограммы позволяют быстро определять максимальную производительность и максимальный напор при заданных условиях, а также максимальную глубину бурения.

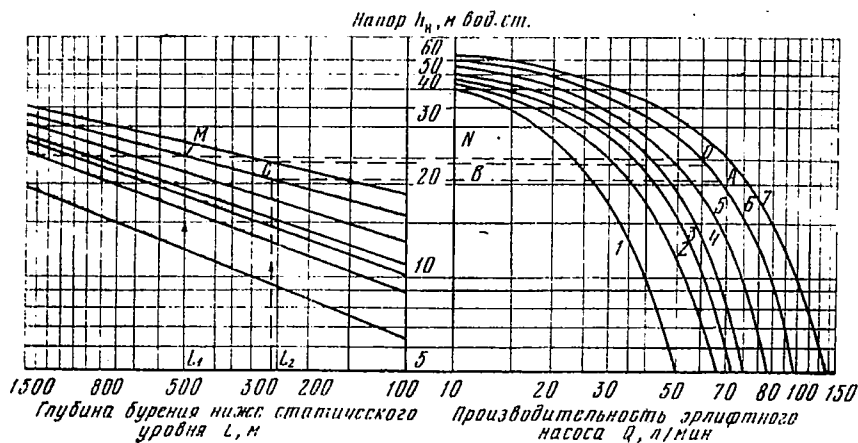


Рис. 42. Номограмма для расчета напора и производительности эрлифтных погружных снарядов:

1 — НЭ-50П; 2 — НЭ-60,3П; 3 — СГИ; 4 — треста Кривбассгеология; 5 — ВИТР;
6 — НЭ-63,5П(I); 7 — НЭ-63,5П(II). Ключ $L_1 \rightarrow M \rightarrow N \rightarrow O \rightarrow Q$ (60 л/мин);
 $Q \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow L_2$ (260 м).

Порядок работы при бурении с эрлифтной установкой заключается в следующем. Перед спуском бурового снаряда измеряют глубину уровня жидкости H_1 (см. рис. 41). Определяют длину колонны труб H_2 в м ниже эрлифта

$$H_2 = L - (H_1 + H),$$

где L — глубина скважин в м; H — глубина погружения эрлифта в м; H_1 — глубина уровня жидкости в м.

Затем спускают буровой снаряд, эрлифт и колонну бурильных труб.

После спуска всех труб и подключения компрессора снаряд поднимают над забоем на 0,5 м и подают в колонну воздух. При достижении пускового давления произойдет выброс воздушной смеси из бурильных труб, сопровождаемый хлопком. После этого давление упадет до рабочего и эрлифт начнет работать. Снаряд, вращая, осторожно ставят на забой, не допуская снижения давления воздуха более чем на 0,25 кгс/см².

Бурение ведется на установленном для конкретных условий режиме с учетом прочности колонны, характера пород, конструкции забойного инструмента и нормальной работы эрлифта. Уменьшение или прекращение расхода жидкости сопровождается падением давления. По мере заполнения колонкового

снаряда керном давление воздуха будет плавно снижаться, но не более чем на 0,5—0,8 кгс/см² к концу рейса. Если по какой-либо причине прекращается циркуляция жидкости и расхождение снаряда или ограничением подачи инструмента и вращением ее нельзя восстановить, то рейс прерывают и снаряд поднимают на поверхность.

Керн можно затереть «всухую», заклинить шламом или с помощью кернорвательных устройств в зависимости от характера проходимых пород и условий в скважине.

Бурение с применением погружных пневматических насосов и специальных эрлифтов можно вести в комбинации с бурением с продувкой сжатым воздухом, когда последнее встречает трудности вследствие значительного притока подземных вод. Однако широкое использование снарядов с пневматическими насосами ограничивается рядом причин: сложностью конструкции погружных насосов, необходимостью содержания дорогого в эксплуатации компрессора, увеличением веса бурового агрегата, ограниченностью применения в вязких и рыхлых породах ввиду значительного возрастания гидравлических сопротивлений, а также сравнительной сложностью и громоздкостью всего пневматического хозяйства.

КОЛОНКОВЫЕ СНАРЯДЫ С ОБРАТНОЙ ПРОМЫВКОЙ ЗАБОЯ СКВАЖИНЫ С ВЫХОДОМ ПРОМЫВОЧНОЙ ЖИДКОСТИ НА ПОВЕРХНОСТЬ

Обратная промывка скважины с выходом промывочной жидкости на поверхность может осуществляться путем герметизации устья скважины, установки разделяющего моста, отсасывания из скважины насосом и погружным эжекторным насосом.

Способ обратной промывки забоя скважины путем герметизации ее устья позволяет значительно повысить выход керна. Так, на одном из месторождений Криворожского бассейна применение обратной промывки позволило повысить выход керна с 19 до 86% [41].

Наиболее существенными недостатками этого способа являются дополнительные работы, связанные с герметизацией устья скважины (установка превентора, опрессовка), и необходимость в случае частичной или полной потери циркуляции промывочной жидкости цементирования или крепления скважины обсадными трубами. Это значительно снижает производительность и повышает себестоимость бурения. Однако и в этом случае обратная промывка представляет большую практическую ценность как средство транспортирования керна на поверхность скважины без подъема колонкового снаряда.

Для этой цели устье скважины герметизируют и оборудуют сальником-превентором 1 (рис. 43). Бурильные трубы 2 внутри должны быть гладкоствольными с внутренним диаметром, несколько большим диаметра керна. Бурильные трубы, работаю-

щие в верхней части скважины, должны иметь гладкую поверхность. На бурильные трубы навинчивают вертлюг 3, на штуцер которого закрепляется шланг 4. Внутренний диаметр его должен быть несколько больше диаметра керна. Шланг следует плавно изогнуть, это облегчает выход керна. Шланг следует плавно изогнуть, это облегчает выход керна.

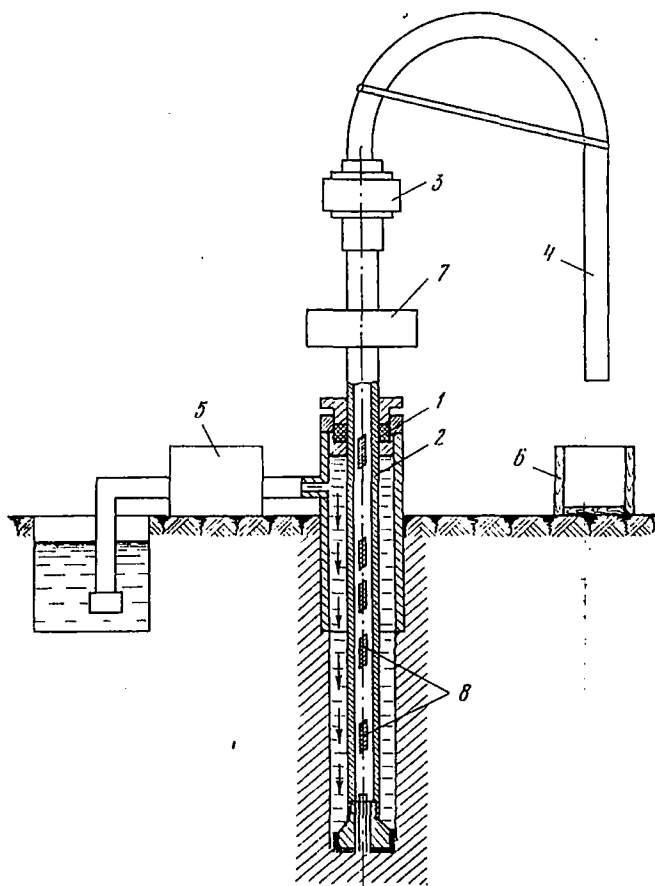


Рис. 43. Схема прибора с гидравлическим транспортированием керна.

1 — сальник-превентор; 2 — бурильная труба; 3 — вертлюг; 4 — шланг;
5 — насос; 6 — желоб; 7 — ротор; 8 — керн.

Промывочная жидкость, нагнетаемая насосом 5 в кольцевой зазор между стенками скважины и колонной бурильных труб, омывает и охлаждает коронку и поступает внутрь бурильных труб, транспортируя вверх разбуренную породу и кусочки керна. Через отводящий шланг керн выводится в желоб 6 с сетчатой перегородкой, откуда его извлекают и укладывают в керновые ящики.

Выход керна при гидравлическом транспорте, как правило, выше, чем при обычном способе, а в случае размыва керна имеется возможность получить 100% разбуренного материала. Этот способ не приемлем в тех случаях, когда скважина пересекает трещиноватые породы, поглощающие промывочную жидкость.

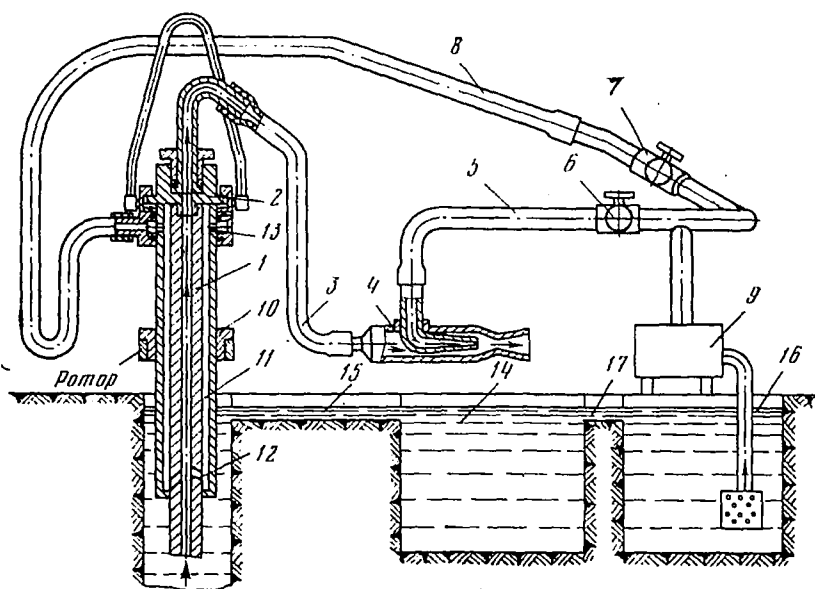


Рис. 44. Схема бурения с обратной промывкой.

1 — ведущая труба; 2 — вертлюг; 3, 8 — шланги; 4 — водоподъемник; 5 — трубопровод; 6, 7 — вентили; 9 — насос; 10 — плашки ротора; 11, 12, 13 — каналы; 14, 16 — зумпфы; 15 — желоб; 17 — сливной желоб.

Промышленные испытания буровых установок с гидравлическим подъемом керна проводились с минимальным диаметром керна 39 мм и максимальным 100 мм. Испытания этого способа транспортировки керна в Румынии показали, что коммерческая скорость бурения зависит прежде всего от стойкости коронки. В мягких породах до износа коронки проходка за один рейс может достигать 300—400 м. Суточная проходка достигает 100 м и более.

Колонковое бурение с гидравлическим транспортированием керна приемлемо для крепких и мягких пород и заслуживает широкого изучения.

В США в 1958 г. был предложен способ обратной промывки забоя скважины для бурения горных пород, керна которых легко поддается размыву. Гидравлический подъемник состоит из полый ведущей трубы 1 (рис. 44), вертлюга 2, шланга 3, водоподъемника 4, трубопровода 5, вентиляей 6 и 7, шланга 8 и насоса 9.

Ведущая труба 1 имеет две шпонки, которые входят в шпоночные пазы плашек 10 ротора и при бурении передают крутящий момент колонне бурильных труб. Шпонки имеют продольные каналы 11 для прохода промывочной жидкости, которые сообщаются с полостью ведущей трубы каналами 12, а с ветрлюгами — каналами 13.

Сущность работы гидравлического водоподъемника заключается в следующем. Промывочная жидкость, нагнетаемая насосом 9, в трубопроводе 5 разделяется на два потока. Один поток идет через шланг 8, ветрлюг 2, каналы 13, 11, 12 в полость ведущей трубы 1, поднимаясь вверх и вытесняя воздух, затем в шланг 3, водоподъемник 4, откуда через раструб сливается в зумпф 14. Второй поток идет в водоподъемник 4 и с большой скоростью вытекает из конусной насадки, увлекая сильной струей первый поток в диффузор, откуда оба потока сливаются в зумпф. Поскольку второй поток увлекает больше жидкости, чем ее поступает с первым, то недостающая часть жидкости будет засасываться из скважины, таким образом в полости бурильных труб возникает непрерывный восходящий поток жидкости. Количество восходящего потока жидкости из скважины регулируется вентилем 7. Максимальное количество восходящего потока жидкости достигается при полном закрытии вентиля.

По мере отсасывания жидкости из скважины она непрерывно пополняется жидкостью из зумпфа 14 через желоб 15. При наличии в скважине зон поглощения промывочной жидкости наиболее эффективным способом создания обратной промывки забоя является установка над колонковым снарядом пакера.

На рис. 45 показан колонковый снаряд с пакером конструкции автора. Пакер состоит из металлического корпуса 4 с щелевыми каналами и резиновой оболочки 5. Герметизация скважины в процессе бурения достигается следующим образом. Промывочная жидкость через наклонный канал шпинделя 2 поступает в полость корпуса пакера и выходит через дроссельный канал в скважину. В результате чего в этой полости образуется повышенное давление жидкости, под действием которого резиновая оболочка раздувается и плотно прилегает к стенкам скважины. Пакер в процессе бурения не вращается. Помимо герметизации скважины пакер выполняет роль центриатора, что позволяет вести бурение на повышенных скоростях.

Для повышения качества кернового материала данный колонковый снаряд можно дополнить керноприемной трубой и шламоуловителем закрытого типа.

Основным недостатком колонкового снаряда с пакером является трудность контроля надежности герметизации скважины, особенно при наличии каверн и трещин. Поэтому при бурении могут быть большие утечки промывочной жидкости, что может привести к нарушению режима промывки и прихвату снаряда в скважине.

Для устранения указанного недостатка в КазИМСе были разработаны двойные колонковые снаряды с напорным восходящим потоком промывочной жидкости в керноприемной трубе типа ДКС-ВП, у которых сопротивление выходу промывочной

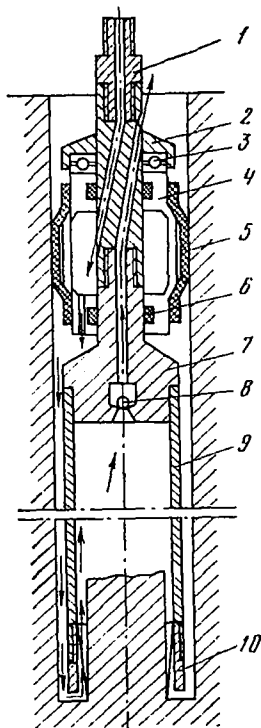


Рис. 45. Колонковый снаряд с пакером:

1 — ниппель; 2 — шпindelь; 3 — подшипник; 4 — корпус пакера; 5 — резиновая оболочка; 6 — сальник; 7 — переходник; 8 — шарик; 9 — колонковая труба; 10 — коронка.

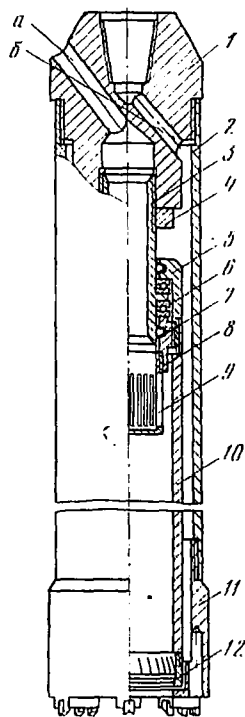


Рис. 46. Двойной колонковый снаряд типа ДКС1-ВП с напорным восходящим потоком жидкости в керноприемной трубе.

1 — переходник; 2 — наружная труба; 3 — шпindelь; 4 — гайка; 5 — корпус подшипников; 6 — подшипник; 7 — сальник; 8 — буска; 9 — фильтр; 10 — керноприемная труба; 11 — коронка; 12 — керноудерживатель и дренажный каналы.

жидкости во внешнее кольцевое пространство создается непосредственно на забое.

Двойной колонковый снаряд ДКС1-ВП (рис. 46) состоит из переходника 1 с наклонными каналами а и б, наружной 2 и керноприемной 10 труб, узла подвески керноприемной трубы

(детали 3, 4, 5, 6, 7, 8), щелевого фильтра 9, керноудерживателя 12 и специальной буровой коронки 11.

Промывочная жидкость в процессе бурения выходит через канал б в зазор между трубами и далее через каналы буровой коронки вытекает к забою. Омыв забой скважины, промывочная жидкость разделяется на два потока. Основной поток (80—85%) идет в керноприемную трубу, откуда через щелевой фильтр 9, полость шпинделя 3 и канал а выходит в скважину. Вторая, меньшая, часть потока жидкости поступает в зазор между стенками скважины и буровой коронки.

