

Ю.Т. МОРОЗОВ, д-р техн. наук, профессор, ttbs_morozov@yandex.ru
Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)

Yu.T. MOROZOV, Dr. tech. Sci., Professor, ttbs_morozov@yandex.ru
Saint-Petersburg State Mining Institute (Technical University)

МЕТОДИКА И ТЕХНОЛОГИЯ РАБОТЫ НОВОГО АВТОМАТИЧЕСКОГО КЕРНООРИЕНТАТОРА

Выполнен анализ наиболее близких прототипов зарубежных и отечественных керноориентаторов и приведено устройство, нового автоматического керноориентатора, разработанного автором, который выполняет непрерывное нанесение трех линий на интервале 1,5 м на поверхности керна алмазными резцами в процессе бурения скважины. Это обеспечивает надежное ориентирование керна, снижение затрат времени и общих затрат труда на выполнение данной работы.

Ключевые слова: бурение, бурение скважин, отбор керна, керноориентатор, ориентирование керна, кернометрия, кернометрические исследования.

PROCEDURES AND TECHNIQUES FOR OPERATION OF THE NEW AUTOMATIC CORE ORIENTATOR

The most similar prototype models of foreign and domestic core orientators have been analyzed, and a model of a new automatic core orientator created by the author is presented. It provides continuous drawing of three lines on 1,5 meter core surface section by diamond cutters in borehole drilling, secures accurate core orientation, decrease in time and general costs of this work.

Key words: drilling, hole drilling, core sampling, core orientator, core orientation, coremetry, coremetric investigations.

Области поисков и разведки месторождений твердых полезных ископаемых непрерывно расширяются. Успешность проведения здесь поисково-разведочных буровых работ определяется выполнением ряда ответственных задач.

Первой группой задач является надежное определение геолого-структурных параметров месторождения, второй – скоростное, безаварийное бурение скважин с минимальными затратами на каждую из них и соблюдение максимальной экологической безопасности проведения буровых работ на дневной поверхности и в недрах.

Для решения задач первой группы необходимо отобрать:

- керн горных пород по всему стволу или по заданным интервалам скважин такой полноты и качества, которые обеспечивают объ-

ективную геологическую информацию, особенно в сложных и глубокозалегающих месторождениях, по каждому из которых перед началом буровых работ отсутствуют достаточные сведения не только о точном геологическом разрезе, мощности и размерах пластов и залежей, но особенно об их трещиноватости, наличии кавернозных и дезинтегрированных зон и т.п.;

- ориентированные керны на заданных интервалах скважин, особенно на месторождениях (или их участках) со сложной складчатостью, со смятыми, опрокинутыми и другими сложными структурными формами, что необходимо для точного определения элементов залегания пластов, залежей, простираения и падения крыльев и замков складок, зон трещиноватости, морфологии зоны полезного ископаемого, ее элементов залегания и др.

Выполнение этих важнейших геолого-буровых задач является основой успешного развития направленного бурения скважин, т.е. обеспечения расположения их забоев согласно принятой геологической сетке для надежного подсчета запасов полезного ископаемого.

Данная статья посвящена наиболее совершенным техническим средствам и оптимальной технологии отбора образцов керна, ориентированного в горном пространстве по своему естественному положению в массиве. Этот метод и реализующая его буровая технология получили наименование кернометрии.

Задача кернометрических исследований – определение основных параметров залегания, т.е. азимутов простирания и угла падения структурных элементов геологического объекта: пластов, залежей, их слоистости, сланцеватости, трахитоидности, трещиноватости – выявление направлений тектонических нарушений, а также наличия разрывов, пережимов или выклинивания зоны полезного ископаемого.

Для фиксации (нанесения метки) на керн используются специальные устройства – керноскопы и керноориентаторы, а также ориентаторы отклонителей в сочетании с колонковыми трубами, отклонители любого типа. Многие из способов морально и технически устарели [1-5].

Общая методика косвенной ориентации керна, выполненная в системе координат, основу которой представляет *апсидальная* плоскость, т.е. вертикальная плоскость, касательная оси (траектории) скважины в точке отбора ориентированного керна, изложена в работах [2, 4, 5].

Наиболее совершенными являются керноориентаторы, обеспечивающие нанесение метки-черты на боковую стенку керна, особенно те из них, которые работают в автоматическом режиме. Таким устройством является керноориентатор автоматический АКО-59(76) конструкции ВИТР (Ю.Т.Морозов, В.В.Павлов, Ю.Л.Ходаковский). Его устройством предусмотрено нанесение трех параллельных оси скважины (керна) отметок на боковые стороны керна без специальных дополнительных работ непосредственно в процессе бурения на интервале до 1,5 м, что обеспечивает высокую точность и достоверность ориентации керна даже при условии

чередования разных пропластков и наличии некоторой трещиноватости пород и минимальную стоимость этой работы.

