|  |
| --- |
| **УТВЕРЖДАЮ:** |
| Заместитель генерального директора – главный геологООО « РН – Пурнефтегаз » \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.В. Витевский |
| «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2013 г. |

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ**

**к лоту №**

**Лабораторные исследования керна специальной скважины №1001**

**Северо-Комсомольского месторождения**

**на л.у. ООО "РН-Пурнефтегаз"**

г. Губкинский

2013

1. **Цель работы:** Комплексное изучение литологических-петрофизических и фильтрационно-емкостных свойств горных пород Северо-Комсомольского месторождения в атмосферных и термобарических условиях, а так же проведение специальных исследований.
2. **Назначение:** Получение фактических экспериментальных данных для обоснования петрофизических моделей пород изучаемых разрезов, проектирования разработки месторождения, использования в гидродинамическом моделировании и составления проектов и технологических схем разработки, планирования мероприятий по повышению нефтеотдачи.
3. **Общие требования:**
4. Транспортировку керна с буровой необходимо провести в срок не более чем:

а) Для образцов, отобранных на специальные (сохранение естественной смачиваемости, определение нефтеводонасыщенности) и геомеханические исследования, законсервированных с помощью воска (или другой технологии) - 14 календарных дней с даты окончания отбора.

б) Для полноразмерного керна срок доставки не должен превышать 14 календарных дней с даты отбора.

1. Представитель Исполнителя должен присутствовать на всех этапах работ по отбору, маркировке, распиловке и подготовке к транспортировке керна.

Транспортировка керна осуществляется Исполнителем, она должна быть осуществлена в специализированных стрессоустойчивых/энергопоглащающих контейнерах. Необходимо обеспечить, чтобы образцы керна при транспортировке и хранении не замораживались. Контейнеры для транспортировки должны быть изолированы и подогреваться в зимнее время. Контейнеры предоставляются Исполнителем.

1. Доставка необходимых для выполнения лабораторных исследований объемов нефти, газа и воды должна осуществляться только в период с положительной температурой окружающего воздуха. Объем пластовых флюидов должен быть достаточен для выполнения запланированных объемов работ.
2. После приемки керна и проведения ревизии пришедшего полноразмерного керна (включая анализ компьютерной томографии полноразмерного керна). Исполнитель согласовывает с Заказчиком программу, объем и очередность проведения лабораторных исследований керна (Приложение 1).
3. Программа, объем и очередность проведения лабораторных исследований составляется в соответствии с комплексом работ.
4. Объем работ может корректироваться по согласованию с Заказчиком в зависимости от количества доступного кернового материала.
5. Работы должны быть выполнены в объеме и в срок, закрепленные в календарном плане, если в процессе работ не возникают технические или другие трудности, препятствующие качественному и своевременному выполнению работ в утвержденном объеме. В случае, если работы не могут быть выполнены в срок или в полном объеме, Исполнитель должен заблаговременно согласовать с Заказчиком смещение или изменение сроков выполнения и объемов работ.
6. Лабораторные исследования должны выполняться в соответствии с действующими нормативными документами, утвержденными ГОСТами, ОСТами и МВИ.
7. **Эксперименты выполняются по методикам, согласованным с Заказчиком до начала работ. В случае, если выполнение работ не может быть продолжено по утвержденной методике, Исполнитель должен уведомить об этом Заказчика и предложить способ решения проблемы.**
8. После окончания всех лабораторных исследований, основанных на литолого-петрофизических анализах, детальном макро- и микроскопическом описанием образцов керна, выполненных Исполнителем, должен быть выполнен анализ петрофизических связей типа «керн-керн», составлены литологические и петрофизические разрезы и литолого-петрофизические характеристики пород в интервалах отбора керна.
9. При проведении лабораторных исследований должны быть максимально воспроизведены геологические и физические условия пласта ПК1;
* модель пласта должна быть представлена образцами, отобранными из изучаемого пласта из скважин в определенном Заказчиком районе;
* для всех измерений, в которых необходимо иметь образцы с остаточной водонасыщенностью, создание последней проводить капиллярометрическим способом;
* должны соблюдаться термобарические условия пласта ПК1;
1. Выполнение каждого из исследований должно сопровождаться контролем качества выполнения работ, для чего необходимо предусмотреть проведение совместных совещаний Заказчика и Исполнителя.
2. После окончания работы составляется отчет, выполненный в соответствии с требованиями к представлению результатов научно-исследовательских работ, принятыми в нефтяной отрасли. **Отчет предоставляется в двух экземплярах в бумажной копии и в двух экземплярах в цифровом виде на компакт-диске, и должен включать файлы данных в виде развернутых таблиц**.
3. По мере выполнения экспериментов по каждому этапу, вместе с предоставлением сводных таблиц результатов, необходимо предоставлять промежуточные отчеты, по каждому виду исследований с описанием методологии и предварительными выводами; они также должны включать описания способов и предварительные выводы. Эти промежуточные отчеты могут быть использованы как главы в итоговом отчете. **Отчеты о продвижении работ с промежуточными данными: каждые 2 недели.**
4. **Материалы и условия проведения исследований**
* Для массовых (рутинных) исследований необходимо изготавливать цилиндрические образцы диаметром 38 мм и длиной не менее 50 мм, кроме того, необходимо изготовить образцы диаметром 30мм и длиной 30-35 мм для потоковых экспериментов, возможно использование образцов диаметром 38 мм (при оснащении оборудования кернодержателями соответствующего диаметра); размеры должны быть согласованы между Исполнителем и Заказчиком
* Для проведения потоковых экспериментов (ОФП) на единичных образцах необходимо изготавливать образцы диаметром 38 мм и длиной 60-70мм; размеры должны быть согласованы между Исполнителем и Заказчиком
* В потоковых экспериментах, в которых участвуют составные модели, замеры проводить, не снимая торцевых сеточек (кроме влияния буровых растворов); составные («комбинированные») образцы не должны включать сеточки между отдельными образцами;
* Количество образцов керна в модели (колонке) для экспериментов по вытеснению должно быть не менее 5-6 образцов.
* Для проведения потоковых исследований использовать изовискозную модель нефти, для определения ОФП нефть-газ создавать рекомбинированую пробу нефти, которая по физическим свойствам не должна отличаться от пластовой. Газ для рекомбинации природный (УВ), при его отсутствии использовать газообразный азот. Используемые образцы пластовой нефти должны быть отфильтрованы.
* В случае технической возможности проведения эксперимента по определению ОФП в системе «нефть-газ» на природном (УВ) газе, использовать его в качестве вытесняющего агента. В противном случае в качестве газа использовать газообразный азот.
* Вода пластовая для создания начальной нефтеводонасыщенности образцов, или модель пластовой воды по известному компонентному составу, с минерализацией, соответствующей пластовой воде.
* При проведении потоковых исследований, прокачку жидкостей осуществлять с линейной скоростью 53 см/сут

**ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ ПО ЭТАПУ 1 (ПОЛНОРАЗМЕРНЫЙ КЕРН)**:

* 1. **Прием и учет керна**.
	2. **Измерение профильной спектральной гамма-активности (СГК).** Работы выполнять в соответствии инструкцией по эксплуатации на установку SPGL-300. Результаты использовать в отчете.
	3. **Привязка керна по результатам профильных измерений к диаграммам ГИС.** Провести привязку результатов профильных спектральных измерений гамма-активности к кривым ГИС. Построить планшет. Результаты использовать в отчете.
	4. **Компьютерная томография полноразмерного керна.** Записать результаты компьютерной томографии для 100% керна. Результаты использовать при выборе мест для изготовления специальных образцов. Результаты использовать в отчете.
	5. **Выбор точек и выпиливание стандартных цилиндрических образцов под правильным углом к напластованию (необходимо предварительное согласование с Заказчиком).**
	6. **Интерпретация результатов компьютерной томографии (КТ).** Результатом работ должна быть кривая рентгеновской плотности вдоль колонки керна, 2D снимки вдоль осей керна, количественная оценка неоднородностей. По результатам привязки «керн-ГИС» и результатов томографии выбрать места для изготовления образцов по технологии методом вдавливания.

Сканирование рентгеновских снимков каждого метра, а также каждые 10 см срез КТ. Данные представлены в виде рентгеновского изображения (1 метр) и соответствующие изображения срезов КТ, с указанием, где срезы находятся на изображении в 1 метр. Каждое изображение среза КТ должно включать среднее значение рентгеновского затухания по представительной части изображения. Значение затухания пропорционально пористости.

* 1. **Изготовление полноразмерных образцов диаметром 100 мм и длиной 200 мм, их отбор и парафинирование.** Отобранные образцы предназначены для проведения геомеханических исследований статическим методом. Отбор должен проводиться из интервалов покрышки и продуктивного пласта. Эти полноразмерные образцы керна будут также использоваться для некоторых специальных исследований керна, включая изучение повышения нефтеотдачи, в дополнение к изучению механики пород.
	2. **Изготовление образцов диаметром 38 мм по технологии вдавливания (без заморозки).** Изготовление проводить в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации оборудования и методическими указаниями.

