

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**УТВЕРЖДАЮ**

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'М.В. Двойников', written over a horizontal line.

**Руководитель ОПОП ВО  
профессор М.В. Двойников**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ  
ДИСЦИПЛИНЫ  
СОВРЕМЕННОЕ ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И МЕТОДИКИ  
ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ**

<b>Уровень высшего образования:</b>	Подготовка кадров высшей квалификации
<b>Направление подготовки:</b>	21.06.01 Геология, разведка и разработка полезных ископаемых
<b>Направленность (профиль):</b>	Технология и техника геологоразведочных работ
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Нормативный срок обучения:</b>	4 года
<b>Составитель:</b>	д.т.н. профессор М.В. Двойников

Санкт-Петербург

## ВВЕДЕНИЕ

Качество бурения геологоразведочных скважин определяется прежде всего представительностью получаемых керновых проб полезных ископаемых или образцов пород, на основании которых судят о геологическом строении земной коры, о качестве и количестве полезных компонентов, форме и размерах рудных тел (залежей), их пространственном положении, а также структуре и получают другие сведения, которые позволяют в конечном итоге произвести оценку месторождения и составить проект эксплуатационных работ. Получение достоверных данных по всем этим вопросам в значительной мере зависит от количества и состояния извлекаемого при бурении кернового материала, а также от точности определения границ пластов пород и залежей полезных ископаемых или их мощности.

В связи с тем, что многие полезные ископаемые и породы по своей природе являются малоустойчивыми, сохранность получаемых образцов пород или керновых проб обеспечивается далеко не всегда и по отношению к пройденному интервалу линейное количество получаемого керна может оказаться значительно меньшим. Это обстоятельство серьезно затрудняет определение мощности залежи, изменение качественных и количественных показателей, что приводит к искажению запасов и ошибочным геологическим построениям.

Большое значение в решении ряда вопросов при этом имеет своевременное определение границ залежей или слоев пород при их смене. Отсутствие в практике бурения геологоразведочных скважин устройств, регистрирующих момент перехода от одних пород к другим, приводит к тому, что средства, способствующие сохранению необходимых показателей керна, своевременно не применяются, а это приводит в свою очередь к ухудшению качества результатов бурения геологоразведочных скважин.

В работе также освещаются практические вопросы методики и технологии получения представительных образцов пород и проб полезных ископаемых.

## ГЛАВА 1.

### 1. ПРЕДСТАВИТЕЛЬНОСТЬ И НЕОБХОДИМОЕ МИНИМАЛЬНОЕ КОЛИЧЕСТВО КЕРНОВОГО МАТЕРИАЛА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ РЕШЕНИЕ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ ЗАДАЧ

Эффективность и качество проводимых геологоразведочных работ определяются в конечном итоге достоверностью результатов исследований и количеством затраченных средств и времени. Но нередки случаи, когда при затрате больших средств результаты оказываются некачественными.

В наиболее благоприятных условиях формирования керна при бурении в породах достаточно прочных и устойчивых, когда выход керна достигает 100%. достоверность получаемых результатов не вызывает сомнений. Но в условиях, менее благоприятных для формирования и сохранения керна в естественном виде, количество получаемого кернового материала уменьшается, в отдельных случаях до нуля, с чем связано и снижение достоверности получаемых при бурении результатов: искажается мощность залежей или слоев пород в разрезе, содержание полезных компонентов и вредных примесей, физико-технические свойства исследуемых образцов и т.д. Все это приводит к получению неверных данных о геологическом строении участка или месторождения, о количестве и пространственном распределении запасов и в конечном итоге - к неправильной оценке промышленного значения и перспектив того или иного месторождения.

Качество выполнения работ не всегда может быть оценено только процентом выхода керна. В отдельных случаях и при высоком значении того показателя результаты оказываются неудовлетворительными и наоборот. Объяснить это можно целым рядом обстоятельств, главными из которых являются характер получаемых образцов (керна), способ определения процента выхода керна и контроль за качеством работ [1-9].

Характер получаемых образцов зависит от физико-технических свойств пород или полезных ископаемых и способа получения образцов. В зависимости от этих факторов образец может представлять собой цельный столбик или состоять из отдельных столбиков цилиндрической формы, причем полная дойна керна соответствует пройденному буровым снарядом интервалу. Это имеет место при колонковом вращательном бурении в достаточно прочных однородных породах. Но в известных условиях линейное количество получаемого образца может оказаться меньше пройденного интервала, что может быть связано с разными причинами.

Потеря керна за счет истирания столбиков при однородном характере пород или полезного ископаемого (равномерном распределении тех или иных компонентов) также не вносит существенной ошибки в большинство определений. При этом может быть искажена только мощность исследуемой залежи или пласта и тем в большей степени, чем меньше; выход керна (если точно не отмечаются границы залежи по другим признакам).

Наиболее неблагоприятным случаем является истирание керна при неоднородном характере пород или содержании полезного ископаемого с меняющейся твердостью различных участков за счет прослоек, трещин, заполненных различными минеральными образованиями, и т.д. В этом случае может происходить так называемое избирательное истирание керна, при котором снижение процента его выхода связано с разрушением наиболее слабых участков, представляющих интерес.

Это может вносить существенные искажения при определении не только мощности залежи, но и содержания полезных и вредных компонентов как в сторону разубоживания (при разрушении участков с полезными компонентами), так и в сторону обогащения (при разрушении участков пустых пород или менее богатых по содержанию полезных компонентов). С целью повышения достоверности получаемых данных в таких случаях прибегают к сбору дополнительного материала-шлама, выносимого на поверхность или в шламовую трубу, что

обычно не решает полностью проблемы по целому ряду причин. Более достоверные данные в таких условиях иногда дает ударный способ бурения с отбором шлама желонкой.

При бурении в еще более сложных геологических условиях (непрочных, слабоустойчивых, сильно трещиноватых или перемятых породах) получаемые при вращательном, колонковом бурении образцы представляют собой обычно разрушенную массу, состоящую из несвязных частиц (кусков) различного размера. Неполный выход керна в этом случае может быть связан с истиранием зерен или обломков и выносом их потоком промывочной жидкости или воздуха. Избирательность разрушения отдельных частиц при этом реализуется в еще большей степени. Процент выхода керна в таких условиях, как правило, небольшой, а представительность проб наиболее низкая. Причем в определение процента выхода керна в этом случае, обычно вкрадываются довольно существенные ошибки, что зависит от способа определения и контроля. Поэтому для таких условий нередки случаи, когда при достаточно высоком проценте выхода керна (по документации) представительность проб оказывается весьма низкой. Более того, при меньшем проценте выхода керна, но определяемом достаточно точно, она может быть выше.

Вопросам достоверности данных, получаемых при колонковом бурении, посвящен ряд работ, свидетельствующих о недостатках в этой области геологоразведочных исследований; Так, например, В.С.Огарков (1955) в своих работах отмечал, что с уменьшением процента вывода керна уменьшается точность определения мощности, структуры и качества углей. В связи с тем, что выход керна по углям в большинстве случаев неполный, мощность пластов, определяемая при бурении, всегда искажается как в сторону завышения, так и в сторону занижения. Особенно велики искажения при бурении по крутопадающим пластам слабых углей сложного строения (с прослойками твердых пород). При этом более сильно разрушаются блестящие и полублестящие разности углей и пробы обогащаются матовыми и полу матовыми разностями, за счет чего искусственно повышается их зольность. Величина искажений зольности углей по скважинам при сравнении с контрольными пробами, взятыми из горных выработок по данным "Мосбассуглеразведка", колебалась от 1-2 до 27% в сторону завышения. В связи с этим много запасов относилось за баланс.

В.С.Огарков приводит некоторые данные по шахте Б-1-2 Буланашского месторождения (трест "Свердловскуглеразведка») иллюстрирующие достоверность определения мощности угольных пластов. Из анализа этих данных видно, что из 24 случаев при определений по скважинам мощность в 8 случаях завышена, а в 16-занижена, причем степень искажения в сторону завышения по абсолютной по абсолютной величине, как правило, больше, чем в сторону занижения (рис.1.2,а), и мало зависит от величины выхода керна. Кроме того, выясняется любопытная картина: занижение имеет место при небольших значениях мощности пластов и выхода керна, а завышение - при больших (рис.1.2,б). Это может быть связано с неточностью определения процента выхода керна - при завышении выхода керна завышается и мощность пласта по скважине и наоборот. Кроме того, завышение мощности может быть связано с тем, что она определена по скважине без учета угла встречи оси скважины с пластами. Иными словами, по скважине определялась видимая мощность, а по горным выработкам - истинная.

Причиной занижения мощности пласта может явиться разрушение и потеря в скважине кернового материала при встрече пласта малоустойчивого полезного ископаемого и отсутствие информации по этому повод}-. В таких случаях качество работ и контроль за их выполнением находятся на явно невысоком уровне.

По данным В.С.Огаркова, такая картина имела место на шахте 3-С Артемовского бурогоугольного месторождения: из 47 случаев в 35, что составляет 75%, мощность пластов была завышена. Средняя ошибка в определении ее составила 16,3%. По восьми шахтным полям подмосковного бассейна (трест "Мосбассуглеразведка") средняя ошибка в определении мощности по скважинам составляла 10-12%. По Челябинскому бассейну эта ошибка достигала 36% и т.д.

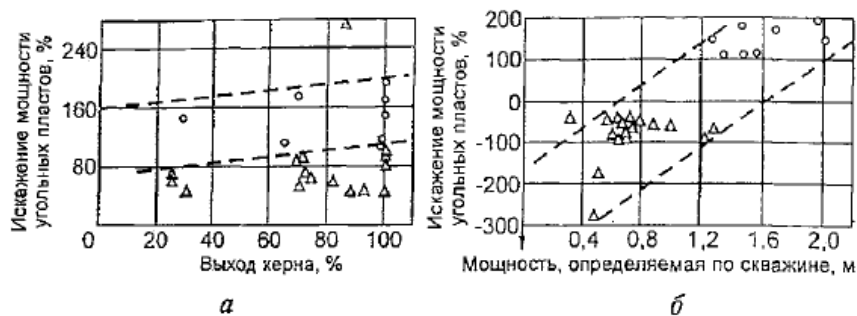


Рис.1.2. Графики искажения мощности угольных пластов в зависимости от выхода керна (а) и их мощности, определяемой по скважине (б)

По данным Е.В.Михайлова (1969), мощность, полученная по 227 скважинам в Щекинском углепромышленном районе, оказалась в 17 случаях завышенной и в 110 случаях заниженной в пределах более чем  $\pm 3,0$  м. Кроме того, 74% проб по скважинам дали завышенные результаты по зольности углей.

Ряд работ, посвященных достоверности результатов разведки на некоторых месторождениях Печерского угольного бассейна, опубликован Ю.В.Степановым (1962, 1968). Так, на Юньячинском месторождении коксующихся углей было выделено 28 пересечений угольных пластов, данные по которым были сопоставлены с данными полученными по горным выработкам. При этом было установлено, что- полная мощность угольных пластов по данным бурения обычно занижается, а по каротажу завышается, но ошибка в последнем случае меньше; мощность угольных пачек завышается, а породных прослоев занижается и при бурении, и по каротажу; максимальные ошибки достигают больших величин и при бурении они выше, чем при каротаже; при подсчете средних значений ошибки в сторону завышения и занижения компенсируются и средняя ошибка имеет незначительную величину; при определении качественных параметров угольных пластов по керну возникают погрешности; зольность угля из 16 случаев в 6 была завышена до 10%, а в 8 случаях - свыше 10% и только в 2 - занижена на 2,3 и 7,5%, а выход летучих в 12 случаях из 15 был завышен на величину до 5,2%, в 3 случаях - занижен до 2,6%.

Кроме того, было отмечено, что при выходе керна порядка 70- 90% качественные показатели определялись с большей погрешностью, чем при выходе 45-70%. Это можно объяснить погрешностью в определении процента выхода керна в связи с отсутствием надлежащего контроля.

Ошибки в определении мощности пластов могут быть связаны с пропуском верхней пачки угля при вхождении бурового снаряда в пласт из-за отсутствия надежных средств регистрации этого момента и с завышением зольности, что уменьшает границы пласта, определяемые по керну.

В своих работах Ю.В.Степанов указывает и на значительные ошибки в определении элементов залегания угольных пластов. Все это свидетельствует о существенных недостатках в отборе керновых проб, возникающих по разным причинам.

Представительность керновых проб углей также зависит не только от процента выхода керна, но и от его сохранности. В связи с тем, что микрокомпоненты угольных пластов имеют различную прочность, при бурении по целому ряду типов углей происходит избирательное разрушение и вынос более хрупких дитотипов. Чем сложнее штрсь графический состав, тем менее представительным будет kern. ашйкн в получении данных по керновым пробам могл t достигать шачн- тельных велнчин. на что обращали внимание многие исследователи.

## **Глава 2. ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ КАЧЕСТВО ПОЛУЧАЕМЫХ ОБРАЗЦОВ ПОРОД ИЛИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ПРИ БУРЕНИИ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ СКВАЖИН**

### **2.1. КЛАССИФИКАЦИЯ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КЕРНА ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН**

Исследованиям факторов, в той или иной степени определяющих условия формирования и выход керна, в разное время уделялось внимание в работах многих авторов: Ф.А.Шамшев (1934), М.А.Шибиков (1938), М.И.Трофимов (1941), К.Г.Володченко (1950), А.С.Богатырев (1950), С.И.Жилкинский, А.А.Зверюга, А.Г.Гавеля (1950), В.Т.Воротынцев (1953, 1958), А.С.Филько (1959), С.А.Волков (1959), Н.П.Гречишников (1962), С.С.Сулакшин (1960-1970), П.П.Пономарев и В.А.Каулин (1982, 1985, 1986, 1989) и др.

Анализ накопленной информации по этому вопросу позволил сделать определенные выводы и прежде всего о том, что выход керна и его качество зависят от большого количества весьма разнообразных факторов, которые можно разделить на четыре основные группы: геологического, технического, технологического и организационного характера [1].

Геологические факторы, от которых зависят физико-технические свойства и поведение пород при бурении, определяются их петрографическим составом, структурой, текстурой, а также физическим состоянием (степень метаморфизма, выветрелости и др.) и геолого-структурными условиями залегания слоев.

Технические факторы связаны со способом бурения и конструкцией того или иного средства, используемого для получения керна, и условиями его работы.

Технологические факторы определяются способом удаления продуктов разрушения пород, качеством и количеством подаваемой в скважину промывочной жидкости, состоянием призабойной части скважины (наличие шлама, остатков керна от предыдущего рейса, степень разработки ствола скважины и др.) и параметрами режима бурения. Кроме того, выход и качество керна зависят от времени воздействия тех или иных факторов, то есть продолжительности бурения в рейсе, и от скорости бурения.

К факторам организационного характера относятся: наличие и использование контрольно-измерительной аппаратуры; наличие рациональных средств для отбора керна и их состояние на участке проектного разреза по скважине и его достоверность; квалификация бурового персонала; контроль за выполнением основных требований и рекомендаций.

Кроме того, все основные факторы, влияющие на выход и качество керна, можно разбить на группы по разным признакам (например на две группы: факторы, вызывающие разрушение керна, и факторы, приводящие к уменьшению количества получаемого фактического материала) или разделить на факторы устранимые и неустраиваемые, как это делают некоторые исследователи. Наконец, все эти факторы можно классифицировать по их природе и характеру действия (табл.2.1).

### **2.2. ВЛИЯНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ КЕРНА В ПРОЦЕССЕ БУРЕНИЯ СКВАЖИН**

Влияние геологических факторов связано с проявлением разнообразных свойств горных пород, объединяемых в две группы: физико-геологические и физико-технические [21].

Свойства горных пород, как известно, определяются комплексом геологических признаков и прежде всего минералогическим составом, структурой и текстурой и проявляются в их способности разрушаться или разделяться на отдельные элементы при наличии определенных геологических признаков: отдельности, слоистости, сланцеватости, кливажа, трещиноватости,

прожилков и включений определенного минералогического состава, свойств слагающих породу минералов, характера и силы связей между минералами или частицами и др.

К физико-техническим свойствам, зависящим от характера пород и вида воздействия на них, относятся: прочность (делимость или разрушаемость), пластичность, хрупкость, размокаемость, набухаемость, размываемость, плавучесть, растворимость, растекаяемость и др.

Все перечисленные и другие свойства определяют в конечном итоге устойчивость пород при воздействии на них отрицательных факторов или их способность к кернообразованию. Зная природу и характер проявления геологических факторов в процессе бурения скважин, можно ослаблять или предупреждать их отрицательное влияние на формирование керна.

Рассмотрим влияние некоторых из отмеченных факторов на формирование керна при колонковом бурении скважин.

Влияние минералогического или петрографического состава пород и полезных ископаемых вполне очевидно, так как многие свойства пород, представляющих собой скопление различных минералов или петрографических разностей, зависят от свойств минералов их слагающих и характера связи между ними.

Естественно, что сохранность керна при бурении, а следовательно его количество и качество, будет зависеть прежде всего от прочности, слагающих породу минералов и силы связи между ними. При этом могут быть породы и полезные ископаемые, представляющие собой достаточно однородную массу с более или менее одинаковыми свойствами, и наоборот, породы с весьма неоднородным составом и резко различными свойствами по участкам, что определяется их генезисом и процессами, которым подвергались породы впоследствии. Очевидно, чем мягче и менее прочны сами минералы и чем слабее связь между ними, тем хуже условия формирования керна, тем легче он деформируется и разрушается. При неодинаковом минералогическом составе, с резко различными свойствами минералов или их скоплений, разрушению будут подвергаться слабые участки, представленные включениями более мягких минералов в виде пропластков, прослоев, линз, желваков, конкреций, жильных образований. В соответствии с количественным соотношением твердых и мягких образований будет определяться количество и сохранность керна. При этом наличие твердых включений в более мягкой слабой основной массе породы или полезного ископаемого приводит к еще более интенсивному разрушению этой массы. В колонковой трубе в таких случаях остаются только окатанные куски или обломки твердых включений.

На, рис.2.1 приведены данные, показывающие зависимости выхода керна от количественного содержания в породе кварца и серицита (по данным М.А.Шибакова). Как видно из графиков, между количеством кварца и выходом керна имеет место прямая связь, а между количеством серицита и выходом керна – обратная. Полагая, что технические условия бурения во всех случаях были одинаковыми, можно считать, что выход керна определялся геологическими факторами, в том числе и минералогическим составом.



Рис.2.1. Зависимость выхода керна минералогического состава породы

Рядом исследователей отмечается влияние петрографического состава угля на формирование керна и его представительность. Это связано с изменением механических свойств

углей в зависимости от петрографического состава и степени углефикации. Установлено, что наиболее прочным и устойчивым при формировании керна является матовый уголь. Он обладает наибольшей вязкостью. Менее устойчивым компонентом являются полуматовые и полублестящие разновидности и наиболее слабым, легко разрушаемым, является блестящий тип угля, обладающий повышенной хрупкостью. В зависимости от содержания тех или иных литотипов угля в угольных пластах определяется количество и сохранность керна. Блестящие угли при бурении дают обычно разрушенную массу и низкий процент выхода керна. Матовые дают более сохраненный керн, часто - в виде столбиков при достаточно большом проценте его выхода. При наличии в составе угольного пласта хрупких компонентов (фюзена, витре-на, кларена) уменьшение выхода керна происходит обычно за счет разрушения и выноса именно этих компонентов. Представительность керновых проб при этом существенно снижается. Причем этот недостаток может быть несколько уменьшен сбором шлама (выносимых потоком промывочной жидкости частиц).

Влияние петрографического состава на формирование керна для некоторых пластов угля Сарбалинского участка Кузбасса хорошо видно из приведенных графиков (рис.2.2) по данным Н.П.Гречиш-никова и Чжэн-Юй-шуана. Отсюда видно, что блестящие и полублестящие литотипы угольных пластов средней стадии метаморфизма обладают меньшей механической прочностью, что проявляется в большей раздробленности и измельчении керна, даже при бурении двойным колонковым снарядом.

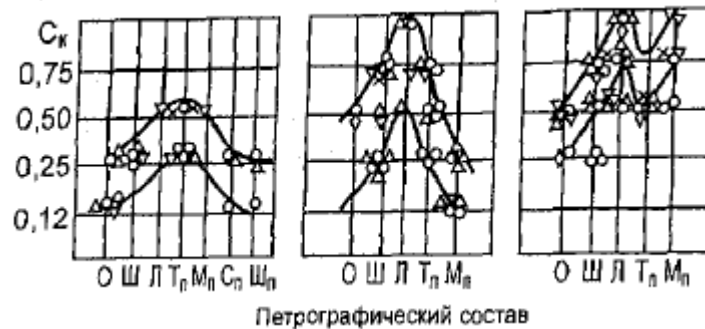


Рис.2.2. Зависимость сохранности керна  $C_k$  от петрографического состава и структуры углей: О - однородный; Ш - штриховатый; Л - линзообразный; Тп - тонкополосчатый; Мп - мелкополосчатый; Сп - среднеполосчатый; Шп – широкополосчатый

Угли всегда содержат в том или ином количестве неорганические включения и примеси. Очевидно, что от количества и характера этих включений зависят и многие свойства углей. Эти включения МОиуг быть в виде минеральных образований большой твердости, например пирит. Наиболее часто угольные пласты содержат включения прослоев пустых пород. Такие пласты имеют вид "слоеного пирога", и получение керна по ним сильно осложняется.

Таким образом, можно заключить, что формирование керна/ его сохранность, количество и представительность в значительной степени зависят от минералогического или петрографического состава пород или полезных ископаемых.

Характер и строение угольных пластов	Средний выход керна, %	Структура керна
1. Угли блестящие, трещиноватые без прослоек пустых пород	64	Керн в виде кусочков размерами 3-25 мм
2. Угли блестящие, трещиноватые с прослойками пустых пород	38	Перетертая масса со следами прижога



3.	Угли несложного строения, слабые	механически	53	Керн мятый, со следами прижога
----	----------------------------------	-------------	----	--------------------------------

Из структурных признаков на формирование керна оказывает наибольшее влияние характер внутренних связей между частицами, слагающими породу. Характером и природой связей определяются многие свойства пород и прежде всего их прочность и твердость. Очевидно, зная природу связей и условия, при которых от нарушаются, можно определить и способы их сохранения при формировании керна. Видимо, чем слабее связи, тем сложнее это сделать. А отсутствие связей между частицами создает самые неблагоприятные условия для получения качественного керна.

Текстура горных пород и полезных ископаемых также определенным образом может влиять на формирование керна. С некоторыми типами текстур связана анизотропность многих свойств пород, в том числе твердость и прочность. Это обуславливает уменьшение силы связи между участками или слоями в некоторых направлениях. При бурении колонковыми снарядами под действием определенных сил керн, выбуренный в таких породах, раскалывается или расслаивается на пластинки, лепешки или кусочки, которые, перемещаясь друг относительно друга, могут истираться. Интенсивность истирания во многом зависит от твердости материала, характера скола и положения плоскости скола (отрыва) или от формы кусочков. Все это характерно для пород с микрослоистой, флюидальной, сланцеватой и полосчатой текстурами.

Породы и полезные ископаемые с беспорядочной однородной или массивной структурами при отсутствии изменений в результате тектонических процессов или процессов выветривания более устойчивы и более способны к кернообразованию.

Наличие прожилков с жильной массой различного состава создает сложные условия в формировании представительного керна при различных механических свойствах жильной массы и вмещающих пород. При этом может быть два наиболее неблагоприятных случая: жильная масса имеет меньшую твердость или прочность, чем вмещающие породы, и наоборот. В первом случае при формировании керна обычно происходит разрыв или скол керна либо по контакту, либо по самой жильной массе, которая в процессе бурения истирается в той или иной степени в зависимости от некоторых факторов. Процент выхода керна может быть высоким, а его представительность - низкой. Во втором случае, когда жильная масса имеет большую прочность чем основная масса, при формировании керна последняя может быть полностью или частично разрушена и керн будет представлен кусочками более твердых включений. Процент выхода керна и его представительность будут весьма незначительными. Физическое состояние пород или полезных ископаемых, характеризующееся геолого-структурными признаками или свойствами, в конечном итоге играет наиболее важную роль в формировании керна. Важнейшими признаками, характеризующими состояние породы, являются: линейность, слоистость, сланцеватость, рассланцованность, кливаж, трещиноватость, пористость, раздробленность, выветрелость и др. Этими признаками прежде всего и определяется способность пород к кернообразованию, качество и количество получаемого кернового материала. С этими признаками в тесной связи находятся и многие физико-технические свойства пород: такие, как прочность, хрупкость, пластичность, разрушаемость, растворимость, растеplяемость и др.

Действительно, чем менее прочность породы и чем более нарушена ее сплошность, тем интенсивнее происходят деформация и разрушение керна. Это зависит не только от прочности и твердости пород, но и от сланцеватости, трещиноватости, перемятости, раздробленности, растворимости, теплопроводности (растеplяемости).

Влияние физико-геологических свойств (линейности, отдельности, сланцеватости, слоистости, трещиноватости и др.) в значительной степени зависит от угла встречи снаряда с плоскостями делимости или линейности, как это показано на рис.2.3.

Опытным путем установлено, что с увеличением угла встречи у выход керн уменьшается, достигая минимума при  $\alpha = 90^\circ$ . Но при этом уменьшается вероятность самоподклинивания керн и увеличивается величина углубки за рейс. При этом отмечается, что при углах встречи оси скважины с плоскостями делимости, близких к  $90^\circ$ , увеличивается степень избирательного истирания более слабого материала по прожилкам или прослойкам, как показано на рис.2.4. Это связано с тем, что при  $90^\circ$  (рис.2.5,а) керн раскалывается на плоско-параллельные кусочки (диски) по жильной массе, которые трутся друг о друга при вращении, и жильная масса интенсивно истирается. В последнем случае керн часто скалывается в плоскости забоя и не попав в колонковую трубу, заклинивается в коронке. Вращаясь вместе с коронкой, он трется о забой скважины. На торце таких кусочков керн наблюдаются следы вращения - концентрические полосы (рис.2.6). При более острых углах встречи керн просто заклинивается кусочками клинообразной формы. В этом случае происходит истирание всей массы кернового материала в плоскости срыва керн или прекращается процесс углубки. Анализируя приведенный материал, можно сделать некоторые выводы по характеру истирания (разрушения) керн:

1. В преобладающем количестве случаев при пересечении буровым снарядом слоистых, полосчатых или пересекаемых системой прожилков пород с ослабленными зонами, ориентированных определенным образом, срыв (скол) керн происходит в диагональном направлении (при угле встречи менее  $45^\circ$ ) и значительно реже - в поперечном (при угле встречи более  $45^\circ$ ). Это указывает на то, что срыв керн происходит чаще не в плоскости забоя (в коронке), а после выбуривания некоторого количества, керн (в колонковой трубе) в наклонной плоскости, то есть по линии наименьшего сопротивления (см. рис.2.5,б), что снижает интенсивность избирательного истирания керн.