Наиболее близким аналогом АКО-59(76) является система «Кристенсен-Хюгель» для ориентации керна нефтегазовых скважин сравнительно больших диаметров (более 76 мм) в горных породах невысокой твердости (IV–VII категория по буримости). Нанесение бороздок (черт) производится твердосплавными продольными ножами на поверхности керна в невращающейся керноприемной трубе, размещенной в корпусе; она имеет удлинительную штангу с узловым креплением, немагнитные трубы, многоточечный фотоинклинометр и центратор.

В процессе бурения ножи кернорвателя воздействуют на керн, входящий в керноприемную трубу. При этом положение меток фиксируется на фотоснимке, получаемом с помощью специального многоточечного фотоинклинометра с часовым механизмом. Таким образом, это устройство конструктивно является сравнительно сложным и дорогостоящим, а получение отпечатков требует подъема прибора, фоторабот с пленкой и их расшифровки, т.е. происходит с задержкой во времени. Система «Кристенсен-Хюгель» не может быть использована в геолого-разведочных скважинах на твердые полезные ископаемые.

В России близкая техническая идея реализована в виде специального бурового снаряда – керноориентирующей приставки колонковой (КПК) Свердловского горного института (рис.1).

Снаряд состоит из стандартного одинарного колонкового набора и совмещенного с ним керноориентатора, располагающегося внутри колонковой трубы 1 непосредственно над коронкой 11. Керноориентатор состоит из керноприемного стакана 8 длиной 10-20 см с зачеканенным в его нижней части резцом (маркирующим элементом) 10 и Т-образными вырезами с вогнутыми вовнутрь стакана лепестками 9 (фиксаторами керна). Непосредственно над стаканом 8 установлен ориентатор одноактного необратимого действия 7 и рабочая пружина 6. Верхний конец пружины упирается в замок, состоящий из корпуса 2, подпружиненного затвора 5 и кулачков 4 с заклинивающими скобами 3.

Работа устройства: после спуска бурового снаряда на забой осуществляется бурение на глубину 10-15 см; в процессе углубки столбик керна входит в керноприемный стакан 8 и жестко заклинивается за счет упругой конструкции стакана, по мере его продвижения в керноприемный стакан маркирующий элемент 10 оставляет продольную черту, фиксирующую положение ориентатора относительно несорванного столбика керна.

Замок препятствует перемещению керноориентатора вверх под действием поступающего в колонковую трубу 1 керна, так как скобы 3, входя в клиновое пространство кулачков 4, жестко заклинивают замок внутри колонковой трубы, обеспечивая сжатие пружины 6 и необходимое технологическое усилие для фиксации керна в стакане 8. По окончании отбуривания столбика керна вращение бурового снаряда прекращается. Делается выдержка в течение 20-25 мин, необходимая для срабатывания ориентатора с медным купоросом. По окончании выдержки (ориентации) бурение продолжается на обычных режимах. В результате углубки еще на 5-10 см сжимается пружина, затвор 5 воздействует на устройство блокировки ориентатора, выключая его, затем он утапливается в корпус замка 2, в результате кулачки 4 получают возможность свободного радиального перемещения и освобождают скобы 3 – заклинивание замка и фиксация керноориентатора прекращаются. Далее бурение ведется по обычной технологии на полную длину рейса. Керноориентатор вместе с поступающим в колонковую трубу керном перемещается по ней вверх, а затем извлекается на поверхность.

Автоматический керноориентатор АКО ВИТРа принципиально отличается от его аналогов (имеет патентную новизну) (рис.2) и состоит из двух частей:

- наружный колонковый набор включает в себя переходник 1, центратор 2, колонковую трубу 6, расширитель 16 со стабилизатором 17 и коронку 20 из комплекта ССК-59 или ССК-76;
- невращающегося керноприемного узла, включающего в себя керноотметчик 21, корпус кернорвателя 19, кольцо рвательное 18, трубу керноприемную 15, контрольный дат-

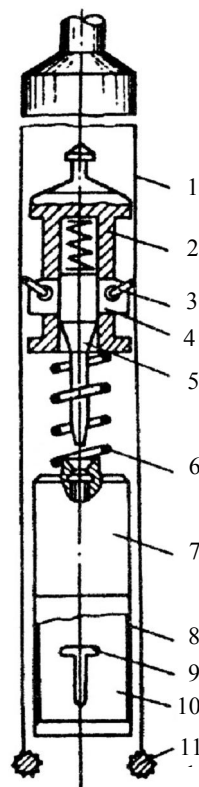


Рис.1. Схема конструкции бурового снаряда для отбора ориентированного керна КПК [4]

чик 12 положения апсидальной плоскости, эксцентричный груз-отвес 7, узел подшипниковой подвески 5.

