

ОБ ОБРАЗОВАНИИ РЕЛЬЕФНОЙ ПОВЕРХНОСТИ В СКВАЖИНАХ

Юшков А. С.

Донецкий национальный технический университет

Источник: Совершенствование техники и технологии бурения скважин на твердые полезные ископаемые/Межвузовский научный тематический сборник - Свердловск: Свердловский горный институт - 1989, с.51.

В процессе работ по отбору ориентированного керна было обнаружено, что в искривленных скважинах поверхность керна имеет неодинаковую шероховатость: с одной стороны, она рельефная, в виде борозд, штрихов, с другой — гладкая, подшлифованная, причем степень подшлифовки увеличивается до зеркальной с ростом твердости пород.

Поскольку оказалось, что рельефная поверхность обращена к висячей стенке скважины, а гладкая — к лежачей, стало возможным использовать это явление в целях ориентирования керна.

Значение способов, позволяющих получить ориентированный керн в любой момент после окончания бурением интервала или всей скважины, трудно переоценить. Особенно большую ценность представляют способы, не требующие для своего осуществления применения достаточно дорогих, но мало надежных технических средств непрерывного или периодического маркирования керна, или проведения работ, связанных с длительным присутствием на объектах персонала специальной квалификации.

Работниками ПРО «Севкавгеология» и Центральной опытно-методической партии кернометрии в начале семидесятых годов было просмотрено более 8 тыс. м керна, выполнено более 1300 измерений с контрольным отбором образцов керноскопами КО и бесприборным способом [1]. Выявлено, что закономерность проявляется с искривлением не ниже $0,15^\circ$ на 20... 25 м и отсутствует в прямолинейных наклонных и вертикальных скважинах. Точность определения положения апсидальной плоскости по фактуре поверхности керна была признана не уступающей керноскопом КО-73. Последующее изучение данного вопроса показало, однако, что отклонение измеренного положения апсидальной плоскости (по серединам дуг рельефной поверхности или подшлифовки) от полученного с помощью керноскопов может отличаться на 30...90 градусов и более.

В Свердловском горном институте Л. Г. Шолоховым, О. В. Ошкординым был выполнен теоретический анализ и проведены экспериментальные исследования возможностей оценки положения керна в пространстве по анализу фактуры его поверхности. В ходе исследований установлено, что плоскостью, в которой расположены участки наименьшей и наибольшей шероховатости, является не апсидальная плоскость, а плоскость искривления скважины. Это позволило теоретически определить величину апсидального угла отклонения плоскости, т. е. дать метод снижения возможных ошибок, ограничив их естественным разбросом данных [2].

В ходе экспериментов было подмечено, что участки керна с четкой резбовидной рельефностью наблюдаются чаще при твердосплавном бурении,

четкая рельефность поверхности при алмазном бурении отмечалась при более высокой интенсивности искривления, чем при твердосплавном. Было также экспериментально показано, что в ходе бурения искривленной скважины керн своей выпуклой стороной соприкасается с поверхностью корпуса кернорвателя, в результате чего был сделан вывод о том, что причиной подшлифовки является трение об элементы колонкового набора. Данная работа явилась большим шагом вперед в направлении использования бесприборного способа ориентирования керна, но причина образования рельефной поверхности керна не была вскрыта, так как нельзя считать убедительным и четким утверждение, что «обработка поверхности керна, обращенной в сторону смещения забоя, полностью отсутствует из-за непрерывного движения рабочей кромки матрицы (резцов твердосплавной коронки), в результате чего эти участки поверхности керна имеют резьбообразную шероховатую фактуру» [2].

Поскольку от твердого знания причин явления зависят возможности усовершенствования его для практического использования, необходимо выдвижение гипотез о причинах явления и их экспериментальная проверка. Ниже сделана попытка нового объяснения причин образования рельефной поверхности керна.

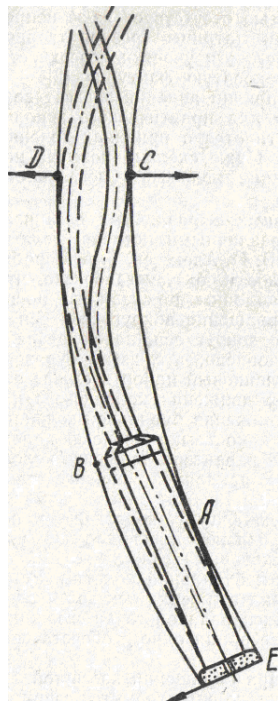
Рядом исследований, выполненных в различных организациях (КазИМС, ВИТР, МГРИ) различными исследователями (Ф. А. Бобылев, И. Н. Страбыкин, В. Н. Алексеев, Г. А. Воробьев, А. С. Лебедев, Б. В. Новожилов и др.), установлено, что движение изогнутой бурильной колонны в скважине носит сложный характер, включающий вращение вокруг себя оси и обращение по сложной траектории вокруг оси, находящейся в пределах ствола скважины. Установлено, что изгиб бурового снаряда распространяется и на колонковый набор в случае его пониженной жесткости, а характер движения колонкового набора также связан с характером движения бурильной колонны.