2. Интенсивность избирательного истирания керн зависит от многих факторов геологического характера, в том числе от угла встречи и положения плоскости скола керн относительно рудных прослоек, ослабленных зон или прожилков:

а) если скол происходит в плоскости рудных прослоек, прожилков или зон при больших углах встречи (близких к прямому), избирательное истирание будет максимальным;

б) если скол происходит в плоскости, секущей рудные прослойки, жилы или вытянутые зоны, или в этой же плоскости, но при небольших углах встречи, избирательного истирания не происходит.

### **Глава 3. СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗЦОВ ПОРОД И ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В СЛОЖНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН**

#### **3.1. КЛАССИФИКАЦИЯ И ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СПОСОБОВ И СРЕДСТВ ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗЦОВ ПОРОД И ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН**

Как было показано ранее, получение образцов пород или полезных ископаемых при любых способах бурения скважин может осуществляться с помощью технических средств по двум технологическим схемам: в процессе бурения (с забоя) и после их бурения (из стенок скважин).

При этом получение достаточно представительных образцов пород или полезных ископаемых возможно как с помощью технических средств рациональной конструкции, так и за счет оптимизации технологических процессов бурения.

В практике бурения скважин находит применение большое количество технических средств получения образцов пород или полезных ископаемых, представительность которых зависит от многочисленных факторов, рассмотренных ранее, в том числе от конструкции средств, применяемых при том или ином способе бурения.

На основании предложенной ранее схемы систематизации способов и средств получения образцов пород или полезных ископаемых была разработана схема их классификации с использованием целого ряда классификационных признаков, главными из которых являются технологические (способы бурения и удаления продуктов разрушения) и технические (конструкция технических средств). Схема такой классификации представлена в

По первому признаку - способу бурения - выделяется три группы средств получения образцов пород и полезных ископаемых, применяемых при вращательном и ударно-вращательном, ударном и специальных способах бурения.

По второму признаку можно выделить более десятка разновидностей буровых колонковых снарядов и других технических средств получения образцов пород и полезных ископаемых.

При вращательном и ударно-вращательном способах бурения геологоразведочных скважин используются в основном колонковые снаряды, работающие с различными схемами циркуляции очистного агента, а также колонковые снаряды для получения кернового материала и сбора шлама в призабойной части скважины или устройства (шламособорники), устанавливаемые на устье скважины.

Как было показано ранее, в практике колонкового бурения используются схемы прямой, обратной или комбинированной полной или неполной циркуляции очистного агента (см. рис.2.20 и 2.2.1) и, наконец, с местной (призабойной) циркуляцией (см. рис.2.22). В зависимости от схемы циркуляции ОА разрабатывались многие конструкции колонковых снарядов.

При ударном способе бурения в твердых породах получают образцы пород или полезных ископаемых в виде продуктов разрушения (или шлама) ударным снарядом и извлечением их с помощью желонки. В мягких породах возможно получение образцов при таком способе бурения в виде керна с использованием грунтоносов или стаканов.

Наконец, при специальных способах бурения в мягких породах для получения керна используются шнекоколонковые снаряды и грунтоносы вращательного действия, стаканы и грунтоносы залавливаемого, забивного или вибрационного действия. Кроме того, для получения образцов пород или полезных ископаемых в виде продуктов разрушения применяются специальные буровые инструменты: змеевики, буровые ложки, шнеки и грейферы различного действия.

Средства отбора образцов пород или полезных ископаемых после бурения скважины из стенки ствола, применяемые при любом способе бурения, получили название боковых

пробоотборников вращательного, ударного или задавливаемого действия. При этом получают образцы пород или полезных ископаемых либо в виде керна небольшого размера, либо в виде продуктов разрушения [1,11-13]. Технологические схемы получения образцов пород и полезных ископаемых

Классификация темических средств получения образцов пород и полезных ископаемых при бурении геологоразведочных скважин.

Колонковые снаряды, работающие с комбинированной схемой циркуляции очистного агента (КС-КЦ).

Как видно из приведенной классификации и практики бурения геологоразведочных скважин, основными средствами получения образцов пород и полезных ископаемых являются колонковые снаряды.

Это прежде всего одинарные или простые колонковые (ОКС) и двойные или тройные колонковые снаряды (ДКС или ТКС), называемые иногда "трубами" (ДКТ) или "наборами" (ДКН), что не отражает конструктивных особенностей таких снарядов, имеющих, как правило, довольно сложное устройство, а не только две "трубы" или "набор" непонятно каких элементов.

Одинарные колонковые снаряды являются стандартным буровым инструментом, имеющим простое устройство и используемым в нормальных геологических условиях или в случаях, когда к получению керна материала не предъявляются высоких требований.

Двойные колонковые снаряды, предназначенные для получения достаточно представительных образцов пород или полезных ископаемых в сложных геологических условиях, должны отвечать большому количеству требований, основными из которых является их универсальность и надежность действия.

Выполнение этих требований в значительной мере устраняет действие факторов, ухудшающих условия формирования керна материала.

Само собой разумеется, что созданию универсальной конструкции буровых снарядов, отвечающих всем многочисленным требованиям, предшествовал определенный этап их совершенствования.

С учетом разнообразия условий формирования керна на протяжении длительного периода времени было разработано большое количество конструкций технических средств получения образцов пород и полезных ископаемых, в том числе и ДКС, отвечающих отдельным требованиям и предназначенных для тех или иных конкретных геологических условий проведения геологоразведочных работ. Получаемые при этом образцы пород или полезных ископаемых далеко не всегда оказывались нужного качества.

В связи с этим возникла проблема получения представительных образцов пород или полезных ископаемых, а отсутствие теоретических основ процесса формирования керна и системного подхода к решению этой проблемы породило множество вариантов, как это видно из табл.3.1. Однако радикально эта проблема долгое время не решалась. И только после длительного системного исследования главных вопросов проблемы получения представительного керна материала, проведенного на кафедре техники разведки месторождений полезных ископаемых в Томском политехническом институте (ныне университете) и в других организациях, стало возможным создание универсальной конструкции снаряда (ДКС-У-ТПИ), отвечающего практически всем основным требованиям получения достаточно представительных образцов пород и полезных ископаемых в любых геологических условиях [1-3].

### **3.2. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗЦОВ ПОРОД И ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ВРАЩАТЕЛЬНОГО И УДАРНО-ВРАЩАТЕЛЬНОГО БУРЕНИЯ СКВАЖИН С УДАЛЕНИЕМ ПРОДУКТОВ РАЗРУШЕНИЯ ОЧИСТНЫМИ АГЕНТАМИ**

#### 3.2.1. Общие сведения ,

Как было показано ранее к этой группе технических^ средств получения образцов пород и полезных ископаемых относятся " в основном колонковые снаряды (ОКС и ДКС), которые по целому ряду признаков могут быть разделены на 5 основных групп и более чем 15 разновидностей или типов снарядов. Основными признаками, определяющими тип или конструкцию колонковых снарядов, являются:

- Целевое назначение снаряда.
- Схема циркуляции очистного агента.
- Конструктивные элементы снарядов.

По первому признаку выделяются:

- колонковые снаряды для получения только образцов пород и твердых полезных ископаемых;
- колонковые снаряды для получения керна и проб газа;
- колонковые снаряды для получения керна и шлама.

По второму признаку могут быть выделены:

- колонковые снаряды, работающие с удалением продуктов разрушения (УПР) очистными агентами с прямой полной или неполной схемой циркуляции очистного агента;
- колонковые снаряды, работающие с местной (призабойной) прямой или обратной схемой циркуляции очистного агента (ОА);
- колонковые снаряды, работающие с комбинированной схемой циркуляции ОА;
- колонковые снаряды, работающие с обратной схемой непрерывной циркуляции ОА.

По третьему признаку могут быть выделены:

одинарные или двойные колонковые снаряды (ОКС, ДКС). При этом ДКС, в свою очередь, подразделяются по целому ряду конструктивных признаков:

- снаряды с несъемной или съемной керноприемной трубой (керноприемником);
- снаряды с вращающимся или невращающимся керноприемником;
- снаряды комбинированного типа с вращающимся или невращающимся в процессе бурения керноприемником.

Кроме того, ОКС и ДКС могут отличаться и по ряду других признаков, связанных со способами реализации той или иной схемы циркуляции очистного агента.

Исследованиями установлено, что при сложных геологических условиях формирования керна колонковые снаряды должны отвечать определенным требованиям, основными из которых являются:

Защита керна от действия потока очистного агента, циркулирующего в призабойной зоне, от действия сил трения, поперечных колебаний, ударов и вибраций, от действия избыточного давления столба промывочной жидкости.

Возможность бурения и сохранения керна при пересечении переслаивающихся пропластков твердых пород и неустойчивого полезного ископаемого (залежей сложного строения); возможность отбора керна и газа.

Надежность захвата и удержания керна при его срыве и подъеме снаряда.

Возможность подъема снаряда с вращением и циркуляцией очистного агента.

Возможность очистки керноприемной трубы от шлама после спуска снаряда на забой (перед началом бурения).

Возможность слива промывочной жидкости из колонны бурильных труб при подъеме снаряда с керном.

Простота извлечения кернового материала из керноприемника без нарушения его качества.

Получение высокой производительности труда за счет применения оптимальных параметров режима бурения и достаточно большой величины углубки за рейс.

Простота конструкции и невысокая стоимость снаряда.

### 3.2.2. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ (УЗЛЫ) ДВОЙНЫХ КОЛОНКОВЫХ СНАРЯДОВ

Как видно из приведенной ранее классификации (табл.3Л), средством получения представительных образцов пород или полезных ископаемых в сложных геологических условиях являются главным образом двойные колонковые снаряды (ДКС).

Основными конструктивными элементами ДКС являются: соединение керноприемника с буровым снарядом; циркуляционная система и схема движения очистного агента в каналах снаряда; конструкция керноприемника: конструкция породоразрушающего органа: конструкция кернозахватывающего устройства.

Присоединение керноприемника в ДКС может быть: неподвижным (жестким), подвижным или комбинированным.

Подвижное соединение может обеспечивать свободное движение (вращение) керноприемника только вокруг оси снаряда или два вида движения - вокруг и вдоль осн. В первом случае при вращении наружной колонковой трубы керноприемник совершая поступательное движение вместе с буровым снарядом по мере углубки скважины, не вращается, будучи подвешенным на подшипниках. Во втором случае невращающийся керноприемник в процессе бурения имеет возможность перемещаться вдоль оси снаряда при сжатии пружины 7 (рис.3 .1,д). Наконец, при комбинированной подвеске (рис.3Л,е) керноприемник, имея возможность осевого перемещения, при бурении может либо не вращаться, либо вращаться в случае сжатия пружины 7 и включения муфты 8 при его осевом перемещении вверх относительно наружной трубы 2.

Подвижное присоединение керноприемника с возможностью его движения (вращения) только вокруг оси снаряда осуществляется с помощью подшипникового узла или подвески б (рис.3.1,6,б,г). Такая конструкция присоединения керноприемника обеспечивает защиту керна не только от действия потока очистного агента, но и от целого ряда механических факторов, возникающих при вращении керноприемника. Реализуется эта схема в ДКС с невращающейся при бурении керноприемной трубой и эффективна при отборе керна в слабоустойчивых породах, легко разрушающихся под действием потока очистного агента и большинства механических факторов. Но при этом не устраняется действие породоразрушающего инструмента (коронки) на керн и частичное действие потока очистного агента в процессе формирования керна.

Присоединение керноприемника с возможностью его движения вдоль и вокруг оси снаряда устраняет некоторые недостатки конструктивных решений, присущие другим схемам. Внутренняя керноприемная труба в этом случае работает как штамп, формируя керн с опережением забоя, внедряясь в достаточно мягкие образования под действием силы сжатия пружины. Однако при встрече про- пластов или включений твердых пород штамп не внедряется и процесс формирования керна прекращается, что ограничивает область применения ДКС такой конструкции.

С целью устранения этого недостатка была предложена схема комбинированного присоединения керноприемника, при котором он, работая как штамп, в мягких образованиях не вращается, а при встрече твердых включений утапливается внутрь снаряда, сжимая пружину. При этом включается фрикцион (или кулачковая муфта) и керноприемник начинает вращаться, обуривая столбик керна тонкостенной коронкой - штампом (рис.3Л,в). Недостаток такой конструкции заключается в том, что в период вращения керноприемной трубы при бурении по твердым прослойкам находящийся в ней керн, сформированный при бурении по мягким малоустойчивым образованиям, подвергается действию механических факторов и разрушается, как и в случае применения конструкции. Таким образом, усложнение конструкции ДКС практически не оправдывается.

Как видно отсюда, ДКС той или иной из рассмотренных конструкций могут быть использованы для получения представительного керна только при бурении определенных типов

пород или полезных ископаемых, разрушающихся либо под действием только потока очистного агента, либо совокупности других факторов.

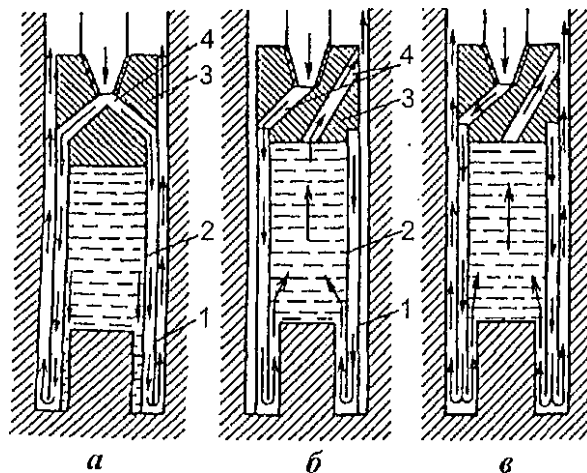


Рис.3. Схемы расположения дренажных каналов в ДКС: а, б - с выходом навстречу потоку очистного агента через обратный клапан; в - с выходом в полость скважины через обратный клапан; г, д- со свободным выходом в полость скважины: 1 - переходник; 2 - шаровой клапан; 3 - межтрубный зазор; 4 - керноприемная труба; 5 – керн

Наиболее оптимальная схема дренажа без обратного клапана реализуется в ДКС-ТПИ [4] при возможности осевого перемещения внутренней части снаряда относительно наружной. В этом случае очистной агент из керноприемника поступает в полость скважины с пониженным давлением вместе с восходящим потоком и керн не испытывает больших сопротивлений при заполнении керноприемника. Более того, восходящий поток, как было показано ранее, предупреждает самозаклинивание керна и устраняет

Схема циркуляции очистного агента в ДКС может быть прямой, обратной или комбинированной. При прямой схеме циркуляции ОА поток движется по кольцевому зазору между наружной и внутренней трубами к забою (вниз), а вверх он может двигаться либо только по зазору между снарядом и стенкой скважины (рис.3 а), либо внутри керноприемника (рис.3 б), либо разделяться на две части (рис.3 в). Для формирования восходящего потока внутри керноприемной трубы необходим циркуляционный канал, соединяющий внутреннюю полость керноприемника с полостью скважины или межтрубного зазора. В случае реализации первой схемы внутри керноприемника создается избыточное давление по мере заполнения его керном, вытесняющим очистной агент в этом случае из керноприемника по зазору между керном и коронкой, что приводит к ухудшению его качества. С целью устранения этого недостатка в переходнике ДКС делают дренажные каналы с выходом навстречу потоку или в зазор между колонковыми трубами (рис.3 ) и с выходом в полость скважины. В случае вытеснения жидкости или газа навстречу потоку очистного агента через клапан в полости керноприемной трубы создается дополнительное сопротивление продвижению керна, играющего роль поршня, за счет избыточного давления на клапан со стороны потока. Это может привести к деформации керна и нарушению его структуры. Таким же недостатком обладает и вторая схема. Наиболее благоприятной в этом отношении является схема соединения внутренней трубы с полостью скважины, при которой устраняется отмеченный недостаток. Но наличие обратного клапана в дренажном канале и в этом случае создает дополнительные сопротивления и вызывает отказы в работе системы дренажа при зашламовании клапана дренажного канала. Действие ряда отрицательных факторов. Перед подъемом такого снаряда с керном подвижные части его смещаются в осевом направлении так, что дренажный канал перекрывается, за счет чего внутренняя полость керноприемника разобщается с полостью скважины. Для того чтобы осуществить очистку керноприемника от шлама после спуска его на

забой (перед началом бурения), в переходнике делается осевой канал, через который может двигаться прямой поток очистного агента, перекрываемый перед началом бурения шариком.

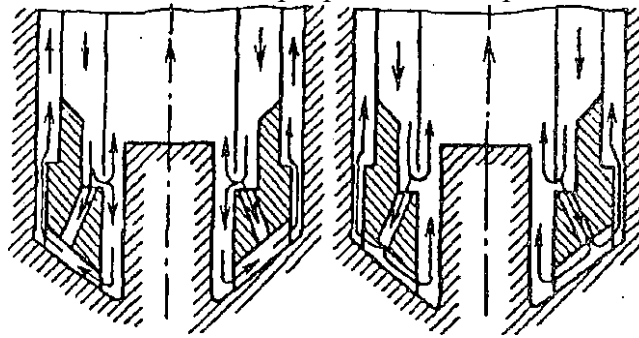


Рис.3.4. Схемы движения потока очистного агента в призабойной части бурового снаряда: а - с разделением потока во внутреннем зазоре между коронкой и керном; б- с разделением потока во внешнем зазоре между коронкой и стенкой скважины; в - с разделением потока в зазоре между торцом коронки и забоем; г, д- с двойным разделением потока во внутреннем зазоре между коронкой и керноприемником и в зазоре между торцом коронки и забоем.

Разделение потока очистного агента зависит от конструктивных решений и гидравлических сопротивлений, возникающих в циркуляционных каналах ДКС. Теоретически можно выделить несколько принципиальных схем циркуляции очистного агента (рис.3.4). Практически направление движения потока будет определяться гидравлическими сопротивлениями в различных участках промывочных каналов. При этом следует различать каналы с постоянными гидравлическими сопротивлениями, зависящими от конструктивных решений, и, следовательно, поддающимися расчету и регулированию, и с меняющимися сопротивлениями - в зазорах между снарядом и керном, снарядом и стенкой скважины. Это связано с тем, что сечение и длина этих зазоров в процессе углубки скважины меняются по мере заполнения внутренней трубы керном или при смене пород, а также при накапливании шлама в призабойной части скважины. В связи с этим при целом ряде конструктивных решений, рассчитанных на стабильное разделение потока очистного агента, не всегда достигается ожидаемый эффект. В частности, при использовании эжекторных снарядов (с водоструйным погружным насосом) или путем использования специальных конструкций с циркуляционными каналами, которые должны обеспечивать принудительное разделение потока.

Здесь следует отметить, что конструкция коронок с принудительным разделением потока позволяет регулировать заданную (начальную) интенсивность движения изменением количества и сечений каналов, по которым циркулирует промывочная жидкость.

Таким образом, можно выделить две схемы движения очистного агента в ДКС: без циркуляции внутри керноприемной трубы и с циркуляцией, как правило, восходящего (обратного) потока и пять схем разделения основного (рабочего) потока в породоразрушающем инструменте

Конструкция керноприемника в значительной степени определяет сохранность керна в процессе бурения скважины и при извлечении его из керноприемной трубы. В качестве керноприемника обычно используется стандартная колонковая труба, присоединяемая к переходнику ДКС либо жестко с помощью резьбы, либо свободно с помощью специального узла - подвески с подшипником. В случае жесткого или комбинированного соединения к нижнему концу керноприемника может присоединяться коронка, формирующая керн при вращении керноприемной трубы. При свободной подвеске керноприемника нижнему свободному торцу его обычно придается определенная форма в соответствии с конструкцией кернозахватывающего устройства или к нему присоединяется специальный наконечник - стакан 1 (рис.3.5).



Для уменьшения сил сопротивления продвижению керна в керноприемник и его лучшего сохранения внутренняя поверхность керноприемника должна быть гладкой. Это достигается шлифованием, покраской или смазкой внутренней поверхности.

С целью сохранения представительности керна при его извлечении керноприемная труба 2 в некоторых случаях делается разрезной вдоль оси. Труба, состоящая из двух половинок, скрепляется резьбовыми соединениями (рис.3.5,а) или в нее встраивается разъемная

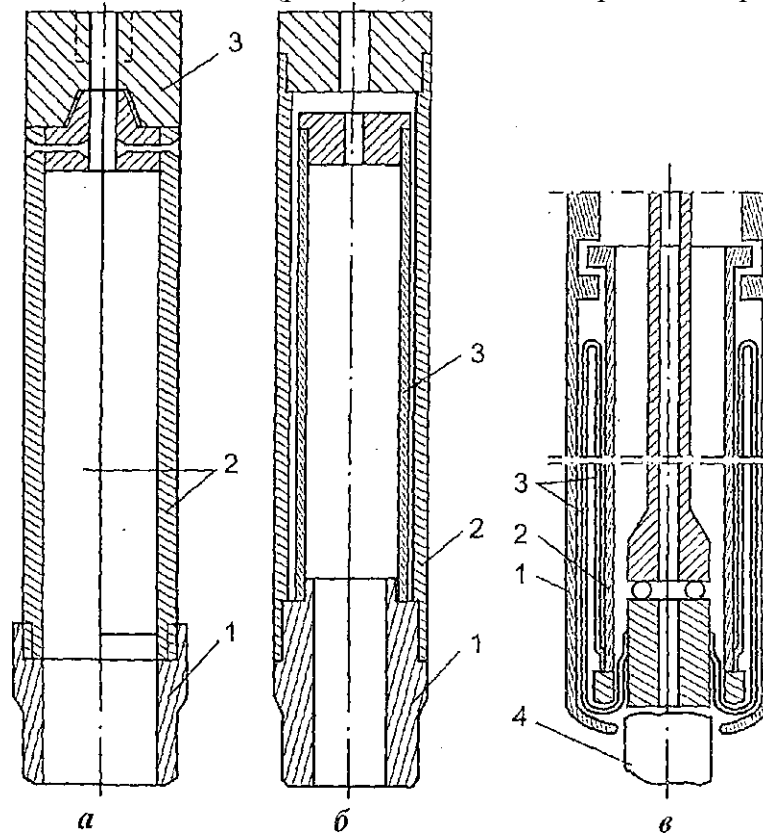


Рис.3.5. Схемы устройства керноприемников ДКС: а - разъемного типа: 1 - стакан; 2 - разъемная труба; 3 переходник; б - с керноприемной гильзой: 1 - стакан; 2 - керноприемник; 3 - керноприемная гильза; в - с эластичной оболочкой: 7 - внутренняя труба; 2 - керноприемная труба; 3 - эластичная оболочка; 4 - керна гильза 3 (рис.3.5,б). Керна в этих случаях свободно извлекается после I разреза керноприемника.

С целью устранения этого недостатка созданы конструкции керноприемников с эластичной оболочкой, обжимающей поступающий в 1 керноприемник керновый материал и перемещающейся вверх вместе с ним по мере заполнения керноприемника 1 (рис.3.5.в). Перемещение эластичной оболочки 2 осуществляется либо за счет втягивания ее в керноприемник гидравлическим механизмом, либо механическим способом (с помощью троса), или за счет перемещения керна 4, обжатого эластичной оболочкой тороидального типа. Однако такие конструкции пока не находят широкого применения.

Породоразрушающим органом у ДКС могут служить стандартные коронки (алмазные, твердосплавные, шарошечные) или специальные ПРИ, отвечающие определенным требованиям. Так, в ДКС с жестким присоединением керноприемника обычно применяются стандартные коронки, присоединяемые к наружной и внутренней колонковым трубам. Коронка внутренней трубы, опережающая при этом наружную, формирует керна, а наружной - работает только на углубку и формирует ствол скважины. Забой имеет в этом случае ступенчатую форму.

У двойных колонковых снарядов с невращающейся при бурении внутренней трубой, имеющей возможность перемещения в осевом направлении (см. рис.3.1,д), предназначенных для отбора керна мягких или рыхлых полезных ископаемых, керноприемная труба оснащается стаканом, имеющим острый режущий торец. Породоразрушающим инструментом может

оснащаться и невращающаяся при бурении керноприемная труба при отсутствии возможности ее перемещения в осевом направлении. Однако это сужает область применения таких снарядов.

Наконец, у снарядов комбинированного типа керноприемная труба оснащается специальной тонкостенной коронкой (стаканом), армируемой резцами из твердого сплава, которая работает либо как штамп (в мягких породах), либо как коронка (при встрече включений твердых пород).

Рассмотренные решения для ДКС с невращающимся при бурении керноприемником ограничивают область применения таких конструкций и обеспечивают повышение представительности получаемого керна только при бурении в мягких или рыхлых однородных по твердости породах и непригодны для бурения в разрезах, сложенных перемежающимися по твердости слоями пород или полезного ископаемого (например, угольные пласты сложного строения). Конструкция ДКС комбинированного типа в таких условиях не обеспечивает полной сохранности керна по отмеченным ранее причинам.

