

## ЛЕКЦИЯ 2

### ПОДГОТОВКА К ИССЛЕДОВАНИЯМ, ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА КЕРНА

#### 2.1. Извлечение керна

Для получения керна в скважину на бурильных трубах опускают керноотборный снаряд. Снизу к нему присоединяют породоразрушающий инструмент. Для предотвращения изгиба и повышения сохранности керна корпус керноотборного снаряда, передающий нагрузку и вращение породоразрушающему инструменту выполняется жестким толстостенным со стабилизаторами.

Различают керноотборный снаряд со съемными и стационарными керноприемниками. Керноотборный снаряд обычно состоит из нескольких секций длиной 7–8 м, что позволяет отбирать керн значительной длины (за рейс до 13–14 м). В зависимости от типа снаряда получают керн разного диаметра и длины. Диаметр отбираемого керна 40–120 мм. При бурении на нефть и газ используются роторные керноотборные снаряды типа «Недра» (для скважин диаметром 130–300 мм), турбинные керноотборные снаряды (для скважин диаметром 130–220 мм), а также снаряды серии КИМ. Последние обеспечивают отбор керна повышенной информативности: керн извлекается без техногенных деформаций с сохраненной структурой и текстурой, с максимально возможным сохранением пластового флюидонасыщения.

Разрушенная по кольцевому затрубному или внутреннему пространству порода выносится на поверхность промывочной жидкостью или сжатым воздухом (газом), нагнетаемым в скважину буровым насосом или компрессором, а керн входит в колонковую трубу.

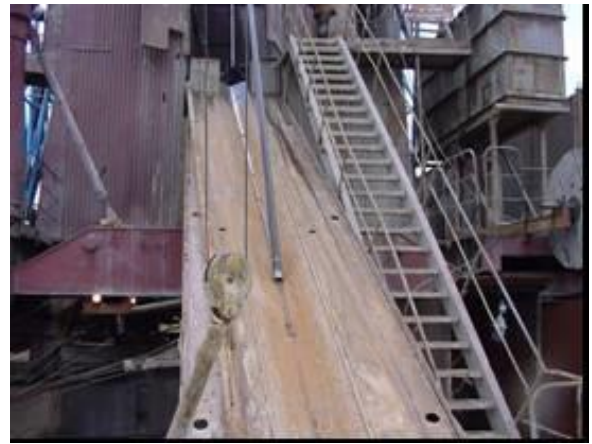
Периодически (через 0,5–6 м и более) керн заклинивают, отрывают от забоя, поднимают на поверхность вместе с колонковым снарядом и извлекают из колонковой трубы (рис. 2.1). Извлечение керна из бурового снаряда осуществляется работниками буровой бригады в присутствии геолога. Применяют почти непрерывную транспортировку керна по внутренней полости колонны труб на поверхность; при этом керн извлекается аккуратно, без нарушения его ориентации с обязательной фиксацией глубины отбора керна в скважине.

Первичная раскладка керна осуществляется прямо на буровой. Керн очищают ветошью, бумагой или отмывают от бурового раствора в емкости с водой, затем укладывают в специальные керноприемные ящики в строгой последовательности с его извлечением из колонковой трубы.

Интервалы, из которых поднят керн, разделяют деревянными брусками. Одновременно подписывают (на разделителях или на этикетках) глубину отбора, проходку и выход керна).



А



Б



В



Г



Д

Рис. 2.1. Последовательность операций по отбору керна: А – подъем кernoотборника; Б, В – извлечение керна из кernoприемной трубы; Г, Д – образцы керна, еще не отмытые от бурового раствора

*Примечание: Фото А, Г, Д заимствованы с сайта <http://www.slavneft.ru>*

Мелкие кусочки и обломки керна, последовательность которых невозможно установить, помещают в мешочки или заворачивают в плотную бумагу и укладывают в ящики в той же последовательности, что и керна.

Если в назначенном интервале керна не отбирался, в ящик укладывают этикетку с указанием, в каком интервале глубин вынос керна отсутствовал.

К сохранности и качеству керна предъявляются требования, обеспечивающие достоверность сведений о составе и строении вскрытых

скважиной горных пород и полезных ископаемых. Контроль и наблюдение за условиями и качеством керна осуществляются представителями технологической и геологической службы предприятий.

Сохранность керна оценивается его линейным или объемным выходом – процентным отношением суммарной длины (или фактической массы) поднятого керна к длине пробуренного интервала (или расчетной массе для пробуренного интервала) скважины.

Выход керна регламентируется инструкциями. Доля керна при сплошном отборе в общем информационном обеспечении геологоразведочных работ может достигать 70–80 %.