Разделение потока промывочной жидкости непосредственно на забое скважины осуществляется буровой коронкой за счет разности сечения площадей между внутренним (между стенками керна и керноприемной трубы) и наружным (между стенками скважины и буровой коронки) кольцевыми зазорами. И чем больше эта разность, тем больший поток жидкости идет в керноприемную трубу. Для этой цели наружная цилиндрическая часть буровой коронки выполнена без промывочных пазов и с малым выпуском резцов, а внутренняя — с максимально возможными размерами промывочных пазов и выпуском резцов.

Снаряд ДКС1-ВП с твердосплавными коронками диаметром 93 и 76 мм проходил испытания на золоторудных месторождениях Кара-Кутан и Марджанбулак при бурении разрушенных, трещиноватых, сланцеватых и перемежающихся по твердости пород от V до IX категории буримости. Пробурено свыше 2000 м скважин. Основные результаты работы снаряда приведены в табл. 15.

Испытания снаряда ДКС1-ВП показали, что с увеличением расхода промывочной жидкости величина проходки на рейс и механическая скорость бурения повышаются, а выход керна

Т а б л и ц а 15

Характеристика пород	Категория пород по буримости	Наружный диаметр буровой коронки, мм	Выход керна, %	Средняя механическая скорость бурения, м/ч	Средняя длина рейса, м
Перемятые, трещиноватые, местами окварцованные алевролиты	IV	93	77	5,79	2,09
	V	93	75	3,32	2,19
Интенсивно трещиноватые, окварцованные, брекчированные и перемежающиеся по твердости алевролиты, песчаники и сланцы	VI	93	77	2,06	2,26
	VII	93	71	1,39	2,05
	VIII	93	74	0,87	1,46
Интенсивно трещиноватые и окварцованные, местами окремненные алевролиты, песчаники	VII	76	79	1,87	2,13
	VIII	76	74	1,12	1,48

снижается. Так, с увеличением расхода промывочной жидкости от 60 до 120 л/мин проходка за рейс повышается с 1,2 до 3 м, механическая скорость бурения с 1,7 до 2,5 м, а выход керна снижается с 95 до 60%.

Снижение выхода керна обуславливается высокой несущей способностью промывочной жидкости. Установленный щелевой фильтр 9 не задерживает мелкий керновый материал и часто забивается, что приводит к резким гидравлическим сопротивлениям проходу восходящего потока промывочной жидкости и к прекращению рейса бурения. Поэтому снаряд ДКС1-ВП рекомендуется для бурения однородных средней трещиноватости пород и полезных ископаемых.

Для бурения сильно разрушенных и подверженных избирательному истиранию пород и полезных ископаемых разработан снаряд ДКС2-ВП (рис. 47). При бурении данным снарядом весь керновый материал, увлеченный из керноприемной трубы 15 восходящим потоком жидкости, улавливается в шламособорнике 7 гидроциклонным шламоуловителем 5.

В снарядах ДКС1-ВП и ДКС2-ВП в качестве керноприемных труб могут быть использованы как трубы геолого-разведочного сортамента, так и тонкостенные (ГОСТ 8734—58). Длина керноприемной трубы должна быть не менее 3 м. Основные размеры снарядов ДКС2-ВП приведены в табл. 16.

Твердосплавная коронка (рис. 48) имеет ступенчатую форму. Наружная ступенька армируется мелкими призматическими резцами. Для создания сопротивления выходу промывочной жидкости во внешнее кольцевое пространство резцы на наружной ступеньке могут устанавливаться с малым выпуском по наружному диаметру и с нормальным по торцу или с малым по торцу и нормальным по наружному диаметру. В остальных ступеньках резцы устанавливаются с нормальным выпуском согласно принятым нормам. Основные размеры коронок приведены в табл. 17.

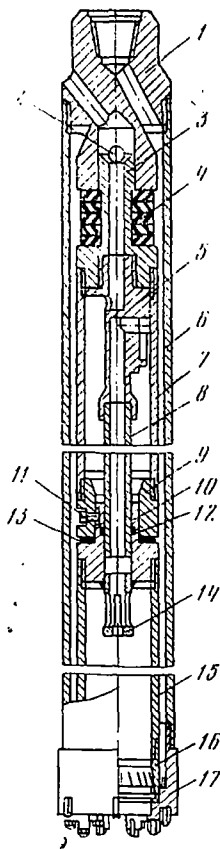


Рис. 47. Двойной колонковый снаряд типа ДКС2-ВП с напорным восходящим потоком жидкости в керноприемной трубе.

1, 3, 10 — переходники; 2 — шарик; 4 — прокладки; 5 — гидроциклон; 6 — наружная труба; 7 — шламособорник; 8 — трубка; 9 — боек; 11 — винт; 12 — сальник; 13 — прокладка; 14 — фильтр; 15 — керноприемная труба; 16 — кернодержатель; 17 — коронка.

Показатели	Шифр снаряда			
	ДКС3-ВП-57	ДКС2-ВП-73	ДКС2-ВП-89	ДКС2-ВП-108
Диаметр наружной трубы:				
наружный	57	73	89	108
внутренний	49,5	65,5	81	99,5
Диаметр керноприемной трубы из труб геолого- разведочного сортамен- та:				
наружный	44	57	73	89
внутренний	37	49,5	65,5	81
Диаметр керноприемной трубы из труб ГОСТ 8734-58:				
наружный	45	60	75	95
внутренний	41	55	70	90
Диаметр буровой коронки:				
наружный	59	76	93	112
внутренний	32 и 36	44 и 49	59 и 64	75 и 84

Примечание. Все размеры даны в мм.

Таблица 17

D_1 , мм	D_2 , мм	d_1 , мм	d_2 , мм	h , мм
С боковым сопротивлением				
59	59 ^{-0,2}	32 и 36	37 и 41	2,5—3,0
76	76 ^{-0,2}	44 и 49	49 и 55	2,5—3,0
93	93 ^{-0,2}	59 и 64	65 и 70	2,5—3,0
112	112 ^{-0,2}	75 и 84	81 и 90	2,5—3,0
С торцовым сопротивлением				
59	57,5	32 и 36	37 и 41	0,2—0,4
76	74,5	44 и 49	49 и 55	0,2—0,4
93	91,5	59 и 64	65 и 70	0,2—0,4
112	110,5	75 и 84	81 и 90	0,2—0,4

Таблица 18

Тип снаряда	Осевая нагрузка на забой, кгс	Скорость вращения снаряда, об/мин	Количество промывочной жидкости, л/мин	
			вода	глинистый раствор
ДКС2-ВП-57	200—500	130—350	35—65	30—55
ДКС2-ВП-73	300—600	130—350	40—80	35—70
ДКС2-ВП-69	400—800	130—350	50—110	45—90
ДКС2-ВП-108	500—1000	130—350	60—130	55—110

Технология бурения двойными колонковыми снарядами типа ДКС2-ВП приведена в табл. 18.

Пределы осевых нагрузок и скоростей вращения снаряда, указанные в табл. 18, зависят от крепости, разрушенности и

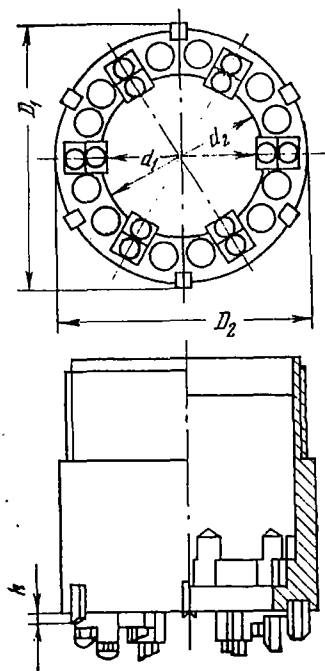


Рис. 48. Буровая коронка.

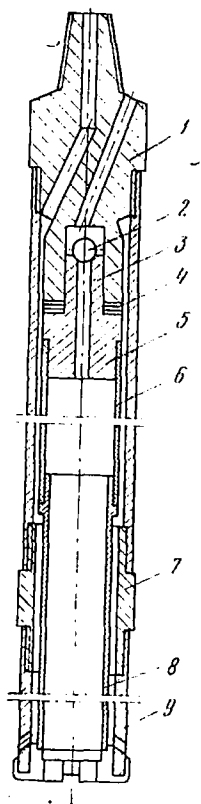


Рис. 49. Двойной колонковый снаряд алмазного бурения типа ДКСА-ВП.

1, 3 — переходники;
2 — шарик; 4 — шайбы;
5 — наружная труба; 6 — керноприемная труба; 7 — инпель; 8 — стакан;
9 — коронка.

переменяемости по твердости пород. Расход промывочной жидкости выбирается в зависимости от удельного веса, степени разрушенности и буримости пород.

С двойным колонковым снарядом алмазного бурения типа ДКСА-ВП (рис. 49) используются алмазные коронки типа КТД-2, серийно выпускаемые Кабардино-Балкарским заводом для двойных колонковых труб второго типа конструкции ВИТра. Для прохода промывочной жидкости к забою в алмазной коронке 9 углублены внутренние промывочные пазы и просверлены каналы диаметром 5 мм. Основные размеры снарядов диаметром 59 и 76 мм приведены в табл. 19.

Снаряд ДКСА-ВП-59 прошел испытания на Богутинском и Чатыржувском месторождениях Южно-Казахстанского геологического управления и на Сакмаринском месторождении Во-

Таблица 19

Показатели	Тип снаряда	
	ДКСА-ВП-59	ДКСА-ВП-76
Диаметр алмазной коронки:		
наружный	59	76
внутренний	38	53
Диаметр керноприемной трубы:		
наружный	45	60
внутренний	42	55
Диаметр керноприемного стакана:		
наружный	44	60
внутренний	42	58
Диаметр ниппеля:		
наружный	59 ^{-0,8}	76 ^{-0,8}
внутренний	47	64,5
Диаметр наружной трубы:		
наружный	57	73
внутренний	49,5	65,5
Наружный диаметр переходника	59 ^{-0,8}	76 ^{-0,8}

Примечание. Все размеры даны в мм.

Таблица 20

Характеристика пород	Режим бурения			Гробурено, м	Средняя проходка за рейс, м	Выход керна, %	
	Осевая нагрузка на забой, кгс	Скорость вращения снаряда, об/мин	Расход промывочной жидкости, л/мин			при применении ДКСА-ВП-59	до применения ДКСА-ВП-59

Месторождение Богуты

Раздробленные роговики по песчано-глинистым окварцованным сланцам X категории буримости	800— 900	254— 340	50—60	62	1,6	80	30—40
---	-------------	-------------	-------	----	-----	----	-------

Месторождение Чатыркуль

Сильно раздробленные мелко-среднезернистые гидротермально измененные граниты IX, X категории	700	370	40	17,6	1,35	75,6	30
--	-----	-----	----	------	------	------	----

Месторождение Сакмаринское

Сильно раздробленные кварц-серицитовые сланцы, алевриты и окварцованные альбитофиры VIII—X категорий	700— 800	281	35—40	40,3	1,35	74	39
--	-------------	-----	-------	------	------	----	----

сточно-Казахстанского геологического управления. Основные показатели работы снаряда приведены в табл. 20.

Снаряд ДКСА-ВП-59 не имеет керноудерживающего устройства. Поэтому для заклинивания керна следует отключить промывку и вращение, выдержать снаряд до 2 мин на забое, затем дать 10—15 оборотов с нагрузкой на забой до 200 кгс и приступить к подъему.

Обратную промывку забоя скважины можно осуществлять с помощью одинарных эжекторных колонковых снарядов. Устройство и работа данных снарядов описаны в следующей главе.

ПОЛУЧЕНИЕ КЕРНА ПРИ БУРЕНИИ С КОМБИНИРОВАННОЙ ПРОМЫВКОЙ ЗАБОЯ СКВАЖИНЫ

К техническим средствам, обеспечивающим комбинированную промывку забоя скважины, относятся двойные эжекторные колонковые снаряды. В Казахском научно-исследовательском институте минерального сырья разработаны двойные эжекторные колонковые снаряды (ЭКС) и к ним специальные буровые коронки. При бурении данными снарядами очистка забоя скважины от выбуренных частиц породы осуществляется одновременно прямым и обратным потоками жидкости. Наличие двух потоков обеспечивает надежную очистку забоя скважины от выбуренных частиц породы и способствует продвижению керна в керноприемную трубу, а также позволяет нормально вести процесс бурения при наличии в скважине зон поглощения промывочной жидкости.

Опыт бурения снарядами ЭКС в хрупких, трещиноватых, сланцеватых, перемежающихся по твердости горных породах и полезных ископаемых показал их преимущества по сравнению с другими, важнейшими из которых являются универсальность назначения (бурение дробью, твердыми сплавами и алмазами) и, самое главное, высокие показатели выхода керна.

Эффективность работы снаряда ЭКС определяется рациональностью основных параметров эжекторного насоса.

ПРИНЦИП РАБОТЫ И ВЫБОР ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЭЖЕКТОРНОГО НАСОСА

По принципу работы эжекторные колонковые снаряды относятся к типу струйных насосов, в которых происходит непосредственная передача энергии от одного потока к другому. Поток с большим запасом энергии называют рабочим, а с меньшим — засасываемым или эжектируемым.

Гидравлическая схема двойного эжекторного колонкового снаряда приведена на рис. 50. На этом рисунке ниже приведена схема относительного изменения статического давления жидкости в эжекторном колонковом снаряде при его работе.

В эжекторном колонковом снаряде рабочим потоком является жидкость, прокачиваемая насосом через бурильные трубы. Рабочий поток жидкости Q_1 под давлением насоса выходит из насадки 1 в приемную камеру 2 с большой скоростью и увлекает за собой жидкость, находящуюся в приемной камере.

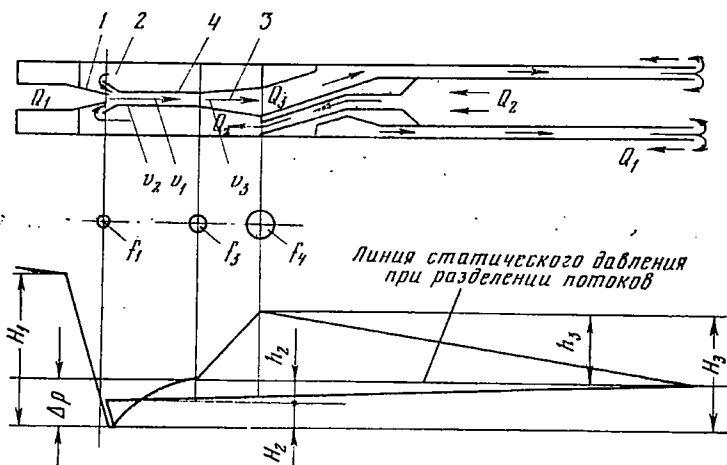


Рис. 50. Гидравлическая схема двойного эжекторного колонкового снаряда.

При этом статическое давление при истечении жидкости из насадки уменьшается на величину скоростного напора H_1 рабочего потока.

В приемной камере кинетическая энергия рабочего потока частично передается эжектируемому потоку Q_2 . В связи с тем, что находящаяся в приемной камере жидкость увлекается рабочим потоком, здесь создается область пониженного давления, благодаря чему эжектируемый поток непрерывно поступает в приемную камеру из керноприемной трубы. На схеме понижение давления в приемной камере обозначено величиной Δp .

При протекании смешанного потока Q_3 (рабочего и эжектируемого) через камеру смешения 4 энергия потока выравнивается, соответственно выравнивается и скорость, за счет чего статическое давление в камере смешения несколько повышается. В диффузоре 3 происходит преобразование кинетической энергии смешанного потока в потенциальную и дальнейшее повышение статического давления. При протекании смешанного потока в межтрубном кольцевом зазоре и каналах коронки происходят потери статического напора, которые определяются величиной h_3 .

После выхода жидкости из коронки в скважину происходит разделение потоков на основной и эжектируемый. Основной поток направляется по кольцевому зазору между стенками сква-

жины и колонковым снарядом к устью скважины, а эжектируемый — в кернаприемную трубу и далее в приемную камеру.

Напор H_3 , развиваемый эжекторным насосом за диффузором, определяется потерями напора смешанного потока в нагнетательной линии колонкового снаряда от диффузора до выхода жидкости через каналы коронки в скважину (т. е. до места разделения потоков) и создаваемым перепадом давления Δp в приемной камере.

$$H_3 = h_3 + \Delta p.$$

Отсюда

$$\Delta p = H_3 - h_3.$$

Всасывание жидкости из кернаприемной трубы происходит при условии $H_3 > h_3$. На своем пути к приемной камере жидкость преодолевает гидравлические сопротивления. На схеме потери напора эжектируемого потока при прохождении в приемную камеру обозначены величиной h_2 . Величина H_2 обозначает скоростной напор эжектируемого потока.

В случае, если $h_3 = H_3$, то всасывание из кернаприемной трубы происходить не будет, а если $h_3 > H_3$, то нисходящий поток жидкости будет проходить к забою скважины как через межтрубный зазор, так и через кернаприемную трубу.