Оптимальным решением вопроса в этом случае является применение ПРИ специальной конструкции с увеличенной толщиной тела

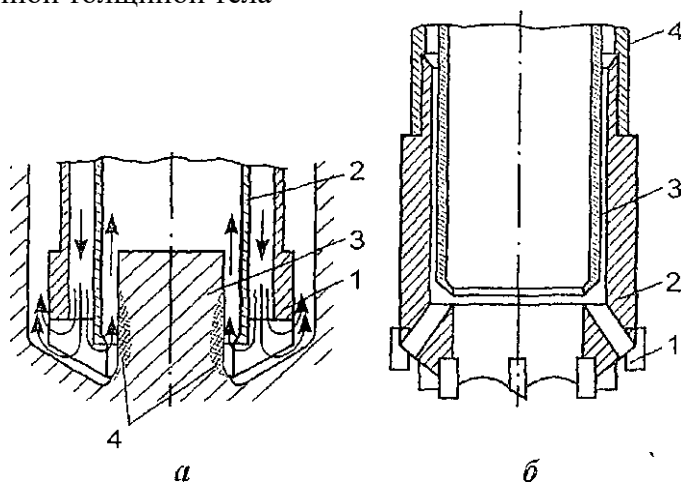


Рис.3.6. Породоразрушающие инструменты бури- вающего типа рациональной конструкции для ДКС: *а* - с разделением потока очистного агента в торцевой части коронки: 1 - коронка; 2 - керноприемная труба (стакан); 3- керн; 4 - зона возможного разрушения керна потоком жидкости; *б*- с уменьшенной интенсивностью воздействия потока жидкости на керн в процессе его формирования: 1 - резцы; 2 - корпус коронки; 3 - керноприемник; 4 - наружная колонковая труба

коронки и конической формой торцевой части (рис. б). Такой ПРИ работает на углубку скважины и обуривает керн в любых по твердости породах, в связи с чем он получил название коронки обуривающего типа. В этом случае нижний конец керноприемной трубы приближается максимально к забою, прямой поток очистного агента может быть направлен в основном на забой и в затрубное пространство, а частично внутрь керноприемника. Конусная форма торца коронки играет роль центриатора, снижая интенсивность поперечных колебаний нижней части бурового снаряда. При армировании коронок такой конструкции соответствующими породоразрушающими элементами (резцами) область применения ДКС существенно расширяется и отпадает необходимость применять снаряды комбинированного типа, имеющие обычно сложное устройство и ряд недостатков.

Конструкция кернозахватывающих устройств играет существенную роль в процессе получения представительного керна, так как должна обеспечить захват (срыв) выбуренного керна у забоя и надежное удержание его в процессе подъема снаряда из скважины. Эта операция может осуществляться затиркой керна (созданием породной пробки в коронке), который при подъеме снаряда удерживается силами трения (при бурении в мягких породах), заклиниванием керна кусочками твердых материалов или мягкой проволоки или, наконец, с помощью специальных керноврательных устройств.

Первые два способа мало надежны и чреваты возможностью прижога коронки или прихвата бурового снаряда, нарушения структуры керна и потери его во время подъема. Причем затиркой возможно осуществить захват керна только при бурении в мягких или рыхлых породах, а применение заклиночного материала усложняет конструкцию ДКС и технологию взятия керна.

Более надежным способом захвата и удержания керна является применение механических кернорвателей, которые по принципу действия и конструктивным признакам делятся на ряд типов: открытые или закрытые, свободного или принудительного действия. Захват и удерживание керна в этом случае происходит с помощью кернорвательных устройств (КРУ) различных конструкций. Кернозахваты- вающие элементы таких устройств могут быть в виде стальных пластинок или проволочек, захватывающих керновый материал под действием упругих сил (рис.3.7,а,б,в).

Конструктивно такие КРУ имеют форму кольца, в котором закрепляются стальные пластинки или проволочки, свободные концы которых изогнуты в сторону оси колонковой трубы, образуя венец (рис.3.7,а,б). Выбуриваемый керновый материал, поступая в керноприемную трубу, раздвигает венец, а при подъеме бурового снаряда стальные пластинки или проволочки под действием упругих сил, стремясь занять исходное положение, как бы подрезают или захватывают керновый материал. Недостатки такого КРУ очевидны. Прежде всего оно пригодно только для захвата очень мягкого или разрушенного кернового материала. Кроме того, за тыльную сторону пластинок КРУ могут попадать кусочки породы, что будет препятствовать продвижению кернового материала внутрь керноприемной трубы и приведет к поломкам стальных пластинок (рис.3.7,в). Наконец, такие КРУ

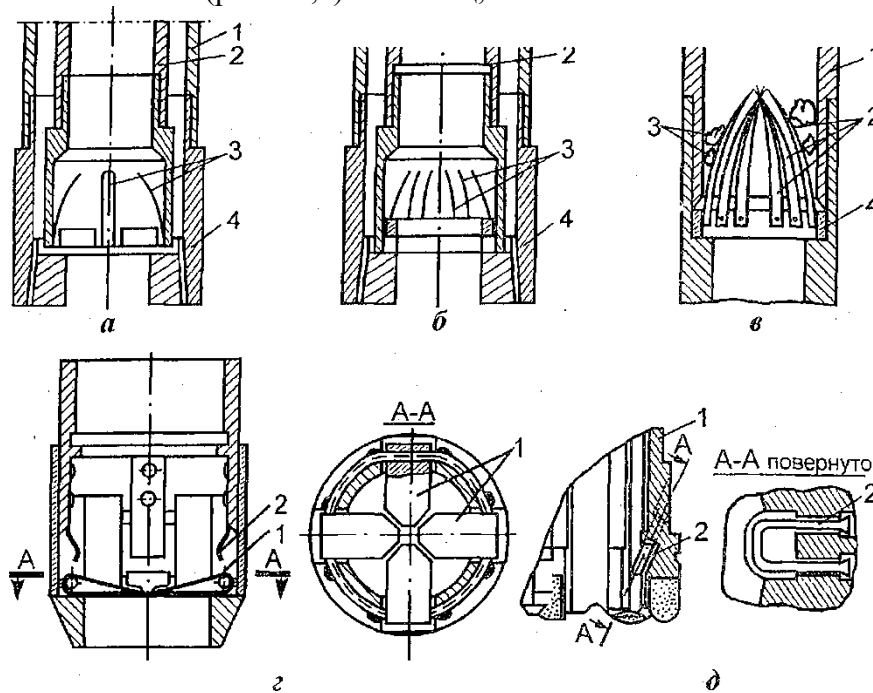


Рис.3.7. Схемы кернорвательных устройств, применяемых в колонковом бурении: а, б- пластинчатого или проволочного типа: 1- наружная колонковая труба; 2- керноприемная труба; 3- стальные кернозахватывающие элементы; 4~ коронка; в - схема выхода из строя пружинных кернозахватывающих пластинок: 1 - колонковая труба; 2 - кернозахватывающие элементы; 3 - кусочки породы; корпус кернозахватывающего устройства; г - кернорвательное устройство рычажкового типа: 1 - рычажки; 2 - пластинчатые пружины; д~ кернорвательное устройство заклинивающего действия: 1 - коронка; 2 - скоба

не пригодны для захвата и отрыва от забоя цельного столбика керна прочных пород или полезного ископаемого.

Кернорвательные устройства этой группы с проволочными элементами (рис.3.7,б) страдают теми же недостатками и имеют еще более ограниченную область применения, так как способны удерживать только крупные обломки керна.

Более универсальными являются КРУ с секционными захватывающими элементами клапанного или рычажкового типа, обеспечивающие надежное заклинивание (захват) как столбиков керна прочных пород, так и мягкого или раздробленного кернового материала при определенном конструктивном решении. Такие кернорвательные устройства являются, как правило, открытого типа свободного действия (рис.3.7,г) с вытекающими отсюда недостатками.

В практике колонкового бурения находят применение КРУ открытого типа с рвательным элементом в виде подвижной скобы П-образной формы заклинивающего действия (рис.3.7,д). При продвижении выбуриваемого керна через коронку 1 подвижные элементы (скобы) 2 утапливаются в корпусе коронки, а при подъеме снаряда они выдвигаются из своих гнезд и заклинивают керн.

Наконец, наибольшее распространение получили КРУ рассматриваемой группы цангового действия двух типов (рис.3.8).

Кернорвательное устройство первого типа (рис.3.8,а,б) состоит из корпуса 4 с конической внутренней проточкой, в котором помещается разрезное пружинящее кольцо 2, имеющее снаружи коническую форму, а внутри - цилиндрическую с выступами для прочного захвата керна. Как видно из рисунка, при подъеме колонкового снаряда 5 с корпусом кернорвателя 4 рвательное кольцо 2, цепляясь за поверхность керна 3, отстает от поднимающегося корпуса и затягивается в его суженную часть, все больше зажимая керн. Последний при достаточной подъемной силе отрывается от массива породы и удерживается в снаряде при его подъеме на поверхность.

Второй тип КРУ цангового действия (рис.3.8,в) имеет также форму кольца 3, разрезанного в нижней части на элементы 4 (лапы), которыми захватывается керн при перемещении кольца в суженную часть конуса 2 коронки 1.

Недостатком КРУ такого действия является ненадежность захвата и удержания раздробленного кернового материала.

В кернорвательных устройствах закрытого типа используются обычно те же конструктивные элементы, что и в устройствах открытого типа, но захватывающие керн элементы размещаются в ДКС между наружной и внутренней (керноприемной) трубами и взаимодействуют с керном только при их обнажении в случае принудительного перемещения внутренней трубы вверх относительно наружной вдоль оси снаряда. Наиболее оптимальной конструкцией КРУ такого типа является устройство, разработанное на кафедре техники разведки ТПИ (КРУ-ТПИ), показанное на рис.3.9.

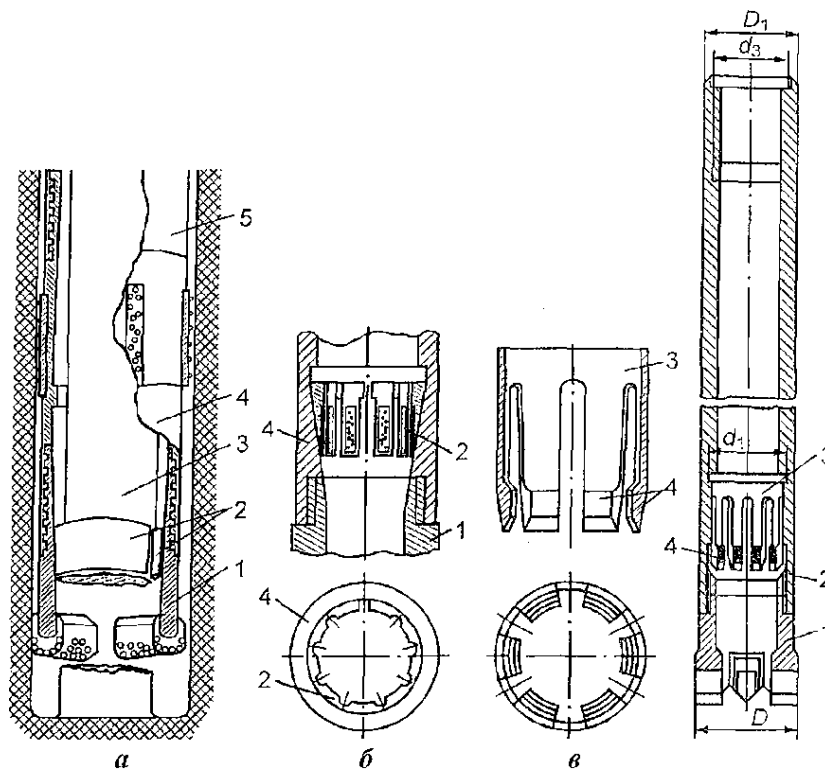


Рис.3.8. Схемы керноз ахватывающих устройств: а, б- кольцевой формы: 1- коронка; 2- керноз ахватывающий элемент; 3- керн; 4 - корпус кернорвателя; 5 - колонковая труба; в - цангового типа: 1- корпус коронки; 2 - коническая проточка; 3 - корпус кернорвателя; 4 - керноз ахватывающие элементы

Кернорвательное устройство такого типа, встраиваемое в нижнюю часть специальной коронки 7, состоит из корпуса 2, имеющего форму плавающего кольца со свободно размещенными рвательными элементами пластинчатой формы 3 клапанного типа. При спуске ДКС в скважину и бурении рвательные пластины, снабженные отбойными пружинами 49 располагаются в зазоре между корпусом коронки 7, присоединенной к наружной колонковой трубе 5, и стаканом б керноприемника, зафиксированного в буровом снаряде (рис.3.9,а).

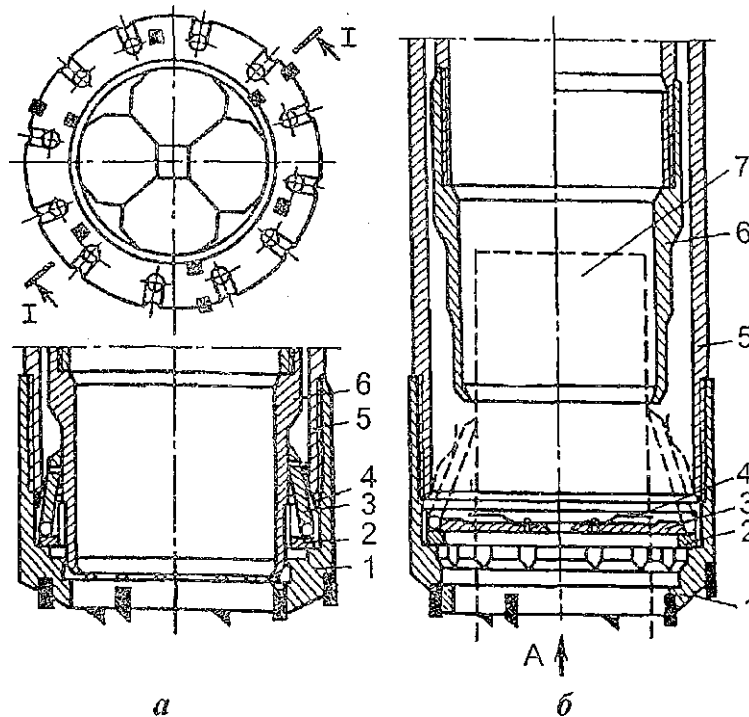


Рис.3.9. Схема устройства кернорвателя закрытого типа конструкции ТПИ: а - в процессе бурения; б - при заклинивании и срыве керна: 1 - коронка; 2 - кольцо-корпус кернорвательного устройства; 3 - кернозахватывающие элементы клапанного типа; 4 - отбойная пружина; 5 - наружная колонковая труба; 6 - стакан керноприемника; 7 - керн

### 3.3. ДВОЙНЫЕ КОЛОНКОВЫЕ СНАРЯДЫ, РАБОТАЮЩИЕ С УДАЛЕНИЕМ ПРОДУКТОВ РАЗРУШЕНИЯ ОЧИСТНЫМИ АГЕНТАМИ ПРИ ПРЯМОЙ ПОЛНОЙ (ИЛИ НЕПОЛНОЙ) СХЕМЕ ЕГО ЦИРКУЛЯЦИИ

#### 3.3.1. Двойные колонковые снаряды с несъемным керноприемником

Двойные колонковые снаряды с несъемным керноприемником (ДКС-НсКп) служат для получения керна при бурении скважин в недостаточно устойчивых, сложных по своим свойствам породах и полезных ископаемых. В соответствии с классификацией (табл.3.1) по конструктивному исполнению ДКС-НсКп могут быть с вращающимся при бурении керноприемником (ДКС-НсКп-В), невращающимся керноприемником (ДКС-НсКп-Н) и комбинированного типа (ДКС-НсКп-К).

По реализуемой схеме циркуляции очистного агента ДКС могут быть без циркуляции потока в керноприемной трубе, с обратной циркуляцией потока, создаваемой напором насоса, с разделением потока за счет подбора гидравлических сопротивлений в циркуляционных каналах или пакерных устройств, а также за счет эжекции жидкости водоструйным погружным насосом.

Известно большое количество конструкций ДКС-НсКп, созданных в различных организациях: ВИТР, КазИМС, ТПИ, Донбасс НИЛ и других геологических. Однако широкое применение в производстве находят немногие из них в связи с теми или иными недостатками, главным из которых является ограниченная область применения каждой из предложенных конструкций.

Двойные колонковые снаряды с несъемным вращающимся при бурении керноприемником

Снаряды этой группы предназначены для отбора керна при бурении пр породам или полезным ископаемым, легко размываемым промывочной жидкостью, но достаточно устойчивым по отношению к действию механических факторов (вибраций, сил трения и др.). К

числу снарядов этого типа относятся ТДВ-1 и ТДВ-2 конструкции ВИТР; ДКНТ-ВП-П конструкции КазИМС; ОК-70М СКБВПО "Союзгеотехника"; ТДП конструкции ЦНИГРИ и др.

Двойные колонковые снаряды ТДВ-1 и ТДВ-2 предназначены для бурения скважин алмазным ПРИ серийного изготовления с промывкой технической водой (ТДВ-1) в связи с небольшой величиной зазора между наружной и внутренней колонковыми трубами (1-1,5 мм) или качественным глинистым раствором (ТДВ-2) с комбинированной схемой циркуляции жидкости, как показано на рис.3.10.

Конструкция снаряда ТДВ-1 имеет ряд недостатков, ограничивающих область его применения: керн не полностью защищен от прямого потока жидкости, а при срыве часть его остается на забое, кернорвательное устройство не гарантирует захват кусочков разрушенного керна, применение снаряда возможно только при промывке скважины чистой водой.

Двойной колонковый снаряд ТДВ-2 лишен некоторых недостатков, присущих ТДВ-1, так как снабжен специальной коронкой с утолщенной матрицей, за счет чего увеличен зазор между трубами до 2,25-2,75 мм, что позволяет использовать его с промывкой глинистым раствором нормальной вязкости, а кернорвательное устройство приближено к забою. Последнее уменьшает степень воздействия прямого потока промывочной жидкости на керн. Но при такой конструкции уменьшился диаметр получаемого керна. Двойной колонковый снаряд ДКНТ-ВП-П предназначен для бурения твердосплавными коронками специальной конструкции в породах и полезных ископаемых IV—VIII категорий по буримости, средней трещиноватости и однородных по твердости с промывкой водой или глинистым раствором (рис.3.10,а). В этой конструкции реализована схема циркуляции жидкости с восходящим потоком (ВП) в керноприемнике путем разделения прямого рабочего потока в коронке на забое за счет подбора рациональных сечений промывочных каналов. С целью регулирования объемного расхода жидкости, циркулирующей внутри керноприемника, снаряд может быть снабжен дросселем 13 с обратным клапаном 12 (рис.3.10,б). Конструкция переходника позволяет производить промывку керноприемника после спуска снаряда на забой через центральный канал без шарового клапана 2, который забрасывается после

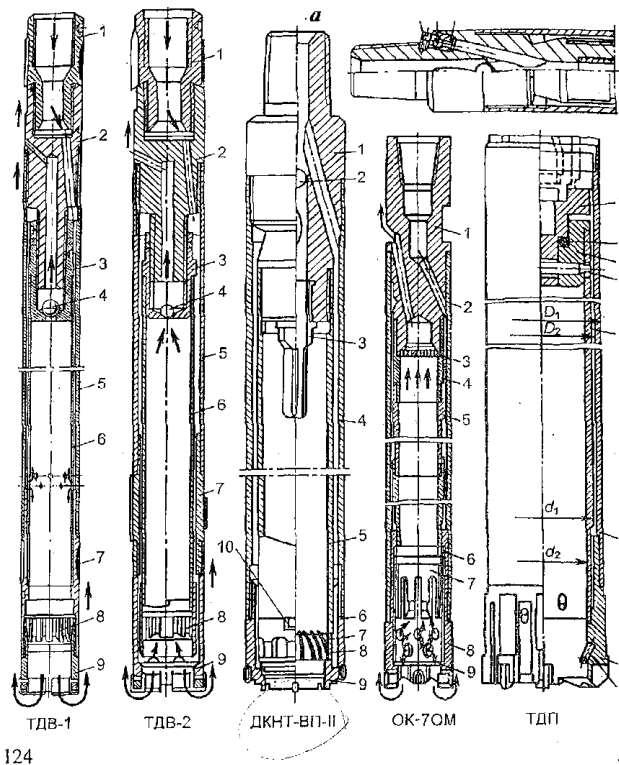


Рис.3.10. Двойные колонковые снаряды с несъемной вращающейся при бурении керноприемной трубой: ТДВ-1, ТДВ-2 - конструкции ВИТР: 1- переходник; 2 - корпус; 3 - головка керноприемника; 4 - шаровой клапан; 5 - наружная колонковая труба; б - внутренняя керноприемная труба; 7- калибратор-центратор; 8 - кернорватель; 9 - алмазная коронка; а, б-

ДКНТ-ВП-Н: 1 - переходник; 2 - шаровой клапан; 3 - щелевой фильтр; 4, 5 - наружная и внутренняя колонковые трубы; 6 - кольцо регулировочное; 7 - кернозахватывающие элементы; 8 - корпус КРУ; 9 - твердосплавная коронка; 10 - ограничитель; 11 - винт стопорный; 12 - шаровой клапан; 13 - дроссель; ОК-70М: 1 - переходник; 2 - наружная труба; 3 - фильтр; 4, 5 - внутренняя многосекционная труба; 6 - внутренний центратор; 7 - кернорватель; 8 - твердосплавная коронка; 9 - резиновое кольцо; ТДП: 1 - упорная втулка; 2 - резиновый амортизатор; 3 - головка керноприемника; 4 - шпилька (стопор); 5, 6 - внутренняя и наружная колонковые трубы; 7 - твердосплавная коронка; 8 - кернозахватывающий элемент

трубы имеют одну коронку 7 обуривающего типа, в корпусе которой встроены кернорвательные элементы 8 П-образной формы. промывки керноприемника. Конструкция такого снаряда позволяет предохранить керн от действия прямого потока промывочной жидкости и получить восходящий поток внутри керноприемника, что способствует сохранению керна, но не предохраняет от действия механических факторов и не гарантирует захват кусочков керна по рассмотренным ранее причинам.

Двойной колонковый снаряд ОК-70М с вращающейся внутренней трубой (см. рис.3.10) предназначен для получения керна при ударно-вращательном способе бурения с применением гидроударника. Работает такой снаряд с комбинированной схемой циркуляции промывочной жидкости. Керноприемная труба снабжена открытым кернорвателем цангового типа. Одним из недостатков снаряда является разделение потока промывочной жидкости внутри керноприемного стакана. Прямой поток жидкости, омывающий торец коронки и забой, при этом может размывать и керн, формирующийся в коронке при работе снаряда.

Двойной колонковый снаряд с вращающейся внутренней трубой ТДП служит для получения керна при ударно-вращательном способе бурения с применением пневмоударников (см. рис.3.10). Вращение внутренней трубе в этом случае передается через специальную шпильку 4 (стопор), а ударная нагрузка гасится с помощью резинового амортизатора 2, встраиваемого между упорной втулкой 1 и головкой керноприемной трубы 3. Внутренняя 5 и наружная 6

В табл.3.2 приведены технические данные о некоторых типах ДКС с вращающейся при бурении внутренней трубой.

Двойные колонковые снаряды с невращающимся при бурении керноприемником

Снаряды этой группы предназначены для отбора керна при бурении в сложных геологических условиях, когда керн разрушается практически под воздействием факторов всех видов, связанных с процессом углубки скважины. Сюда относятся ДКС, работающие без циркуляции жидкости в керноприемнике, с обратной и комбинированной схемами циркуляции потока жидкости в снаряде.

Т а б л и ц а 3.2

Техническая характеристика ДКС с вращающимся керноприемником

Наименование параметров	Типы ДКС					
	ТДВ-1	ТДВ-2	ДКИТ-ВП-И	ОК-70М	ТДП-102	ТДП-121
Диаметр, мм						
коронки:						
наружный	59	59; 76	76; 93	76	113	132
внутренний	42	38; 52	42; 56	48	77	92
керноприемника:						
наружный	48	45; 60	57; 73	60	85	100
внутренний	44	41; 55	49,5; 65,5	55	78	93



наружной трубы:						
наружный	57	57; 73	73; 89	73	102	121
внутренний	50	49,5; 65,5	65,5; 81	65,5	90	107
Длина, мм						
керноприем ника	5500	5500		3200	2040	2062
снаряда	5820	5815;5965	3200	4500	2212	2246
Масса	43	44,5; 63,5		63	27,4	66,9
снаряда, кг						

Двойной колонковый снаряд ТДН-2 конструкции ВИТР (рис 3.11) имеет наружную 4 и внутреннюю 5 трубы, алмазную коронку 7 с увеличенной толщиной матрицы (обуривающего типа) и кернорватель 2 в виде пружинного кольца. Наружная труба с помощью резьбы присоединяется к переходнику 5, а внутренняя подвешивается с помощью узла подвески 7, что обеспечивает ей возможность свободного вращения относительно наружной трубы и переходника 5. При такой конструкции керноприемная труба в процессе бурения удерживается силами инерции и трения о керн и при бурении не должна вращаться. Тем самым керн предохраняется от разрушения под действием многих механических факторов и в первую очередь сил трения и вибрации, возникающих при вращении снаряда. Изоляция подшипников узла подвески достигается сальником 6. Удаление жидкости или воздуха из керноприемной трубы по мере заполнения ее керном происходит через дренажный канал с обратным шариковым клапаном кернорвателем 2. Бурение такими снарядами может осуществляться по трещиноватым породам перемежающейся твердости с промывкой водой и маловязким глинистым раствором. Наряду с некоторыми положительными качествами снаряд имеет ряд недостатков: возможное разрушение керна потоком промывочной жидкости в коронке; значительные сопротивления, возникающие при вытеснении жидкости из керноприемника поступающим туда керном, что может привести к его деформации. Применение кернорвателя пружинного типа не обеспечивает удержание мелких кусочков разрушенного керна.

Двойные колонковые снаряды ДК-57, ДК-46, ДК-44,\* ДКТБ-2 и др. конструкции ПГО "Запсибгеология" предназначены для бурения пород II—VI категорий по буримости при разведке угольных месторождений. Снаряды (кроме ДК-46) оснащаются твердосплавными коронками обуривающего типа или серийной коронкой типа СА-2 (рис.3.11). Снаряд ДК-46 имеет подпружиненный керноприемник - штамп, который вырезает керн в мягких углях с опережением забоя под действием усилия сжимаемой в процессе углубки скважины пружины Р. При встрече более твердых углей или пропластков пород углубка таким снарядом прекращается. Этот же недостаток присущ и другим снарядам такой конструкции. Все конструкции снарядов ДК не имеют кернозахватывающих устройств, что является существенным их недостатком.