При бурении снарядами серии КИМ выход керна составляет 90 % и более (из неконсолидированных пород не менее 75 %). Стопроцентный выход керна позволяет с полной достоверностью изучать горные породы, пересечённые буровой скважиной, и определять запасы полезного ископаемого.

К специальным методам извлечения керна относятся отбор ориентированного керна и герметизация керна.

## **2.2. Отбор ориентированного керна**

Отбор ориентированного керна (рис. 2.2) позволяет уточнить геологическую модель залежи, определить потенциальную нефтедобычу, режим разработки месторождения и др., так как дает точную геологическую информацию:

- об углах падения пластов,
- о направлениях их простирания,
- о пространственном распределении характеристик коллекторов,
- о тенденциях изменения пористости и проницаемости.

Ориентация керна достигается при помощи специального чертящего башмака, расположенного ниже кернорвателя, который выполняет на керне три насечки. Одна насечка служит для идентификации (рис. 2.3), две других расположены от нее под углом  $135^\circ$  по окружности поперечного сечения керна.

Пространственная ориентация поднятого на поверхность керна осуществляется по результатам его палеомагнитного анализа (рис. 2.4) и определения положения насечек, нанесенных на керн, относительно сторон света (направления север–юг).





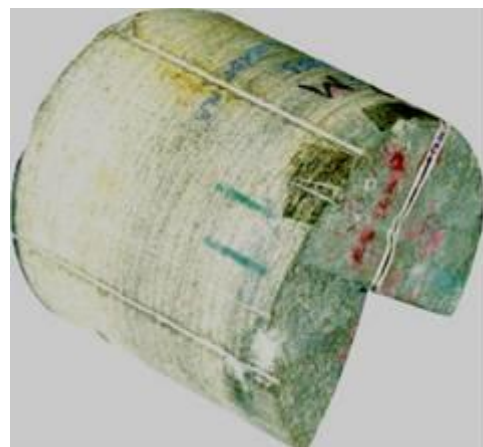
Рис. 2.2. Процесс извлечения колонки ориентированного керна



Рис. 2.3. Колонка керна с насечкой по образующей



А



Б

Рис. 2.4. Образцы ориентированного керна до (А) и после (Б) палеомагнитного анализа (стрелками обозначено направление севера)

### 2.3. Отбор герметизированного керна, герметизация керна

Отбор герметизированного керна продиктован необходимостью прямого определения по керну пластовых значений нефте- и газонасыщения и установления фазового состава флюидов. Информативность герметизированного керна выше керна, отобранного без герметизации, так как кроме сохранения остаточного водонасыщения в герметизированном

керна возможно сохранение нефте- и газонасыщения, а также и температуры при термостатировании керноприемника, благодаря чему обеспечивается возможность:

- прямого определения по керну пластовых и текущих значений нефте- и газонасыщения;
- сохранения фазового состава флюидов, что особенно важно при отборе керна из газогидратных залежей.

Отбор герметизированного керна осуществляется герметическими керноотборными снарядами. Они обеспечивают (после отделения керна от забоя) герметичное перекрытие керноприемника в нижней и верхней частях. При этом исключается гидродинамическое сообщение полости керноприемника, заполненной керном, со скважиной и сохраняется забойное давление.

При отборе герметизированного керна выполняются следующие операции:

- бурение с отбором керна герметическим керноотборным снарядом, оснащенным аппаратурно-измерительным комплексом записи термобарических параметров в полости керноприемника;
- контроль герметичности керноприемника снаряда на поверхности;
- ступенчатая дегазация керноприемника с замером расхода и отбором проб газа для его последующего анализа;
- разгерметизация керноприемника и извлечение керна;
- считывание данных аппаратурно-измерительного комплекса, их компьютерная обработка и интерпретация;
- обработка, экспресс-анализ керна, препарирование и консервация образцов.

При отборе герметизированного (изолированного) керна используют специальные стеклопластиковые (фибергласовые) керноприемные трубы (рис. 2.5).



А



Б

Рис. 2.5. Изолированный керн в стеклопластиковых трубах:

А – в керновом ящике в метровых секциях с притертыми крышками; маркировка интервалов залегания и направление увеличения глубины;

Б – керн в открытой трубе

Консервация углеводородов в образцах керна может быть проведена также после подъема его на поверхность. Она проводится в целях сохранения остаточных флюидов для последующего определения нефтенасыщенности. Консервация осуществляется в отдельных образцах керна, отобранного из интервалов с признаками углеводородов. Наиболее простой и распространенный способ консервации керна – герметизация в расплавленном парафине (парафинизация керна).