Выбуривание образцов из уплотненных, консолидированных интервалов производить по стандартной методике, алмазным сверлом параллельно или перпендикулярно напластованию.

Для отбора образцов из рыхлых, слабосцементированных пород необходимо использовать две методики:

А) Методом вдавливания – исходным материалом служит незамороженный керн. Перед изготовлением образцов места выбуривания перфорируются алмазной коронкой диаметром 50 мм. Нажимая на резак (с заранее смонтированной термоусадочной пленкой), с помощью подающего устройства добиваются, чтобы резак медленно врезался в керн, после окончания процесса врезания медленно извлечь резак из керна. Выпиленные образцы необходимо аккуратно достать из резака, оторцевать и провести окончательный монтаж торцевых сеток с обжиманием термоусадочной пленки с помощью высокотемпературного фена.

Б) На замороженном (стабилизированном керне):

1. Используя сухой лед (при его отсутствии используется жидкий азот), предварительно охладить керн до температуры не выше - 80 0С и проводить выпиливание с применением жидкого азота.
2. Выпилить образец в установленном месте, используя сверла соответствующего размера (38 и 30 мм). Образцы цилиндрической формы (на исследование) должны выпиливаться аккуратно. Если во время выпиливания будет приложено слишком сильное давление, то сверло может изогнуться и образец деформируется. Убедиться, что струя жидкого азота достаточна для поддержания образцов в замороженном состоянии и удаления шлама.
3. Оторцевать образцы до требуемой длины специальной пилой, используя жидкий азот для охлаждения, убедиться, что торцы образца параллельны. Промаркировать оторцованные концы.
4. Поместить образцы в предварительно взвешенный манжет с предварительно взвешенными и точно подобранными торцевыми фильтрами.
5. Промаркировать, законсервировать и подготовить к хранению в соответствии с требованиями.

Для испытания капиллярного давления и электрического сопротивления, на торцы образцов устанавливаются специальные комплекты, которые содержат пористые керамические пластины, серебряные мембраны и капиллярные контактные носители, в зависимости от вида исследований.

Для изучения методом ЯМР изготовленные образцы не должны содержать металлических частей (магнитных).Кроме того, длина образцов не должна быть длиннее, чем 4,5 см.

* 1. **Выполнить продольную распиловку слабосцементированного, рыхлого керна на станке с ленточной пилой (или камнерезным кругом) с охлаждением пилы с помощью жидкого азота.** Распиловку с использованием жидкого азоте необходимо проводить в нефтенасыщенном интервале, породы которого представляют собой неконсолидированные, очень рыхлые песчаники.
	2. **Выбуривание стандартных цилиндрических вертикальных образцов диаметром 38 мм с использованием охлаждения коронки жидким азотом, их изготовление и отбор.** Изготовление проводить в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации оборудования и методическими указаниями.

Интервалы выбуривания определяются по согласованию с Геологической службой заказчика (проектной группой).

* 1. **Провести фотографирование горбушек керна в белом и ультрафиолетовом свете.** Фотографирование в обычном (белом) и ультрафиолетовом свете производить очень быстро, не допуская размораживания керна, по возможности керн должен быть очищен (отмыт) от бурового раствора. Керн должен быть упорядочен, освещение должно быть равномерным. Рекомендуется использование камеры высокого разрешения для наилучшей цветопередачи и более высокого качества получаемых изображений. Для оценки характера насыщения коллекторов выполнять фотографирование керна в ультрафиолетовом свете осветительной системой с длиной волны 365 нм. Провести уточнение мест выбуривания с использованием результатов фотографирования. Лаборатория должна поместить 4-5 метров керна на каждый цифровой снимок. В дополнение требуются цифровые снимки каждых 20 см керна с более высоким разрешением.
	2. **Консервирование "горбушек" керна компаундом.**
	3. **Паспортизация и перекладка керна в коробки для размещения в кернохранилище.** Работы выполнять с соблюдением РД 39–0147–716–505–85 «Порядок отбора, привязки, хранения, движения и комплексного исследования керна и грунтов нефтегазовых скважин». Этот стандарт распространяется на все породы и устанавливает требования к отбору, упаковке, транспортированию и хранению образцов пород.

**ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ ПО ЭТАПУ 2**

Основной задачей этапа является оценка фильтрационно-емкостных и петрофизических характеристик пород в атмосферных и термобарических условиях. Для проведения исследований, отбор и подготовку образцов производить в соответствии с существующими нормативными документами и ГОСТами в следующей последовательности:

**2.1** **Фотодокументирование образцов керна, отобранных для выполнения экспериментов.** Каждый стандартный консолидированный образец фотографировать цифровой камерой высокого разрешения при дневном освещении.