Двойной колонковый снаряд ДКТ конструкции ПГО "Бурятгеология" с невращающейся внутренней трубой (рис.3.11) имеет толстостенную коронку с торцом ступенчатой формы. Керноприемник снабжен кернозахватывающим устройством лепесткового типа и дренажным щелевым отверстием. Все рассмотренные снаряды этого типа и аналогичные им по конструкции и принципу действия не отвечают полностью предъявляемым к ним требованиям, изложенным ранее: при использовании штампа существенно ограничивается область их применения только в мягких породах или полезных ископаемых; применение кернозахватывающих устройств открытого типа в виде рвательных колец, стальных проволочек или лепестков не гарантирует надежного захвата и удержания керна во время подъема снаряда, а вытеснение жидкости из керноприемника в межтрубное пространство приводит к дополнительной деформации и самозаклиниванию керна и другим недостаткам.

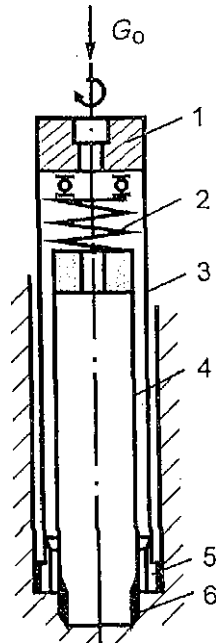


Рис.3.12. Схема ДКС с невращающимся кернаприемником (штампом): 1 - переходник; 2 - пружина; 3 - наружная колонковая труба; 4 - кернаприемник; 5 - коронка; 6 - стакан штампа

Двойные колонковые снаряды с коронкой на наружной трубе и штампом (стаканом) на внутренней трубе типа ДК-46 предназначены для получения керна при бурении по мягким малоустойчивым полезным ископаемым типа каменных углей, невысокой прочности. Формирование керна при работе таких снарядов происходит в случае внедрения штампа б в мягкий материал при действии осевой нагрузки, передаваемой через упругий элемент - пружину 2, расположенную между переходником и кернаприемной трубой 4 (рис.3.12). По мере увеличения твердости полезного ископаемого или при встрече твердого пропластка породы продвижение внутренней трубы 4 замедляется и она начнет отставать от углубляющегося снаряда. Пружина при этом сжимается и создаваемая нагрузка на штамп возрастает. Однако при сопро-

тивлении породы внедрению штампа, превышающем усилие подачи, поступательное движение снаряда прекратится, что вызывает необходимость прервать рейс. В случае частой перемежаемости твердых и мягких прослоек применение такой конструкции снаряда исключается. К такому типу снарядов относятся ДКС конструкции А.Л.Алексеенко, широко используемый в Донбассе, Донбасс НИЛ-П и др. Но из-за ряда присущих таким снарядам недостатков они не находят широкого применения.

Универсальный двойной колонковый снаряд Томского политехнического института разработан с учетом недостатков рассмотренных конструкций и предъявляемых к ним требований (а.с. № 142240, класс 5а, 1840). ДКС-У-ТПИ (рис.3.13) имеет телескопическое устройство, состоящее из двух основных взаимоподвижных в осевом направлении узлов. Наружный узел состоит из коронки 25 с конусным торцом и четырехгранными резцами, кернарвательного устройства 26 секторного (клапанного) типа (см. рис.3.9) колонковой трубы 14 и корпуса 5. Внутренний узел, соединяемый с колонной бурильных труб, включает: кернаприемный стакан 24; кернаприемную разрезную трубу 22 и 23; головку кернаприемника 21 с подпятником 19, опорным шариком 18 и контргайкой 20; корпус 17 узла подвески; регулировочный винт 12; шпindel 8 с запорным золотником 3 и пружиной 9, размещенными в шпинделе 8, и кожух-цилиндр 2 с переходником 7. Наружная колонковая труба 14 на верхнем конце имеет крупную ленточную резьбу (2 нитки на дюйм), что позволяет в случае прихвата коронки или трубы легко отсоединить весь внутренний узел при вращении бурового снаряда в левую сторону. Снаряд на колонне бурильных труб опускается в скважину в сдвинутом (сомкнутом) положении (рис.3.12,а). Замыкание наружной и внутренней частей

снаряда осуществляется шариком 7, застопоренным в гнезде пробки 6 золотником 3. Керноприемный стакан 24 при этом вдвинут в корпус коронки, а кернорвательные пластинки 26 спрятаны в зазоре между наружной колонковой трубой и стаканом, что обеспечивает их полную сохранность при спуске снаряда и бурении.

Перед установкой снаряда на забой подается промывочная жидкость и включается вращение. Поток промывочной жидкости проходит по каналам, как это показано на рисунке стрелками, промывает зазоры между двумя колонковыми трубами и полость керноприемной трубы, что обеспечивает нормальные условия бурения и заполнения керноприемной трубы керном. После того как снаряд будет поставлен

При бурении таким снарядом создаются наиболее благоприятные условия для сохранения керна с получением достаточно высокой производительности труда. Действительно, мелкорезцовая коронка обеспечивает высокую механическую скорость бурения в породах различной твердости и хорошо центрируется на забое, имеющем форму конуса. При этом достаточно эффективно разбуриваются и пропластки довольно твердых пород, что делает данный снаряд универсальным.

По окончании бурения производится срыв керна. При этом освобождают кернорватель, для чего по колонне бурильных труб забрасывается второй шарик 27, перекрывающий осевой канал. Давлением жидкости, нагнетаемой насосом, золотник 3 опускается вниз, сжимая пружину Р, и шарик 7 выходит из гнезда в пробке 6, западая в кольцевую выточку золотника 3. Этот момент хорошо определяется на поверхности по увеличивающемуся давлению на манометре. Колонна бурильных труб при этом поднимается на 5-7 см, в результате чего поднимается и внутренняя часть снаряда (рис.3.13,5). Керноприемный стакан 24 освобождает кернорвательные пластинки 26, которые подрежут керн и полностью перекроют выход из снаряда (рис.3.13,6, вид А). Этому моменту соответствует падение давления в насосе, что также фиксируется манометром насоса. Таким образом, процесс заклинивания керна является полностью управляемым и контролируемым. Поток промывочной жидкости при этом положении снаряда устремляется в боковые каналы переходника 7, сообщающиеся с полостью скважины (рис.3.13,6). Через эти же каналы сливается промывочная жидкость из колонны бурильных труб во время подъема снаряда на поверхность. В таком положении снаряд замыкается шариком 7, запираемым в этом случае в кольцевой проточке корпуса 5 золотником 3, возвращаемым в исходное положение пружиной 9. Конструкция шпинделя 8 позволяет передавать вращение снаряду не только во время бурения, но и при подъеме его на поверхность и обеспечивает также осевое перемещение внутренней части относительно наружной. Это достигается за счет наличия шлицевых выступов в шпинделе 5 и канавок в корпусе 5 (см. рис.3ЛЗД сечение I-I).

Неподвижность внутренней керноприемной трубы при бурении обеспечивается за счет шарового подпятника и свободного подвешивания ее на регулировочном винте 12. В данном исполнении конструкция этого узла обеспечивает надежную работу, так как отсутствует возможность его зашламования или заклинивания невращающейся при бурении части снаряда. При этом по мере износа деталей узла положение керноприемного стакана относительно коронки легко регулируется винтом 12 с контргайкой 13 и корпусом 17 подпятника 19, Подпятник 19 при износе легко может быть заменен также, как и регулировочный винт.

Извлечение керна из керноприемной трубы на поверхности осуществляется очень легко и без какой-либо деформации его. Для этого от корпуса 5 отвинчивается наружная колонковая труба 14 и от головки 21 отсоединяется керноприемная труба 22, после чего вырезанная половинка трубы 23 отнимается и керн может быть легко переложен в керновый ящик.

Основными достоинствами снаряда такой конструкции являются: неподвижность внутренней трубы при бурении; надежная защита керна от размывающего действия потока промывочной жидкости и механических сил (вибраций, толчков); возможность бурения на форсированном режиме с проходкой на рейс до 2,0 м при полноценном выходе керна и высокой механической скорости бурения; возможность промывки (очистки от шлама) внутренней трубы перед

бурением; вытеснение жидкости из внутренней колонковой трубы в полость скважины без каких-либо клапанов, создающих дополнительные сопротивления; возможность подъема снаряда с вращением и промывкой с полным сохранением керна; слив промывочной жидкости из колонны бурильных труб при подъеме снаряда; относительная простота устройства.

Кроме перечисленных общих достоинств к отличительным особенностям снаряда молено отнести:

- надежное заклинивание, срыв и удержание керна во время подъема секторным кернорвателем, освобождаемым под давлением жидкости, что хорошо контролируется на поверхности по манометру

(при этом кернорватель обеспечивает заклинивание и отрыв от забоя керна как твердых, так и мягких пород, а потеря керна при подъеме с вращением и промывкой практически исключается); надежное фиксирование внутренней и наружной частей снаряда в двух положениях - сдвинутом при спуске и бурении (рис.3.13,а) и раздвинутом - при срыве керна и подъеме (рис.3.13,б), что позволяет без опасения потерять керн ставить снаряд на забой после срыва керна и вести подъем в наклонной скважине;

возможность разбуривания твердых прослойков пород (бурение по залежам сложного геологического строения) за счет применения мелкорезцовой коронки обуривающего действия с конической формой торца;

легкость извлечения керна без нарушения его структуры из внутренней разрезной трубы.

Все это позволяет считать снаряд ДКС-У-ТПИ достаточно универсальным и рекомендовать его к широкому внедрению в практику геологоразведочных работ. В табл.3.3 приводится техническая характеристика этого снаряда.

Рекомендуемый режим бурения снарядом по угольным пластам: частота оборотов - 150-200 в минуту; усилие подачи - 500-600 даН; расход промывочной жидкости - 150-180 л/мин; углубка за рейс - 1,5-1,8 м. При встрече породных прослойков или твердых включений осевая нагрузка может быть доведена до 800-1000 даН на коронку. Применяя алмазную коронку, можно осуществлять бурение этим снарядом и в более твердых трещиноватых породах.

На базе ДКС-У-ТПИ был разработан универсальный буровой снаряд для получения представительного керна при бурении глубоких разведочных скважин большого диаметра на нефть и газ (а.с. № 1106891, кл.Е 21 В 25/00, 8.04.84 г.).

Снаряд (рис.3.14) состоит из двух основных частей - наружной J, присоединяемой к бурильным трубам, и внутренней с невращающейся при бурении керноприемной трубой 4, извлекаемой из бурового снаряда после его подъема.

Работа такого снаряда заключается в следующем. После его спуска на забой скважины в рабочем положении (рис.3.14,а) без нижнего шарового клапана 14 и предварительной промывки циркуляционных каналов бурового снаряда, в том числе и керноприемника 4, по бурильным трубам сбрасывают первый (нижний) шаровой клапан 14, в связи с чем поток промывочной жидкости направляется через отверстия 13 в межтрубное пространство и через промывочные каналы в коронке попадает на забой, выполняя свою функцию. После этого включают вращение бурового снаряда и при заданной осевой нагрузке на коронку осуществляют углубку скважины. Выбуриваемый керн 17 поступает в керноприемник 4, минуя захватывающие элементы 1 кернорвального устройства, которые при этом располагаются в межтрубном зазоре, не контактируя с керном. После углубки скважины в заданном интервале и заполнения керноприемной трубы 4 керновым материалом бурение прекращают и осуществляют захват керна. Для этого без отрыва снаряда от забоя забрасывают по бурильным трубам второй (верхний) шаровой клапан 15, который под действием своего веса и потока жидкости устанавливается в гнезде втулки 7, перекрывая циркуляционный канал. Под давлением жидкости на шаровой клапан 15, перекрывший циркуляционный канал, срезаются стопорные шпильки S, удерживавшие втулку 7 в верхнем положении. Втулка 7 смещается в нижнее положение (рис.3.14,б) и освобождает запорные шарики 6. При этом промывочная жидкость через отверстия 9 в трубчатом поршне 11 попадает в полость давления 10 между корпусом узла подвески 12 и

трубчатым штоком поршня 11. В связи с этим за счет повышения гидравлического давления в полости 10 освобожденная внутренняя часть снаряда вместе с кernoприемником 4 и корпусом кernoрвателя 3 поднимается на величину, необходимую для

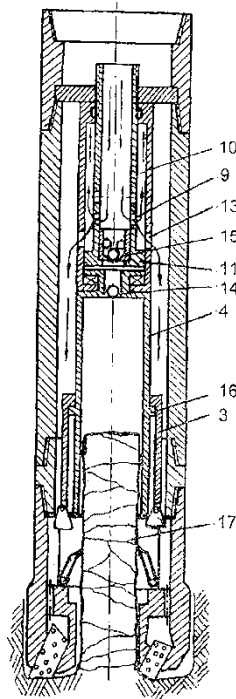


Рис.3,14. Схема двойного колонкового снаряда с подвижным (плавающим) кernoприемником (ДКС-ПК-ТПИ): 1 - кernoрвальный элемент клапанного типа; 2 - маятниковый фиксатор; 3 - корпус кernoрвателя; 4 - кernoприемная труба; 5 - наружная колонковая труба (корпус снаряда); 6 - замковый шарик-фиксатор; 7 - втулка; 8 - стопорная шпилька; 9 - отверстие в штоке поршня; 10 - камера давления жидкости; 11 - дно трубчатого поршня; 12 - корпус-цилиндр узла подвески; 13 - отверстие в корпусе узла подвески; 14 - нижний шаровой клапан; 15 - верхний шаровой клапан; 16 - кольцевой буртик корпуса кernoрвателя; 17 - кernoсвобождения кernoрвальных элементов 1, которые входят в контакт с кernoм 17.

При этом корпус 3 кernoрвателя не может подняться выше определенного положения вместе с кernoприемной трубой (вследствие трения или заклинивания) в связи с тем, что фиксаторы 2 стопорного устройства упираются в торец ниппеля наружной колонковой трубы 5. В конечный момент подъема подвижной части бурового снаряда его внутренняя полость через отверстия 9, 13 сообщается с межтрубным пространством, куда и устремляется поток промывочной жидкости, как показано стрелками на рис.3 Л 4,6. Давление в циркуляционной системе при этом падает, что отмечается манометром насоса и свидетельствует о срабатывании кernoрвального механизма. После этого внутренняя часть снаряда опускается, а торец кernoприемника упирается в пластины 1 кernoрвателя, что способствует их внедрению в кerno. При подъеме колонны бурильных труб с буровым снарядом кerno надежно заклинивается, отрывается от массива породы и удерживается в кernoприемнике во время подъема на поверхность. Из поднятого снаряда извлекают внутреннюю часть с кernoприемником и кernoвым материалом.

Двойные колонковые снаряды, работающие с обратной схемой циркуляции потока жидкости в кernoприемнике, предназначены для бурения по сильно трещиноватым породам и полезным ископаемым IV-X категорий, легко разрушающимся под воздействием механических факторов с частыми самозаклиниваниями керна в кernoприемнике, но не размываемым потоком жидкости. Движение обратного потока

внутри керноприемника у таких снарядов способствует снижению случаев самозаклинивания керна за счет действия подъемной силы потока, поддерживающего куски керна во взвешенном состоянии. Реализуется такая схема разделением прямого потока на два обратных, движущихся внутри керноприемника и по внешнему затрубному кольцевому пространству. Это делается за счет снижения гидравлических сопротивлений в циркуляционных каналах на пути движения внутреннего потока и увеличением сопротивлений на пути внешнего потока, в данном случае увеличением поперечных сечений циркуляционных каналов движения восходящего потока в узлах ДКС и уменьшением сечения кольцевого зазора в затрубном пространстве за счет увеличения наружного диаметра переходника или ПРИ, или пакерных устройств. К снарядам этой группы относятся: ТДН-0, ТДН-1, ТДН-УТ (ВИТР); ДКНТ-ВП-0 и ДКНТ-ВП-1 (КазИМС); ЗКС-112 (СКБ ВПО "Союзгеотехника") и др. На рис.3.15 приведены схемы некоторых типов ДКС этой группы, а в табл.3.4 - условия применения снарядов типа ТДН.

В конструкции некоторых из этих снарядов предусматривается возможность реализации и прямой схемы циркуляции ПЖ путем перекрытия или дросселирования канала для движения обратного потока.

Двойной колонковый снаряд ТДН-0 (рис.3Л 5) предназначен для бурения в твердых трещиноватых породах или полезных ископаемых с применением специальной алмазной коронки 10 обуривающего типа с промывочными отверстиями, обеспечивающими разделение потока на забое. Внутренний восходящий поток в количестве до 40% от общего объемного расхода подаваемой ПЖ формируется при этом за счет уменьшения гидравлических сопротивлений в проходном канале узла подвески 3 керноприемника 5 и в переходнике 1 снаряда. Снаряд может быть оснащен кернорвательным кольцом или кернозахватывающим устройством открытого типа 8 из стальных проволочек 9. В случае бурения по сильно трещиноватым породам в снаряд включают шламоулавливающую трубу 5 закрытого типа.

Для установления момента самозаклинивания керна в снаряде предусмотрен сигнализатор в виде двух резиновых прокладок 11, разделенных между собой стальной шайбой. При самозаклинивании керна поступательное движение внутренней трубы уменьшается, за счет чего осевым усилием продвигающейся по мере разрушения забоя наружной части снаряда резиновые кольца сжимаются, что приводит к увеличению их диаметра и перекрытию межтрубного кольцевого зазора. Возрастающее при этом давление в нагнетательной линии фиксируется манометром насоса. Сжатие резиновых колец и перекрытие циркуляционного канала в нормальном случае должно происходить при осевой нагрузке 1000-1200 даН. В случае необходимости эта нагрузка может быть снижена до 500-700 даН, если убрать разделительную стальную шайбу. Наличие сигнализатора подклинивания керна предупреждает возможность разрушения керна и исключает затраты времени на непроизводительный процесс бурения.

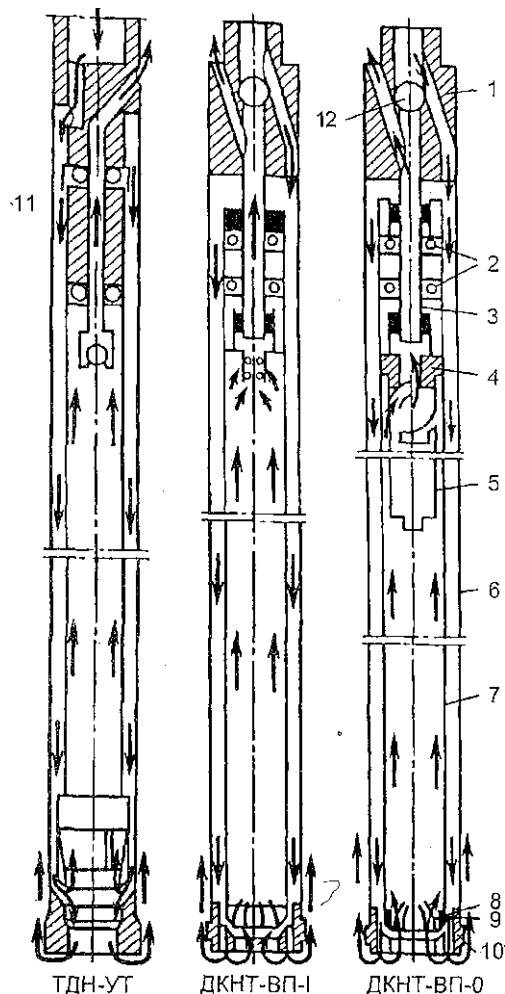


Рис.3.15. Схемы ДКС с невращающимся при бурении керноприемником ТДН-0; ТДН-УТ; ДКНТ-ВП-1; ДКНТ-ВП-0: / - переходник; 2 - шарикоподшипниковая опора; 3 - шпиндель; 4 - переходник; 5 - шламоборник; 6 - наружная колонковая труба; 7 - керноприемник; 8 - корпус кернорвателя; 9 - проволочные кернозахватывающие элементы; 10 - коронка; 11 - резиновые прокладки; 12 - шаровой клапан

Технологией эксплуатации снаряда ТДН-0 предусматривается выполнение определенных правил: после спуска снаряда следует производить промывку (очистку) циркуляционных каналов, не доходя до забоя на 1,5-2 м в течение нескольких минут, до восстановления циркуляции промывочной жидкости по всей системе; ставить снаряд на забой с вращением и осуществлять приработку коронки в течение 10-15 мин и первые 15-20 мин вести бурение при пониженной осевой нагрузке до 300-400 даН. В процессе бурения не рекомендуется отрывать снаряд от забоя, а перед его подъемом в течение 1-2 мин вести бурение при пониженной осевой нагрузке и усиленной промывке для обработки керна с целью облегчения отрыва его от забоя. При бурении с промывкой глинистым раствором необходимо обязательно контролировать его параметры, в особенности вязкость, которая должна быть не более 30-35 с по СПВ-5, и содержание песка, которое не должно превышать 2-4%.

Двойной колонковый снаряд ТДН-УТ конструкции ВИТР (см. рис.3.15) предназначен для получения керна при бурении в трещиноватых и слабоустойчивых породах VII-XI категорий специальными алмазными коронками обуривающего типа. Конструкция снаряда позволяет осуществлять регулировку положения нижней части керноприемника, снабженного кернорвательным кольцом, относительно коронки и изменение схемы циркуляции промывочной жидкости. При открытом внутреннем циркуляционном канале создается обратный поток в керноприемнике после разделения прямого потока внутри снаряда при выходе из межтрубного зазора. Такой вариант целесообразно использовать при бурении не размываемых промывочной

жидкостью пород или полезных ископаемых. В противном случае снаряд перестраивается на работу без движения жидкости внутри керноприемника путем перекрытия внутреннего циркуляционного канала пробкой, ввинчиваемой в переходник. Применяя пробку с калиброванным сечением отверстия, можно осуществлять регулирование интенсивности циркуляции восходящего потока внутри керноприемника, что является некоторым преимуществом ДКС данной конструкции. Двойные колонковые снаряды ДКНТ-ВП-1 и ДКНТ-ВП-0 конструкции КазИМС предназначены для получения представительного керна при бурении твердосплавными коронками трещиноватых, разрушенных, перемежающихся пород IV—VIII категорий буримости. Снаряд ДКНТ-ВП-1 (рис.3.15) имеет более простое устройство и служит для бурения по менее нарушенным породам. Величина углубки этими снарядами за рейс достигает 2,0 м при достаточно высокой механической скорости бурения.

Снаряд ДКНТ-ВП-0 (см. рис.3.15) в отличие от ДКНТ-ВП-1 имеет шламоулавливающее устройство 5. Состоит снаряд из наружной 6 и внутренней 7 (керноприемной) труб, коронки обуривающего типа 10, шарикоподшипникового узла подвески 2 и шламо- улавливающей трубы 5 с гидроциклонным шламо- отделителем. Для очистки керноприемной трубы от шлама после спуска снаряда на забой предусмотрена возможность ее промывки через осевой канал в переходнике 7, перекрываемый перед началом бурения шаровым клапаном 12. Этот снаряд является базовой моделью для серии снарядов

Двойной колонковый снаряд. ЗКС-112 конструкции СКБ ВПО "Союзгеотехника" (рис.3.16) предназначен для бурения шарошечными штыревыми коронками типа БДК-112К или БДК-112Т. Снаряд состоит из коронки 7, наружной колонковой трубы 2, 4 с ниппелем-центратором 3, присоединенной к переходнику 5. В переходнике 5, имеющем каналы 6 для циркуляции прямого и обратного потоков промывочной жидкости, смонтирован шпиндель на радиальном замковом подшипнике с уплотнителями 7. К шпинделю, имеющему шаровой клапан 8 в гнезде 9, присоединяется внутренняя колонковая труба - керноприемник 10. Нижний конец керноприемной трубы оснащен кернорвательным устройством, состоящим из внутренней обоймы 11 с уплотнительными кольцами. Внутренняя обойма посредством радиального замкового подшипника 12, собираемого через отверстие с пробкой, связана с наружной обоймой 13 и с помощью резьбы соединяется с конусной втулкой 14 кернорвателя. Наружная колонковая труба имеет диаметр 100 мм и коронку 112 мм. Диаметр получаемого керна - 44 мм. Длина снаряда может быть 6 или 12 м, а масса - соответственно 140 или 250 кг. Проходка за рейс таким снарядом по породам IX-X категорий достигает 5,4-11 м, а механическая скорость бурения - соответственно 1,94- 1,35 м/ч. Выход керна составляет 62%.

С учетом некоторых недостатков, выявленных при испытаниях этого снаряда, в СКБ был создан снаряд 5КС-112А, отличающийся конструкцией кернорвательного устройства, усиленной резьбой, верхней подвески и армированием переходника твердыми сплавами. Рекомендуемый режим бурения таким снарядом: частота оборотов - 150-250 в минуту; осевая нагрузка - 3000-3500 даН; расход промывочной жидкости - 150 л/мин.

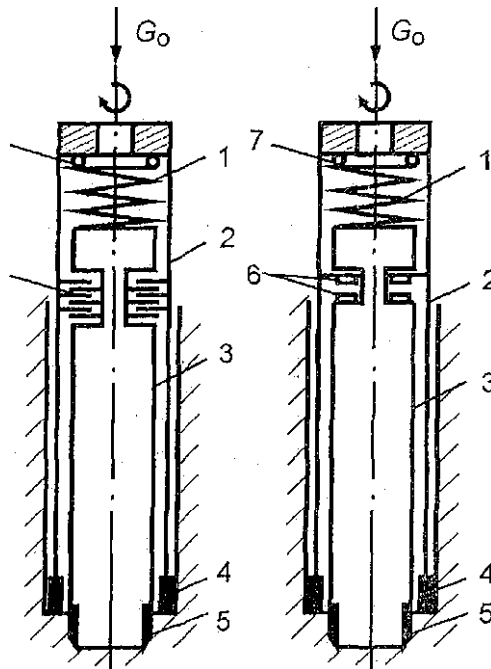
Двойные колонковые снаряды с керноприемником комбинированного действия

Двойные колонковые снаряды с несъемным керноприемником комбинированного действия (ДКС-НсКп-К) предназначаются для отбора керна при бурении в сложных геологических условиях, характеризующихся частым переслаиванием твердых пород и полезных ископаемых невысокой твердости (слабоустойчивых). Принцип действия таких снарядов заключается в том, что внутренняя керноприемная труба при бурении прослоек полезных ископаемых невысокой твердости не вращается и действует как штамп, а при встрече твердых пород приводится во вращение с помощью фрикционной или кулачковой муфты и выбуривает керн (рис.3.1-7). При этом предполагается, что такая конструкция позволит решить вопрос получения качественного керна. Однако вращение керноприемника, заполняемого керном твердых пород и слабоустойчивого полезного ископаемого в периоды бурения по твердым прослойкам, приведет безусловно к механическому разрушению (истиранию) слабоустойчивого полезного ископаемого. При этих условиях если и удастся сохранить некоторое количество кернового



материала, то сохранность его структуры не будет обеспечена, вследствие чего теряется смысл применения ДКС такой конструкции (снаряды МГРИ, А.А.Гребенюка, Донбасс НИЛ-П и др.).