В одинарном эжекторном снаряде смешанный поток жидкости из диффузора выходит в кольцевой зазор между колонковым снарядом и стенками скважины. Если при выходе из диффузора смешанный поток жидкости направляется параллельно оси скважины к забою, то в этом случае $h_3 = 0$ и $\Delta p = H_3$.

Если же поток жидкости выходит под углом к оси скважины, то будут иметь место потери напора смешанного потока за диффузором эжекторного насоса. Тогда перепад давления Δp в приемной камере будет снижаться на величину этих потерь напора. Очевидно, наибольшие потери напора и наименьший полезный перепад давления в приемной камере будут при направлении смешанного потока жидкости из диффузора к устью скважины.

Для определения H_3 , создаваемого эжекторным насосом за диффузором, воспользуемся зависимостью, полученной Л. Д. Берманом

$$H_{\Pi} = \frac{H_1}{m}, \quad (1)$$

где H_{Π} — полный напор эжекторного насоса, создаваемый перед камерой смешения, в м вод. ст.; H_1 — располагаемый скоростной напор рабочего потока жидкости при выходе из насадки в м вод. ст.; $m = \frac{f_3}{f_1}$ — отношению площадей сечения камеры смешения f_3 к выходному сечению насадки f_1 .

При прохождении через камеру смешения и диффузор поток жидкости преодолевает гидравлические сопротивления трения, завихрения и т. д., которые уменьшаются с увеличением отношения площадей m .

По данным экспериментальных работ, выполненных в КазИМСе, при $m > 4$ потери напора в камере смешения и диффузоре незначительны, поэтому

$$H_a \approx H_n = \frac{H_1}{m}.$$

При $m \leq 4$

$$\begin{aligned} H_a &= \frac{H_1}{m} - \frac{H_1}{m} \left(\frac{1,6m + 2,0}{2,56m^2 + 1,22} - 0,2 \right) = \\ &= \frac{H_1}{m} \left(1,2 - \frac{1,6m + 2,0}{2,56m^2 + 1,22} \right), \end{aligned} \quad (2)$$

где величина $\frac{H_1}{m} \left(\frac{1,6m + 2,0}{2,56m^2 + 1,22} - 0,2 \right)$ выражает потери напора в камере смешения в диффузоре.

При определении скоростного напора H_1 рабочего потока необходимо учитывать сжатие струи на выходе из насадки. По данным экспериментальных работ, при скорости истечения жидкости из снаряда 15 м/с и более коэффициент сжатия струи составляет 0,63, что соответствует случаю полного сжатия струи для квадратической области сопротивления [46].

Выражая H_1 через Q_1 и учитывая коэффициент сжатия $\epsilon = 0,63$, формулу (2) можно представить в виде

$$H_a = \frac{Q_1^2}{12,4f_1^2 m} \left(1,2 - \frac{1,6m + 2,0}{2,56m^2 + 1,22} \right), \quad (3)$$

где Q_1 — объемный расход рабочего потока жидкости (воды) в м³/с; f_1 — площадь выходного сечения насадки в м².

Данная формула применяется при $m \leq 4$. В случае, если $m > 4$,

$$H_a = \frac{Q_1^2}{12,4f_1^2 m}. \quad (4)$$

Количество подсосываемой или эжектируемой жидкости можно определить по следующей формуле:

$$\begin{aligned} Q_2 &= (f_3 - \epsilon f_1) \sqrt{\frac{2g [H_n - (h_c + h_2)]}{\epsilon_2}} = \\ &= 3,39 (f_3 - 0,63f_1) \sqrt{\frac{Q_2}{12,4f_1^2 m} - (h_c + h_2)}, \end{aligned} \quad (5)$$

где Q_2 — объем эжектируемой жидкости в $\text{м}^3/\text{с}$; f_3 — площадь сечения камеры смешения в м^2 ; h_c — суммарные потери напора смешанного потока жидкости от входа в камеру смешения до места разделения потоков в м вод. ст.; h_2 — суммарные потери напора эжектируемой жидкости от места разделения потоков до выхода из приемной камеры в конфузор в м вод. ст.; ϵ_2 — коэффициент сопротивления эжектируемого потока при входе в конфузор и камеру смешения, для снарядов типа ЭКС значение ϵ_2 определено экспериментально и равно 1,7.

В связи с тем, что суммарные потери напора в нагнетательной и всасывающей линиях снаряда в свою очередь зависят от величины Q_2 , определение объема эжектируемой жидкости производится методом последовательного приближения.

Коэффициент эжекции α определяется по отношению объема эжектируемой жидкости к объемному расходу рабочего потока

$$\alpha = \frac{Q_2}{Q_1}.$$

Получение керна при бурении эжекторными снарядами зависит, главным образом, от величины и стабильности восходящего потока жидкости в керноприемной трубе. Эти показатели являются переменными и определяются параметрами эжекторного насоса.

Для выбора основных параметров эжекторного насоса были проведены специальные экспериментальные исследования. При проведении экспериментальных исследований использовался натурный образец снаряда ЭКС-108. Выбор оптимальных параметров производился по основным показателям работы эжекторного насоса: создаваемому перепаду давления в приемной камере и коэффициенту эжекции. Перепад давления определялся как разность между давлением жидкости после выхода из коронки и давлением в приемной камере при перекрытой всасывающей линии ($\alpha=0$). Замер перепада давления в приемной камере и объема засасываемой жидкости производился с помощью мембранных дифманометров типа ДМ модели 3564. В качестве промыточной жидкости использовалась техническая вода. Давление на выходе жидкости из экспериментальной установки поддерживалось 5—10 кгс/см². Все графики относятся к условиям расхода рабочего потока жидкости 80 л/мин.

Определяющим параметром для эжекторного насоса является отношение площадей сечения камеры смешения к выходному сечению насадки. На графике (рис. 51) представлена зависимость перепада давления Δp в приемной камере и коэффициента эжекции α от отношения площадей f_3/f_1 . Приведенная зависимость получена экспериментальным путем при использовании насадки с диаметром выходного отверстия 10,4 мм.

Из графика видно, что максимальное значение Δp получено при $f_3/f_1=1,8$, а максимальное значение α при $f_3/f_1=3,7$. Увели-

чение или уменьшение f_3/f_1 по сравнению с этими значениями приводит к снижению Δp и α .

При выборе оптимального значения отношения площадей f_3/f_1 необходимо учитывать, что работа эжекторных насосов в двойных колонковых снарядах происходит при наличии значительных сопротивлений во всасывающей линии, увеличивающихся по мере наполнения керноприемной трубы керном. В связи с этим коэффициент эжекции снижается. Поэтому эжекторные насосы, развивающие наибольший перепад давления в приемной камере, будут более стабильны в работе, так как с увеличением длины керна в керноприемной трубе коэффициент эжекции будет снижаться в меньшей степени. В связи с этим при выборе оптимального значения отношения площадей эжекторные насосы, развивающие наибольший перепад давления, более предпочтительны, хотя коэффициент эжекции при этом будет несколько ниже.

Все это позволяет сделать вывод, что отношение площадей сечения камеры смешения к выходному сечению насадки в двойных эжекторных колонковых снарядах должно быть в пределах 1,8—2. При этом достигается наибольший перепад давления в приемной камере и достаточно высокий коэффициент эжекции.

Следует отметить, что перепад давления в приемной камере, коэффициент эжекции и стабильность работы эжекторного насоса зависят также и от абсолютных размеров площадей выходного отверстия насадки и камеры смешения. При одних и тех же расходах рабочего потока и отношения площадей f_3/f_1 в насосе с меньшим размером площади выходного отверстия насадки скорость истечения из насадки, а следовательно, и энергия потока будут больше, отсюда перепад давления в приемной камере и коэффициент эжекции будут также больше.

Таким образом, для колонковых снарядов необходимо применять насадки с минимальными диаметрами отверстий. Практически для снарядов дробового бурения диаметр насадки выбирается из условия прохождения дроби через насадку.

$$d_1 = 3d,$$

где d_1 — диаметр выходного отверстия насадки; d — диаметр применяемой дроби.

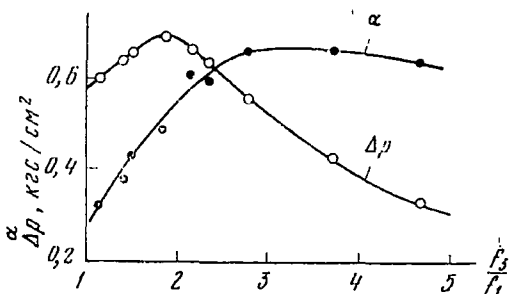


Рис. 51. Зависимость перепада давления Δp в приемной камере и коэффициента эжекции α от отношения площадей f_3/f_1 .

Для снарядов твердосплавного и алмазного бурения диаметр насадки можно применять 7—8 мм. Применение насадки с меньшими диаметрами отверстий при работе с глинистым раствором иногда приводит к закупорке отверстий.

Конфигурация насадки должна обеспечивать компактность струи рабочего потока жидкости и минимальные потери напора при истечении. Этим требованиям отвечают конусоидальные на-

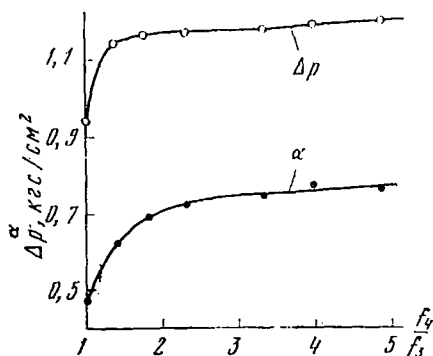


Рис. 52. Зависимость перепада давления в приемной камере и коэффициента эжекции от отношения длины камеры смешения $l_{к.с.}$ к диаметру камеры смешения d_3 .

садки. Однако в связи со сложностью изготовления конусоидальных насадок в различного рода струйных аппаратах широкое распространение получили конические насадки, заканчивающиеся цилиндрическим патрубком.

По данным Б. Е. Фридмана [48], конусность насадки должна быть в пределах 54—70°, полная длина насадки в пределах (6—10) d_1 , длина цилиндрического патрубка 0,25 d_1 . Однако в эжекторных колонковых сна-

рядах начальный диаметр насадки ограничивается размерами колонкового снаряда по диаметру. Поэтому рекомендации Б. Е. Фридмана по конусности и общей длине насадки не могут быть выдержаны.

Экспериментальными работами не установлено существенного влияния конусности насадки на работоспособность струи. Поэтому рекомендуют принимать конусность и общую длину насадки по конструктивным соображениям. При этом необходимо учитывать, что наибольший коэффициент расхода, а следовательно, и наименьшие потери напора достигаются при конусности 13°24' [48].

Для преобразования потенциальной энергии рабочего потока в кинетическую с максимально возможным эффектом внутренней поверхность насадки должна быть тщательно обработана.

Входной участок в камеру смешения (конфузор), по исследованиям Р. П. Сазонова, должен иметь форму в виде конуса длиной 0,8 диаметра камеры смешения, угол конусности конфузора в пределах 60°. Кромки конфузора должны быть закруглены, иметь плавное сопряжение со стенками камеры смешения и приемной камерой. Цилиндрическая часть камеры смешения должна быть такой длины, чтобы обеспечивалось полное смешение эжектируемого и рабочего потоков и выравнивание их скоростей. В случае, если камера смешения будет иметь недостаточ-

ную длину, можно не получить в ней необходимого смешения потоков. И наоборот, при большей длине камеры смешения, чем требуется, за счет дополнительных сопротивлений будут снижаться перепад давления в приемной камере и коэффициент эжекции.

На графике (рис. 52) представлена зависимость перепада давления и коэффициента эжекции от отношения длины камеры смешения $l_{к.с}$ к диаметру камеры смешения d_3 . При проведении экспериментальных работ использовалась насадка диаметром 9,5 мм, диаметр камеры смешения составлял 13,6 мм.

Из графика (рис. 52) видно, что наибольший перепад давления и коэффициент эжекции обе спечиваются при $\frac{l_{к.с}}{d_3} = 6-8$, что вполне согласуется с данными Е. Я. Соколова [45] и Б. Е. Фридмана [48]. При уменьшении длины камеры смешения от $6 d_3$ до 0 коэффициент эжекции снижается незначительно. С уменьшением длины камеры смешения до $4 d_3$ перепад давления снижается незначительно, а при дальнейшем уменьшении $l_{к.с}$ с Δp резко падает.

Из приведенного анализа следует, что оптимальная длина камеры смешения составляет $(6-8) d_3$. Однако в целях уменьшения общей длины эжекторного насоса и колонкового снаряда длину камеры смешения можно принимать в пределах $(4-6) d_3$.

Расстояние от насадки до начала цилиндрической части камеры смешения оказывает большое значение на работоспособность струи. Однако среди большинства исследователей нет единого мнения по этому вопросу. Е. Я. Соколов и Н. М. Зингер [45], основываясь на теории растекания затопленной струи, приводят расчетные формулы для определения оптимального положения насадки. В общем виде они рекомендуют принимать $l_n = (1-1,5) d_3$, где l_n — расстояние от насадки до камеры смешения.

Б. Е. Фридман [48], обобщая результаты работ многих исследователей, приходит к выводу, что наиболее выгодное расстояние от насадки до начала камеры смешения находится в пределах $(1-2) d_3$.

По данным наших исследований, для насадки диаметром 9,5 мм и камеры смешения диаметром 13,6 мм наибольший перепад давления достигается при расстоянии насадки от камеры

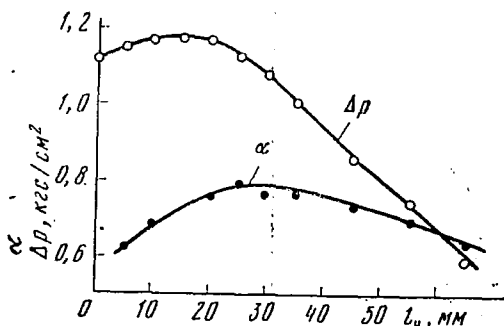


Рис. 53. Зависимость перепада давления Δp и коэффициента эжекции α от расстояния l_n между насадкой и камерой смешения.

смещения от 10 до 20 мм (рис. 53). Однако при положении насадки, отстоящей от камеры смещения на 10 мм, наблюдается снижение коэффициента эжекции. С увеличением l_n до 25 мм коэффициент эжекции возрастает, а затем снова снижается. Следовательно, с целью создания наибольшего перепада давления при сравнительно высоком коэффициенте эжекции расстояние от насадки до камеры смещения следует принимать равным 15—20 мм. Отметим, что указанная рекомендация относится только к тем условиям, в которых проводились экспериментальные работы. Однако при $\frac{f_3}{f_1} \leq 2$ можно рекомендовать $l_n = (1-1,5)d_3$.

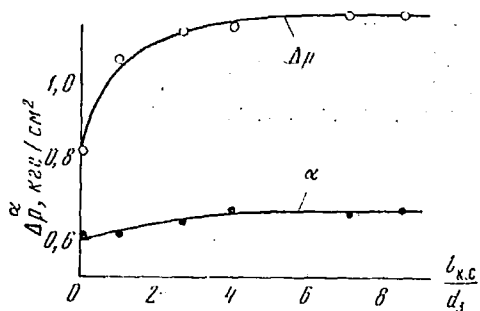


Рис. 54. Зависимость перепада давления Δp и коэффициента эжекции α от степени расширения диффузора $\frac{f_4}{f_3}$.

Диффузоры круглого сечения характеризуются двумя параметрами: углом конусности и степенью расширения. Степень расширения определяется как отношение выходной площади сечения диффузора f_4 к площади сечения камеры смещения f_3 .

На графике (рис. 54) представлена зависимость перепада давления и коэффициента эжекции от степени расширения диффузора. Из графика видно, что степень расширения диффузора нужно принимать максимально возможной, но не ниже 2.

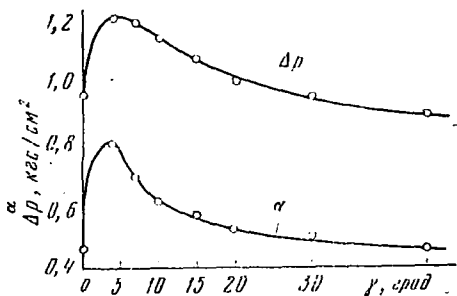


Рис. 55. Зависимость перепада давления Δp и коэффициента эжекции α от угла конусности γ диффузора.

Исследованиями [48] установлено, что при угле конусности диффузора до 8° профиль скоростей в диффузоре, вытягиваясь, остается все же симметричным относительно оси диффузора. С дальнейшим увеличением угла конусности симметрия нарушается, что

создает дополнительные сопротивления. Поэтому рекомендуемый угол конусности диффузора составляет $6-8^\circ$. Проведенные автором экспериментальные работы (рис. 55) показали, что при таком угле конусности достигаются наибольшие перепад давления в приемной камере и коэффициент эжекции. При увеличении угла конусности эти показатели снижаются.