Оригинальный керноотметчик 21, вставленный в корпус рвателя 19, состоит из трех алмазных резцов и обеспечивает непрерывное нанесение трех отметок (рисок) на боковой поверхности керна на всем интервале бурения скважины.

Главная (основная) метка-резец автоматически располагается в верхней части апсидальной плоскости скважины и равноудалена от двух дополнительных (контрольных) меток-резцов, отстоящих от главного резца на 60° по обе его стороны.

Датчик контрольный 12 обеспечивает контроль точности нанесения основной метки относительно апсидальной плоскости скважины, имеет отвес 9 с круговой шкалой от 0 до 360° с ценой деления 5°. В транспортном положении отвес арретируется под действием пружины 11.

Подшипниковый узел 5 обеспечивает неподвижность всего керноприемного узла в

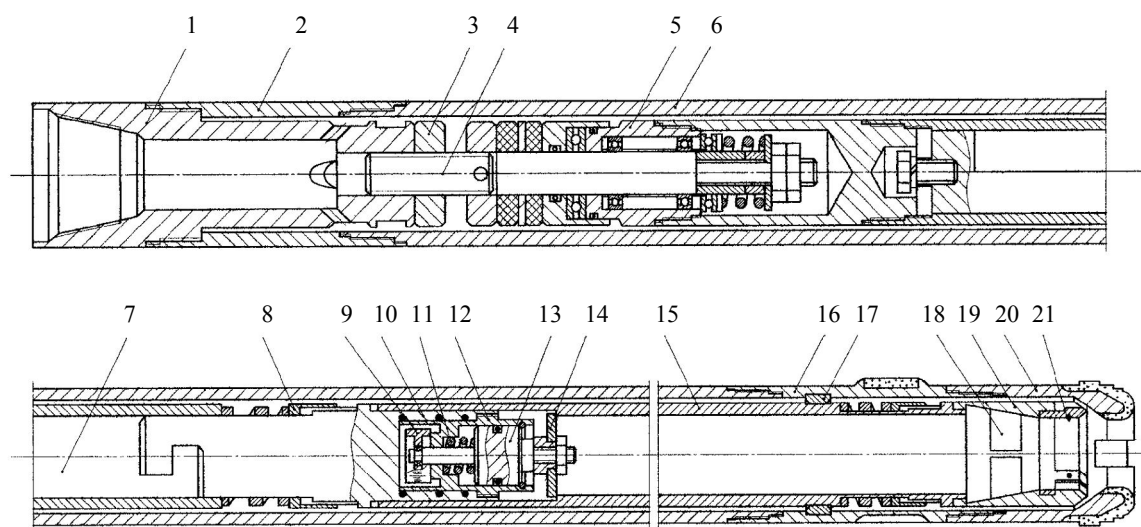


Рис.2. Общий вид керноориентатора АКО-76

1 – переходник; 2 – центратор; 3 – контргайка; 4 – шпindelь; 5 – узел подшипниковый; 6 – труба колонковая; 7 – груз-отвес; 8 – кольцо фиксирующее; 9 – отвес; 10 – окно смотровое; 11 – пружина; 12 – датчик контрольный; 13 – поршень; 14 – шайба; 15 – труба керноприемная; 16 – расширитель; 17 – стабилизатор; 18 – кольцо рвательное; 19 – корпус кернорвателя; 20 – коронка; 21 – керноотметчик

процессе бурения, имеет два упорных и два радиальных подшипника и при помощи шпинделя 4 соединен с переходником 1.

Керноориентатор АКО-76(59) представляет собой особый вариант съемного керноприемника и размещается в наружном корпусе. В исходном состоянии опускается в скважину, пространственное положение которой предварительно обязательно измерено инклинометром. При спуске керноприемный узел под действием эксцентричного груза-отвеса в подшипниковом узле поворачивается таким образом, что основной (главный) алмазный резец керноотметчика устанавливается в верхней части апсидальной плоскости скважины и под действием груза-отвеса постоянно сохраняет свое положение в процессе бурения. Два дополнительных резца располагаются в керноотметчике под углами 60° по отношению к основному и являются контрольными.