Попытки улучшить работу таких снарядов применением механических вибраторов, включающихся в действие при встрече твердых прослоек (ДКС Донбасс НИЛ-Ш), не решают проблемы.



Колонковые снаряды этой группы позволяют извлекать образцы пород или полезных ископаемых без подъема рамого снаряда - поднимается только его внутренняя часть - керноприемник. При бурении коронками, позволяющими проходить значительные интервалы (десятки, сотни метров) без заметного износа, применение съемной керноприемной трубы позволяет сократить количество подъемов бурового снаряда из-за необходимости извлекать керн после заполнения керноприемника. Это осуществляется только подъемом керноприемника специальным устройством, спускаемым и поднимаемым по трубам на тресе с достаточно высокой скоростью при помощи специальной лебедки. В глубоких скважинах этот процесс отнимает значительно меньше времени, чем подъем и спуск всего бурового снаряда, то дает возможность существенно повысить производительность труда при бурении глубоких скважин с отбором керна. Кроме того, применение снарядов со сменным керноприемником дает еще целый ряд преимуществ: сохранение керна за счет более частых подъемов керноприемника без существенного снижения производительности труда; сокращение числа аварий, связанных с частыми подъемами и спусками бурильных труб при работе обычными колонковыми снарядами, что приводит к образованию желобов и затяжкам в них инструментов, обрушению стенок скважин, более быстрому износу труб и замков и т.д.; повышение срока службы бурового оборудования за счет уменьшения спуско-подъемных операций; улучшение условий труда буровой бригады за счет сокращения трудоемких операций.

Поэтому двойные колонковые снаряды со съемным керноприемником (грунтоносной) стали широко использовать в практике бурения глубоких скважин на нефть и газ, в особенности при бурении алмазными коронками за рубежом, а впоследствии и в колонковом бурении в России. Снаряды со сменным керноприемником успешно применяются для бурения пологонаклонных и горизонтальных скважин из подземных выработок. Доставка керноприемника к забою при этом осуществляется потоком жидкости или сжатого воздуха со скоростью 50- 37 м/мин, а извлечение - с еще большей скоростью.

Известны попытки создания "самовсплывающих" грунтоносо] оригинальной конструкции. Такие грунтоноски снабжаются поплавком либо изготавливаются в виде патрубка из легкого материала либо в виде воздушного колпака. Во время бурения такая грунтоноска удерживается в снаряде за счет перепада давления жидкости, а при прекращении подачи жидкости - всплывает. В случае необходимости такая грунтоноска может быть захвачена специальным ловителем. Особенно перспективно применение таких снарядов при бурении сверхглубоких скважин.

Снаряды этой группы по способу формирования керна могут быть трех типов: с вращающейся при бурении керноприемной трубой, оснащенной обуривающим ПРИ; с невращающейся при бурении керноприемной трубой, оснащенной ПРИ типа "штамп", и снаряды с невращающейся при бурении внутренней трубой, имеющие коронку обуривающего типа.

Отечественной промышленностью выпускались комплексы технических средств для бурения геологоразведочных скважин алмазным ПРИ со съёмными керноприемниками конструкции СКБ-КССК-76 и ВИТР-ССК-76 и ССК-59, разработанные в ВПО "Союзгеотехника". В комплекс входят специальные бурильные трубы, спуско-подъемный вспомогательный и аварийный инструмент, а также лебедка и ДКС-СК.

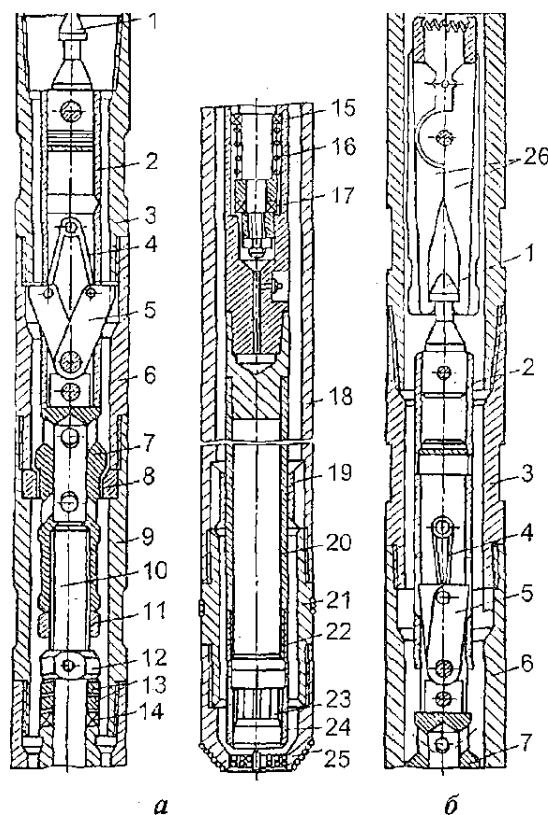


Рис.3.18. Двойной колонковый снаряд со съёмным керноприемником КССК-76 конструкции СКБ НПО "Геотехника": 1 - грибок; 2 - гильза; 3- переходник-центратор; 4 - пружина; 5 - защелка; 6 - переходник; 7 - корпус; 8 - опора; 9 - переходник; 10 - шпindelь; 11 - регулировочная гайка; 12 - зажимная гайка; 13 - резиновые манжеты; 14, 15 - упорные подшипники; 16- пружина; 17 - упорный подшипник; 18 — колонковая труба; 19 - бронзовый центратор; 20 - керноприемная труба; 21 - расширитель; 22, 23- кернорвательное устройство; 24 - корпус кернорвателя; 25 - коронка; 26 - лапы ловителя.

Колонковый снаряд со съёмным керноприемником ксск конструкции СКБ ВПО "Союзгеотехника" состоит из двух основных частей (рис.3.18,а) наружной - колонкового снаряда с ПРИ, присоединяемого к БТ, и внутренней - керноприемника, извлекаемого после заполнения керна специальным ловителем без подъема колонкового снаряда. Колонковый снаряд состоит из специальной алмазной коронки 25, расширителя 21, колонковой трубы 18, переходников 6, 9 и центратора- переходника 3, к которому

присоединяются БТ. Между переходниками 6 и 9 установлена опора 8, на которой подвешивается съемная часть снаряда, керноприемник 20 которого стабилизируется с помощью бронзового центратора 19. Съемная часть снаряда имеет механизм блокировки, состоящий из грибка 1, гильзы 2, защелок 5, раздвигаемых пружиной 4, и корпуса 7; узел подвески и керноприемную трубу 20 с кернорвательным устройством 22, 23.

В скважину опускается на БТ колонковый снаряд, а затем на канате - его съемная часть. При этом керноприемник подвешивается на опоре 8 с помощью буртика на корпусе 7 таким образом, чтобы между торцом кернорвателя и внутренним конусом алмазной коронки остался необходимый зазор в 2 мм, величина которого регулируется заранее с помощью резьбы шпинделя 10 вывинчиванием его из корпуса 7 и регулировочной гайки 11. При бурении скважин керноприемник 20 удерживается от осевого перемещения вверх упором защелок 5 в торец центратора 3: между которыми устанавливается зазор в 2-4 мм при изготовлении снаряда. Свободная подвеска керноприемника на шпинделе 10 с помощью двух подшипников 14 и 17 практически исключает его вращение в процессе бурения скважины и формирования керна.

Промывочная жидкость поступает на забой по кольцевым зазорам между элементами наружной (несъемной) и внутренней (съемной) частей и отверстий в корпусе 7. Для определения момента заполнения керноприемника керном или его самозаклинивания в снаряде предусмотрено сигнализирующее устройство, действие которого заключается в следующем. В случаях самозаклинивания керна осевое перемещение керноприемника прекращается, а наружная часть снаряда по мере углубки какое-то время будет иметь поступательное движение за счет сжатия пружины 16, упирающейся в подшипник 15. При этом осевым усилием будут сжаты резиновые манжеты 13, расположенные между упорным подшипником 14 и зажимной гайкой 12. За счет увеличения диаметра манжет при их сжатии сечение кольцевого зазора уменьшится, что приведет к повышению давления жидкости в нагнетательной линии циркуляционной системы. Это и служит сигналом о заполнении керноприемника керном или его самозаклинивании.

По окончании углубки в заданном интервале керноприемник с помощью лап 26 ловителя, спускаемого на тресе, поднимается на поверхность. Извлекаемая часть захватывается за грибок 1, гильза 2 которой при натяжении каната перемещается относительно корпуса 7 и наружной части снаряда вверх, выводя защелки 5 из контакта с торцом центратора 3, как это показано на рис.3.18

Д

Спуск керноприемника в скважину, заполненную промывочной жидкостью, осуществляется свободно - под действием силы тяжести а для ускорения по БТ прокачивается жидкость. В безводную (сухую) скважину керноприемник спускается на тресе с ловителем, который отсоединяется после установки керноприемника с помощью патрубка опускаемого по канату. Патрубок освобождает захваты ловителя, сближая их противоположные концы.

Для комплексов КССК-76 разработан ряд устройств, повышающих эффективность их работы. К такого рода разработкам относится колонковый набор НК-76, снабженный сигнализатором готовности бурового снаряда к бурению. В этом случае керноприемник снабжается головкой-сигнализатором и регулятором. Съемный керноприемник после спуска занимает такое положение, при котором опорный буртик корпуса и затвор головки-сигнализатора перекрывают поток ПЖ, что ведет к повышению давления в циркуляционной системе, отмечаемого на манометре насоса. Под действием давления определенной величины затвор перемещается вниз и фиксирует блокирующие элементы, открывая при этом центральный клапан. Давление в системе падает, что также отмечается на манометре и свидетельствует о готовности бурового снаряда к работе. В случае подклинивания керна или заполнения керноприемной трубы керном съемный керноприемник перемещается вверх и блокирующие элементы перекрывают циркуляционные каналы, что приводит к повышению давления в системе. Это и является сигналом к подъему съемного керноприемника.

При бурении по малоустойчивым углям и породам применяется КССК со съемным керноприемником "Конус", принцип действия которого основан на работе штампа (рис.3.19). В керноприемник 3 при этом встраивается упругий элемент в виде тарельчатой пружины 5 с

заданной силовой характеристикой. Под действием упругой силы пружины керноприемная труба 3 выдвигается из колонковой трубы 4 и опережает коронку 2 на некоторую величину. Чем мягче перебури- ваемая порода (уголь), тем на большую величину штамп 1 опережает вращающуюся коронку 2, вырезая столбик (кern) породы (угля) без его разрушения (рис.3.19,а,б). При встрече более твердых пород (углей) величина опережения уменьшается за счет сжатия упругого элемента 5, в связи с чем возрастает силовое воздействие штампа при соответствующей величине осевой нагрузки, преодолевающей сопротивление породы его внедрению (рис.3.19,б,в).

Работа штампа с опережением вращающейся коронки способствует сохранению в керне естественной структуры перебуриваемого пласта.

При разведке угольных месторождений с целью отбора проб угля и газа применяются съемные керно- газонаборники типа КГНС в комплексе с КССК-76. Съемный керно- газонаборник (КГН) состоит из узла блокировки (фиксатора) с сигнализатором готовности снаряда к работе, газосборника с водяным затвором и керноприемника с кернорва- телем пружинно-лепесткового типа. При бурении по угольному пласту КГН работает как штамп, вырезая столбик угля под действием осевой нагрузки без нарушения его структуры.

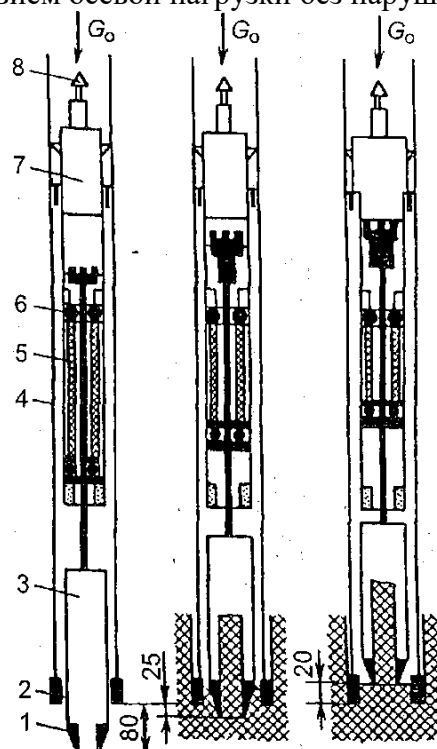


Рис.3.19. Схема работы съемного керноприемника "Конус" снаряда КССК: 1 - штамп (стакан); 2 - буровая коронка; 3 - керноприемник; 4 - колонковая труба; 5 - пружина; 6 - подшипник; 7 - блокирующее устройство; 8 - грибок

С целью осуществления процесса ударно-вращательного бурения используется съемный снаряд с встроенной гидроударной машиной ССГ-76, позволяющей вести бурение скважин глубиной до 1200 м при диаметре 76 мм по породам VII-X категорий буримости с комплексом КССК-76. В этом случае в состав СК входит кроме механизма блокировки гидроударник прямого действия. При нормальном режиме работы боек гидроударника наносит 1600-1800 ударов в минуту, энергия которых достигает 5 Дж.

При работе такой системы промывочная жидкость, проходя через гидроударник, поступает на забой по зазору между наружной колонковой трубой и керноприемником. При заполнении керноприемной трубы или самозаклинивании керна продвижение СК прекращается и удары начинают передаваться на керноприемную трубу, что может привести к ликвидации самозаклинивания керна. С целью повышения эффективности работы ДКС-СК разработаны

специальные съемные устройства, включающие кроме керноприемника эжектор-ную приставку, гидравлический вибратор и сигнализатор готовности снаряда к приему керна или его подклинивания. При разведке угольных месторождений используются снаряды со съемным керногазона-борником.

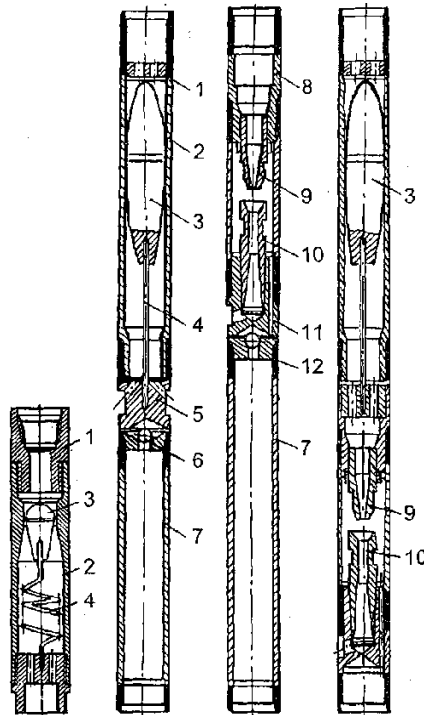


Рис.3.20. Конструктивные элементы ССК-ВИТР: а - блок вибратора; б - блок эжектора; в - комплексный блок: 1 - резьбовая втулка; 2 - корпус вибратора; 3 - боек (ударник); 4 - пружина (стержень) вибратора; 5 - переходник; 6 - шаровой клапан; 7 - соединительный патрубок; 8 - переходник; 9 - сопло эжектора (насадка); 10 - смеситель; 11 - переходник; 12 - резиновое уплотнение

Кроме базового варианта ССК-59Б в практике бурения разведочных скважин применяют снаряды с вибратором ССК-59В (рис.3.20,а), с эжектором (рис.3.20,б) или в комплексе с вибратором и эжек- торной приставкой ССК-59ЭВ (рис.3.20,в).

Назначение вибратора - снижение вероятности заклинивания керна в керноприемной трубе при действии вибраций, создаваемых ударником, закрепленным на тонком металлическом стержне. Удары генерируются при движении потока ПЖ, приводящей в колебательные движения ударник 3, наносящий удары по корпусу 2 с частотой до 3000 ударов в минуту. В результате углубка за рейс и техническая скорость бурения возрастают на 30 и 20% соответственно.

Эжекторная приставка, встроенная в ССК, создает при бурении обратный (восходящий) поток ПЖ в керноприемной трубе, что также приводит к снижению вероятности заклинивания керна и повышению процента его выхода.

Техническая характеристика снарядов со съемным керноприемником приведена в табл.3.5. Бурильные трубы снаряда КССК соединяются муфтами и бурильными замками диаметром 73 мм, изготовленными из стали марки 40ХН.

### 3.3.3. Колонковые снаряды для получения образцов пород и проб газа

Известно, что в угольных пластах и породах определенных комплексов содержится то или иное количество природного газа. Основной задачей буровой разведки в этом случае является получение кер- ногозазовых проб с сохранением пластовых условий. Но при подъеме керна в обычных колонковых снарядах по мере снижения гидростатического давления газ теряется и

представительность кернового материала уменьшается. С целью получения достоверных данных о содержании газа в угольных пластах или породах-коллекторах используются различные методы. Наиболее надежным из них является метод прямого количественного определения по керновому-материалу при сохранении в нем или улавливании природного газа, что достигается с помощью специальных колонковых снарядов. При этом используются снаряды, конструкции которых позволяют: улавливать газ, выделяющийся из керовой пробы во время подъема снаряда; уменьшать газо-выделение путем замораживания керна; герметизировать керноприемную трубу затиркой керна или с помощью специального устройства (рис.3.21).

Для улавливания газа, выделяющегося из керового материала, используются снаряды, именуемые керногазонаборниками. На рис.3.21;а приведена принципиальная схема керногазонаборника. Снаряд состоит из разъемного переходника 7, двух наружных труб 49 5, баллона-газонаборника 3, керноприемника 6 и коронки 7. Перед спуском снаряда в скважину через кран 2 из баллона 3- вакуумным насосом откачивается воздух и он заполняется промывочной жидкостью. После этого снаряд спускают в скважину. По мере заполнения керноприемника 6 керном выделяющийся из него газ будет поступать в газосборник 3, вытесняя из него жидкость через отверстие а в переходнике. При подъеме снаряда в скважину необходимо доливать промывочную жидкость с тем, чтобы это отверстие не сообщалось с атмосферой. После подъема снаряд, извлекая из устья скважины, подвешивают, отсоединяют переходник 7 и через кран 2 откачивают газ из газосборника 3. Затем извлекают керноприемник с керном и герметизируют его. Газ из керна и газосборника составляет пробу, характеризующую газоносность исследуемого пласта. К такому типу снарядов относятся керногазонаборники КГ-55, КГН-2-56, КГН-2-57, КГН-3-58М, КА-61, КГД-5, КГ-55/20-К-62; и др. Все они имеют невращающийся при бурении керноприемник и газосборник (колокол), расположенный над керноприемником, и отличаются схемой движения промывочной жидкости и дренажа ее из керноприемника, способом заполнения жидкостью перед спуском снаряда в скважину, использованием в качестве керногазосборника наружной или внутренней трубы и др. Но всем этим снарядам присущ один недостаток - они не обеспечивают полного сохранения газа, теряющегося при подъеме за счет выноса в растворенном состоянии и на поверхности при извлечении газонаборника и керноприемника и их герметизации. Кроме того, такие снаряды не обеспечивают полной сохранности и самого керна.

Керногазонаборники, работающие с замораживанием керна на забое с целью увеличения сорбционной способности углей, что приводит к меньшему выделению газа во время подъема керна из скважины, имеют специальные холодильные устройства. К такому типу снарядов относятся керногазонаборники конструкции ВостНИИ и БК-54. В качестве охлаждающего агента в этом случае используют жидкую углекислоту, помещаемую в специальном баллоне 3 (рис.3.21,б). По окончании углубки в снаряд забрасывают шарик 2 и давлением жидкости, нагнетаемой насосом, баллон осаживается вниз. При этом ниппель 4 отламывается, упираясь в наклонную поверхность специального выступа в переходнике 5, и жидкая углекислота попадает в змеевик б. Здесь происходит испарение углекислоты, что приводит к замораживанию керна, находящегося в керноприемнике 7. После подъема снаряда на поверхность керноприемник извлекают и помещают в специальный герметизируемый сосуд. В лаборатории после оттаивания керна берут необходимые пробы. Однако такой способ отбора газовых проб также не обеспечивает достаточной надежности в связи с тем, что не всегда достигается необходимая степень замораживания керна или преждевременное его размораживание. Кроме того, этот способ имеет ограниченную область применения- в скважинах до глубины 500-600 м и только в разрезах с пластовым давлением газа до 4 МПа. Наконец, использование этого способа сопряжено с большими трудностями при его реализации.

Герметизация керноприемной трубы ДКС может осуществляться закупоркой ее керном или при помощи специального механического устройства. В первом случае

используются обычные двойные колонковые снаряды с вращающейся внутренней трубой, имеющие незначительные конструктивные изменения. Верхнюю часть керноприемника в этом случае снабжают специальным клапаном, а нижний конец - опережающей коронкой с внутренним конусом. По окончании углубки таким снарядом производят затирку керна в коронке керноприемника, чем и достигается закупорка пробы. Успех такой операции зависит от многих факторов, учесть которые далеко не всегда представляется возможным. К ним относятся и конструктивные особенности снаряда, и характер породы, затираемой в коронке, и опытность бурового мастера. Все это делает успех отбора качественной пробы весьма случайным. Неизбежные потери газа, учесть которые практически невозможно, делают этот способ практически малоприменимым для использования.

Наиболее надежным способом получения керна с содержанием газа является способ, основанный на применении герметизируемых керногазоприемников с помощью специального механического устройства. Снаряды, действие которых основано на этом принципе, состоят из двух взаимоподвижных в осевом направлении частей (типа ДКС-У-ТГШ) с вращающимся или невращающимся при бурении несъемным или съемным керногазонаборником. К этому типу относятся снаряды с несъемным керноприемником системы МакНИИ, КС-1, КС- 2А, КС-2М, ГКА-1, ГКМ-84, ПГУ-89, ПГ-108 и со съемным керноприемником СКГН конструкции ПГО "Запсибгеология" и др.

Принципиальная схема снарядов такого типа приведена на рис.3.21,(5). Наружная часть снаряда состоит из переходника 1 с шейкой (проточкой) 2, наружной колонковой трубы 3 с коронкой 4 и клапанным затвором 7. Внутренняя часть снаряда подвешивается с помощью штока 4 на подшипниковой опоре 5 с керногазоприемником 6 и кернозахватывающим устройством лепесткового типа. Клапанный затвор 7, располагающийся при бурении между керноприемником 6 и коронкой 5, снабжен свинцовой шайбой, в которую вдавливаются торец керногазонаборника по окончании углубки с помощью специального механизма. При этом вначале внутренняя часть снаряда смещается вверх относительно наружной и клапан 7 выпадает из межтрубного зазора, занимает горизонтальное положение. Затем внутренняя часть опускается и под действием некоторого усилия торец керногазонаборника залавливается в свинцовую шайбу, герметизируя керно- газонаборник. После подъема бурового снаряда на поверхность газ из керногазонаборника извлекается через шаровой клапан 5.

К такому типу относятся снаряды с несъемным керногазонаборником МакНИИ, КС-1 (2С, 2М), ГКА-1, ПГУ-89, ПГ-108 и др.

В табл.3.6 приводится техническая характеристика некоторых типов керногазонаборников.

Двойной колонковый снаряд со съемным керногазонаборником предназначен для получения образцов пород или угля, содержащих природный газ, при использовании комплексов ССК или КССК.

Съемный керногазонаборник СКГН-76А конструкции ПГО "Запсибгеология", показанный на рис.3.22,а, состоит из керноприемной трубы 18 и газонаборника (колокола) 15 с узлом подвески, закрепляемой в рабочем положении защелкой 7, сигнализатором момента посадки съемного керногазонаборника на рабочее место (детали 2, 3), узлом захвата (детали 6, 7, 5, 9), клапаном (детали 70, 77, 72, 73, /4) и водяным затвором 77. Размещается съемный керногазонаборник в наружной колонковой трубе 19, имеющей коронку 20 обуривающего типа.

Таблица 3.6

Наименование параметров	Типы керногазонаборников				
	ГКМ-84	ГКМ-92	КГН-3-58	КГ-55/20-К-62	КА-61
Длина снаряда, мм	1800	1900	2200	3600	2500
Наружный диаметр, мм	83	89	89	89	73
Диаметр коронки, мм	85	92	92	92	75
Длина керноприемника, мм	550	550	450	1200	900
Длина керна, мм	31	35	60	60	40

Полезная емкость колокола, см <sup>3</sup>			4000	7000	
Масса, кг	55	65	40	65	45

Спуск съемной части керногазонаборника осуществляется потоком промывочной жидкости, нагнетаемой насосом по бурильным трубам. При этом клапан колокола находится в открытом положении, а клапан сигнализатора момента посадки керногазонаборника на рабочее место 3 - в закрытом, как это показано на рис.3.22,б. Положение клапана колокола в открытом состоянии обеспечивается лапами 8, удерживающими клапан за головку 10 в зафиксированном положении с помощью фиксатора 7. При движении захватных лап 8 через кольцевую опору (выступ) 4 фиксаторы 7 утапливаются внутрь керноприемника, верхние концы захватного устройства сближаются и захватные лапы 8 освобождают головку 10 клапана 73, который под действием пружины 12 закрывается, как показано на рис.3.22,а. Вслед за этим выступающая часть втулки 3 сигнализатора момента посадки керногазонаборника на рабочее место упирается в кольцевую опору 4 втулки, сжимая пружину 2, останавливается, а керногазонаборник смещается вниз относительно клапана и втулки 3 сигнализатора.