Повышение перепада давления в приемной камере может быть получено за счет снижения гидравлических сопротивлений в нагнетательной линии колонкового снаряда. Для этого необходимо увеличивать площадь сечения каналов для выхода промывочной жидкости из диффузора в межтрубный зазор и суммарную площадь сечения отверстий для выхода промывочной жидкости из коронки. Потери напора промывочной жидкости в межтрубном кольцевом зазоре незначительны, если использовать существующие стандартные геологоразведочные трубы.

На рис. 56 представлена зависимость перепада давления в приемной камере от отношения суммарной площади сечения отверстий в коронке f_0 к площади сечения камеры смешения f_3 . График построен для снаряда ЭКС-108, у которого $d_1 = 9,5$ мм и $d_3 = 13,6$ мм.

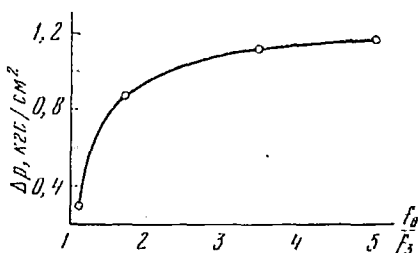


Рис. 56. Зависимость перепада давления Δp в приемной камере от суммарной площади сечения промывочных отверстий f_0 в коронке к площади сечения камеры смешения f_3 .

Из графика видно, что с уменьшением $\frac{f_0}{f_3}$ перепад давления снижается. Особенно интенсивное снижение происходит при $\frac{f_0}{f_3} = 2,5$ и менее.

Практически суммарная площадь сечения отверстий в коронке должна быть не менее трех-четырех площадей сечения камеры смешения.

За счет снижения потерь напора в нагнетательной линии снаряда увеличивается также и коэффициент эжекции. Кроме того, коэффициент эжекции может быть повышен за счет уменьшения потерь напора во всасывающей линии снаряда. Для этого необходимо увеличивать площади сечений всасывающих отверстий. По данным исследований автора, площадь сечения всасывающих отверстий должна быть не менее площади сечения камеры смешения.

ДВОЙНЫЕ ЭЖЕКТОРНЫЕ КОЛОНКОВЫЕ СНАРЯДЫ

Снаряды ЭКС предназначены для получения керна при дробовом, твердосплавном и алмазном бурении разведочных скважин в трещиноватых, разрушенных, сланцеватых, перемежающихся по твердости горных породах и полезных ископаемых.

На рис. 57 изображен снаряд типа ЭКС для дробового и твердосплавного бурения. Снаряд состоит из следующих основ-

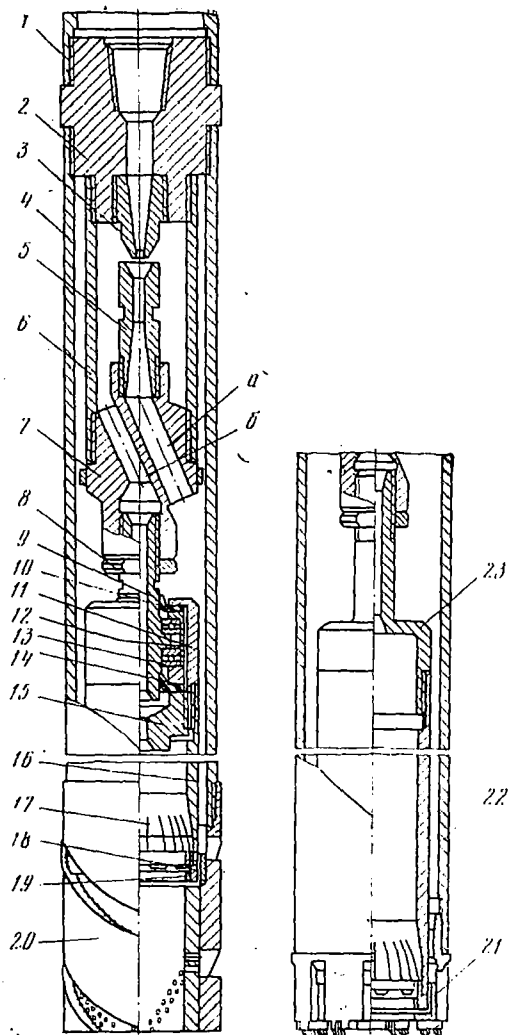


Рис. 57. Двойной эжекторный колонковый снаряд типа ЭКС.

1 — шламовая труба; 2, 23 — переходники; 3 — насадка; 4 — наружная труба для дробовой коронки; 5 — диффузор; 6 — патрубок; 7 — распределительная головка; 8, 15 — гайки; 9 — винт опорный; 10 — сальник; 11 — корпус подшипников; 12 — стакан; 13 — подшипник; 14 — кольцо; 16 — керноприемная труба; 17 — керноудерживающие пружины; 18 — корпус кернорвателя; 19 — кольцо; 20 — дробовая коронка; 21 — твердосплавная коронка; 22 — наружная труба для твердосплавной коронки; а и б — нагнетательный и всасывающий каналы.

ных узлов и деталей: эжекторного насоса (3, 5, 6, 7), прикрепленного к переходнику 2; керноприемной трубы 16, подвешенной на шарикоподшипниковой опоре (9, 10, 11, 12, 13, 14, 15) или на переходнике 23 к распределительной головке 7; керноудерживающего устройства (17, 18, 19); наружной трубы 4 и специальных буровых коронок 20, 21.

Керноудерживающие пружины 17 в зависимости от диаметра снаряда изготавливаются из стальной проволоки диаметром 0,4—1,0 мм в виде П-образных секций, которые свободно вставляются в отверстия корпуса 18 и закрепляются стопорным кольцом 19.

Дробовая коронка 20 на корпусе имеет два выреза шириной по 26 мм, расположенных по винтовой линии с углом наклона 35—40°. Вырезы внутри корпуса перекрыты втулкой, предназначенной для изоляции керна от разрушения. Втулка приварена к корпусу и в местах вырезов имеет два ряда отверстий диаметром 8—9 мм, расположенных в шахматном порядке на высоте 65—70 мм от торца коронки. Отверстия предназначены для поступления дроби под внутреннюю торцовую часть коронки и восходящего потока жидкости в керноприемную трубу. Корпус коронки имеет два окна для выхода дроби и промывочной жидкости во внешнее кольцевое пространство между стенками скважины и коронкой.

Твердосплавная коронка 21 армируется резами из твердых сплавов различной формы в зависимости от физико-механических свойств горных пород. Коронка имеет радиальные каналы, совмещенные с наружными вертикальными пазами, для выхода промывочной жидкости во внешнее кольцевое пространство. Выход промывочной жидкости во внешнее кольцевое пространство исключает возможность размыва керна и обеспечивает надежное удаление с забоя выбуренного шлама.

В зависимости от физико-механических свойств горных пород снаряд ЭКС оснащается дробовой или твердосплавной коронкой, вращающейся или не вращающейся в процессе бурения керноприемной трубой.

Невращающаяся керноприемная труба применяется при бурении горных пород, чувствительных к истиранию, а вращающаяся — при бурении остальных пород.

Принцип работы колонкового снаряда основан на комбинированной промывке, сущность которой заключается в том, что очистка забоя скважины от выбуриваемых частиц породы осуществляется одновременно прямым и обратным потоками жидкости.

Преобразование рабочего потока жидкости в комбинированный осуществляется эжекторным насосом. Рабочий поток жидкости, вытекая с большой скоростью из насадки 3, своим напором увлекает жидкость из полости патрубка 6 и, смешиваясь с ней, поступает в диффузор 5 и далее вытекает через канал а в

зазор между трубами. Расход жидкости в патрубке 6 пополяется из керноприемной трубы через наклонный канал б и канал опорного винта 9 или переходника 23. Из межтрубного зазора промывочная жидкость вытекает через окна дробовой или твердосплавной коронки во внешнее кольцевое пространство скважины. Омыв забой скважины, промывочная жидкость поднимается вверх двумя потоками: рабочий поток жидкости идет по внешнему кольцевому пространству к устью скважины, а эжектируемый — в керноприемную трубу. Второй поток способствует продвижению керна в керноприемную трубу, а при дробовом бурении — удержанию дробы под торцом коронки.

При бурении с дробовой коронкой подача дробы на забой производится через колонковый снаряд. Дробь поступает на забой по тем же каналам, что и промывочная жидкость, и через окна дробовой коронки выходит в наружный кольцевой зазор. Здесь дробь винтовыми пазами затягивается под торец коронки.

При подъеме керна удерживается в керноприемной трубе пружинами 17, а промывочная жидкость, находящаяся в полости бурильных труб, вытекает в скважину по тем же каналам, что и при бурении. Это позволяет, в случае необходимости, поднимать снаряд с промывкой.

Техническая характеристика снарядов типа ЭКС приведена в табл. 21.

Данные снаряды позволяют бурить дробью и твердыми сплавами; вести процесс бурения в скважинах с поглощением про-

Т а б л и ц а 21

Показатели	Шифр снаряда				
	ЭКС-57	ЭКС-73	ЭКС-89	ЭКС-108	ЭКС-127
Диаметр выходного отверстия насадки эжекторного насоса	7	7	9	10	10
Диаметр смесителя	10	10	13	14,5	14,5
Диаметр наружной трубы:					
наружный	57	73	89	108	127
внутренний	49,5	65,5	81	99,5	118
Диаметр керноприемной трубы:					
наружный	44	57	73	89	108
внутренний	37	49,5	65,5	81	99,5
Длина керноприемной трубы	3000	3000	3000	3000	3000
Диаметр дробовой коронки:					
наружный	—	—	91	100	130
внутренний	—	—	60	76	94,5
Максимальный диаметр дробы, проходящей через снаряд	—	—	3,5	4,0	4,5
Диаметр твердосплавной коронки:					
наружный	59	76	93	112	132
внутренний	32	42	58	74	92

Примечания. 1. Все размеры даны в мм.

2. Кернодержатель пружинный открытого типа.

мывочной жидкости; бурить с промывкой скважины водой или глинистым раствором; питать забой скважины дробью без прекращения процесса бурения; поднимать керн с промывкой и вращением, если в этом возникает необходимость.

Снаряды ЭКС-89, ЭКС-108, ЭКС-127 с дробовой и твердосплавной коронками прошли всесторонние промышленные испытания и переданы в серийное производство. Начиная с 1967 г. внедрено в производство свыше 3000 снарядов. Внедрение снарядов осуществлялось в первую очередь на тех месторождениях, где обычное колонковое бурение не обеспечивает выхода керна.

В табл. 22 приведены сравнительные данные работы снарядов ЭКС по некоторым месторождениям. Из таблицы видно, что снаряды обеспечивают значительное повышение выхода керна. При этом величина проходки за рейс и механическая скорость бурения выше нормативных. Однако данные снаряды не позволяют до начала бурения промывать забой скважины прямым потоком через керноприемную трубу, что является основным их недостатком.

Исследования работы снарядов ЭКС в различных геологических условиях показали, что при дробовом бурении применение вращающейся и невращающейся керноприемной трубы не оказывает существенного влияния на выход керна. Поэтому при бурении дробью нет смысла применять невращающуюся керноприемную трубу.

Двойной эжекторный колонковый снаряд ЭКС-Д дробового бурения (рис. 58) отличается от снаряда ЭКС конструкцией соединения керноприемной трубы, конструкцией дробовой коронки и наличием канала б, позволяющего перед началом бурения промывать забой скважины рабочим потоком и засыпать более крупную дробь через керноприемную трубу.

Керноприемная труба 13 в верхней

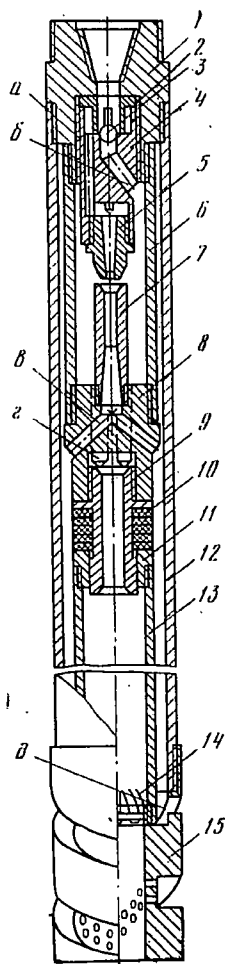


Рис. 58. Двойной эжекторный колонковый снаряд ЭКС-Д дробового бурения.

1, 11 — переходники; 2 — вкладыш распределительный; 3 — шарик; 4 — распределительная головка; б — насадка; б — патрубок; 7 — диффузор; 8 — переходник распределительный; 9 — шпindel; 10 — прокладка; 12 — наружная труба; 13 — керноприемная труба; 14 — кривоудерживатель; 15 — дробовая коронка; а, в — нагревательные каналы; б — промывочный канал; г — всасывающие каналы; д — промывочные окна.

Характеристика пород	Категория пород по буримости	Вид истирающего материала	Пробурено ЭКС, м	Выход керна, %		Проходка за рейс, м		Механическая скорость бурения, м/ч	
				до применения ЭКС	при бурении ЭКС	нормативная (ЕНВ 1964 г.)	при бурении ЭКС	нормативная (ЕНВ 1964 г.)	при бурении ЭКС
Кварцитовое месторождение Высокое									
Интенсивно трещиноватые плитчатые кремнистые	X—XI	Дробь	498	4	74	0,65	0,69	0,21	0,34
Флюоритовое месторождение Таскайнар									
Брекчии, представленные обломками кварцитов на кварц-флюоритовом цементе	IX—X	Дробь	86	27	68	0,90	1,24	0,34	0,47
Известняки серые с прожилками кальцита и кварц-флюорита, сильно разбиты трещинами	VIII—IX	»	169	36	77	1,20	1,43	0,57	0,65
Кварцевые порфиры лимонитизированы, сильно раздроблены	IX	»	160	25	72	1,00	2,20	0,42	0,68
Окварцованные кварц-полевошпатовые песчаники сильно трещиноватые	IX	»	82	30	72	1,00	1,82	0,42	0,69
Полиметаллическое месторождение Шалкия									
Окремненные доломиты с тонкой вкрапленностью сфалерита и галенита и тонкозернистые кремнистые доломиты с включением кварц-кальцитовых прожилков. Порода сильно трещиноватая	X	Дробь	108	19	81	0,80	1,53	0,25	0,31
Окварцованные тонкозернистые известняки с сетью кварц-кальцитовых прожилков, сильно трещиноватые	IX	»	38	23	75	1,00	1,35	0,42	0,77

Золоторудное месторождение Архарлы

Гидротермально измененные трехиандезитовые порфиры, трещиноватые	VIII	Твердые сплавы	36	48	90	1,40	1,90	0,72	0,86
Туфы трехиандезитовых порфиров с тонкими кварцевыми прожилками, дробленные	IX	Дробь	32	41	83	1,00	1,43	0,42	0,54

Золоторудное месторождение Мурунтау

Углисто-кварцевые песчаники и углисто-слюдистые сланцы	VIII—IX	Дробь	125	31	71	1,20	1,35	0,57	0,63
Кварцжильный и окремненные углисто-кварцевые песчаники, трещиноватые	X	Дробь	87	22	66	0,80	1,00	0,25	0,39

Вермикулитовое месторождение Кулунтау

Измененные выветрелые щелочные габброиды	IV	Твердые сплавы	70	69	82	2,40	1,60	3,36	3,15
--	----	----------------	----	----	----	------	------	------	------

Угольное месторождение Алакуль

Энергетические угли средней трещиноватости	V	Твердые сплавы	128	29	73	2,00	2,40	2,24	2,38
--	---	----------------	-----	----	----	------	------	------	------

Характеристика пород	Категория пород по буримости	Вид истражающего материала	Пробурено ЭКС, м	Выход керна, %		Проходка за рейс, м		Механическая скорость бурения, м/ч	
				до применения ЭКС	при бурении ЭКС	нормативная (ЕНВ 1964 г.)	при бурении ЭКС	нормативная (ЕНВ 1964 г.)	при бурении ЭКС
Золоторудное месторождение Каракутан									
Углисто-слюдистые, серицито-хлоритовые сланцы средней интенсивной трещиноватости и рассланцевания	VI—VII	Твердые сплавы	114	20	82	1,80	1,82	1,34	2,08
То же, но окварцованные	VII—VIII		79	20	83	1,55	1,68	0,93	1,47
Кварц-серицитовые, кварц-слюдистые, углисто-кварцевые, кварц-хлоритовые сланцы от слабой до высокой степени дробления	VIII—VIII VIII—IX	То же Дробь	60 128	15 15	78 74	1,20 1,20	1,35 1,83	0,57 0,57	0,93 0,73
Кварц-сланцевая брекчия. Кварц-слюдистые, углисто-кварцевые и кварц-хлоритовые сланцы, интенсивно окварцованные с различной степенью дробления	IX—XI	Дробь	95	0	76	0,75	1,48	0,29	0,45
Полиметаллическое месторождение Красноярское									
Кварц-хлорито-серицитовые сланцы, сильно дробленные	VII	Твердые сплавы	169						
	VIII	»	86	32 24	92 79	1,70 1,40	2,75 1,80	1,15 0,72	1,38 0,97

части имеет переходник 11, который соединен скользящей посадкой со шпинделем 9, и упирается в набор резиновых колец. Высота набора резиновых колец подбирается из расчета сжатия их на 8—12 мм при навинчивании дробовой коронки на трубу 12. Это обеспечивает надежную герметизацию полости керноприемной трубы от проникновения рабочего потока промывочной жидкости и исключает необходимость регулировать керноприемную трубу в осевом направлении. Кроме того, резиновые кольца в процессе бурения гасят вибрации, что обеспечивает повышение выхода керна и проходки на рейс.