Работами МГРИ по скоростной киносъемке движения колонкового снаряда подтверждена связь характера движения колонны труб и колонковой трубы [3]. В наклонной скважине точка оси трубы в сечении ее на расстоянии 1,5 м от забоя описывает в плоскости сечения эллипсоидную фигуру, короткая ось которой располагается в плоскости, близкой к апсидальной, или смещена относительно нее на

некоторый угол, зависящий от соотношения диаметров скважины и бурильной колонны. Установлено, что полный замкнутый цикл движения оси колонковой трубы относительно некоторой фиксированной точки скважины происходит за время, превышающее время одного оборота снаряда.

Рис.1 Схема перемещения изогнутого бурового снаряда в искривленной скважине

Рассмотрим схему на рис. 1. При обращении изогнутой бурильной колонны вокруг оси скважины она стремится соприкоснуться со стенками скважины в точках С и О. Характер воздействия на колонковый набор при этом различен. При соприкосновении колонны со скважиной в точке С колонковая труба возникает боковая сила, действующая на коронку вниз со сто-



роны висячей стенки скважины. Эта сила зависит от силы прижатия колонны к стенке скважины, и соотношения плеч СА и АЕ. Плечо АЕ уменьшается с увеличением кривизны скважины. Так, при изменении интенсивности искривления с 0,01 до 0,06 град/м для диаметра трубы 73 мм расстояние АЕ уменьшается с 4 до 1,7 м. Соответственно должна увеличиться и отклоняющая коронку сила. Учитывая, что величина силы, по-видимому, непостоянна, а ее возникновение приходится не на каждый оборот снаряда, на керне образуются более глубокие борозды в моменты, соответствующие возникновению силы максимальной величины. Влияние сил, возникающих в плоскости, перпендикулярной апсидальной (бикасательная плоскость), в обе стороны примерно равнозначно. При прижатии колонны к стенке скважины в точке О, т. е. к вогнутой поверхности, условий для возникновения боковой силы, направленной вверх, не создается, или такая сила возникает, но в связи с опорой колонкового набора в точке В на переходник. При этом расстояние от точки В до забоя больше плеча АЕ.

С описанных позиций находит объяснение указанный выше факт, что четкая рельефность при алмазном бурении наблюдается при более высокой интенсивности искривления, чем при твердосплавном бурении. Очевидно, что для более крепких пород нужно большее усилие для создания существенной борозды на керне. Кроме того, твердосплавное бурение обычно ведется большими диаметрами, чем алмазное, т. е. возможности для отклонения колонны труб от оси скважины больше. На рис. 1 показана жесткая колонковая труба. Ситуация в принципе не изменится, если рассматривать упруго прогнутую колонковую трубу. И в этом случае периодически будет возникать боковая сила, прижимающая коронку к керну в моменты, когда соприкасаются выпуклые поверхности скважины и колонковой трубы.

Таким образом, причиной образования рельефной поверхности на верхней стороне керна может являться обращение бурового снаряда в искривленной скважине с частотой, меньшей, чем частота вращения снаряда. Направление обращения принципиального значения, по-видимому, не имеет. Образование подшлифованной поверхности по схеме на рис. 1 может быть объяснено следующим образом. При периодическом переходе колонкового набора из положения, показанного пунктиром, в положение, когда труба прижата к стенке скважины в точке А, плоскость торца коронки поворачивается относительно точки Е, отрываясь от забоя. Это может привести к дополнительному взаимодействию подрезных резцов или алмазов с нижней поверхностью керна по сравнению с верхней и дополнительной проработкой и срезанию имевшейся шероховатости.

Амплитуда колебания нижней части коронки составляет сотые доли миллиметра, но ее величина имеет один порядок с углубкой скважины за оборот снаряда, т. е. с фактором, определяющим образование шероховатости. В крепких породах величина углубки за оборот падает, в то время как амплитуда колебаний сохраняется, что может явиться объяснением большей степени сглаженности. Кроме того, поскольку с нижней стороны керна не создается условий для нанесения борозд, гладкий характер этой части керна может являться следствием обычной обработки керна, наблюдаемой как особый характер обработки лишь по контрасту с диаметрально противоположной стороной керна, имеющей микроуступы.