**2.2** **Детальное литологическое описание образцов керна.** По всем отобранным образцам выполнять подробное литологическое описание.Если это невозможно сделать непосредственно по самому образцу, делать описание породы по месту отбора, с пометкой об этом;

**2.3 Изучение образцов с естественным насыщением методом ЯМР.** Объектом исследований служат образцы диаметром 38 мм, изготовленные из полноразмерных образцов керна законсервированных на буровой и доставленных в лабораторию. В результате проведения экспериментов необходимо, помимо стандартного определения коэффициента пористости, получить коэффициент эффективной пористости, коэффициент остаточного водонасыщения и граничное значения времени поперечной релаксации. Исследования ЯМР проводить в комплексе с гранулометрическим составом и определением минерального состава глинистой компоненты пород.

Провести ЯМР измерения:

* поперечная релаксации методом КПMГ (Карр-Перселл-Meiboom-Гилл)
* продольная релаксация методом обратного восстановления.

Для целей калибровки измерения поперечной релаксации с помощью метода CPMG (КПMГ) должны проводиться на контрольном образце известного объема и известного водородного показателя. Эталонный образец должен обеспечиваться лабораторией. Для CPMG измерений интервал между эхо-сигналами должен быть максимально коротким для ЯМР инструмента, но не должен быть короче, чем 190 микросекунд (= 2 \* Тау). Параметры, используемые для измерения на образцах и контрольном образце, должны обеспечиваться лабораторией.

**2.4 Определение водо- и нефтенасыщенности прямым (экстракционно-дистилляционным) методом (на тех же образцах, что и с ЯМР).** Объектом исследований служат образцы диаметром 38 мм, изготовленные из полноразмерных образцов керна законсервированных на буровой и доставленных в лабораторию. При отборе образцов из интервалов с газовой шапкой исследования проводятся с целью определения остаточной нефтенасыщенности, в остальных интервалах исследования проводятся с целью определения остаточной водонасыщенности (и текущей нефтенасыщенности). Исследования проводятся с помощью приборов Дина-Старка. Важно определить водонасыщенность образцов керна из водонасыщенной зоны, что делается с помощью приборов Дина-Старка.

**2.5 Экстрагирование образцов терригенных пород и сушка до постоянного веса (при +63оС с контролем влажности (относительная влажность 40%).** Экстрагирование для всех образцов помещенных в термоусадочные пленки проводить в аппаратах Сокслета с помощью спирто-бензольной смеси. Экстрагирование для всех образцов, предназначенных для проведения потоковых экспериментов и капиллярометрических исследований с замером УЭС проводить в индивидуальных кернодержателях с помощью проточного экстрактора попеременной фильтрацией толуола, спирто-бензольной смеси, хлороформа при температуре не выше 60оС. Обессоливание образцов проводить фильтрацией ацетона. Сушку образцов производить при 63оС с обязательным контролем влажности (40%), по причине присутствия монтмориллонита в составе исследуемых пород.

*Исследования в атмосферных условиях:*

**2.6 Определение открытой пористости газоволюметрическим методом (по гелию).** Измерения проводить на всех отобранных стандартных образцах с помощью гелиевого порозиметра. Параметры, используемые для определения пористости, должны измеряться при одном и том же напряженном состоянии. Должны измеряться все три значения: поровый объем, объем зерен и общий объем.

**2.7 Абсолютная проницаемость по газу с поправкой Клинкенберга.** Производить на всех стандартных образцах керна после экстракции и сушки до определения пористости методами жидконасыщения по ОСТ-39–161–83 «Нефть. Метод лабораторного определения абсолютной проницаемости коллекторов нефти и газа и вмещающих их пород». Измерения производить на газовом пермеаметре со стационарным режимом фильтрации газа.

**2.8 Определение открытой пористости насыщением жидкостью (керосином).** Выполнять по стандартной методике согласно ГОСТ 26450.1-85 «Метод определения коэффициента открытой пористости жидконасыщением». В тех случаях, когда определение пористости проводится на образцах в оболочке, для расчета необходимо знать вес самой оболочки и торцевых сеточек, которые необходимо взвесить перед отбором образцов (после этого образцы опять нужно экстрагировать).

**2.9 Определение открытой пористости насыщением жидкостью (водой).** Эти исследования проводить по методике, описанной в пункте 2.7.

**2.10 Определение объемной и минералогической плотности (расчетным способом).** Вычислять по результатам взвешивания образцов при определении коэффициента открытой пористости жидконасыщением. По ГОСТ 26450.1-85 «Метод определения коэффициента открытой пористости жидконасыщением».