Дробовая коронка 15 изготовлена из цельного материала и имеет в 2 раза меньшую толщину стенок в местах пазов по сравнению со сварной.

Снаряд ЭКС-Д спускают в скважину без шарика 3 и устанавливают на забой с обильной промывкой. Промывочная жидкость через канал б поступает в полость патрубка б, откуда через каналы г, полость шпинделя 9 и керноприемной трубы 13 идет к забою, омыв который, поднимается вверх по внешнему кольцевому пространству. После установки снаряда на забой отключают промывку и через полость бурильных труб засыпают дробь. Дробь поступает на забой по тем же каналам, что и промывочная жидкость.

После засыпки дроби в полость бурильных труб сбрасывают шарик 3, который садится в гнездо распределительной головки 4 и перекрывает выход промывочной жидкости в полость керноприемной трубы, в результате чего весь поток промывочной жидкости пойдет через каналы а в насадку б эжекторного насоса и за счет энергии скоростного напора при выходе из насадки будет создавать восходящий поток жидкости в керноприемной трубе.

В процессе бурения можно производить подпитку забоя калиброванной дробью с помощью дробопитателя. В этом случае дробь будет проходить через эжекторный насос в зазор между трубами 12, 13 и выходить через окна дробовой коронки во внешнее кольцевое пространство.

Извлечение керна и подготовка снаряда к следующему рейсу бурения производятся следующим образом. Отвинчивают дробовую коронку, стягивают керноприемную трубу с керном со шпинделя, затем запасную керноприемную трубу насаживают на шпиндель, навинчивают дробовую коронку — и снаряд готов к бурению.

Снаряд ЭКС-Д имеет следующие преимущества: позволяет промывать забой скважины до начала бурения рабочим потоком жидкости через керноприемную трубу; питание забоя скважины перед началом бурения осуществляется крупной дробью-сечкой через керноприемную трубу и в процессе бурения калиброванной дробью через зазор между трубами; дробовая коронка обеспечивает более высокую механическую скорость бурения и обла-

дает повышенной износостойкостью (25—30%) по сравнению со сварной; безрезьбовое соединение керноприемной трубы с эластичной опорой обеспечивает повышенный выход керна и большую проходку за рейс, а также облегчает работы по извлечению керна и подготовке снаряда к следующему рейсу.

Принцип работы двойного эжекторного колонкового снаряда твердосплавного бурения ЭКС-Т с невращающейся при бурении керноприемной трубой аналогичен работе снаряда ЭКС-Д.

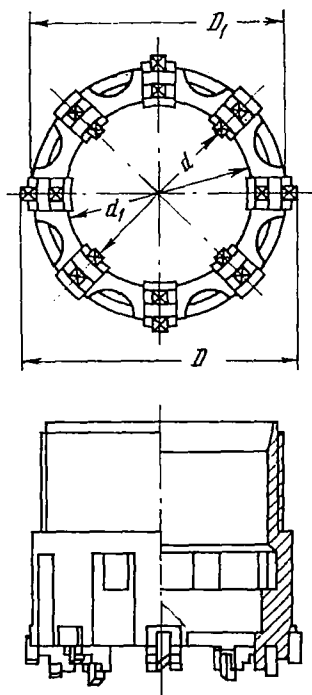


Рис. 59. Буровая коронка.

Со снарядом ЭКС-Т в качестве керноприемных труб используются как колонковые трубы геологоразведочного сортамента, так и холоднотянутые тонкостенные трубы ГОСТ 8734—58. Последние имеют преимущество, так как позволяют значительно уменьшить ширину торца буровой коронки и тем самым увеличить диаметр керна. Известно, что при равных условиях бурения сопротивление керна разрушению повышается с увеличением его диаметра. Кроме того, с уменьшением площади резания (выбуриваемого кольца на забое) повышается скорость бурения, снижается осевая нагрузка, а следовательно, и вибрации бурового снаряда. Все это оказывает благоприятное влияние на выход керна.

Для сохранения структуры керна при извлечении его из керноприемной трубы внутри тонкостенной керноприемной трубы установлена разъемная гильза.

Основные размеры твердосплавных коронок (рис. 59) для снарядов ЭКС-Т с керноприемной трубой из труб геологоразведочного сортамента и ГОСТ 8734—58 приведены в табл. 23. Коронки имеют ступенчатую форму. Такие коронки работают более устойчиво, так как забой ступенчатой формы, образующийся при бурении, способствует центрированию бурового снаряда. Коронки имеют от 6 до 12 секций, армированных мелкими призматическими резцами. Количество секций и резцов зависит от твердости пород.

Колонковый снаряд ЭКС-Т в зависимости от физико-механических свойств горных пород оснащается соответствующей конструкцией керноудерживающего устройства. (рис. 60, а, б, в).

Керноудерживатель (рис. 60, а) предназначен для мягких

Обозначение	Основные размеры коронки, мм							
	для снаряда ЭКС-Т с керноприемной трубой из труб геологоразведочного сортамента				для снарядов ЭКС-Т с тонкостенной керноприемной трубой			
D	59	76	93	112	59	76	93	112
D_1	57	73	89	108	57	73	89	108
d	32	43	58	74	38	50	64	84
d_1	36	48	64	80	41	56	69	89

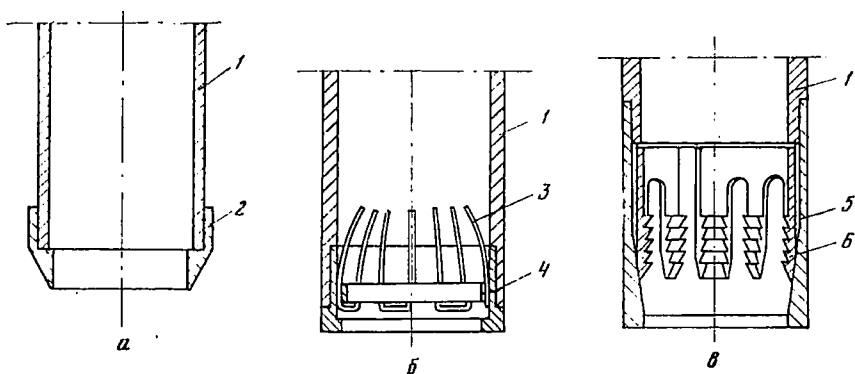


Рис. 60. Керноудерживающие устройства.

a — для мягких пород; b — для разрушенных пород; v — для пород, требующих срыва керна с забоя. 1 — керноприемная труба; 2 — штамп; 3 — керноудерживающие пружины; 4 — корпус кернодержателя; 5 — корпус кернорвателя; 6 — кернорватель.

пород и полезных ископаемых (глины, бокситы, слабые угли и др.). Он представляет собой штамп 2, внутренний диаметр которого меньше диаметра выбуриваемого керна на 2—3 мм, поэтому керн при бурении отштамповывается. Отштампованный керн при подъеме удерживается в керноприемной трубе на плечиках штампа. Помимо этого, штамп при бурении препятствует вращению керноприемной трубы, что исключает возможность затирания керна в керноприемной трубе и насыщение керна глинистым раствором.

Керноудерживатель (рис. 60, б) применяется при бурении разрушенных пород и полезных ископаемых, а кернорватель (рис. 60, в) — при бурении пород и полезных ископаемых, требующих срыва керна с забоя.

Техническая характеристика двойных эжекторных колонковых снарядов типа ЭКС-Т приведена в табл. 24.

Двойные эжекторные колонковые снаряды твердосплавного бурения ЭКС-Т-57 и ЭКС-Т-73 вполне пригодны для алмазного

Показатели	Шифр снаряда			
	ЭКС-Т-57	ЭКС-Т-73	ЭКС-Т-89	ЭКС-Т-108
Диаметр выходного отверстия эжекторного насоса	7	7	9	9
Диаметр смесителя	9	9	13	13
Диаметр наружной трубы:				
наружный	57	73	89	108
внутренний	49,5	65,5	81	99,5
Диаметр керноприемной трубы из труб геологоразведочного сортамента:				
наружный	44	57	73	89
внутренний	37	49,5	65,5	81
Длина керноприемной трубы	3000	3000	3000	3000
Диаметр твердосплавной коронки:				
наружный	59	76	93	112
внутренний	32	43	58	74
Диаметр керноприемной трубы из тонкостенных труб:				
наружный	45	60	75	95
внутренний	42	56	70	90
Длина керноприемной трубы	3000	3000	3000	3000
Диаметр керноприемной гильзы:				
наружный	42	56	70	90
внутренний	40	54	68	88
Длина керноприемной гильзы	2900	2900	2900	2900
Диаметр твердосплавной коронки:				
наружный	59	76	93	112
внутренний	38	50	64	84

Примечание. Все размеры даны в мм.

бурения. Для этой цели могут быть использованы алмазные коронки с уширенной матрицей конструкции ЦНИГРИ и алмазные коронки от снарядов ТДН-57 (73)-2 и ТДВ-57(73)-2 конструкции ВИТРа. Первые из них применяются с керноприемной трубой из труб геологоразведочного сортамента, а последние — с тонкостенной керноприемной трубой.

Двойной эжекторный снаряд ЭКС-А с алмазной коронкой от снарядов ТДН-2 и ТДВ-2 показан на рис. 61. В алмазной коронке 12 расточен внутренний диаметр корпуса, углублены промывочные пазы и проделаны боковые окна для выхода промывочной жидкости. Суммарная площадь сечения промывочных окон должна быть не менее 130 мм².

В снаряде ЭКС-А эжекторный насос (детали 5—8) с керноприемной трубой 10 находится между переходником 1 и алмазной коронкой 12. Для обеспечения герметизации от проникновения рабочего потока промывочной жидкости в зазор между трубами установлена резиновая прокладка 2. Эжекторный насос имеет специальный канал, перекрываемый шариком 4. Канал предназначен для промывки забоя скважины от шлама через

керноприемную трубу перед началом бурения. Такое крепление керноприемной трубы и эжекторного насоса значительно снижает трудоемкость по извлечению керна и регулированию керноприемной трубы в осевом направлении. Для извлечения керна отвинчивают алмазную коронку 12, вытягивают из снаряда керноприемную трубу 10 вместе с эжекторным насосом и извлекают керн. После извлечения керна вставляют керноприемную трубу с эжекторным насосом внутрь снаряда, навинчивают алмазную коронку — и снаряд готов к работе. Регулирование керноприемной трубы в осевом направлении производится за счет толщины резиновой прокладки.

Т а б л и ц а 25

Показатели	Шифр снаряда	
	ЭКС-А-57	ЭКС-А-73
Диаметр выходного отверстия насадки эжекторного насоса	7	7
Диаметр смесителя	9	9
Диаметр наружной трубы:		
наружный	57	73
внутренний	49,5	65,5
Диаметр керноприемной трубы:		
наружный	45	60
внутренний	41	55
Диаметр алмазной коронки:		
наружный	59	76
внутренний	38	52

Примечание. Все размеры даны в мм.

Основные размеры снарядов ЭКС-А приведены в табл. 25. Двойной эжекторный колонковый снаряд гидроударного бурения ЭКС-Г (рис. 62) состоит из эжекторного насоса (2, 3, 4, 6), прикрепленного к переходнику 1; наружной 5 и керноприемной 7 труб; стакана 9; керноудерживающего устройства (8, 10, 11) и специальной коронки 12.

Керноудерживающее устройство состоит из корпуса 10, керноудерживающих пружин 8 и кольца 11. Керноудерживающие пружины изготавливаются из стальной проволоки диаметром 0,8—0,9 мм в виде П-образных секций.

Основные технические данные снарядов ЭКС-Г приведены в табл. 26.

Результаты работы снарядов ЭКС-Г-108 в сравнении с одинарным колонковым снарядом приведены в табл. 27.

Буровая коронка 12 армирована резцами твердого сплава ВК-15. На боковой поверхности коронки имеются окна для выхода промывочной жидкости в наружный кольцевой зазор. Вывод промывочной жидкости в наружный кольцевой зазор полностью исключает возможность размыва керна рабочим пото-

ком жидкости. Промывочные окна совмещены с боковыми и торцовыми пазы, что обеспечивает свободный выход с забоя продуктов разрушения и поступление восходящего потока жидкости в керноприемную трубу.

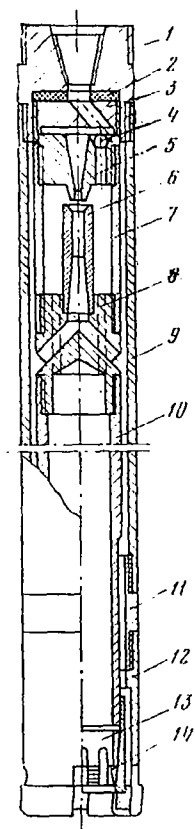


Рис. 61. Двойной эжекторный колонковый снаряд ЭКС-А алмазного бурения.

1 — переходник; 2 — прокладка; 3 — направляющий вкладыш; 4 — шарик; 5 — насадка; 6 — диффузор; 7 — патрубок; 8 — распределительный переходник; 9 — наружная труба; 10 — керноприемная труба; 11 — ниппель; 12 — алмазная коронка; 13 — кернорватель; 14 — корпус кернорвателя.

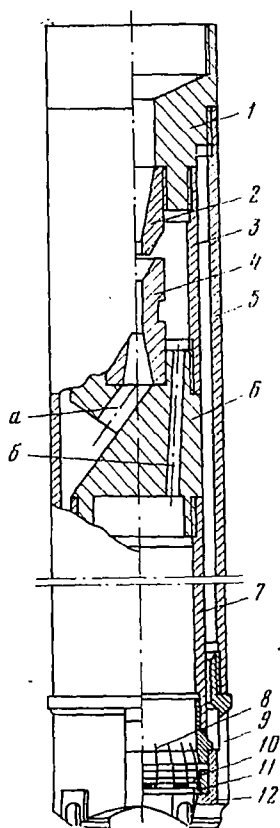


Рис. 62. Двойной эжекторный колонковый снаряд ЭКС-Г гидроударного бурения.

1 — переходник; 2 — насадка; 3 — патрубок; 4 — диффузор; 5 — наружная труба; 6 — распределительный переходник; 7 — керноприемная труба; 8 — керноудерживающие пружины; 9 — стакан; 10 — корпус; 11 — кольцо; 12 — коронка; а и б — нагнетательный и всасывающий каналы.

При бурении двойными эжекторными снарядами сильно разрушенных и перемежающихся по твердости пород с промывкой скважины глинистым раствором повышенной вязкости наблю-

Таблица 26

Показатели	Шифр снаряда		
	ЭКС-Г-70	ЭКС-Г-89	ЭКС-Г-108
Диаметр выходного отверстия насадки эжекторного насоса	11	16	16
Диаметр смесителя	16	22	22
Диаметр наружной трубы:			
наружный	70	89	108
внутренний	60	81	99,5
Диаметр керноприемной трубы:			
наружный	57	73	89
внутренний	48	65,5	81
Диаметр буровой коронки:			
наружный по резцам	76	96	115
внутренний по резцам	43	58	75

Примечание. Все размеры даны в мм.

Таблица 27

Тип применяемого снаряда	Интервал бурения, м	Пробурено, м	Средний выход керна, %	Средняя проходка за рейс, м	Средняя механическая скорость, м/ч
Иртышское месторождение					
ЭКС-Г-108 Одинарный	101—172	35,5	83	2,70	2,22
	106—175	31,6	8	2,88	2,31
Белюсовское месторождение					
ЭКС-Г-108 Одинарный		20,0	87	2,85	2,63
		21,7	14	3,10	2,71

дается резкое снижение выхода керна. Причиной низкого выхода керна является высокая несущая способность глинистого раствора, в результате чего эжектируемый поток вымывает из керноприемной трубы крупные частицы керна, размеры которых иногда превышают межтрубный зазор, что приводит к росту сопротивлений на пути смешанного потока и нарушению режима обратной промывки.

В эжекторных колонковых снарядах малого диаметра, где скорости восходящего потока промывочной жидкости в керноприемной трубе достаточно высокие, снижение выхода керна наблюдается даже при работе на воде.