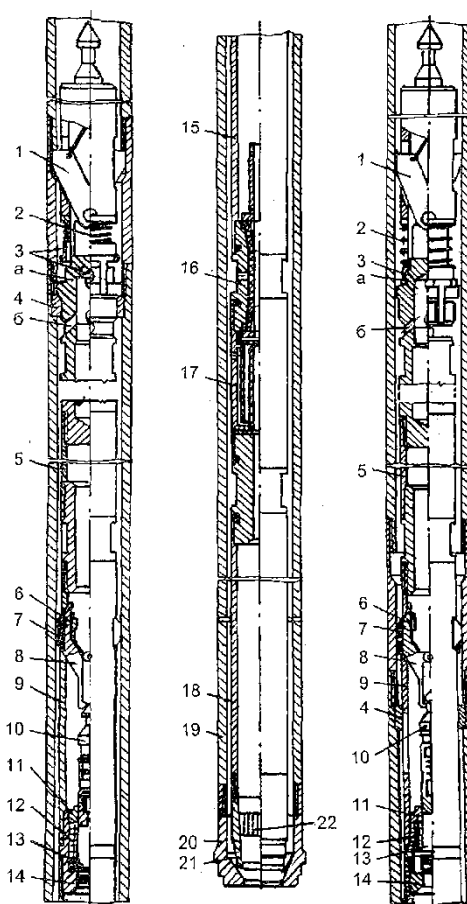


Рис.3.22. Съемный керногазонаборник СКГН-76А ПГО "Запсибгеология": 1 - защелка; 2 - пружина; 3 - втулка; 4 - кольцевая опора; 5 - удлинитель; 6 - стопор; 7 - фиксатор; 8 - захватная лапа; 9 - корпус захватного узла; 10 - головка с грибком; 11 - втулка; 12 - пружина; 13 - клапан; 14 - корпус клапана; 15 - газосборник (колокол); 16 - соединительный элемент; 17 - водяной затвор; 18 - керноприемник; 19 - наружная колонковая труба; 20 - буровая коронка; 21 - стакан (штамп); 22 - кернорватель



При этом открывается канал *a* в корпусе узла подвески и промывочная жидкость свободно поступает через отверстия *a*, *б* в межтрубное пространство и на забой. В момент открытия канала *a* в корпусе узла подвески резко падает давление в циркуляционной системе, что отмечается по манометру насоса. Это и служит сигналом установки керногазонаборника в рабочее положение. В случае зависания снаряда в БТ при спуске давление в циркуляционной системе резко возрастет. Это будет свидетельствовать о том, что керногазонаборник не достиг рабочего места и требуется его извлечение на поверхность. В процессе спуска СКГН внутренняя часть его промывается потоком жидкости, циркулирующей по керноприемнику и колоколу через открытый клапан *13* и нижнее отверстие *б* в корпусе узла подвески. При бурении по газоносному пласту и подъеме керногазонаборника газ поступает в газонаборник *15* (колокол), вытесняя из него жидкость через водяной затвор *77*.

Ниже приводятся рекомендуемые режимы бурения снарядом СКГН-76А.

Параметры режима	По углю	По вмещающим породам
Частота оборотов, об/мин	120-250	600-800 1500-2000
Осевая нагрузка, даН	400-600	40-60
Интенсивность промывки, л/мин	30-40	

Величина углубки по углю в одном рейсе рекомендуется в пределах 0,45-0,5 м. При бурении по углю керноприемник оснащается штампом, заостренный торец которого должен быть расположен на одном уровне с торцом коронки или опережать его на 1-2 мм. При бурении по породе следует применять коронку обуривающего типа, а между торцом керноприемной трубы (стакана) *21* и коронкой устанавливать зазор в пределах 2-4 мм.

Заклинивание угольного керна осуществляется его затиркой при бурении с увеличенной осевой нагрузкой до 800 даН в интервале не более 3-5 см. Затем керн отрывается от забоя подъемом снаряда. При бурении по более прочному углю или породам используется кернор- вательное кольцо *22*, вставляемое в стакан *21* керноприемника (см. рис.3.22,а).

Спуск керногазонаборника в скважину с низким статическим уровнем жидкости (более 30-40 м) осуществляется на тресе с помощью лебедки и ловителя в компоновке с освобождающейся трубой. При достижении керногазонаборником уровня жидкости скорость его движения резко снижается и ловитель за счет действия освобождающей трубы отсоединяется и извлекается на поверхность вместе с трубой. Затем включается насос и дальше керногазонаборник продвигается к рабочему месту вместе с потоком промывочной жидкости по описанной ранее схеме.

Подъем керногазонаборника производится ловителем, спускаемым на канате. После извлечения керногазонаборника на поверхность производится герметизация керна в керноприемнике, для чего на его конец навинчивается заглушка. Затем в БТ устанавливается съемная пробка-сальник и внутрь заливается 10-12 л воды. После этого керногазонаборник опускается в БТ и подвешивается на подкладной вилке, после чего отсоединяется корпус захватного узла *9* и к клапану газосборника присоединяется трубка от газомерника. После дегазации керна газонаборник отсоединяется и на верхний конец керноприемника быстро навинчивается специальная заглушка. Герметичность керногазонаборника проверяется погружением его в воду. Если в течение 30- 40 мин появятся пузырьки газа, то заглушки следует подтянуть и устранить утечку газа. После этого керноприемник отправляется в лабораторию для исследований.

Технические данные СКГН-76А: длина снаряда - 6000 мм; наружный диаметр - 48 мм; длина керноприемника - 425 мм; емкость газонаборника - 3000 см<sup>3</sup>; масса - 33,0 кг.

Применение съемного керногазонаборника позволяет существенно повысить производительность труда и качество опробования газоносных пластов за счет сокращения времени на выполнение СПО, особенно при бурении глубоких скважин (более 800-1000 м).

### 3.4. КОЛОНКОВЫЕ СНАРЯДЫ, РАБОТАЮЩИЕ С МЕСТНОЙ (ПРИЗАБОЙНОЙ) ЦИРКУЛЯЦИЕЙ ПРОМЫВОЧНОЙ ЖИДКОСТИ

С целью получения представительного керна при бурении по малоустойчивым породам или полезным ископаемым невысокой твердости часто прибегают к бурению скважин снарядами, работающими с местной (призабойной) циркуляцией жидкости, приводимой в движение при расхаживании снаряда (поршня), с помощью погружного насоса или сжатого воздуха. Как было показано ранее, обратная циркуляция очистного агента способствует сохранению керна, а при больших потерях промывочной жидкости - более экономична. При этом используются ОКС или ДКС для безнасосного бурения с шариковым клапаном (КСМЦ-ББШ) или с погружным поршнем (КСМЦ-ПП), снаряды с погружным насосом, приводимым в действие пневмо-двигателем (КСМЦ-ППН), с эрлифтной системой (КСМЦ-ПЭрН), а также снаряды, работающие с изменяющимся направлением движения промывочной жидкости, вытесняемой сжатым воздухом или пульсирующей циркуляцией ПЖ (КСМЦ-Пу) и др.

#### 3.4.1. Колонковые снаряды для безнасосного бурения с шариковым клапаном или погружным поршнем

В практике бурения скважин в малоустойчивых породах или по полезным ископаемым невысокой твердости прибегают к так называемому "безнасосному" способу бурения. Этот способ нашел особенно широкое применение при бурении неглубоких инженерно-геологических скважин с целью отбора монолитов с ненарушенной структурой и естественной влажностью, так как позволяет получать выход керна до 100% даже по весьма неустойчивым рыхлым породам, не требует организации водоснабжения и глинистого хозяйства, если стенки скважин устойчивы и в скважину поступают подземные воды в достаточном количестве. В противном случае требуется заполнять скважину жидкостью до необходимого уровня. Когда шарик 4 находится в гнезде ниппеля 3, на него сверху оседают частицы породы (рис.3.23,а), что приводит к зашламованию клапана и также к прекращению циркуляции жидкости и углубки скважины.

Известно много конструкций снарядов, работающих по такому принципу: с расхаживанием всего снаряда (снаряды конструкции МГРИ, конструкции С.С.Сулакшина и др.), с расхаживанием погружного поршня, встроенного в снаряд (конструкции А.А.Гребенюка) или части снаряда (конструкции СКБ МГ СССР). Снаряды могут быть одинарные и двойные.

Одинарный колонковый снаряд для бурения с местной циркуляцией жидкости конструкции С.С.Сулакшина с шаровым клапаном (ОКСМЦ-Ш), разработанный с учетом приведенных и других недостатков, присущих снарядам известных конструкций, имеет открытую шламовую трубу и рациональное расположение шарового клапана 8, исключаящие его зашламование и заклинивание керна (рис.3.24). Это происходит за счет обратного потока жидкости, изливающейся из бурильных труб 10 через окно 9, смывающей шлам с шарового клапана 8.

Одинарный колонковый снаряд для бурения с местной циркуляцией жидкости, создаваемой погружным поршнем конструкции А.А.Гребенюка (ОКСМЦ-ППш) (рис.3.25,а) состоит из коронки 1 с кернорвателем пружинного типа 2, колонковой трубы 3, переходника 4, закрытой шламовой трубы 5, патрубка 6 с клапаном-шариком 7, ниппеля 8, цилиндра 9, пружины 10, поршня 11, переходника 12, штока 13 и переходника 14 с клапаном-шариком 15. В процессе бурения снаряд все время находится на забое. Циркуляция жидкости вызывается за счет расхаживания поршня 11 с помощью колонны бурильных труб через шток 13, вращение от которого передается шлицевыми выступами переходнику 12. При движении поршня 11 вниз жидкость из цилиндра 9 вытесняется в полость скважины через шаровой клапан 15. В период движения поршня вверх жидкость из скважины засасывается снизу в колонковую 3 и шламовую

5 трубы и в цилиндр 9 через клапан 7. Интенсивность циркуляции будет определяться режимом движения

забоя обеспечивается действием усилия пружины 10 и веса самого снаряда. Усилие, развиваемое сжатой пружиной, должно быть не менее 100- 150 даН. Пружина может быть заменена утяжеленными толстостенными трубами 16 (рис.3.25,6), имеющими массу 150-200 кг. Величина хода поршня составляет 25-35 см при частоте ходов 20-25 в минуту. Углубка за

Двойной колонковый снаряд для бурения с местной циркуляцией жидкости (ДКСМЦ-ППо) конструкции А.А.Гребенюка (рис.3.25,6) отличается от предыдущих наличием внутренней трубы, не вращающейся при бурении. Керноприемная труба 17 с помощью переходника 18 с шаровой опорой 19 подвешена свободно на винте 20, ввинчиваемом в переходник 4. При движении поршня 11 вверх жидкость засасывается по зазору между двумя колонковыми трубами и по внутренней трубе 17 в шламовую трубу 5 и цилиндр 9. Успешное бурение таким снарядом происходит при ритмичном расхаживании поршня. В противном случае может произойти зашламование зазоров и циркуляция жидкости прекратится. Это является одним из основных недостатков снаряда такой конструкции.

3.4.2. Колонковые снаряды, работающие с местной циркуляцией жидкости, создаваемой эрлифтом. При наличии в скважине естественного водопритока с образованием столба жидкости достаточной высоты обратная схема циркуляции жидкости может быть реализована с помощью эрлифта (рис.3.26). Буровой снаряд в этом случае имеет обычную конструкцию с одной или двумя шламовыми трубами 4, 5. Циркуляция жидкости в призабойной части скважины возникает при подаче сжатого воздуха по бурильным трубам 11 в смеситель 9, располагающийся ниже статического уровня столба жидкости. Воздух, поступающий по воздухоподводящей трубе 10 и через отверстия перфорированной трубки 8 в смеситель 9, насыщает жидкость. Образующаяся водовоздушная смесь с удельным весом меньше единицы поднимается вверх и изливается в полость скважины через отверстия в верхней части смесителя 9, расположенные выше статического уровня. Это вызывает приток жидкости внутрь колонкового снаряда через коронку 1 и движение ее к смесителю по внутреннему каналу снаряда, как показано стрелками. Захваченные при этом крупные частицы разрушенной на забое породы оседают в закрытой шламовой трубе 4, а более мелкие - в открытой 5 при движении потока жидкости вниз к забою по стволу скважины. Так осуществляется обратная схема циркуляции жидкости при бурении с эрлифтом.

В практике применяются специальные ВИТР, она не должна превышать величины  $Y = 0,45h_n$  где  $h_n$  - глубина погружения смесителя ниже уровня жидкости в скважине;  $h_x$  - длина смесителя до верхних отверстий (длина эрлифтной трубы). Все это достигается применением бурильных труб и соединений с наибольшим внутренним диаметром коронок с хорошими промывочными каналами и значительным выходом резцов за боковые поверхности. Промывочная жидкость должна хорошо очищаться от шлама, для чего в снаряд включаются шламовые трубы закрытого и открытого типа. Над шламоприемником рекомендуется устанавливать обратный шаровой клапан <5, предохраняющий керн от выдавливания столбом жидкости при подъеме снаряда.

## Глава 4. МЕТОДИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ ПОРОД ИЛИ ПРОБ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

### 4.1. ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ МЕТОДИКИ ПОЛУЧЕНИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЬНОГО КЕРНОВОГО МАТЕРИАЛА

Основным материалом, используемым при бурении геологоразведочных скважин, является керн, количество и качество которого должны удовлетворять известным требованиям. Объем получаемой керновой массы определяется выражением:

$$V = kl_p \times \frac{\pi D_k^2}{4}, \quad (4.1.)$$

где  $k$  – коэффициент, учитывающий линейный выход керна;  $l_p$  – величина углубки за рейс;  $D_k$  – диаметр керна.

При этом следует помнить, что номинальный диаметр керна должен соответствовать внутреннему диаметру коронки. Однако практически он оказывается меньше вследствие обработки керна резцами коронки, совершающей сложные движения, и потоком промывочной жидкости. Степень уменьшения диаметра керна зависит от характера породы, конструкции и условий работы породоразрушающего инструмента, что надо учитывать при подсчете полученной фактически керновой массы.

Формирование и сохранность керна при бурении скважин, как было показано ранее, зависят, прежде всего, от физико-технических свойств пород или полезных ископаемых и геологических признаков, их определяющих: минералогического состава, структуры и степени выветрелости.

На выход и качество керна влияют: способ бурения; конструкция породоразрушающего инструмента и его параметры; величина зазора между колонковым снарядом и стенками скважины; способ удаления продуктов разрушения; способ заклинивания и удержания керна в колонковой трубе; конструкция колонкового снаряда и его качество; режим бурения; продолжительность времени чистого бурения и величина углубки за рейс; состояние скважины; технология подъема снаряда и некоторые организационные факторы. Приведенные ранее данные исследований и анализ факторов, влияющих на формирование и выход керна, позволяют наметить пути и обосновать мероприятия по увеличению количества и качества кернового материала, получаемого при вращательном колонковом бурении скважин. Решается эта задача применительно к конкретным геологическим условиям бурения скважин с учетом свойств горных пород. В соответствии с геологическими условиями и характером полезных ископаемых выбирается тип породоразрушающего инструмента и конструкция бурового снаряда, способ транспортирования продуктов разрушения, качество транспортирующего агента, технология бурения и т.д.

Поэтому методикой получения представительного керна предусматривается решение всех этих вопросов и, кроме того, применение средств определения момента встречи залежи полезного ископаемого, а также подготовка скважины и бурового снаряда к бурению и др.

Наряду с приведенными сведениями можно отметить ряд общих положений, имеющих разное значение для всех случаев получения качественного керна. Это прежде всего рекомендации организационного характера, к числу которых относятся: составление проектного разреза и наличие его на буровой; наличие на буровой контрольно-измерительной аппаратуры; подбор и своевременное применение рациональных средств, обеспечивающих получение качественных проб или образцов пород, и подготовка скважины; повышение квалификации бурового персонала; постоянный контроль за выполнением основных требований и рекомендаций по отбору керна.

Следует подчеркнуть, что успешное решение вопроса получения качественных образцов пород или полезных ископаемых возможно только при тщательном изучении и анализе условий бурения и проведения некоторого объема исследований с целью подбора наиболее

рациональных средств и технологии бурения в конкретных условиях. При этом руководствуются определенными положениями, которые сводятся к следующему.

Проектировать заложение скважин при рациональном пространственном их положении относительно структурных элементов (падение и простирание) пластов пород или залежей полезных ископаемых: с рациональным углом наклона и углом встречи с плоскостями делимости пород.

Систематически использовать средства устранения действия отрицательных факторов на формирование керна технологического, технического и организационного характера (вибрации, поперечные колебания бурового снаряда, ударные нагрузки и др.; разрушающее действие потока очистного агента, сил трения, нерациональных параметров режима бурения, выполнение процесса заклинивания, срыва керна и подъемных операций и др.).

Использовать наиболее рациональные конструкции буровых снарядов.

Применять оптимальную компоновку бурового снаряда, жесткий низ, центраторы.

Выход керна существенно зависит от способа удаления продуктов разрушения и качества очистного агента. При этом следует помнить, что применение воздуха может привести к снижению выхода керна вследствие более интенсивного его истирания при бурении в трещиноватых породах.

Применять рациональную схему циркуляции очистного агента, соответствующую условиям бурения качества и расхода. Схема обратной циркуляции жидкости является наиболее благоприятной для формирования керна.

Использовать антифрикционные средства, понижающие коэффициент трения.

С целью улучшения условий формирования керна необходимо применять коронки рациональной конструкции и рациональных параметров. При этом следует учитывать, что наиболее высокий процент выхода керна в сложных условиях имеет место при бурении алмазными и твердосплавными коронками.

С целью лучшего сохранения керна рационально уменьшать величину зазора между снарядом и стенкой скважины и увеличивать длину и жесткость бурового снаряда.

Для надежного захвата и удержания керна трещиноватых или слабоустойчивых пород и полезных ископаемых при бурении ДКС наиболее рациональным является кернорвательное устройство клапанного или рычагового устройства закрытого типа.

Режимы бурения должны подбираться в соответствии с конструкцией применяемого породоразрушающего инструмента и снаряда. Чем совершеннее конструкция, тем форсированней может быть режим, а чем выше механическая скорость бурения, тем лучше сохраняется керн.

С целью, повышения качества керна в некоторых случаях рекомендуется снижать величину углубки за рейс. Но это приводит к снижению производительности труда и не всегда повышает выход керна. Применение снарядов рациональной конструкции позволяет проходить за рейс в сложных геологических условиях до 1,5-2,0 м без существенного снижения качества и количества получаемого керна.

Грамотное ведение процесса бурения, выполнение основных требований и рекомендаций по отбору керна является неременным условием решения вопроса получения качественных керновых проб или образцов.

Одним из важных мероприятий, связанных с отбором проб полезных ископаемых, является подготовка бурового снаряда и скважины. Перед бурением по полезному ископаемому буровой снаряд должен быть тщательно отрегулирован в соответствии с инструкцией по эксплуатации и проверен в действии. Скважина должна быть очищена от шлама интенсивной промывкой. Заканчивается промывка при отсутствии шлама в жидкости, вытекающей из скважины. Глинистый раствор должен быть заменен или хорошо очищен от шлама, очищена желобная система. Оставшийся в скважине керн от предыдущего рейса должен быть извлечен, в особенности при работе ДКС с алмазными коронками. Столбик керна в кровле пласта полезного

ископаемого должен быть сорван или разрушен долотом. Извлечение кусочков керна может осуществляться пружинным кернозахватывающим устройством или пауком.

Перед бурением по полезному ископаемому должен производиться контрольный замер глубины скважины с участием представителей геологического отдела, проверена исправность контрольно- измерительных приборов и состояние бурового оборудования.

Бурение по полезному ископаемому должно осуществляться при наиболее рациональном для данных условий режиме с соответствующей величиной углубки за рейс.

По окончании бурения срыв керна и подъем снаряда необходимо осуществлять с соблюдением установленных правил, обеспечивающих наибольший эффект. Эти правила должны быть вывешены на каждой буровой вышке.

Извлечение пробы или образца из снаряда должно выполняться так, чтобы было сохранено их естественное состояние и последовательность расположения кусочков. Для этого снаряд должен быть разобран. Нельзя "вытряхивать" керн из подвешенного на тросе снаряда. Керн мягких пород рекомендуется выдавливать промывочной жидкостью. После извлечения керн следует обмыть чистой водой, уложить в керновый ящик и задокументировать. Образцы и пробы, отбираемые для специальных исследований (инженерно- геологических, на газоносность), с целью сохранения естественных условий парафинируют или герметизируют. Угольные пробы помещаются в тару с водой.

| Основанием для принятия тех или иных решений всегда должен быть анализ условий формирования керна и причин, вызывающих снижение его представительности/ я-зл/КЯ

## **4.2. СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЬНОСТИ КЕРНОВОГО МАТЕРИАЛА ПРИ БУРЕНИИ СКВАЖИН В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ**

Рассмотрим некоторые конкретные вопросы методики отбора проб полезных ископаемых или образцов пород в соответствии с классификацией их по трудности получения керна (см. табл.1.11).

Получение качественного керна наиболее сложно осуществлять при бурении в породах или полезных ископаемых первой группы, представляющих собой массу несвязных частиц или обломков. В таких условиях необходимо устранять главным образом отрицательное действие потока промывочной жидкости или воздуха, выносящего мелкие частицы. Для того чтобы улучшить условия формирования керна, необходимо придавать устойчивость керну, восстанавливая связь между частицами. Получить образцы по таким образованиям можно: при бурении ДКС с промывкой качественным глинистым раствором; при бурении снарядами с местной циркуляцией глинистого раствора (безнасосным способом); при бурении с продувкой (в некоторых разновидностях пород этой группы); при бурении "всухую" шнекоколонковыми снарядами (в слабоувлажненных песках); при бурении грунтоносами. В таких условиях получают образцы в виде шлама (рыхлой массы). Успех решения задачи в значительной степени зависит от технологии бурения.

Режим промывки скважины и качество раствора в этом случае играют особо важную роль. Скорость циркуляции жидкости должна быть ограниченной, а водоотдача глинистого раствора минимальной (4-5 см<sup>3</sup> за 30 мин). Раствор должен образовывать тонкую плотную корку.

При безнасосном бурении особое значение имеет частота расхаживания снаряда. В рыхлых несвязных породах (песках) частота "качаний" снаряда должна быть максимальной - до 50-60 в минуту, в песчано-глинистых - до 25-30. Высота подъема снаряда - от 5 до 15 см. Осевая нагрузка на забой подбирается в зависимости от диаметра скважины и обычно определяется весом снаряда. Частота оборотов снаряда должна иметь средние значения и подсчитывается, исходя из скорости вращения коронки 0,8-1,0 м/с. Углубка за рейс ограничивается величиной 0,5-0,7 м.

В случае применения снарядов без кернозахватывающих устройств осуществляется затирка керна всухую в интервале 5-10 см перед подъемом снаряда. Подъем в этом случае следует

производить плавно, без рывков и ударов при посадке снаряда на подкладную вилку. С целью лучшего удержания керна в этом случае осевой канал в снаряде рекомендуется перекрывать шаровым клапаном, сбрасываемым перед подъемом по колонне бурильных труб. Во время извлечения керна из снаряда шарик следует удалять.

Получение качественного керна в породах второй группы возможно только при использовании специальных колонковых снарядов, осуществляя бурение с промывкой глинистым раствором на рациональных режимах, обеспечивающих наиболее высокую скорость углубки. Керн должен предохраняться от действия потока промывочной жидкости, сил трения, толчков и ударов снаряда, от самозаклинивания и истирания более мягких участков. В таких условиях наиболее рациональным средством повышения выхода и качества керна является применение ДКС с промывкой глинистым раствором или снарядов с местной обратной циркуляцией жидкости (без расхаживания).

В случае бурения обычным колонковым снарядом рационально задавать скважины по возможности под небольшим углом встречи с плоскостями делимости: слоистости, отдельности, прожилков, трещин и т.д.; применять алмазные и твердосплавные коронки, осуществлять обратную циркуляцию жидкости, вести бурение на оптимальных режимах.

Режимы бурения в этом случае подбираются в соответствии с конструкцией применяемых снарядов и ПРИ. Чем более совершенны технические средства, тем форсированнее может быть режим бурения и наоборот. В последнем случае будет снижаться производительность труда. Во избежание этого рационально применять ДКС со съёмным кернаприемником, в особенности при бурении глубоких скважин. Режим бурения должен подбираться с таким расчетом, чтобы скорость бурения была возможно большей, в связи с чем сокращается время действия отрицательных факторов, снижающих качество и выход керна.

При безнасосном бурении число качаний снаряда должно быть 15-18 в минуту, скорость вращения 2-1,2 м/с, осевая нагрузка - в пределах 300-800 даН на коронку, высота подъема снаряда 5-10 см.

Углубка за рейс в случае применения рациональных снарядов и режимов может быть от 1,0 до 2,5 м, если она не определяется мощностью пласта или другими факторами. Для срыва и удержания керна в таких условиях рационально использовать кернаприводные устройства. Затирка всухую в этом случае ведет к частым потерям керна и ухудшению его качества.

В случае избирательного истирания керна следует прибегать к сбору шлама и мути при бурении или расширению ствола скважины. Весьма эффективным средством повышения выхода керна при бурении обычными колонковыми снарядами является применение обратной схемы промывки. В этом случае устье скважины оборудуется специальным устройством, позволяющим нагнетать жидкость по стволу скважины к забою. Иногда прибегают к обратной схеме продувки за счет отсасывания воздуха из скважины по бурильным трубам (вакуумный метод). Такой способ удаления продуктов разрушения улучшает условия формирования керна, позволяет собирать более представительные шламовые пробы, снижает износ колонковых труб (так как в скважине шлам не накапливается), исключает прихват снаряда шламом, облегчает заклинивание керна, сокращает расход коронок. Эти и другие преимущества особенно проявляются при бурении алмазным ПРИ. В сложных геологических условиях особенно целесообразно прибегать к бурению с гидро- или пневмотранспортом кернавого материала.

Схема обратной циркуляции промывочной жидкости при бурении с двойной колонной БТ позволяет осуществлять непрерывную транспортировку керна по бурильным трубам (гидротранспорт) при бурении скважин небольшого диаметра, особенно горизонтальных и восходящих (из подземных выработок). Это способствует улучшению качества и выхода керна при высокой производительности труда.

Получение качественных образцов пород или проб полезных ископаемых третьей группы существенно зависит от их характера и свойств. При бурении в породах глинистого состава, вязких, разбухающих и размываемых потоком промывочной жидкости, теряющих связи при

насыщении водой, рационально применять глинистый раствор и снаряды с ребристыми коронками. Бурение следует вести на форсированном режиме.