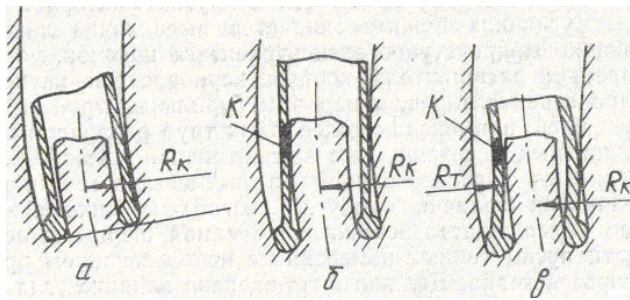


Рис.2. Схемы взаимного расположения
керна и нижней части колонкового набора:

R_k — радиус оси керна; R_t — радиус искривленного колонкового набора; K — зона касания керна и корпуса кернорвателя

Остается труднообъяснимым факт трения керна о поверхность корпуса кернорвателя. По рис. 2, а видно, что в идеальном положении, когда линия

сечения торца коронки совпадает с радиусом искривляющейся скважины, касания искривленного керна с поверхностью корпуса кернорвателя в зоне K происходить не может. При рассмотренной выше ситуации, когда колонковая труба прижата к выпуклой части ствола скважины, касание, как следует из схемы (рис. 2, б), возможно. Но для этого с учетом зазора между керном и телом коронки по низу, равного 1,5 мм, и расположения зоны касания на высоте до 100 мм (для снарядов алмазного бурения диаметром 76 и 59 мм начало зоны на высоте 83-73 мм) радиус искривления керна должен составлять несколько метров, что на два — три порядка меньше реально существующих. Вероятность касания увеличивается, если имеет место изгиб колонкового набора согласно рис. 2, в. Но и в этом случае необходимому радиусу изгиба трубы соответствует длина полуволны изгиба снаряда, измеряемая в долях метра, что также нереально. Остается предположить, что имеет место изгиб (перекос) в резьбовом соединении корпуса кернорвателя с колонковой трубой. Для касания величина перекоса должна быть не менее одного градуса. Такой перекос вероятно возможен.

Поскольку вопрос о возможностях достаточно эффективного применения бесприборного способа ориентирования керна является весьма важным, нужна постановка масштабных экспериментальных работ как в лабораторных, так и естественных условиях. При бурении блоков горных пород можно изучить характер фактуры поверхности не только керна, но и стенок скважины в призабойной зоне, влияние на образование рельефной поверхности керна типа коронок по характеру внутренних резцов, категории пород по буримости, состава пород, их абразивных свойств, истираемости и других факторов. В естественных условиях важным является выявление влияния на образование микроуступов эксцентриситета коронок, установки над коронкой расширителя, корпуса кернорвателя, на колонковом наборе центраторов, а над ним бурильных труб специальных профилей, применения колонковых труб различной жесткости, эллипсных в сечении и с эксцентричной массой. Влияние может оказать и режим бурения, в частности осевая нагрузка, определяющая величину упругого изгиба колонковой трубы. Полезно более тщательное изучение самой шероховатости поверхности путем точных измерений с использованием продольных разрезов керна. Должно быть оценено влияние угла наклона скважины и соотношения диаметров скважины и бурильных труб.

Детальное на научной основе исследование перечисленных и других вопросов может привести к отысканию способа снижения возможных пределов ошибок до погрешностей приборных способов, выявлению условий, с помощью

которых удастся искусственно расширить область получения надежных для ориентации участков керна с характерной фактурой. Не исключено, что одновременно могут быть найдены и новые объяснения характеру и особенностям работы коронки на забое в анизотропных породах, приводящим к искривлению скважин, что очень важно для решения проблем направленного бурения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кичигин К. М. Ориентирование керна бесприборным способом//Тезисы докладов IV конференции по геологии и полезным ископаемым Северного Кавказа (19—23 ноября).—Ессентуки, 1974.—С. 319—320.

2. Ошкордин О. В. Ориентация керна наклонно-искривленных скважин бесприборным способом // Техника и технология бурения разведочных скважин: Межвуз. науч. темат. сб. / СГИ.— Свердловск, 1984.— Вып. 7.— С. 96— 102.

3. Тунгусов А. А. О движении колонкового снаряда // Изв. вузов. Геология и разведка.— 1985.—№ 6.— 11-16.