Для устранения этого недостатка В. А. Кичигин [30] ввел в конструкцию эжекторного колонкового снаряда гидроциклонный щламоуловитель, который обеспечивает почти полное улав-

ливание из восходящего потока жидкости частиц кернового материала.

Двойной эжекторный колонковый снаряд со шламоуловителем ЭКС-Ш (рис. 63) может оснащаться дробовой, твердосплавной или алмазной коронками. При бурении данным снарядом эжектируемый поток, увлекая из керноприемной трубы 21 мелкий керновый материал, поднимается вверх по центральной трубе 14 и через радиальный канал выходит в шламоборник 12. При выходе из радиального канала мелкие частицы кернового материала под действием центробежных сил отбрасываются к стенке шламоборника и осаждаются вниз, а жидкость, освобожденная от кернового материала, через верхний радиальный канал поступает в эжекторный насос.

Для извлечения керна и кернового материала отвинчивают буровую коронку и керноприемную трубу вместе со шламоборником вытягивают из снаряда. После этого ослабляют стопорный винт 17, отделяют шламоборник от керноприемной трубы и извлекают по отдельности керн и керновый материал. Освобожденные от керна и кернового материала керноприемную трубу и шламоборник соединяют, закрепляют стопорным винтом, вставляют в снаряд, навинчивают коронку — и снаряд готов к работе.

Широкая промышленная эксплуатация двойных эжекторных колонковых снарядов показала, что они обеспечивают сравнительно высокие показатели выхода керна и величины проходки на рейс при бурении дробью и твердыми сплавами в весьма различных геологических условиях. Однако снаряды ЭКС также не лишены некоторых недостатков. Основным из них является несовершенство конструкции кернорвателя, который при бурении находится в контакте с керном и оказывает сопротивление вхождению керна в керноприемную трубу, в результате чего происходит некоторое снижение выхода керна, величины проходки на рейс и механической скорости бурения. Это особенно проявляется при бурении мягких и пластичных пород и полезных ископаемых. Кроме того, кернорватель не обеспечивает срыва монолитного керна с забоя.

В целях устранения указанных недостатков в ҚазИМСе были разработаны двойные эжекторные колонковые снаряды с кернорвателем закрытого типа. Снаряды этого типа отличаются от снарядов ЭКС тем, что кернорватель при бурении не мешает продвижению керна в керноприемную трубу, а при подъеме обеспечивает срыв монолитного керна с забоя.

Двойной эжекторный колонковый снаряд с пластинчатым кернорвателем ЭКСП (рис. 64) состоит из двух взаимно подвижных в осевом направлении узлов — наружного и внутреннего. Наружный узел включает в себя кернорватель 28, а внутренний — запорный механизм и струйный насос.

Запорный механизм выполняет следующие функции: при спу-

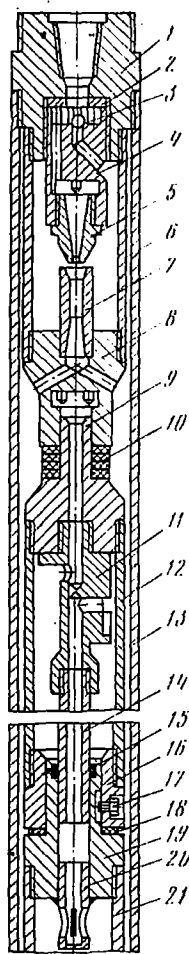


Рис. 63. Двойной эжекторный колонковый снаряд ЭКС-Ш со шламособорителем.

1, 16, 19 — переходники; 2 — распределительный вкладыш; 3 — шарик; 4 — распределительная головка; 5 — насадка; 6 — патрубок; 7 — диффузор; 8 — распределительный переходник; 9 — наголовник; 10 — прокладки; 11 — 12 — шламособорник; 13 — наружная труба; 14 — труба; 15 — сальник; 17 — винт; 18 — прокладка; 20 — фильтр; 21 — керноприемная труба.

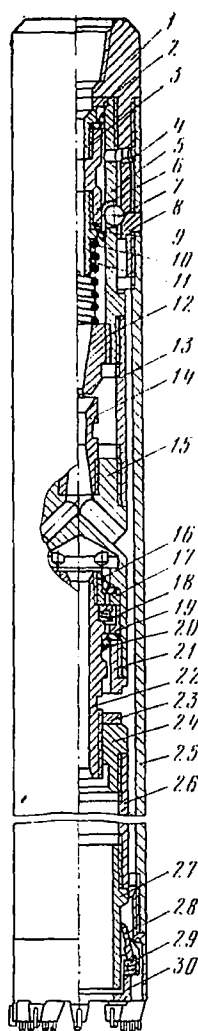


Рис. 64. Двойной эжекторный колонковый снаряд ЭКС-П.

1, 24 — переходники; 2 — кольцо; 3 — штуцер; 4 — цилиндр; 5 — шпindel; 6 — золотник; 7 — шарик-фиксатор; 8 — подвижный переходник; 9, 20 — манжеты; 10 — пружина; 11 — втулка; 12 — насадка; 13 — патрубок; 14 — смеситель; 15 — распределительная головка; 16 — манжета; 17, 23 — гайки; 18 — подшипник; 19 — корпус подшипников; 21 — гайка; 22 — винт; 25 — наружная труба; 26 — керноприемная труба; 27 — керноприемный стакан; 28 — кернорвальные секторы; 29 — корпус кернорвателя; 30 — буровая коронка.

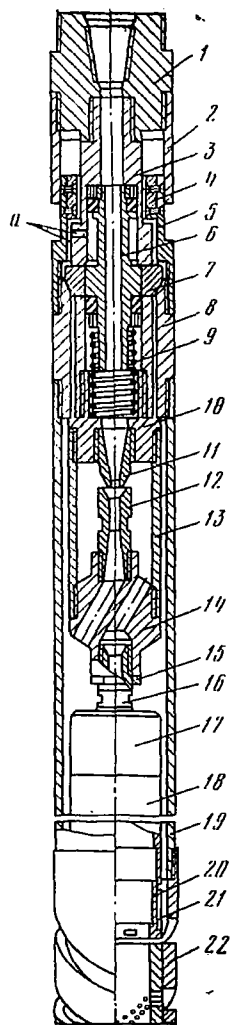


Рис. 65. Двойной эжекторный колонковый снаряд ЭКС-Н.

1, 10 — переходники; 2 — цилиндр; 3 — шпindel; 4 — шпонки; 5 — муфта сцепления; 6 — золотник; 7 — кулачки; 8 — ниппель; 9 — пружина; 11 — насадка; 12 — смеситель; 13 — патрубок; 14 — распределительная головка; 15 — гайка; 16 — винт; 17 — переходник; 18 — керноприемная труба; 19 — наружная труба; 20 — корпус кернорвателя; 21 — кернорватель; 22 — дробовая коронка.

ске снаряда в скважину и бурении он удерживает кернорвательные секторы 28 в зазоре между коронкой 30 и керноприемным стаканом 27, а при подъеме освобождает секторы для срыва и удержания керна и обеспечивает слив жидкости из полости бурильных труб. Освобождение кернорвателя осуществляется следующим образом. В полость бурильных труб опускают шарик, который промывочной жидкостью доносится до гнезда золотника 6 и перекрывает выход жидкости. Под напором жидкости золотник опускается, сжимая пружину 10 до полного открытия радиальных каналов на шпинделе 5. При этом шарик 7 западает во впадину золотника и разъединяет взаимно подвижные узлы. Промывочная жидкость, выходя из радиальных каналов шпинделя в зазор между цилиндром 4 и шпинделем 5, стремится вытолкнуть из цилиндра 4 подвижный переходник 8, но этому препятствует вес колонны бурильных труб. В результате давление жидкости начнет резко возрастать. В это время снаряд, а вместе с ним и керноприемный стакан 27 приподнимают над забоем на 50—60 мм и освобождают кернорватель. При этом давление жидкости резко снижается и из скважины выходит жидкость, что является сигналом нормального срабатывания кернорвателя.

Кернорватель представляет собой стальные плоские секторы, которые размещены в специальном кольце. Кольцо с секторами устанавливается в специальной расточке буровой коронки и при бурении может вращаться или не вращаться.

Снаряд ЭКСП в зависимости от твердости пород оснащается дробовой, твердосплавной или алмазной коронкой. Во время бурения крутящий момент буровой коронке 30 и трубе 25 передается кулачками переходников 1 и 8.

Двойной эжекторный колонковый снаряд с кернорвателем нажимного действия ЭКСН (рис. 65) состоит из двух взаимно подвижных в осевом направлении узлов — наружного (5, 8, 19, 22) и внутреннего (3, 10, 13, 14, 16, 17, 18, 20, 21) соединенных с переходником 1. Взаимное передвижение узлов в осевом направлении и передача крутящего момента буровой коронке обеспечиваются шпоночными пазами шпинделя 3 и шпонками 4 прикрепленными к муфте 5.

Внутренний узел содержит в себе запорный механизм (6, 7, 9), струйный насос (11, 12, 13, 14), керноприемную трубу 18 и кернорватель (20, 21).

Запорный механизм выполняет следующие функции: удерживает подвижные узлы в раздвинутом положении при спуске, бурении и подъеме; освобождает подвижные узлы при заклинке керна; обеспечивает передачу осевой нагрузки на буровую коронку и контроль момента заклинки керна, а также выпуск жидкости из полости бурильных труб при подъеме.

Запорный механизм работает следующим образом. При спуске снаряда в скважину наружный узел висит на кулачках 7,

раздвинутых подпружиненным золотником 6. Во время бурения осевая нагрузка от колонны бурильных труб передается через шпindel 3 на кулачки 7, которые, в свою очередь, упираются в наклонную плоскость ниппеля 8 и передают нагрузку на колонковую трубу 19 и далее на буровую коронку 22. Кернорвателю 21 во время бурения находится в зазоре между корпусом 20 и коронкой 22.

Перед заклинкой керна снимают нагрузку с кулачков 7 путем натяжения колонны бурильных труб. В полость бурильных труб спускают шарик 23, который промывочной жидкостью доставляется до золотника 6 и перекрывает выход жидкости. Вследствие этого давление жидкости, закачиваемой насосом, начнет возрастать, что контролируется по манометру насоса и прекращению выхода жидкости из скважины. Под напором жидкости золотник опускается, сжимая пружину 9, и открывает радиальные каналы *a* на шпинделе 3, через которые жидкость начнет выходить в скважину. В результате напор жидкости резко падает и из скважины начнет изливаться жидкость. В это время снаряд прижимают к забою весом колонны бурильных труб. При этом внутренний узел продвигается к забою и выдавливает рожки кернорвателя 21 через щелевые окна корпуса 20. Рожки кернорвателя сходятся к центру коронки и обжимают керн.

При продвижении внутреннего узла вниз кулачки 7 западают во впадину золотника 6 и свободно проходят через полость ниппеля 8.

Во время подъема снаряда наружный узел висит на переходнике 10, а жидкость из полости бурильных труб сливается в скважину через каналы *a*.

Результаты испытаний снарядов ЭКСР и ЭКСН в сравнении со снарядом ЭКС приведены в табл. 28.

Предварительные производственные испытания двойных эжекторных колонковых снарядов с кернорвателем закрытого типа позволяют сделать следующие выводы и рекомендации.

Снаряд ЭКСН обеспечивает надежный срыв с забоя монолитного керна и повышение величины проходки на рейс. Однако данный снаряд относительно сложен по конструкции и требует более внимательного ухода при эксплуатации. Поэтому снаряд ЭКСН рекомендуется использовать при бурении кристаллических пород, где разрушенные породы чередуются с монолитными.

Двойной эжекторный колонковый снаряд ЭКСР более прост по конструкции и в обслуживании. Он обеспечивает значительное повышение величины проходки за рейс с сохранением высоких показателей выхода керна и при наличии алмазных коронок для двойных колонковых снарядов может быть использован и при алмазном бурении. Однако его кернорватель не всегда обеспечивает срыв монолитного керна с забоя вследствие

Таблица 28

Породы и их физическое состояние	Категория пород по буримости	Тип снаряда					
		ЭКС		ЭКСП		ЭКСН	
		Выход керна, %	Средняя проходка за рейс, м	Выход керна, %	Средняя проходка за рейс, м	Выход керна, %	Средняя проходка за рейс, м
Песчаник гидротермально измененный кварц-полевошпатовый от слабой до высокой степени дробления	IX	72	1,82	76	2,40	89	2,87
Глинисто-сланцевые, углисто-сланцевые, углистые и слюдяные сланцы различной степени дробленности . .	VI— —VII	87	1,72	91	2,70	86	2,56
Измененные выветрелые щелочные габброиды	IV	82	1,60	89	2,45	—	—

проскальзывания секторов по керну. Поэтому снаряд ЭКСП рекомендуется для бурения мягких, пластичных и кристаллических разрушенных пород и полезных ископаемых.

ТЕХНОЛОГИЯ БУРЕНИЯ ДВОЙНЫМИ ЭЖЕКТОРНЫМИ КОЛОНКОВЫМИ СНАРЯДАМИ

Технология бурения эжекторными колонковыми снарядами зависит от геологических условий и определяется совокупностью влияния основных параметров режима бурения, которые можно изменять, выбирая те значения, при которых обеспечиваются наибольшее выход керна, проходка за рейс и механическая скорость.

К основным параметрам режима бурения относятся: режим промывки, осевая нагрузка на забой, скорость вращения снаряда, способ питания забоя скважины дробью.

Из указанных параметров режима бурения наибольшее влияние на выход керна оказывает режим промывки. Режим промывки подбирается с таким расчетом, чтобы обеспечивался вынос с забоя выбуренных частиц породы и стабильный восходящий поток жидкости в керноприемной трубе в течение всего рейса бурения. При этом восходящий поток жидкости не должен выносить из керноприемной трубы частицы керна материала размером более 1 мм. Кроме того, промывочная жидкость при дробовом бурении не должна выносить с забоя работоспособные частицы дробы.

При бурении эжекторным колонковым снарядом восходящий поток жидкости в течение рейса может изменяться от максимума до нуля в зависимости от наполнения керноприемной

трубы керном и степени его разрушенности, в результате чего в начале рейса происходит интенсивное вымывание из керноприемной трубы довольно крупных частиц кернового материала, а к концу рейса — затухание механической скорости бурения. Так, при бурении на постоянном малом расходе промывочной жидкости обеспечиваются высокий выход керна, но малая проходка за рейс и низкая механическая скорость бурения, а на повышенном, наоборот, низкий выход керна, высокие проходка за рейс и механическая скорость бурения.

Таким образом, для поддержания необходимой и постоянной скорости восходящего потока жидкости, при которой достигаются наилучшие показатели выхода керна, следует в течение рейса повышать расход промывочной жидкости до максимально возможного. Максимальный расход промывочной жидкости при дробовом бурении ограничивается возможностью вымывания с забоя дроби.

Интенсивность повышения расхода промывочной жидкости в течение рейса зависит от степени разрушенности горных пород и их удельного веса. Повышать расход промывочной жидкости в течение рейса возможно двумя способами: плавно или ступенями через определенные интервалы проходки. При плавном повышении расхода промывочной жидкости обеспечиваются лучшие показатели выхода керна. Однако осуществить в практике этот способ очень трудно. Поэтому принят ступенчатый способ повышения расхода промывочной жидкости.

При наличии в эжекторном колонковом снаряде гидроциклонного шламоуловителя бурение в течение рейса производится при постоянном расходе промывочной жидкости, что обеспечивает стабильность восходящего потока жидкости в керноприемной трубе и способствует повышению величины проходки за рейс и механической скорости бурения. Наличие гидроциклонного шламоуловителя обеспечивает повышение качества опробования, особенно при бурении пород и руд, склонных к избирательному истиранию.

Бурение дробью

При бурении эжекторными колонковыми снарядами используется как чугунная, так и стальная дробь-сечка. Питание забоя скважины дробью может производиться рейсовым, крупнопорционным или мелкопорционным способами.

Питание забоя скважины дробью рейсовым способом осуществляется до начала бурения через специальный наклонный канал снаряда ЭКС. При этом размер дроби не ограничивается.

Крупнопорционный и мелкопорционный способы питания забоя скважины дробью используются в процессе бурения. В этом случае дробь поступает на забой через эжекторный насос и раз-

мер ее ограничивается величиной кольцевого зазора между керноприемной и наружной трубами. Поэтому дробь перед началом бурения следует просеять через сито с диаметром ячеек в зависимости от диаметра применяемого снаряда. Так, для снаряда диаметром 89 мм — диаметр ячеек 3 мм, для снаряда диаметром 108 мм — диаметр ячеек 3,5 мм, а для снаряда диаметром 127 мм — 4 мм.