В случае бурения мерзлых пород, оттаивающих при обычных способах бурения (растепляющихся) и теряющих устойчивость, получение качественных керновых образцов можно обеспечить применением растворов: раствор поваренной соли в воде (табл.4.1); охлаждаемые до нужной температуры дизельное топливо или керосин, максимальная температура замерзания которых  $-60^{\circ}$ , или охлажденный сжатый воздух (при бурении с продувкой).

Таблица 4.1.

Концентрация соли, %	Количество сухой соли на 1 м <sup>3</sup> воды, кгс	Удельный вес раствора при 15 °С	Температура замерзания раствора, °С
0,1	1,0	1,00	0
1,5	15,2	1,01	-0,9
2,9	29,9	1,02	-1,8
4,3	45,0	1,03	-2,6
5,6	59,0	1,04	-3,5
7,0	75,0	1,05	-4,4
8,3	90,0	1,06	-5,4

Наконец, получение качественного керна по легко растворимым солям возможно только при бурении с промывкой концентрированным раствором разбуриваемых солей или с продувкой сжатым воздухом. С целью предохранения керна от размывающего действия потока жидкости рационально применять обратную промывку с гидротранспортом керна. Бурение должно осуществляться на форсированном режиме.

В породах четвертой группы получение качественного керна возможно при обычных способах бурения с соблюдением общих правил рационального ведения процесса бурения и подъема бурового снаряда с керном.

Из приведенной информации видно, что в наиболее сложных случаях - при бурении в породах I и II групп и частично в III - получение достаточно, качественного керна возможно только с помощью специальных колонковых снарядов. При этом наибольший успех могут обеспечить только универсальные конструкции снарядов, работающих безотказно и гарантирующих сохранение керна во время бурения, заклинивание керна и удержание его во время подъема.

#### **4.3. ПОЛУЧЕНИЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЬНЫХ ПРОБ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ПРИ ИЗБИРАТЕЛЬНОМ РАЗРУШЕНИИ КЕРИОВОГО МАТЕРИАЛА**

Известно, что уменьшение процента выхода керна снижает достоверность получаемых данных при разведке полезных ископаемых. При этом искажается мощность залежей, процентное содержание полезных компонентов и другие показатели. Причем последний показатель зависит не столько от процента выхода керна, сколько от избирательности разрушения материала, слагающего керна. При резко выраженной способности керна разрушаться избирательно результаты опробования даже при достаточно высоком проценте его выхода могут оказаться неудовлетворительными. Борьба за повышение качества керна обычно приводит к удорожанию работ и снижению производительности труда.

Одним из способов решения проблемы опробования в таких условиях является использование шламового материала и мути для целей опробования полезных ископаемых. Шламом обычно называют продукт разрушения породы, получающийся при бурении скважин, - частицы породы размером более 0,25 мм, легко осаждающиеся из промывочной жидкости. Более



мелкие фракции, размером менее 0,25 мм, оседающие медленнее, получили название мути. Шлам и муть могут служить дополнительным или самостоятельным материалом при опробовании полезных ископаемых. При этом возможны различные варианты решения задачи: сбор шлама, мути и керна в процессе колонкового бурения скважин; сбор шлама при бескерновом бурении скважин (сплошным забоем); сбор шлама при расширении ствола скважины после ее сооружения. Исследованиями различных организаций показаны возможности применения того или иного способа решения задачи [12-14].

Сбор шлама, мути и керна в процессе колонкового бурения скважин при прямой схеме циркуляции очистного агента является наименее достоверным способом. Это объясняется тем, что восходящий поток, воздействуя на стенки скважины, обогащается частицами полезного ископаемого и пустых пород. При этом полное отделение этих частиц от промывочной жидкости осуществить очень трудно, поэтому часть из них циркулирует вместе с жидкостью, часть оседает в шламовой трубе, а часть - в циркуляционной системе на поверхности. Более перспективным является применение местной (особенно обратной) циркуляции жидкости или бурение с продувкой воздухом.

В табл.4.2 приводятся данные Е.С.Ахмеджанова, характеризующие содержание полезного компонента, полученные в различных условиях при бурении с продувкой. Из этих данных видно, что весовой выход материала пробы по керну низкий. Более высоким является выход объединенной пробы, полученной по керну и шламу. Соответственно и содержание полезного компонента, определяемое только по керну, заметно отличается от данных, полученных по контрольным пробам. Однако содержание, определяемое по керну и шламу, довольно близко к данным, полученным по контрольной пробе. Содержание, определяемое только по шламовой пробе, также не всегда отвечает действительности.

Использование шлама и мути для корректирования керновых проб при избирательном истирании керна позволяет получить наиболее достоверные данные, как это видно из табл.4.3, по данным Г.Б.Крылова и Г.А.Паркадзе.

Таблица 4.2.

Месторождение	Средний выход керна по рудным телам, %	Весовой выход материала пробы, %		Среднее содержание полезного компонента в рудном материале, усл. ед.		
		по керну	по керну и шламу	по керна-вой пробе	по керна-вой и шламовой пробе	по контрольной пробе из шурфа
Флюоритовое	27,3	7,8	61,0	8,0	14,7	15,6
Медно-молибденовое	37,0	10,0	93,0	2,3	3,5	3,4
Полиметаллическое	43,0	43,0	84,0	7,2	5,9	6,0
Золоторудное А	35,8	8,3	89,0	10,2	10,5	10,0
Золоторудное Б	46,0	15,0	95,0	8,4	4,6	4,5

Таким образом, при избирательном истирании керна необходимо проводить сбор шлама и мути с целью получения более достоверных данных.

Таблица 4.3

№ скважин	Содержание материала, усл. ед.		
	при бороздовом опробовании (контроль)	при бурении алмазными коронками	
		в керне	в шламе и мути

50	96	77	111	94
49	68	59	96	78
55	87	58	146	102
142	86	134	70	95
54	71	37	80	58

При бескерновом бурении сбор шлама является единственным средством получения фактического материала, не считая отбора образцов из стенок скважины. Наиболее успешным в этом случае является сбор шлама при вращательном бурении с продувкой воздухом и при ударном способе бурения. Учитывая, что бескерновое бурение (сплошным забоем) в ряде случаев более производительное, такой способ опробования может быть рекомендован для широкого использования в практике работ при разведке штокверковых месторождений с неравномерным распределением полезных ископаемых и избирательном истирании керна. По данным Е.С.Ахмеджанова, среднее содержание свинца в условных единицах при бескерновом бурении с продувкой и опробовании по шламу составило 11,8, а по каротажу - 12,0.

Как видно отсюда, шламовые пробы, полученные при бурении шарошечными долотами, оказываются достаточно представительными.

Сбор шлама, как отмечалось ранее, может осуществляться на поверхности и в призабойной части скважины с использованием различных средств и устройств.

С целью снижения интенсивности избирательного истирания кернового материала в ряде случаев рационально уменьшать угол встречи скважины с плоскостями слоев, подвергающихся истиранию. Но в этом случае следует принимать меры, предупреждающие самозаклинивание керна, которое приводит к снижению углубки за рейс.

#### **4.4. МЕРЫ БОРЬБЫ С САМОЗАКЛИНИВАНИЕМ КЕРНА В ПРОЦЕССЕ БУРЕНИЯ СКВАЖИН**

Как было отмечено ранее, самозаклинивание керна является одним из факторов, снижающих не только представительность кернового материала, но и производительность труда при колонковом бурении скважин, так как часто, в особенности при бурении в трещиноватых породах, это является причиной прекращения рейса и преждевременного подъема бурового снаряда.

Механизм и причины самозаклинивания керна были рассмотрены ранее. Большое внимание этому процессу уделялось и в работах многих исследователей [6,8,9], на основании которых можно наметить и меры борьбы с этим явлением: меры предупредительного характера, принятие которых существенно снижает вероятность самозаклинивания керна, и меры борьбы с возникающим самозаклиниванием керна.

К числу мер первой группы относится прежде всего применение рациональных средств и технологий бурения скважин с учетом конкретных геолого-технических условий, а также всех причин, вызывающих самозаклинивание керна. Такими мерами могут быть следующие:

Применение технических средств, снижающих или исключаящих разрушение керна (сламывание, скалывание или дробление). К таким средствам относится применение:

- а) породоразрушающих инструментов рациональной конструкции с оптимальным профилем торца коронки (прямой конус) и вооружением (алмазы, твердые сплавы);
- б) буровых снарядов рациональной конструкции и параметров, в хорошем техническом состоянии, работающих без вибрации, толчков и поперечных колебаний, обладающих достаточной жесткостью, прямолинейностью и длиной, при работе которых максимально устраняется действие отрицательных факторов на процесс формирования керна (ДКС, ССК);
- в) хорошо сбалансированной, достаточно жесткой колонны бурильных труб;
- г) утяжеленных бурильных труб и центраторов бурового снаряда;

д) колонковых (керноприемных) труб с гладкой поверхностью внутренней стенки (отшлифованной, покрашенной или покрытой антифрикционным материалом);

е) промывочных жидкостей с антифрикционными добавками.

Применение керноберегающей технологии бурения, элементами которой являются:

а) обратная схема циркуляции очистного агента с интенсивным удалением продуктов разрушения;

б) бурение с возможно меньшим количеством периодов прекращения циркуляции очистного агента и подъемом бурового снаряда на высоту 0,5-1 м от забоя в случаях ее прекращения;

в) периодическая очистка призабойной части скважины от продуктов разрушения и удаление остатков кернового материала или кусков породы;

г) увеличение циркуляционных зазоров между керном и буровым снарядом с целью интенсивного удаления крупных частиц Шлама и уменьшение зазоров между буровым снарядом и стенкой скважины;

д) снижение величины сил, способствующих расклиниванию и отрыву керна от массива (забоя) за счет уменьшения коэффициента трения с помощью антифрикционных добавок в промывочную жидкость, устранения действия прямого силового потока очистного агента (применение обратной схемы его циркуляции или ДКС);

е) применение сигнализаторов заклинивания керна в керноприемной трубе: ТДН-0 (рис.3Л 5); КССК-СКБ (рис.3.18);

ж) бурение скважин при рациональной величине угла пересечения буровым снарядом плоскостей делимости пород (скола керна) с учетом того, что с увеличением этого угла уменьшается возможность самозаклинивания керна.

В условиях частого самозаклинивания керна с прекращением углубки скважины рекомендуется применять буровые снаряды с устройством вибрационно-ударного действия, с помощью которого возможна ликвидация подклинивания керна без подъема снаряда на поверхность.

К такому типу снарядов относятся: ССК-59ЭВ (см. рис.3.20). Известны и другие конструкции снарядов с вибрирующей при бурении, керноприемной трубой (ДКС-4 конструкции А.А. Гребенюка, ДСАВ- 59 конструкции КазИМС, Донбасс НИЛ-Ш).

## Глава 5 СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗЦОВ ПОРОД ИЛИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ИЗ СТЕНКИ СКВАЖИН ПОСЛЕ ИХ БУРЕНИЯ

### 5.1. Общая характеристика и классификация средств получения образцов пород или проб полезных ископаемых из стенки скважин

Для того чтобы шламовые пробы были достаточно представительными, отбор шлама должен производиться в определенных условиях, основными из которых являются: отсутствие потерь промывочной жидкости или воздуха в интервале взятия пробы; вынос всех частиц разбуриваемого материала независимо от их размеров и плотности пород; отсутствие привноса в шламовую пробу материала с других интервалов (со стенок скважин) и др. Поэтому при отборе шламовых проб скважина должна быть полностью очищена от шлама, а стенки неустойчивых пород закреплены.

По характеру взаимодействия рабочего органа с породой или способу внедрения его в породу можно выделить: керно- и пробоотборники режущего, режуще-скалывающего, дробящего (ударного) и термодинамического действия. В соответствии с этим конструктивно рабочий орган керно- или пробоотборников может быть выполнен в виде: стакана-штампа, погружаемого статическим или динамическим усилием; колонковой трубы с коронкой - сверлящего действия; дисков, вырезающих образец в форме клина; термодинамических горелок, вырезающих (выплавляющих) образцы конической формы; скребков, ножей-расширителей или фрезеров, срезающих тонкий слой со стенки скважин или фрезерирующих ствол; в виде отбойника и др.

По характеру работы снарядов или виду применяемой энергии керно- и пробоотборники могут быть: механические с приводом на поверхности или в скважине, стреляющие и термодинамические. Спускаются такие средства в скважину на бурильных трубах, на кабеле или на тросе.

Наконец, по количеству опробуемых интервалов (мест взятия образцов) за один рейс снаряды могут быть однократного или многократного действия. При этом керноотборник может иметь один повторно действующий рабочий орган или несколько, работающих последовательно или одновременно, с маганизированием керна или шлама или с подъемом каждого образца (керна) отдельно в снаряде.

Все современные средства отбора проб или образцов из стенки скважин можно классифицировать с учетом указанных основных признаков (табл.5.1). Кроме основных групп, выделенных в таблице, могут быть и комбинированные типы устройств.

Таблица 5.1

Классификация средств отбора проб полезных ископаемых и образцов пород из стенки скважин (по С.С Сулакшину)

Тип керно- или пробоотборника	Способ отбора образцов или пробы	Условия применения средств и характер получаемых образцов	Способ привода в действие керно- или пробоотборника
I Боковые керно- или пробоотборники режущего действия	Задавливание стакана-штампа статическим усилием	мягких породах - виде столбика-керна	Перемещение снаряда вдоль оси скважины при подъеме и действие гидравлики или пружины. Гидростатическое давление

			столба жидкости.
	Вращение бурового снаряда с коронкой	В породах любой твердости - в виде столбиков керна	Гидравлическая подача. Вращение вала турбобура или колонны бурильных труб. Перемещение зубчатой рейки под действием гидростатического давления столба жидкости. Специальные двигатели: электрические, гидравлические или турбореактивные, пороховые
	Вырезание образцов вращающимися дисками (фрезами) Срезание тонкого слоя со стенки скважины при вращении снаряда (фрезерование) Срезание слоя (борозды) со стенки скважины при осевом перемещении и пробоотборника	В твердых породах - в виде кусков клиновидной формы  В породах до средней твердости - в виде продуктов разрушения  в породах невысокой твердости - в виде продуктов разрушения	Погружной электродвигатель  Вращение колонны бурильных труб  Перемещение снаряда вдоль стенки скважины с помощью троса или бурильных труб
II Боковые пробоотборник и режущескалывающего действия	Срезание-скалывание слоя (борозды) со стенки скважины	В породах средней и выше средней твердости - в виде продуктов разрушения	Действие ударных и осевых нагрузок (вибраций) и перемещении пробоотборника вдоль ствола скважины

		я	
<u>III. Боковые керноотборник и дробящего (ударного) действия</u>	<u>Внедрение стакана-штампа (бойка) под действием динамической нагрузки</u>	<u>В породах мягких и средней твердости в виде столбика или разрушенной массы (кусочков)</u>	<u>Действие взрыва</u>
IV. Боковые пробоотборник и термодинамического действия	Обуривание (вырезание) образца струей раскаленных газов	В породах высокой твердости в виде кусков конической формы	Воспламенение горючей смеси

Применение того или иного устройства для отбора проб или образцов из стенки скважины определяется характером пород, залегающих в изучаемом интервале, глубиной и диаметром ствола скважины, целью исследований. В общем случае такие устройства должны обеспечить: отбор проб или образцов пород любой твердости; представительность пробы; высокую точность взятия пробы в требуемом интервале; отбор проб на любой глубине; высокую производительность.

При всем этом устройство должно быть простым, надежным и экономичным в эксплуатации, легко транспортируемым в любых условиях проведения работ.

## 5.2. БОКОВЫЕ КЕРНО И ПРОБООТБОРНИКИ РЕЖУЩЕГО ДЕЙСТВИЯ

К этой группе относятся устройства, работающие при задавливании керноотборника в стенку скважины действием статической нагрузки; углубляющиеся при вращении и создании осевого усилия; вырезающие образцы клиновидной формы; срезающие со стенок скважин тонкий слой при вращении снаряда или перемещении его вдоль оси скважины. Во всех этих случаях происходит механическое разрушение породы, как при обычных механических способах бурения скважин.

Керноотборники (грунтоносы), залавливаемые в стенку скважины, рабочим органом которых является стакан- штамп с острым режущим торцом, имеют несложное устройство. ; Внедрение штампа может осуществляться за счет перемещения самого снаряда вдоль оси скважины при его подъеме с помощью гидравлики; только за счет действия гидростатического давления столба жидко-, ста, заполняющей скважину, или давления жидкости, создаваемого ^ насосом; наконец, за счет вращения колонны бурильных труб. К этой группе относятся керноотборники конструкции ВСЕГЕИ; Покальчука А.С., Кар- ташова В.С., Григоряна Н.Г.; СО АН СССР; Шамшева Ф.А. и И.Калужного, Калякина В.А. и др.

Боковой керноотборник А.С.Покальчука (рис.5.1) отличается тем, что имеет восемь стаканов-штампов 5, отжимаемых пружиной 9 при спуске и подъеме вверх. Поворачивание стаканов при отборе образцов осуществляется давлением поршня 3, перемещаемого

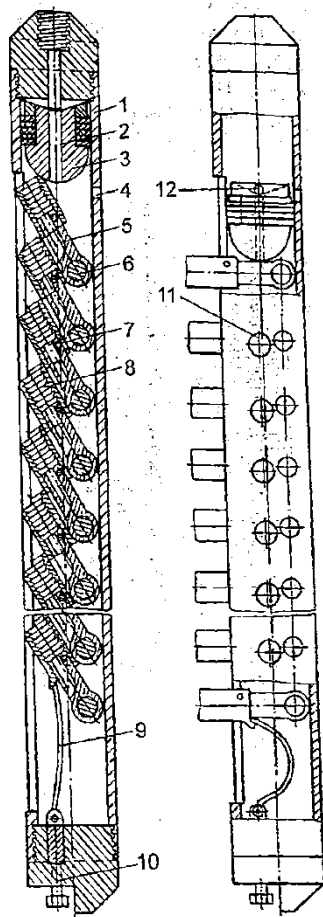


Рис.5.1. Боковой  
керноотборник  
вдавливаемого действия  
конструкции  
А.С.Покальчука:

- 1 - корпус  
керноотборника;
- 2 - канал;
- 3 - поршень;
- 4 - дренажное отверстие;
- 5 - шток;
- 6 - ось;
- 7 - шпилька;
- 8 - стакан;
- 9 - плоская пружина; 10 -  
винт регулировочный;
- 11 - окно для извлечения  
шпилек;
- 12 - шарик

а

б

жидкостью. После спуска снаряда на заданную глубину по колонне труб сбрасывается шарик 12, перекрывающий отверстие в поршне 3, и включается насос. Давлением жидкости, нагнетаемой насосом, поршень движется вниз, отклоняя стаканы до упора их в стенку скважины. Одновременно снаряд поднимают. В момент, когда стаканы займут горизонтальное положение (рис.5.1,б), поршень откроет отверстие 4 в корпусе грунтоноса 1, через которое нагнетаемая насосом жидкость будет сбрасываться в полость скважины. Давление в нагнетательной линии резко упадет, что фиксируют по манометру. Это является сигналом о задавливании стаканов в стенку скважины. Насос отключают и снаряд опускают ниже. Стаканы возвращаются под действием пружины в исходное положение (рис.5.1,а), после чего керноотборник поднимают на поверхность. Если в опробываемом интервале залегают более крепкие породы и стаканы не вдавливаются в стенку, то срезаются предохранительные шпильки 7 и стаканы 8 надвигаются на штоки 5. Этим предупреждается расклинивание снаряда в скважине.

Недостатком такого керноотборника является то, что при подъеме выход для жидкости из бурильных труб перекрыт. Это может привести к повторному срабатыванию керно-отборника под действием гидростатического давления столба жидкости и создает неудобство в работе бригады при развинчивании труб. Кроме того, керноотборник позволяет получить образцы за один рейс только в одном интервале.

Боковые керноотборники залавливаемого действия конструкции СО АН СССР (рис.5.2,а) рычажного типа приводятся в действие гидростатическим давлением столба жидкости с помощью цилиндров прямого 2 и обратного 5 хода. Поршни цилиндров связаны одним

штоком 3 с рычажной системой 7, имеющей два стакана-штампа 8. После спуска керноотборника до места отбора образца взрывается пиротехнический патрон 1, в результате чего открывается доступ жидкости в цилиндр прямого хода. Под давлением жидкости на поршень шток 3 перемещается вниз и передает движение на рычаги 7. Стаканы 8 задавливаются в стенки скважины (рис.5.2,б). Если прочность пород оказывается слишком большой, срезается предохранительная шпилька 6 и шток 3 делает холостой ход. В конце прямого хода поршень сла

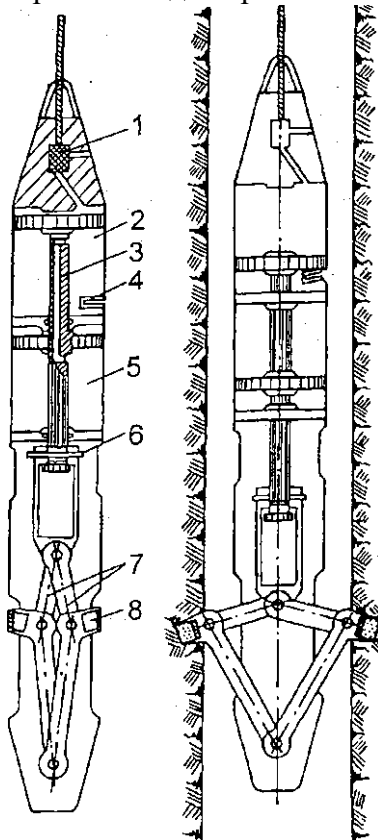


Рис.5.2. Схема устройства бокового керноотборника залавливаемого действия конструкции СО АН СССР:  
 1 - пиротехнический патрон;  
 2 - цилиндр прямого хода;  
 3 - полый шток;  
 4 - палец (пробка);  
 5 - цилиндр обратного хода;  
 6 - предохранительная шпилька;  
 7 - рычаги;  
 8 - стакан- штамп

мывает чугунный палец 4, в результате чего открывается доступ жидкости через канал в штоке 3 и в цилиндре 5 обратного хода. Под действием избыточного давления снизу на поршень обратного хода стаканы извлекаются из стенок скважины, вся система возвращается в исходное положение (рис.5.2,а) и керноотборник поднимается на поверхность.

Боковые керноотборники, действующие с помощью, гидравлической подачи, предназначены для отбора образцов путем за- ливания стаканов в стенки скважины, сложенные породами невысокой твердости. В отличие от ранее приведенных конструкций, внедрение штампов в этом случае происходит под давлением жидкости, нагнетаемой насосом с поверхности земли или встроенным в конструкцию керноотборника с приводом от электромотора.

Боковой керноотборник конструкции Ф.А.Шамшева и И.Калужного (рис.5.3) снабжен несколькими стаканами 5, выполняющими роль дифференциальных поршней с кернорвательными пластинками 6. После спуска керноотборника по колонне бурильных труб нагнетается жидкость, попадающая через водораспределитель 4 в левую камеру. Давлением жидкости порядка 12-15 даН/см<sup>2</sup> стаканы-поршни 5 вдавливаются породу. При этом срабатывает водораспределитель и жидкость начинает поступать в кольцевые полости цилиндров (правая камера), сообщающиеся друг с другом. Стаканы с образцами пород возвращаются в исходное положение. Таким образом, керноотборник позволяет взять несколько образцов с одного интервала.



Керноотборники вращательного типа применяются для отбора образцов в породах любой категории. Все конструкции керноотборников этой группы имеют в качестве рабочего органа колонковый снаряд, оснащаемый коронкой того или иного типа в зависимости от характера пород. Погружение рабочего органа осуществляется вращением коронки и действием осевого усилия подачи. Отличительными особенностями таких керноотборников являются способы привода в действие механизма керноотборника, как было отмечено ранее.

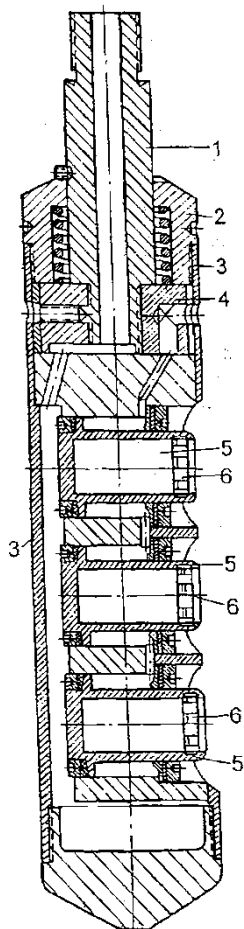


Рис.5.3. Боковой керноотборник гидравлического действия конструкции Ф.А.Шамшева и И.Калужного :  
 1 - шпindelь;  
 2 - корпус;  
 3 - труба;  
 4 - водораспределительное устройство;  
 5 - стаканы-поршни;  
 6 - кернозахватывающие пластины

Боковые керноотборники (БК), приводимые в действие валом турбобура или вращением колонны бурильных труб конструкции ВНИИБТ; СО АН СССР; Левченко Н.С. и др., спускаются в скважину на бурильных трубах и приводятся в действие либо от вала турбобура, либо от колонны бурильных труб. Используются такие пробоотборники при бурении скважин большого диаметра главным образом на нефть и газ.

К керноотборникам сверлящего действия, имеющим индивидуальный привод, относится сверлящий грунтонос СГ-110, конструкции И.Н.Соколова, который может быть использован в скважинах диаметром не менее 110 мм.

Боковой керноотборник СГ-150 конструкции И.Н.Соколова представляет собой сложный агрегат, состоящий из собственно керноотборника (машины) и станции управления, смонтированной на автомобиле. Керноотборник, спускаемый в скважину на кабеле, (рис.5.4), имеет два электромотора, один из которых 1 через редуктор; 3, и систему карданной 4 и зубчатой передач приводит в действие 5 керноотборника, а второй 2 приводит в действие масляный насос 6, подающий масло через специальные клапаны 7-9 в гидросистему 10 подачи бура и в гидросистему 11, 12 распорного устройства. С помощью гидравлической системы осуществляется полное управление механизмами керноотборника по системе трубопроводов РВ, РН ("распор вперед" и "распор назад") и БВ, БН ("бур вперед" и "бур назад"), Выбуренный керн магазинируется в керноприемной кассете 13.