В процессе спуска керноориентатора специальный контрольный отвес-датчик находится в заарретированном состоянии. В процессе бурения керн, входящий в керноотметчик, приподнимает керноприемную трубу на 3 мм и через шайбу-поршень сжимает пружину – освобождает (разарретирует) контрольный датчик-отвес, который вывешивается также в апсидальной плоскости скважины и сохраняет это положение постоянно в процессе бурения.

После бурения рейса длиной до 1,5 м вращение бурильной колонны останавливается и производится срыв керна. При этом труба 15 смещается вниз до упора в коронку и под действием пружины фиксируется (арретируется) положение контрольного отвеса-датчика.

Основной (главный) резец керноотметчика расположен в вертикальной плоскости, проходящей через центр тяжести эксцентричного груза-отвеса (в скважине это соответствует апсидальной плоскости). Положение центра тяжести отмечено риской на торце смотрового окна контрольного датчика. После подъема керноориентатора из скважины определяется точность нанесения основной (главной) метки по взаимному расположению эксцентричного груза-отвеса и контрольного датчика-отвеса. Если ноль шкалы отвеса совпадает с риской в смотровом окне 10, основная (главная) метка нанесена строго в апсидальной плоскости, при несовпадении отклонение определяется по круговой шкале контрольного датчика-отвеса 9 и контролируется двумя рисками дополнительных резцов.

Керноприемный узел керноориентатора унифицирован с керноприемником колонкового набора КССК-59(76) и может быть использован в его составе. Для этого доста-

точно на шпindel 16 навернуть фиксатор с узлом захвата съемного керноприемника КССК-59(76). В таком виде его можно использовать неоднократно с периодическим подъемом керна через каждые 1,5 м.

Таким образом, АКО-59(76) имеет три контрольных узла: свободно подвешенный груз-отвес, контрольный датчик и узел контроля положения главного резца двумя дополнительными резцами. После извлечения керноориентатора из скважины нужно отвернуть наружную колонковую трубу и снять ее с керноприемного узла, отсоединить керноприемную трубу и по показаниям контрольного датчика определить точность нанесения главной риски, извлечь керн из керноприемной трубы, не нарушая его последовательности. Убедиться в наличии на керне всех рисков и выделить центральную (главную) риску. Поскольку основная (главная) риска равноудалена от двух вспомогательных рисков на 60°, расстояние от основной риски до вспомогательных должно быть одинаковым. Заключительной операцией является нанесение маркировочной надписи вдоль основной риски на керне и последующая расшифровка (снятие показаний) известными методами [1, 5].

Выводы

1. Керноориентаторы АКО-59(76) являются надежными контрольными устройствами для отбора ориентированных кернов, поскольку имеют тройную контрольную информацию о правильности отбора керна.

2. Благодаря контрольному датчику могут быть использованы в скважинах, близких к вертикали (2-3°).

3. По сравнению с отечественными и зарубежными аналогами АКО-59 (76) имеет значительно более простое конструктивное устройство и надежность, более низкую стоимость одного отбора керна, производимого в процессе обычного рейса бурения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лиманов Е.Л. Направленное бурение разведочных скважин / Е.Л.Лиманов, И.Н.Страбыкин, М.И.Елизаров. М.: Недра, 1978. 223 с.
2. Морозов Ю.Т. Методика и техника отбора ориентированных кернов из скважин малого диаметра // Изв. вузов. Геология и разведка. 1970. № 3. с. 146-148.
3. Морозов Ю.Т. Бурение направленных и многоствольных скважин малого диаметра. Л.: Недра, 1976. 215 с.
4. Разведочное бурение / А.Г.Калинин, О.В.Ошкордин, В.М.Питерский, Н.В.Соловьев. М.: Недра 2000. 748 с.
5. Справочник инженера по бурению геологоразведочных скважин / Под общ. ред. Козловского. М.: Недра, 1984. Т.1. 512 с.

REFERENCES

1. Limanov E.L. Directed drilling of exploratory holes / E.L.Limanov, I.N.Strabykin, M.I.Elizarov. M.:Nedra, 1978. 223 p.
2. Morozov Yu.T. Procedures and techniques for sampling of oriented cores from holes of small diameter // Izv. Institutions. Geology and Prospecting. 1970, № 3, pp.146-148.
3. Morozov Yu.T. Drilling of directional and multibarreled holes of small diameter. L.: Nedra, 1976. 215 p.
4. Kalinin A.G. Exploratory drilling / A.G.Kalinin, O.V.Oshkordin, V.M.Pitersky, N.V.Soloviev. M.: Nedra, 2000. 748 p.
5. Handbook of an engineer for drilling of geologo-exploratory holes / Edited by Prof.Kozlovsky. M.: Nedra, 1984, Vol.1. 512 p.