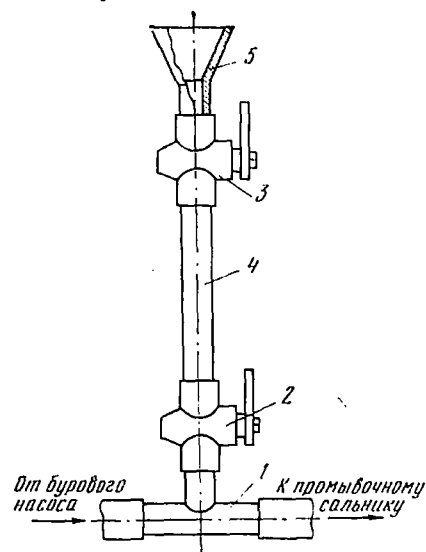


Рис. 66. Дробопитатель.

Наиболее эффективным способом питания забоя скважины дробью является мелкопорционный — при помощи дробопитателя. При этом способе достигается наибольший выход керна, более высокая производительность и меньший расход дробы на 1 м бурения.

Для питания забоя скважины дробью можно использовать простейший дробопитатель, который включается в нагнетательную линию насоса. Дробопитатель (рис. 66) состоит из тройника 1, нижнего 2 и верхнего 3 запорных кранов, емкости 4, рассчитанной на 3—4 кг дробы, воронки 5 для засыпки дробы.

При всех способах питания забоя скважины дробью ее следует подавать в полость бурильных труб мелкой струей. Поспешная подача дробы может вызвать закупорку насадки снаряда. Категорически запрещается спускать в скважину дробь в тканевых или бумажных мешочках, так как это может вызвать

Таблица 29

Способ питания	Наружный диаметр дробовой коронки, мм		
	91	110	130

Питание забоя скважины чугуной дробью

Мелкопорционный, г за 5 мин	110—150	150—250	200—300
Крупнопорционный, кг за 1 ч	1,5—2,0	2,0—3,0	3,0—4,0
Рейсовый, кг за рейс	3,5—5,0	4,0—7,0	7,0—11,0

Питание забоя скважины дробью-сечкой

Мелкопорционный, г за 15 мин	100—150	150—250	200—300
Рейсовый, кг за рейс	2,5—3,5	3,5—4,5	5,0—7,0

Тип снаряда	Осевая нагрузка на коронку, кгс	Скорость вращения снаряда, об/мин	Количество промывочной жидкости, л/мин					
			вода			глинистый раствор		
			Интервал проходки, м					
			0—0,5	0,5—1,0	1,0	0—0,5	0,5—1,0	1,0

Бурение сильно разрушенных и перемещающихся по твердости пород

ЭКС-Д-127	700—800	70—180	70—80	90—100	100—110	60—70	80—90	90—100
ЭКС-Д-108	650—750	70—180	55—65	70—80	80—90	50—60	60—70	70—80
ЭКС-Д-89	500—650	150—350	45—55	55—65	70—80	40—50	50—60	60—70

Бурение трещиноватых и однородных по твердости пород

ЭКС-Д-127	800—900	70—180	80—90	90—100	100—110	70—80	80—90	90—100
ЭКС-Д-108	700—800	150—280	60—70	70—80	90—100	50—60	60—70	80—90
ЭКС-Д-89	600—700	150—350	50—60	60—70	80—90	45—55	50—60	70—80

закупорку всасывающих каналов снарядов обрывками ткани и бумаги.

Режим питания забоя скважины дробью приведен в табл. 29.

Режимы бурения чугунной дробью и дробью-сечкой эжекторными колонковыми снарядами различных типоразмеров без гидроциклонного шламоуловителя приведены в табл. 30, а со шламоуловителем в табл. 31.

Таблица 31

Тип снаряда	Осевая нагрузка на коронку, кгс	Скорость вращения снаряда, об/мин	Количество промывочной жидкости, л/мин	
			вода	глинистый раствор

Бурение сильно разрушенных, брекчированных и перемежающихся по твердости пород и полезных ископаемых

ЭКС-Ш-127	700—800	70—180	100—110	90—100
ЭКС-Ш-108	650—750	120—280	80—90	70—80
ЭКС-Ш-89	500—650	150—350	70—80	60—70

Бурение трещиноватых и однородных по твердости пород и полезных ископаемых

ЭКС-Ш-127	800—900	70—180	110—120	100—110
ЭКС-Ш-108	700—800	120—280	90—100	80—90
ЭКС-Ш-89	600—700	150—350	80—90	70—80

При перерывах в работах насоса, связанных с засыпкой очередной порции дроби или другими причинами, может произойти закупорка зазора между керном и керноприемной трубой оседающими частицами шлама, а при дальнейшем бурении — самозаклинка керна. Для предупреждения этого и восстановления восходящего потока жидкости в керноприемной трубе при возобновлении бурения необходимо первые 2—3 мин подавать большее количество промывочной жидкости, а затем перейти на нормальный режим промывки.

Величина проходки за рейс подбирается практическим путем и не должна превышать полезной длины керноприемной трубы. При этом время бурения снаряда на забое не должно превышать 3 ч. Продление времени работы приводит к снижению выхода керна.

При подъеме керн удерживается пружинным кернодержателем, который находится на некотором расстоянии от забоя. Поэтому для заклинки керна ниже кернодержателя следует отключить промывку и выдержать снаряд на забое 2—3 мин. После этого дать 10—15 оборотов и приступить к подъему.

Бурение твердыми сплавами

Режимы бурения эжекторными колонковыми снарядами различных типоразмеров без гидроциклонного шламоуловителя приведены в табл. 32, а со шламосборником — в табл. 33.

Тип снаряда	Осевая нагрузка на коронку, кгс	Скорость вращения снаряда, об/мин	Количество промывочной жидкости, л/мин					
			вода			глинистый раствор		
			Интервал проходки, м					
			0—0,7	0,7—1,5	1,5	0—0,7	0,7—1,5	1,5

Бурение сильно разрушенных, брекчированных и перемежающихся по твердости пород и полезных ископаемых

ЭКС-Т-127	700—1200	80—180	80—100	100—120	120—150	70—90	90—110	110—140
ЭКС-Т-108	600—1000	120—280	60—80	80—100	100—120	50—70	70—90	90—110
ЭКС-Т-89	500—800	150—350	40—60	70—90	90—110	30—50	60—80	80—100
ЭКС-Т-73	300—500	150—350	30—40	50—60	70—80	25—35	40—50	60—70
ЭКС-Т-57	200—400	180—350	20—30	40—50	60—70	20—25	35—45	50—60

Бурение трещиноватых и однородных по твердости пород и полезных ископаемых

ЭКС-Т-127	750—1300	80—180	90—110	110—130	130—160	80—100	100—120	120—150
ЭКС-Т-108	650—1100	120—280	70—90	90—110	110—140	60—80	80—100	100—130
ЭКС-Т-89	500—900	150—350	50—70	70—100	100—130	40—60	60—90	90—120
ЭКС-Т-73	350—700	150—350	35—45	55—70	70—90	30—40	50—65	65—75
ЭКС-Т-57	250—500	180—350	25—35	45—55	60—70	20—30	40—50	55—65

Тип снаряда	Осевая нагрузка на коронку, кгс	Скорость вращения снаряда, об/мин	Расход промывочной жидкости, л/мин	
			вода	глинистый раствор
Бурение сильно разрушенных, брекчированных и перемежающихся по твердости пород и полезных ископаемых				
ЭКС-Ш-127	700—1200	80—180	120—140	100—120
ЭКС-Ш-108	600—1000	120—280	100—120	80—100
ЭКС-Ш-89	500—800	150—350	70—100	60—80
ЭКС-Ш-73	300—500	150—350	60—70	50—60
ЭКС-Ш-57	200—400	180—350	50—60	45—55
Бурение трещиноватых и однородных по твердости пород и полезных ископаемых				
ЭКС-Ш-127	750—1300	80—180	140—160	110—130
ЭКС-Ш-108	650—110	120—280	120—140	100—120
ЭКС-Ш-89	500—900	150—350	80—100	70—90
ЭКС-Ш-73	350—700	150—350	70—80	60—70
ЭКС-Ш-57	250—500	180—350	60—70	50—60

Верхние и нижние значения расхода промывочной жидкости, указанные в табл. 32 и 33, применяются в зависимости от удельного веса пород. Чем больше удельный вес пород, тем выше должен быть расход промывочной жидкости.

Приведенные в таблицах режимы бурения являются ориентировочными, поскольку невозможно дать единые режимы для проходки весьма широкого ряда пород и руд. Поэтому в каждом конкретном случае при проходке тех или иных пород следует опытным путем устанавливать и в дальнейшем применять рациональные режимы бурения.

Бурение алмазами

При бурении снарядами ЭКС-А должны выполняться все правила, изложенные во временной инструкции по алмазному бурению разведочных скважин [13]. В табл. 34 приведена техническая характеристика алмазных коронок.

Снаряд ЭКС-А применяется при бурении трещиноватых, сильно трещиноватых, малоустойчивых горных пород VII—XII категории по буримости с промывкой скважины водой или глинистым раствором. При этом вязкость раствора по СПВ-5 должна быть не более 30—35 с.

Для калибровки стенок скважины в процессе бурения рекомендуется применять алмазные расширители РМВ-2.

Режим бурения снарядом ЭКС-А с промывкой скважины водой и глинистым раствором приведены в табл. 35.

Таблица 34

Тип коронки	Диаметр коронки, мм		Алмазы объемные зернистостью, шт/карат	Вес, карат	Алмазы подрезные зернистостью, шт/карат	Вес, карат	Общий вес, карат	Площадь горца, см ²
	наружный	внутренний						
ДТ-2-А-59	59	39	20—30	7,0	20—30	3,0	10,0	11,8
ДТ-2-3А-59	59	39	60—90	10,0	30—40	3,0	13,0	11,8
ДТ-2-И-59	59	39	150—400	10,0	30—40	3,0	13,0	11,8
ДТ-2-А-76	76	53	20—30	10,6	20—30	6,0	16,5	17,1
ДТ-2-3А-76	76	53	60—90	15,0	30—40	4,0	19,0	17,1
ДТ-2-И-76	76	53	150—400	14,0	30—40	4,0	18,4	17,1

Таблица 35

Тип снаряда	Осевая нагрузка кгс	Скорость вращения снаряда, об/мин	Количество промывочной жидкости, л/мин					
			вода			глинистый раствор		
			Интервал проходки, м					
			0—0,7	0,7—1,5	1,5	0—0,7	0,7—1,5	1,5
ЭКС-А-73	500—1200	130—350	50—60	60—80	80—100	40—50	50—70	70—85
ЭКС-А-57	400—1000	130—350	40—50	50—60	60—80	35—45	45—55	55—75

Технологические режимы бурения снарядами ЭКС-А с применением гидроциклонного шламоуловителя приведены в табл. 36.

Таблица 36

Тип снаряда	Осевая нагрузка, кгс	Скорость вращения снаряда, об/мин	Количество промывочной жидкости, л/мин	
			вода	глинистый раствор
ЭКС-Ш-73	500—1200	130—350	70—90	60—80
ЭКС-Ш-57	400—1000	130—350	60—80	60—70

Нижние значения осевых нагрузок и скоростей вращения снаряда, указанные в таблицах, относятся к более трещиноватым и раздробленным породам, а нижние значения расхода промывочной жидкости — к породам меньшего удельного веса.

ОДИНАРНЫЕ ЭЖЕКТОРНЫЕ КОЛОНКОВЫЕ СНАРЯДЫ

Одинарные эжекторные колонковые снаряды обеспечивают получение с пробуренного интервала скважины полного материала в виде керна и шлама. Однако данные снаряды обладают рядом недостатков, главным из которых является высокая ве-

роятность прихвата их в скважине. Причем, вероятность прихвата возрастает с увеличением содержания в породах глинистого материала.

В настоящее время в практике разведочного бурения применяется несколько различных конструкций одинарных эжекторных колонковых снарядов. Среди них наиболее совершенным является снаряд ЭКС-О (рис. 67). конструкции КазИМСа. Данный снаряд позволяет перед началом бурения промывать забой скважины рабочим потоком промывочной жидкости и засыпать в скважину дробь любого размера через полость колонковой трубы, а в процессе бурения питать забой скважины дробью диаметром не более 3 мм.

Снаряд ЭКС-О спускают в скважину без шарика 3 и с обильной промывкой устанавливают на забой. Основной поток жидкости идет через наклонный канал в полость патрубков 5, откуда через каналы распределительного переходника 8 и полость колонковой трубы 9 поступает к забою, омыв который, поднимается к устью скважины по внешнему кольцевому зазору. После промывки скважины через полость бурильных труб засыпают дробь, которая посту-

пает на забой по тем каналам, что и промывочная жидкость. Затем в полость бурильных труб опускают шарик 3 и включают промывку. Шарик садится в гнездо и перекрывает выход промывочной жидкости в полость патрубка 5. При этом поток жидкости идет через эжекторный насос, создавая обратную промывку.

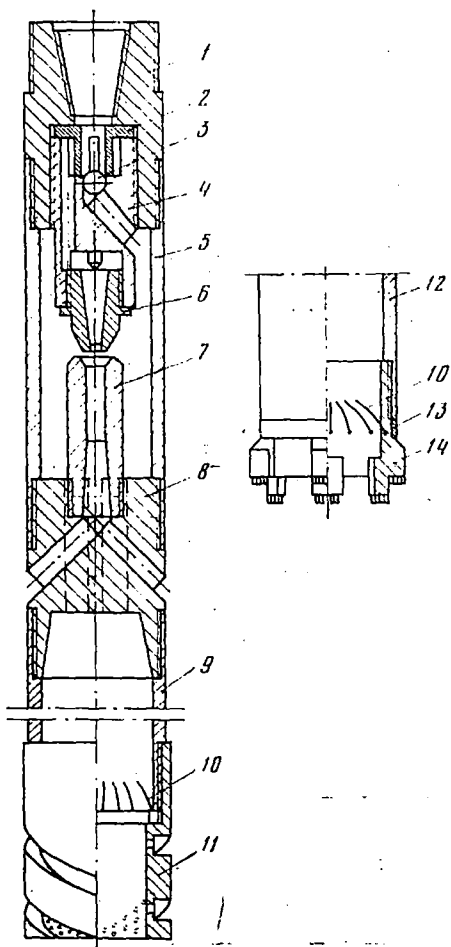


Рис. 67. Одинарный эжекторный колонковый снаряд ЭКС-О.

1 — переходник; 2 — распределительный вкладыш; 3 — шарик; 4 — распределительная головка; 5 — патрубок; 6 — насадка; 7 — диффузор; 8 — распределительный переходник; 9, 12 — колонковые трубы; 10 — кернодержатель; 11 — дробовая коронка; 13 — кольцо; 14 — твердосплавная коронка.

При бурении снарядом ЭКС-О эффективность удаления с забоя выбуриваемых частиц породы зависит от расхода рабочей жидкости и величины кольцевых зазоров для прохода эжектируемой жидкости как внутри колонковой трубы (между трубой и керном), так и снаружи (между трубой и стенками скважины). Величина кольцевого зазора должна быть не менее 2,5 мм. С уменьшением этой величины затрудняется циркуляция эжектируемой жидкости и повышается опасность прихвата бурового снаряда в скважине.

Необходимые кольцевые зазоры при твердосплавном бурении достигаются за счет использования ребристых коронок 14, а при дробовом бурении—за счет разработки ствола скважины и керна. Поэтому снаряд ЭКС-О не пригоден для алмазного бурения.

Снаряды ЭКС-О с дробовой и твердосплавной коронками диаметром 93 и 112 мм широко применяются в тресте Самаркандгеология при бурении рудных зон. По данным Кокпатасской ГРП одинарными эжекторными колонковыми снарядами дробью и твердыми сплавами пробурено в 1971 г. около 3000 м скважин, средний выход керна 78%. При этом средняя величина проходки на рейс при твердосплавном бурении составила 1,6 м, а при дробовом 1,65 м.

Технология бурения снарядами ЭКС-О приведена в табл. 37.

При бурении снарядами ЭКС-О следует проявлять особую внимательность вследствие возможного прихвата его в скважине. В любом случае резкого снижения механической скорости бурения, что свидетельствует о прекращении циркуляции эжектируемого потока жидкости, следует немедленно резко повысить расход промывочной жидкости и произвести расхаживание снаряда. Если после этого механическая скорость бурения не повышается, необходимо прекратить бурение и снаряд поднять на поверхность.

Установлено, что длина керноприемной трубы не должна превышать 2,5 м.

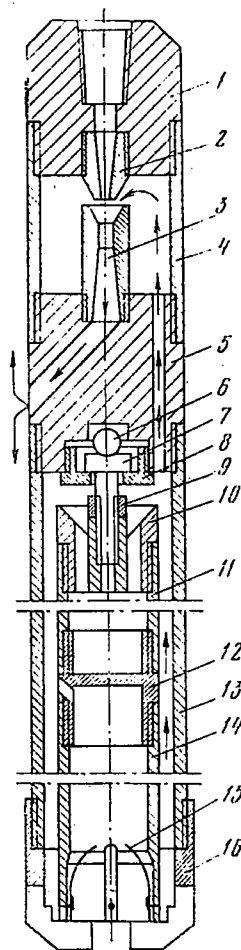


Рис. 68. Двойной эжекторный колонковый снаряд конструкции А. А. Гребенюка.