После спуска керноотборника на заданную величину с пульта управления включается электродвигатель насоса. Керноотборник в скважине раскрепляется. После этого давление в системе поднимается настолько, что откроется клапан 9 подачи бура и масло пойдет в нижнюю полость цилиндра 10. Давление в маслосистеме регулируется предохранительными клапанами, а скорость подачи бура - дросселем 15.

Когда поршень цилиндра 10 находится в исходном положении, с витками сопротивления 14 соприкасается контакт К и на пульте управления станции загорается зеленая лампочка. По мере перемещения поршня и подачи бура контакт К скользит по сопротивлению, что отмечается прибором на пульте станции управления. Для возвращения бура и распоров в исходное положение электромоторы переключают на обратный ход. При этом сначала возвращается бур, а затем убираются распоры. Керн отрывается кернорвателем цангового типа. Затем процесс повторяется в другом интервале. Выбуренный керн выталкивает из бура в кассету ранее полученный керн. За один рейс, таким образом, отбирается до 10 образцов в разных интервалах скважины.

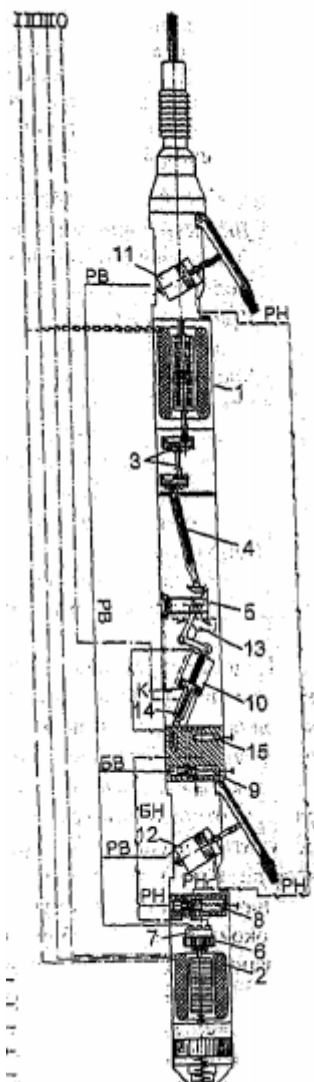


Рис.5.4. Боковой керноотборник СГ-150:  
 1, 2 - электромоторы;  
 3 - редуктор;  
 4 - кардан;  
 5- зубчатая передача;  
 6 - масляный насос;  
 7-9-клапаны;  
 10-12 - гидроцилиндры; 13 - керноприемная кассета;  
 14 - сопротивление;  
 15 - дроссель

Недостатками такого устройства являются его сложность и громоздкость (специальная станция), что ограничивает область его применения, высокая стоимость и возможность спутать образцы с разных интервалов, собранные в одну кассету.

Боковые пробоотборники фрезерующего действия относятся к группе снарядов, с помощью которых возможно получить образцы в виде разрушенной массы породы или

полезных ископаемых. В отличие от керноотборников, такие снаряды предлагается называть несколько условно боковыми пробоотборниками (БП).

Боковые пробоотборники применяются для отбора проб (образцов) в породах невысокой твердости. Отбор проб заключается в срезании (фрезеровании) стенок скважины при вращении пробоотборника (с этим связано расширение ствола) или при перемещении его вдоль оси скважины (по типу бороздового опробования). Используются такие средства при бурении геологоразведочных скважин не большого диаметра в породах невысокой твердости или в случае необходимости получения проб большого веса.

Боковые пробоотборники, действующие при вращении бурильных труб, имеют наибольшее применение. Сюда относятся: пробоотборники-расширители конструкции Формского, Успенского, углерезопробователь Коломийцева, расширитель-пробоотборник конструкции САИГИМС и др.

Пробоотборник конструкции Формского является расширителем с гидрореечным механизмом (рис.5.5,а). После спуска пробоотборника в скважину по колонне труб подается жидкость, давлением которой поршень 3 со штоком 4 и вилкообразной зубчатой рейкой 5 перемещается вниз, поворачивая ножи-расширители 7 вокруг оси 6. При одновременном вращении снаряда ножи, оснащенные резцами, разрушают породу в стенке скважины. Срезаемая породная масса собирается в бункере 8. После проработки скважины в требуемом интервале прекращают подачу жидкости, выключают вращение и поднимают снаряд на поверхность. Полученную пробу извлекают из бункера и документируют. Боковой пробоотборник-расширитель конструкции САИГИМСа (рис.5.5,б) служит для взятия проб твердых полезных ископаемых. Пробоотборник состоит из шарошечного расширителя 2 и двух шламоулавливающих труб - нижней 3 и верхней 1. В нижней трубе собирается проба, а верхняя служит для улавливания шлама, поступающего сверху, с целью предохранения пробы от засорений. Нижняя шламовая труба 3 делается разрезной и стягивается болтами 4, что позволяет отбирать секционные пробы по интервалам, так как при извлечении пробы не нарушается последовательность ее сбора.

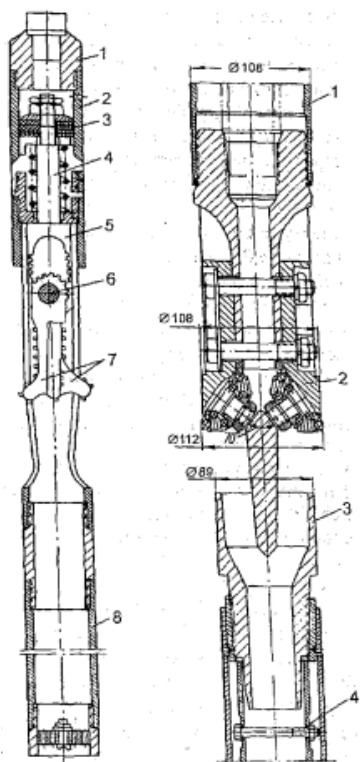


Рис.5.5. Боковые пробоотборники-расширители вращательного действия:

а - конструкции Формского:

- 1 - переходник;
- 2 - цилиндр;
- 3 - поршень;
- 4 - шток;
- 5 - рейка;
- 6 - палец;
- 7 - ножи с резцами;
- 8 - бункер-шлamosборник;

б - конструкции САИГИМС:

- 1, 3 - шламоулавливающие трубы;
- 2 - шарошечное долото;
- 4 - стяжной болт

а

б

Боковые керноотборники, действующие при перемещении вдоль оси скважины, используются для отбора образцов пород или проб полезных ископаемых невысокой твердости.

Боковой пробоотборник конструкции А.А.Зверюги (гидравлический или бороздовый) по устройству аналогичен пробоотборникам вращательного действия (рис.5.6,а). Спускается пробоотборник на бурильных трубах. Под давлением жидкости поршень 3 со штоком 8 и рейкой 9 перемещается вниз, поворачивая скребки 11 вокруг пальцев 10. При движении снаряда вверх резцы 12 срезают со стенок скважины породу, кусочки которой по желобкам 13 поступают в шламоборник 14. После взятия пробы в заданном интервале насос выключают и пробоотборник поднимают на поверхность.

Боковой пробоотборник ГНБ-70 (грунтонос боковой бороздовый конструкции ЦНИИМПС) предназначен для отбора образцов грунтов из скважины при инженерно-геологических исследованиях и может быть использован для отбора проб полезных ископаемых. Пробоотборник состоит из корпуса, кассеты с крышкой и выдвижного ножа (рис.5.6,б). В скважину пробоотборник спускается на трубах 2 с тросом или на двух тросах 9,10 в закрытом положении. В заданном интервале производят натяжение троса 9, связанного с ножом 5 петлей. Нож с кассетой, перемещаясь вверх относительно корпуса пробоотборника 1 по направляющей, выходит из корпуса и срезает постепенно утолщающийся слой породы до тех пор, пока не упрется торцом в упор. Дальше происходит подъем всего пробоотборника, и нож срезает слои одинаковой толщины до заполнения кассеты породой. Интервал взятия пробы составляет 1 м в соответствии с длиной кассеты с ножом. После этого производится подъем пробоотборника. Корпус пробоотборника переместится относительно кассеты с ножом, которые займут нижнее крайнее положение, и нож войдет в корпус. На поверхности образец легко извлекается из кассеты, имеющей крышку.

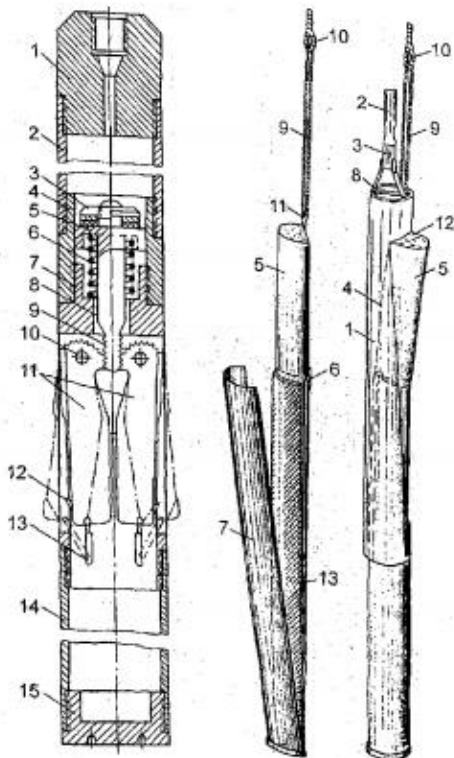


Рис.5.6. Боковые керноотборники бороздовые: а - конструкции А.А.Зверюги:  
 1 - переходник;  
 2 - труба;  
 3 - поршень;  
 4 - цилиндр;  
 5 - манжета;  
 6 - пружина;  
 7 - втулка;  
 8 - шток;  
 9 - рейка;  
 10 - палец;  
 11 - скребки;  
 12 - резец;  
 13 - лопатка;  
 14 - шламоборник;  
 15 - днище;  
 б - конструкции ЦНИИМПС ГНБ-70:  
 1 - корпус; 2 - штанга; 3 - палец; 4 - клин; 5 - нож; 6 - шарнир; 7 - крышка; 8 - палец;  
 9,10 - трос; 11 - ушко; 12 - упор-ограничитель; 13 - сетка

Боковые пробоотборники режуще-скалывающего действия (РСД) предназначены для получения качественных проб со стенок скважин небольшого диаметра (менее 92 мм) при бурении по твердым, трещиноватым породам или рудам (выше VIII категории буримости). К такому типу относятся пробоотборники с одним или двумя резцами вибродвижения диаметром 73 и 89 мм, разработанные И.Б.Булнаевым [5].

Однорезцовый вибродвижитель пробоотборник конструкции И.Б.Булнаева (рис.5.7), предназначенный для отбора проб в скважинах диаметром 76 мм, состоит из вибратора 6, 10, гидросистемы 16, 17, 18 управления резцом 21 и контейнера 25 для сбора материала пробы. Устройство и работа пробоотборника заключаются в следующем. К буровой трубе 1, свободно проходящей через сальниковое уплотнение 2 в переходнике 3, присоединена верхняя половина корпуса вибратора 6, имеющего выступы 5 и запрессованные стальные шарики 7. К переходнику 3 присоединены труба 11 и трубка 12 для подачи жидкости. Гидравлическая система, состоящая из трубы-цилиндра 15, поршня 16 со штоком 18 и клином 20, служит для выдвижения резца 21 и создания необходимого усилия при отбойке пробы. При подаче жидкости в цилиндр 15 поршень 16 перемещается вниз, сжимая пружину 77, и клином 20 выдвигается резец 21 до упора в стенку скважины с силой 400-500 даН. Такое усилие регулируется давлением насоса с помощью обратного клапана 14. При перемещении пробоотборника вдоль оси скважины вниз под действием осевой нагрузки в пределах 1000-1500 даН резец 21 срезает слой породы небольшой твердости (до V категории буримости). В более твердые породы резец внедряется на 1-5 мм, а для отбойки пробы включается вибратор. При этом создается осевая нагрузка в пределах 800-1000 даН и включается вращение БТ. Вращающаяся верхняя половина корпуса вибратора 6 перекачивает свободно расположенные шарики 8, которые перескакивают через шарики 9, запрессованные в нижней половине корпуса вибратора 10. Это приводит к возвратно-поступательному движению верхней части корпуса вибратора 6 вместе с БТ, что и вызывает вибрации (высокочастотные импульсные нагрузки) определенной силы и частоты. Под действием вибрации резец скалывает со стенок скважины крупные куски породы или руды (до 30 мм), образуя борозду размером 30x30 или 35x35 мм. Отбиваемый материал попадает через окно в контейнер 25 по специальному желобу-козырьку 23, прижимаемому к стенке скважины пружиной 24.

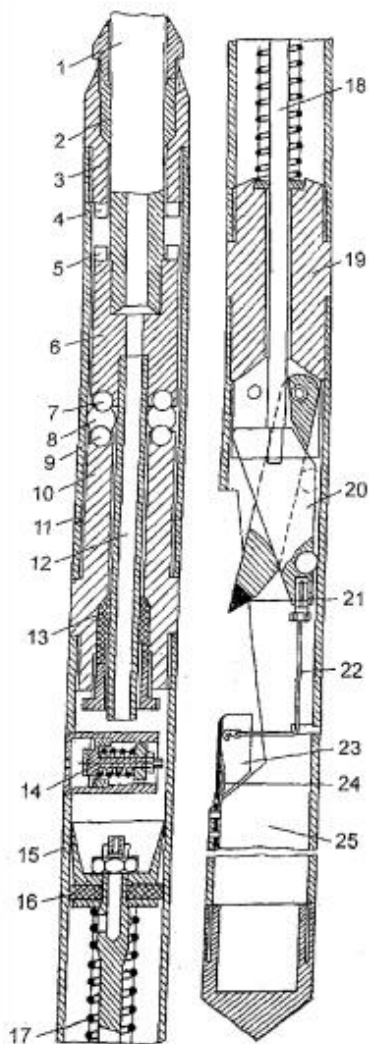


Рис.5.7. Схема однорезцового пробоотборника вибрационного типа конструкции И.Б.Булнаева:  
 1 - бурильная труба;  
 2 - сальниковое уплотнение;  
 3 - переходник;  
 4 - прорезь;  
 5 - выступ (кулачок);  
 6 - верхняя часть корпуса вибратора;  
 7, 8, 9 - стальные шарики; 10 - нижняя часть корпуса вибратора;  
 11 - труба (кожух);  
 12 - трубка;  
 13 - сальниковое уплотнение;  
 14 - обратный клапан;  
 15 - труба-цилиндр;  
 16 - поршень;  
 17 - возвратная пружина; 18- шток;  
 19 - переходник;  
 20 - клин;  
 21 - резец;  
 22 - трос-тяга;  
 23 - желоб;  
 24 - пружина;  
 25 - контейнер

При сильной изменчивости содержания полезного ископаемого таким пробоотборником можно отбить несколько проб в одном и том же интервале, поворачивая пробоотборник по окончании взятия каждой пробы на некоторый угол. С целью увеличения производительности этого процесса разработан двухрезцовый вибрационный пробоотборник [5]. Для повышения достоверности отбираемых проб в одной из конструкций предусматривается регулируемый выход резцов. Это позволяет за один спуск брать две пары проб в одних и тех же бороздах: сперва на глубину 10-15 мм, с тем чтобы снять слой руды с измененным содержанием полезного компонента за счет действия на стенки скважины потока жидкости и БТ в процессе ее бурения, а после этого на глубину 40-45 мм, из массива, не подверженного разрушению и разубоживанию в процессе бурения скважины. Конструкция такого устройства показана на рис.5.8. С помощью клина 1 в этом случае резцы 2 выдвигаются из корпуса на 10-15 мм до упора выступов 5, удерживаемых защелками 4, в ограничительные уступы 8. После взятия первой пары пробы резцы возвращаются в исходное положение и выступы 5, подвешенные на осях 7, отпадают под действием пружины 6. После этого при повторно взятии пробы клин 1 выдвигает резцы на величину 40-45 мм, за счет чего первые борозды углубляются на 25-30 мм. При этом материал второй пробы не смешивается с материалом первой. Такой метод взятия проб дает наиболее достоверные результаты при изучении твердых полезных ископаемых.

Разработаны конструкции пробоотборников вибрационного действия и для горизонтальных и пологих скважин [5].

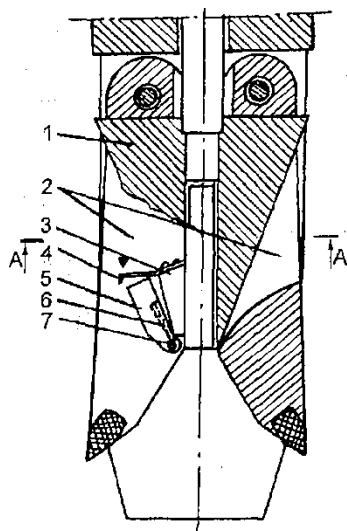
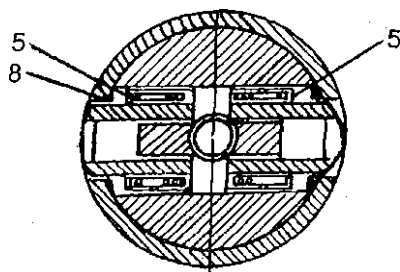


Рис.5.8. Схема устройства двухрезцового вибрационного пробоотборника конструкции И.Б.Булнаева:

- 1 - клин;
- 2- выдвижные резцы;
- 3 - выступ;
- 4 - защелка;
- 5 - откидной упор;
- 6 - пружина;
- 7 - ось откидного упора;
- 8 - жесткий упор



### 5.3. БОКОВЫЕ КЕРНООТБОРНИКИ УДАРНОГО ДЕЙСТВИЯ

К этой группе относятся керноотборники, рабочий орган у которых, имеющий форму стакана с острым торцом, именуемого бойком, внедряется в стенку скважины под действием динамической нагрузки. В качестве источника энергии в этом случае используется взрыв порохового заряда, в связи с чем эти снаряды называют стреляющими грунтоносами или стреляющими боковыми керно-отборниками (БКС). Применение таких керноотборников возможно в породах средней твердости и мягких.

Все известные керноотборники стреляющего типа имеют довольно простое устройство и небольшие габариты (рис.5.9,а).

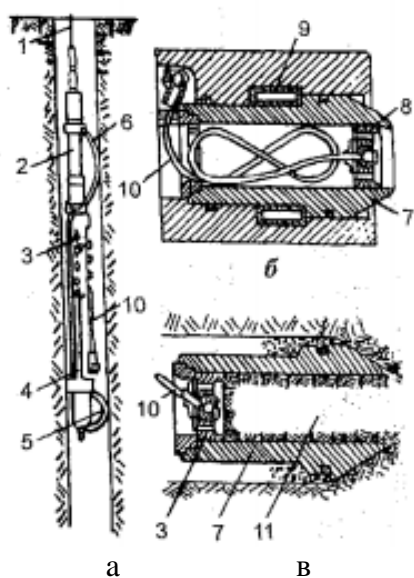


Рис .5.9. Схема устройства керноотборника стреляющего типа:  
 а -общий вид  
 б - стакан-боек перед внедрением в породу  
 в - стакан-боек после внедрения в породу: 1 - кабель;  
 2 - секция с переключательным устройством; 3 -секция с заряженными камерами; 4 - секция для magazинирования полученного материала; 5, 6 - отжимающие пружины;  
 7 - стакан-боек; 8 - подвижное кольцо; 9 - зарядная камера; 10 - тросик; 11 - керн

Все известные керноотборники стреляющего типа имеют довольно простое устройство и небольшие габариты (рис.5.9,а). Состоят такие керноотборники из корпуса, секции с переключающим устройством 2, стреляющих секций 3 со стволами или зарядными камерами 9 и стаканами-бойками 7, соединенными с корпусом тросиком 10 или проволокой (рис.5.9,б). Иницирование заряда производится с помощью электричества поэтому все стреляющие керноотборники спускаются в скважину на кабеле 1. Отличаются керноотборники количеством стволов (стаканов) и некоторыми конструктивными особенностями, кроме того, кратностью действия за один рейс.

Стаканы-бойки при внедрении в породу формируют керн (рис. 5.9,) который силой трения удерживается в стакане при его извлечении из стенки скважины и во время подъема керноотборника на поверхность.

Недостатками БКС являются: деформация (разрушение или уплотнение) керна, оставление в скважине стаканов с керном из-за обрыва тросиков, отказы зарядов (осечки), поломка стаканов-бойков, опасность работы с взрывчатыми материалами.

Известно большое количество стреляющих боковых керноотборников: ГРС-2, ГРСМ-31/211, ГРБС-1, БСГ-2, ГМК- 50, МСГ-90, МСГ-114, БК-ДГ, ГТА-] 15 и др. Техническая характеристика некоторых из них приведена в табл. 5.2.

Боковой керноотборник ГМК-50 (грунтонос малогабаритный комбинированный) предназначен для отбора образцов из стенок скважин, имеющих диаметр не менее 75 мм. Керноотборник (рис.5.10) состоит из головки 7, секций с зарядными камерами, грунтоносами 7 и стволами 9, запальной секции 6 и обтекателя 75, свинчиваемых между собой. К одной запальной секции присоединяется до трех секций со стволами. Каждая группа секций снабжается одним электровоспламенителем-пиропатроном ПП-9. Каждая группа бойков выстреливает раздельно залпом. После залпа из одной группы грунтонос приподнимают, извлекая бойки с породой из стенки скважины, и устанавливают в новом месте. Производится залп из другой группы секций и т.д. В качестве зарядов используют прессованный порох НБПЛ-14/10. Керноотборники ГМК могут иметь диаметр 35-40 мм. Работают керноотборники в скважинах с температурой до 100° при гидростатическом давлении до 200 даН/см<sup>2</sup>.



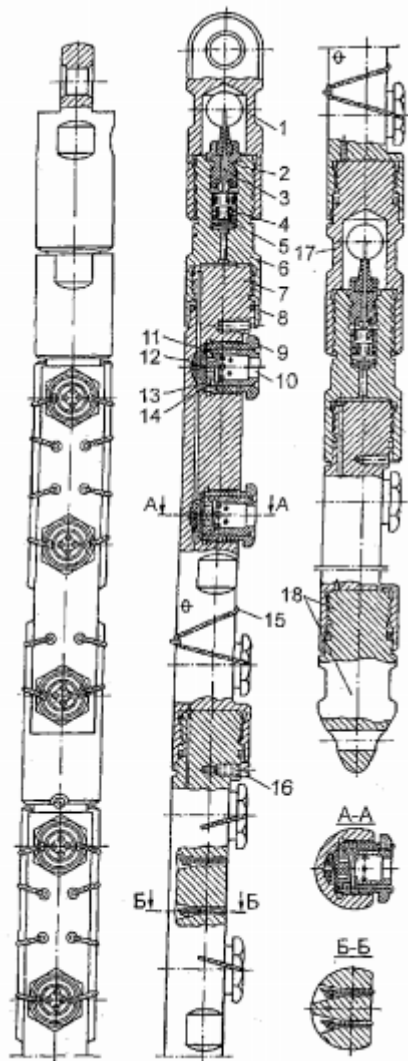


Рис.5.10. Керноотборник ГМК-50:

- 1 - головка;
- 2 - штуцер;
- 3 - контакт;
- 4 - пружина;
- 5 - пиротехнический патрон;
- 6 - запальная секция;
- 7 - секция грунтоноса;
- 8 - уплотнительное кольцо;
- 9 - ствол;
- 10 - боек;
- 11 - пятка;
- 12 - пороховой заряд; 13 - паронитовая прокладка;
- 14 - стальная прокладка;
- 15 - трос;
- 16 - фиксирующий винт;

Боковые керноотборники МСГ (малогабаритные стреляющие грунтоносы) предназначены для отбора образцов из скважин диаметром не менее 140 мм (МСГ-90). Конструкция такого керноотборника позволяет производить последовательное взрывание зарядов, что дает возможность отбирать до 15 образцов за один рейс с разных интервалов. Это обеспечивается двенадцатипозиционным селективным переключающим устройством СПУ-4М или тринадцатипозиционным переключателем П-30Т. Спускают керноотборники в скважину на одножильном бронированном кабеле КОБД-4. Применение многокамерных СБК с раздельным взрыванием зарядов более экономично.

Боковой керноотборник БК ДГ-двухкамерный с двумя парами стволов, расположенных на диаметрально противоположных сторонах корпуса (рис.5.11). Это обеспечивает равновесие керноотборника при выстрелах и исключает возможность деформации корпуса, а также разрушения стенок скважины и прихват керноотборника. Спускается керноотборник на кабеле. Для воспламенения порохового заряда используют запальное устройство с нихромовой спиралью.

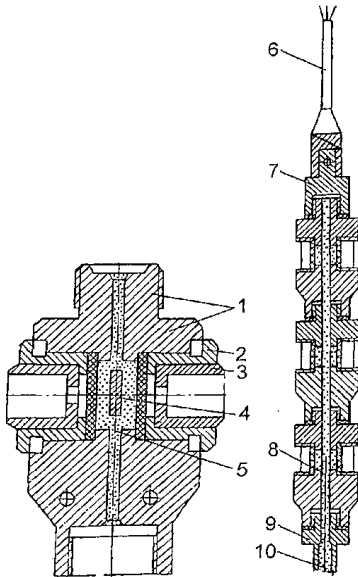


Рис.5.11. Боковой  
кабельный двухкамерный  
грунтонос БКДГ:  
1 - корпус;  
2 - ствол;  
3 - боек (стакан);  
4 - перегородка;  
5 - взрывчатое вещество;  
6 - кабель;  
7 - присоединительный  
элемент (штуцер);  
8 - нихромовая спираль;  
9 - нижний штуцер; 10 -  
пластилиновая набивка.

### Рекомендательный библиографический список

1. Сулакишин С.С. Способы, средства и технология получения представительных образцов пород и полезных ископаемых при бурении геологоразведочных скважин: Учебное пособие- Томск: Изд-во НТЛ, 2000.- 284 с.
2. Калинин А.Г. Разведочное бурение. / А.Г. Калинин, О.В. Ошкордин, В.М. Питерский, Н.В. Соловьев. М., ООО «Недра - Бизнесцентр», 2000.
3. Сулакишин С.С. Бурение геологоразведочных скважин. М.: Недра, 1994.