Сразу после извлечения керна из керноприемника и раскладки его на буровой керн с помощью ткани, увлажненной в дизельном топливе, быстро очищают от бурового раствора и упаковывают в полиэтилен. На поверхность полиэтилена крепится этикетка с указанием площади, номера и интервала отбора керна, места взятия образца керна. Подготовленный таким образом образец обтягивается марлей, перевязывается шпагатом и для равномерного покрытия несколько раз погружается в расплавленный парафин (рис. 2.6, А), температура которого 70–90° С.

Далее на парафин накладывается новая этикетка (с теми же выходными данными), а образец снова опускается в парафин. Погружение осуществляется неоднократно (каждый раз следят за тем, чтобы парафин, пропитывающий марлю, затвердел) до тех пор, пока образец равномерно не покроется слоем парафина. При этом нужно следить, чтобы надпись на этикетке легко читалась.

Запарафинированные образцы укладываются в ящики строго в соответствии с местоположением их в керновой колонке (рис. 2.6, Б).



А



Б

Рис. 2.6. Процесс парафинизации образцов керна (А) и укладка парафинированных образцов в керновые ящики (Б)

Для отправки на лабораторные исследования запарафинированные образцы пород помещают в металлические банки с плотно закрывающимися крышками. В целях предохранения парафиновой оболочки от повреждения образцы перекладывают мягкой бумагой, ватой и т. п. Правильное выполнение перечисленных операций обеспечивает консервацию начального содержания воды и нефти в течение нескольких недель.



## 2.4. Отбор образцов пород из стенок скважины

Отбор керна из стенок скважин применяют, в случаях, когда:

- скважина пробурена с низким выходом керна;
- затруднена (или невозможна) оценка нефтеносности пласта из-за неблагоприятного сочетания литологических факторов;
- некачественно проведен электрокаротаж: фильтрат промывочной жидкости глубокого проник в пласт и размеры зоны проникновения превышают радиус исследования применяемых электрометрических методов;
- повышена минерализация фильтрата промывочной жидкости, вследствие чего удельное сопротивление нефтепродуктивного пласта по данным бокового зондирования (БКЗ), получается низким;
- требуется более уверенная оценка продуктивности пластов, выделенных по геофизическим данным как «возможно продуктивный».

Важной особенностью отбора образцов из стенок скважин является то, что отбор может быть осуществлен после геофизических исследований скважин, что дает возможность уточнить характеристику интервалов, неоднозначно интерпретируемых по геофизическим данным. Кроме того, с помощью этого метода можно детально исследовать пласт не только в вертикальном разрезе скважины, но и по его простиранию.

Метод отбора керна из стенок скважин позволяет эффективно решать следующие геологические задачи.

1. Изучение стратиграфического возраста, структурных и текстурных особенностей, химического, гранулометрического и петрофизического составов пройденных скважиной пород.

2. Определение пористости, проницаемости и остаточной нефте- и водонасыщенности.

3. Уточнение нефтенасыщенности пластов и определение их границ в разрезах, где однозначная интерпретация результатов геофизических исследований затруднена.

4. Изучение пород, слагающих отдельные стратиграфические комплексы, в новых районах, а также на старых площадях в случае их аномального строения.

5. Изучение влияния литологии и насыщенности пластов на конфигурацию кривых электро- и радиометрии, а также калибровка кривых пористости и нефтенасыщенности по данным лабораторных исследований специально отобранных кернов.

Отбор образцов из стенок скважин осуществляется с помощью стреляющих или сверлящих керноотборных снарядов (грунтоносов), спускаемых на кабеле. Исходя из того, что стреляющие керноотборные снаряды сильно разрушают породы, исследование которых из-за малых размеров частиц сильно затруднено, особенно определение коллекторских

свойств, более предпочтительны боковые сверлящие керноотборники, позволяющие получать образцы длиной от 5 до 30 мм.

Отбор необходимого числа образцов горных пород из пласта зависит от представительности ранее поднятого керна, однородности пласта, а также от требуемой информации, которую следует получить в результате исследований. Чаще всего образцы пород для лабораторного исследования отбираются через каждые 0,5 м мощности продуктивной части выдержанного пласта и 0,25–0,3 м – из невыдержанного пласта.

В образцах из стенок, как и в образцах из ствола скважины, определяются:

- возраст пород,
- литологические особенности,
- химический состав,
- физические параметры (акустические, электрические, радиоактивные и т.п.),
- пористость, проницаемость, остаточная нефте- и водонасыщенность и др.

Результаты исследований образцов могут использоваться наряду с аналогичными данными, получаемыми по керну, для вычисления подсчетных параметров при определении запасов нефти и газа.