1, 10 — переходники; 2 — насадка; 3 — диффузор; 4 — патрубок; 5 — распределительный переходник; 6 — шарик; 7 — винт-подпятник; 8, 9 — гайки; 11 — шламовая труба; 12 — ниппель; 13 — наружная труба; 14 — керноприемная труба; 15 — керноудерживатель; 16 — коронка.

Тип снаряда	Осевая нагрузка на забой, кгс	Скорость вращения снаряда, об/мин	Количество промывочной жидкости л/мин					
			вода			глинистый раствор		
			Интервал проходки, м					
			0—0,5	0,5—1,0	1,0	0—0,5	0,5—1,0	1,0
Бурение дробью								
ЭКС-О-108	600—700	70—120	80—90	90—100	100—120	70—80	80—90	90—100
ЭКС-О-89	400—500	150—180	60—70	70—80	90—100	50—50	60—70	80—90
Бурение твердыми сплавами								
ЭКС-О-108	500—900	70—180	90—110	110—130	130—150	80—100	106—120	120—140
ЭКС-О-89	400—800	70—180	70—90	90—110	110—140	60—80	80—100	100—130
ЭКС-О-73	300—500	150—280	50—70	70—100	100—130	45—60	60—90	90—120
ЭКС-О-57	200—400	150—280	35—45	55—70	70—90	30—40	50—60	60—80

На рис. 68 изображен эжекторный колонковый снаряд конструкции автора. Данный снаряд имеет не вращающуюся при бурении керноприемную трубу 14, подвешенную на винте 7 к распределительной головке 5. Керноприемная труба обеспечивает лучшие условия выноса с забоя выбуренных частиц породы. Здесь частицы выбуриваемой породы удаляются с забоя эжектируемым потоком через кольцевой зазор между наружной 13 и керноприемной 14 трубами. Частицы породы при выходе из межтрубного зазора выпадают в воронку переходника 10 и далее в керноприемную трубу. Поэтому количество восходящего потока промывочной жидкости в течение рейса бурения остается постоянным и не зависит от наполнения керноприемной трубы керном, а зависит от рабочего расхода промывочной жидкости.

Эжекторный колонковый снаряд применялся в Кузбассе при бурении коксующихся углей. Бурение угольных пластов осуществлялось при скорости вращения снаряда 153 об/мин с подачей промывочной жидкости в скважину до 160 л/мин. Проходка на рейс ограничивалась мощностью угольного пласта и не превышала 1,7 м. Во всех случаях был получен полный выход керна.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Успех получения представительного керна в тех или иных геологических условиях зависит от выбора типа забойного инструмента, конструкции бурового снаряда, способа транспортирования продуктов разрушения, качества транспортирующего агента и режима бурения.

В соответствии с этим рассмотрим некоторые конкретные вопросы методики получения керна в породах и полезных ископаемых различных групп (см. табл. 1).

Согласно предложенной классификации, все горные породы и полезные ископаемые по условиям получения керна разделяются на восемь групп. Из них получение керна в породах I группы не представляет особой трудности. В породах этой группы представительный выход керна обеспечивается при обычных способах бурения с соблюдением общих правил рационального ведения процесса и подъема керна.

Получение представительного керна в породах и полезных ископаемых II и III групп достигается при выполнении ряда конкретных мероприятий.

При бурении мерзлых пород, оттаивающих и теряющих устойчивость, основным мероприятием по обеспечению выхода керна является соблюдение температурного режима транспортирующего агента продуктов разрушения. В качестве транспортирующего агента используются переохлажденные растворы поваренной соли или сжатый воздух (бурение с продувкой).

Получение представительного керна по легкорастворимым солям возможно только при бурении с промывкой концентрированным раствором разбурываемых солей или с продувкой сжатым воздухом. Для предохранения керна от растворяющего действия потока жидкости рационально применять двойные колонковые снаряды. Бурение следует вести на форсированных режимах.

Получение представительного керна в породах IV и V групп возможно только при полной изоляции керна от воздействия потока промывочной жидкости. Породы этих групп могут быть сыпучие необводненные и обводненные или мягкие и пластичные.

При бурении необводненных сыпучих и плавучих пород можно использовать двойные колонковые снаряды безнасосного бурения и с прямой промывкой типа штамп. Для связи керна

и стенок скважины промывку следует осуществлять глинистым раствором повышенной вязкости и низкой водоотдачи. В этих условиях хорошие результаты дают двойные шнекоколонковые снаряды, работающие без промывки.

В обводненных сыпучих и пльвучих породах бурение следует вести с опережающим креплением стенок скважины трубами и с замораживанием пород. Можно применять безнасосное бурение с заполнением скважины глинистым раствором повышенной вязкости.

При бурении пород глинистого состава, размываемых потоком промывочной жидкости и теряющих связь при насыщении водой, рационально применить двойные колонковые снаряды с невращающейся керноприемной трубой и буровые коронки с большим выходом резцов за внутреннюю и наружную поверхности. Промывку — глинистым раствором с малой водоотдачей.

Получение представительного керна в породах VI группы затрудняется вследствие его самозаклинок и истирания. Поэтому наиболее рациональными средствами получения керна в этих породах являются двойные колонковые снаряды с восходящим напорным потоком промывочной жидкости в керноприемной трубе типа ДКС-ВП. Для устранения самозаклинок керна бурение нужно вести при повышенных расходах промывочной жидкости. Кроме того, следить за чистотой внутренней поверхности керноприемной трубы и желателно смазывать ее антифрикционной смазкой. Величина проходки за рейс при бурении пород VI группы ограничивается самозаклинкой керна.

Получение представительного керна в породах VII группы, керна которых при бурении дробится и вымывается, возможно только при условии устранения вибраций бурового снаряда и потока промывочной жидкости. Наиболее эффективными средствами получения керна в этих породах являются двойные колонковые снаряды с невращающейся керноприемной трубой со ступенчатыми или конусными буровыми коронками и с увеличенным зазором между керноприемной трубой и центрирующей расточкой в коронке. Для снижения вибраций следует применять утяжеленные бурильные трубы максимально возможного диаметра и антивибрационные средства. Высококачественный керна в породах VIII группы можно получить только при использовании специальных колонковых снарядов, работающих с обратной или комбинированной промывкой забоя скважины. При бурении данных пород керна должен предохраняться от действия потока промывочной жидкости, сил трения, толчков и ударов снаряда, от самозаклинок и истирания более мягких участков.

Бурение скважин в породах VIII группы часто осложняется из-за обрушения стенок скважины и потерь циркуляции промывочной жидкости. В этих случаях особое внимание должно уделяться выбору способа транспортирования продуктов разрушения с забоя и качества транспортирующего агента.

В тех случаях, когда бурение с промывкой скважины технически затруднено вследствие оплывания стенок скважины, наиболее рациональными являются двойные колонковые снаряды безнасосного бурения с заполнением скважины высококачественным глинистым раствором.

При поглощении скважиной промывочной жидкости и трудности ее доставки в скважину наиболее эффективным является эрлифтный способ промывки.

Во всех остальных случаях наиболее рациональными и универсальными являются двойные эжекторные колонковые снаряды и двойные колонковые снаряды с напорным восходящим потоком промывочной жидкости в керноприемной трубе с гидродвигательным шламоуловителем. При бурении данными снарядами особое внимание уделяется режиму промывки. Режим бурения выбирается с таким расчетом, чтобы обеспечивались наилучшие показатели выхода керна.

Наряду с рекомендациями для отдельных пород можно отметить ряд общих положений получения представительного керна. Это прежде всего рекомендации организационного характера. К таким рекомендациям относятся: составление проектного разреза; повышение квалификации бурового персонала; подбор и своевременное применение рациональных средств, обеспечивающих получение представительного керна; подготовка скважины; наличие контрольно-измерительной аппаратуры; соблюдение технологии бурения; постоянный контроль за выполнением основных требований по отбору керна.

Технорукам и геологам ГРЭ и ГРП необходимо постоянно заниматься обобщением опыта получения керна и анализом конструкций двойных колонковых снарядов и на основании этого разрабатывать мероприятия по повышению выхода керна с учетом конкретных геологических условий каждого месторождения.

Одним из важных мероприятий, связанных с получением керна, является подготовка бурового снаряда и скважины. Перед бурением снаряд должен быть тщательно отрегулирован. Скважину следует очистить от шлама интенсивной промывкой. Глинистый раствор необходимо заменить или очистить от шлама.

Перед бурением полезного ископаемого производится контрольный замер глубины скважины с участием геолога.

При извлечении керна из колонковой трубы ее торец следует держать над чистым листом фанеры или листового железа, на котором куски керна укладываются последовательно. В целях обеспечения сохранения керна и последовательности пород в нем, отвечающей разрезу пород в скважине, необходимо извлекать керн с соблюдением максимальной осторожности. Для сохранения структуры керна при его извлечении из керноприемной трубы рекомендуется использовать специальные ручные насосы.

После извлечения керна обмывают чистой водой, укладывают в кернавый ящик и документируют.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев Ю. Ф. Механические свойства горных пород нефтяных месторождений Башкирии. Уфа, Башкирнефтеиздат, 1961.
2. Атякин А. К., Волокитенков А. А., Литвинов Н. И. Опробование и бурение разведочных скважин в осложненных условиях М., Гостоптехиздат, 1963.
3. Алексеев Ю. Ф., Надежкин А. Д. Пути увеличения выноса керна. М., Гостоптехиздат, 1963.
4. Большаков В. В., Филько А. С. Колонковое бурение с обратной промывкой как средство повышения выхода керна и получения представительных шламовых проб.— «Геология и разведка», 1962, № 2.
5. Большаков В. В., Владиславлев В. С. Влияние потока промывочного агента на самоподклинку керна.— «Геология и разведка», 1965, № 6.
6. Бобров А. Д. К вопросу об обратной промывке на колонковом бурении.— «Разведка и охрана недр», 1964, № 7.
7. Башкатов Д. Н. Современное состояние и перспективы развития шнекового вращательного бурения.— В сб.: «Труды межвузовской научной конференции по механизации разведочного бурения». М., Госгеолтехиздат, 1962.
8. Воздвиженский Б. И., Большаков В. А. О классификации пород и полезных ископаемых по трудности получения из них кернов.— «Геология и разведка», 1962, № 7.
9. Волков С. А. Мероприятия по повышению выхода керна.— «Разведка и охрана недр», 1959, № 12.
10. Временная инструкция по взятию керна при колонковом бурении. М., Госгеолтехиздат, 1950.
11. Воротынцев В. Т. Бурение слабоустойчивых угольных пластов. М., Углетехиздат, 1958.
12. Волков С. А., Боголюбский К. А. Безнасосное бурение. М., Госгеолтехиздат, 1956 («Труды МГРИ», вып. 30).
13. Временная инструкция по алмазному бурению. М., «Недра», 1969.
14. Гребенюк А. А. К вопросу о получении ненарушенного керна полезного ископаемого и конструктивные особенности колонковых снарядов.— «Геология и разведка», 1958, № 11.
15. Гребенюк А. А., Моисеев Г. Г., Хаустов В. Л. Пути повышения выхода керна при дробовом бурении.— «Геология и разведка», 1966, № 9.
16. Гребенюк А. А., Сулакшин С. С. Анализ факторов, влияющих на выход керна при бурении двойными колонковыми снарядами по углю.— «Геология и разведка», 1961, № 3.
17. Гребенюк А. А., Моисеев Г. Г., Хаустов В. Л. Двойной колонковый снаряд дробового бурения.— «Разведка и охрана недр», 1967, № 1.
18. Гребенюк А. А., Сулакшин С. С. Универсальный двойной

колонковый снаряд для отбора угольного керна.— «Бюллетень НТИ МГ и ОН СССР», 1961, № 5.

19. Гребенюк А. А., Сулакшин С. С. Создание и испытание колонкового снаряда ДКС-1-ТПИ.— «Разведка и охрана недр», 1963, № 1.

20. Гребенюк А. А. Колонковый снаряд ДТ-10-89 для проходки угольных пластов.— «Разведка и охрана недр», 1958, № 7.

21. Гребенюк А. А., Моисеев Г. Г. Результаты испытания двойного водоструйного колонкового снаряда для дробового бурения ВКС-1-М.— «Разведка и охрана недр», 1966, № 2.

22. Гребенюк А. А., Моисеев Г. Г. Устройство и работа двойного эжекторного колонкового снаряда конструкции КазИМСа.— «Техника и технология геологоразведочных работ», 1966, № 9 (ОНТИ ВИЭМС).

23. Гребенюк А. А., Моисеев Г. Г., Хаустов В. Л. Новые технические средства для получения качественного керна при дробовом бурении.— В сб.: «Пути повышения эффективности буровых работ». Алма-Ата, 1964.

24. Гребенюк А. А., Моисеев Г. Г., Леонтьев О. П. Двойные эжекторные колонковые снаряды для бурения дробью, твердыми сплавами и алмазами.— «Техника и технология геологоразведочных работ», 1969, № 30 (ОНТИ ВИЭМС).

25. Гайдуков Ю. И. Использование шнекоколонковых снарядов при поисках и разведке титано-циркониевых россыпей.— «Разведка и охрана недр», 1964, № 5.

26. Дерусов В. П. Бурение дробью с обратной промывкой в Криво-рожском бассейне.— «Геология и разведка», 1968, № 3.

27. Куцын П. В. Влияние литологического состава пород на отбор керна.— «Нефть и газ», 1958, № 11.

28. Камминг Дж. Д. Руководство по алмазному бурению. М., Госгеолтехиздат, 1961.

29. Кардыш В. Г., Никитин Е. В., Окмянский А. С. Методы бурения неглубоких скважин в рыхлых породах.— «Разведка и охрана недр», 1963, № 11.

30. Кичигин В. А. Эжекторные колонковые снаряды с гидроциклонным шламоуловителем. Информационное сообщение ОНТИ ВИЭМС, 1969, № 96.

31. Копылов В. Е. Влияние отдельных параметров технологии бурения на выход керна при бурении мелкоалмазными коронками. ОНТИ ВИЭМС, № 4 (32), М., Госгеолтехиздат, 1961.

32. Лиманов Е. Л., Моисеев Г. Г. О выходе керна в осложненных условиях.— «Геология и разведка», 1963, № 9.

33. Мурзаков Б. В., Захаров Б. В., Стрижитовский Д. Ф. Опыт эксплуатации съемных керноприемников на канате за рубежом. ОНТИ ВИЭМС, 1963, № 6.

34. Опыт применения вакуумной двойной колонковой трубы.— «Разведка и охрана недр», 1963, № 9.

35. Неудачин Г. И., Шолохов Л. Г. Новые способы промывки скважин в условиях полного поглощения промывочной жидкости. ОНТИ ВИЭМС, 1962, № 9 (43).

36. Полежаев П. В. Экспериментальные исследования зависимости выхода керна от длины рейса и от механической скорости бурения.— «Геология и разведка», 1962, № 11.

37. Полежаев П. В. Влияние величины проходки на рейс и выход керна при колонковом бурении в породах средней твердости и твердых.— «Разведка и охрана недр», 1962, № 2.

38. Павлов И. Н., Симонов В. В. Опыт применения усовершенствованной двойной колонковой трубы ВСЕГИНГЕО. М., Углетехиздат, 1956.

39. Пальянов П. Ф., Штайнберг А. М. Бурение скважин. М., «Недра», 1964.

40. Пенкевич С. В. Исследование работы снарядов со сменным керноприемником.— «Геология и разведка», 1965, № 2.

41. Пятаде А. А., Борькин И. А. Применение обратной промывки при бурении разведочных скважин в Кривбассе.— «Разведка и охрана недр», 1961, № 9.
42. Руденко А. П. Влияние параметров режима бурения на выход керна.— В сб.: «Новое в методике и технике геологоразведочных работ». М.—Л., Гостоптехиздат, 1962 (ОНТИ, ВИТР, вып. 5).
43. Руденко А. П. Влияние длины рейса на выход керна в различных породах. Труды ЛГИ, т. 34, вып. 1, 1958.
44. Сулакшин С. С. Современные способы и средства отбора проб полезных ископаемых. М., «Недра». 1970.
45. Соколов В. Я., Зингер Н. М. Струйные аппараты. М., «Энергия», 1970.
46. Чугаев Р. Р. Гидравлика. Л., «Энергия», 1971.
47. Шрейнер Л. А. и др. Механические и абразивные свойства горных пород. М., Гостоптехиздат, 1958.
48. Фридман Б. Е. Гидроэлеваторы. М., Машгиз, 1960.
49. Цяпко Н. Ф. Результаты экспериментальных исследований по разрушению твердого тела струями воды.— В сб.: «Разрушение углей и пород». М., Углетехиздат, 1958.
50. Тищенко В. И. Двойная колонковая труба. «Штамп». Л., 1957.

ХР-3

50 коп.

91902

Д4
13928

Недра · 1973