**2.11 Определение минералогической плотности (пикнометрическим методом).** Выполнять по стандартной методике лабораторным пикнометром. Плотность определять по массе заключенного в пикнометре вещества (ее находят взвешиванием) и объему вещества, равному объему в пикнометре. При определении минералогической плотности пород, содержащих водорастворимые соли, набухающие в воде глины, а также карбонатные породы, необходимо применять в качестве рабочей жидкости очищенный серной кислотой керосин.

**2.12 Измерение удельного электрического сопротивления пород при их 100% водонасыщенности, расчет параметра пористости (Рп).** Замеры удельного электрического сопротивления для получения графиков зависимости сопротивления пород от пористости и насыщенности (пункт 2.16) выполнять согласно ГОСТ 25494-82 «Горные породы. Метод определения удельного электрического сопротивления» и МВИ 223.13.17.183/2010.

Параметр пористости должен быть измерен или по а) пластовому давлению (избыточному), включая пористость, соответствующую такому давлению, или б) при комнатных условиях с отдельным определением изменения параметра пористости с давлением, чтобы ввести поправки (на этих же образах выполнить измерение Кп в пластовых условиях).

**2.13. Определение емкости катионного обмена.** Выполнять данный вид исследований способом потенциометрического титрования, в этом случае общая емкость катионного обмена и гранулометрический состав пород определяются совместно.

**2.14. Построение диаграмм капиллярного давления на индивидуальном мембранном капилляриметре с одновременным измерением истинного сопротивления пород при пластовой температуре:** 6 определений для системы вода-газ и 6 определений для системы нефть-вода.

**2.15. Изучение смачиваемости пород методом адсорбции.** Использовать методику, предусматривающую определение смачиваемости по величине адсорбции воды на экстрагированных и неэкстрагированных образцах пород.

Набор образцов должен быть исследован по методу Амотта:

а) насыщение до значений остаточной водонасыщенности, используя лабораторную нефть, в кернодержателе

б) измерить спонтанное вытеснение солевого раствора

в) насыщение до остаточной нефтенасыщенности после вытеснения нефти водой, в кернодержателе

г) измерить спонтанное вытеснение нефти

Это должно быть сделано на наборе:

а) "Свежих" цилиндров, перед очисткой растворителем.

б) Также выполнить на наборе очищенных растворителем цилиндров, чтобы определить, сделала ли очистка пробы влажными от воды.

в) Наконец, на наборе цилиндров, которые были очищены и восстановили смачиваемость, провести похожую процедуру касательно относительной проницаемости (фильтрации) испытательных образцов. Определить смачиваемость при экспериментах на относительную проницаемость. Если возможно, используйте цилиндры из б)

**2.16. Исследование керна методом ядерно-магнитного резонанса (ЯМР).** В результате проведения экспериментов необходимо, помимо стандартного определения коэффициента пористости, получить коэффициент эффективной пористости, коэффициент остаточного водонасыщения и граничное значение времени поперечной релаксации. Исследования ЯМР проводить на тех же образцах что и в п. 2.4. только после экстракции.

Образцы керна, которые будут использоваться для измерения пористости ЯМР, должны быть насыщены синтетической пластовой водой после высушивания. Измерения остаточной водонасыщенности производятся на том же керне. Для измерения остаточной водонасыщенности ЯМР, неснижаемая водонасыщенность с воздухом должна создаваться с использованием пористой пластины.

Провести ЯМР измерения:

* поперечная релаксации методом КПMГ (Карр-Перселл-Meiboom-Гилл)
* продольная релаксация методом обратного восстановления.

Для целей калибровки измерения поперечной релаксации с помощью метода CPMG (КПMГ) должны проводиться на контрольном образце известного объема и известного водородного показателя. Эталонный образец должен обеспечиваться лабораторией. Для CPMG измерений интервал между эхо-сигналами должен быть максимально коротким для ЯМР инструмента, но не должен быть короче, чем 190 микросекунд (= 2 \* Тау). Параметры, используемые для измерения на образцах и контрольном образце, должны обеспечиваться лабораторией.

**2.17. Гамма-гамма спектрометрия.** Выборка должна пересекаться с определением РСА породы и определением глинистой компоненты методом РСА.

*Исследования при пластовых условиях*

**2.18. Определение пористости по газу в пластовых условиях (**конечная точка измерений должна соответствовать пластовому давлению)

**2.19. Определение проницаемости по газу в пластовых условиях (**конечная точка измерений должна соответствовать пластовому давлению)

**2.18. и 2.19.** Эксперименты проводить на специальной установке позволяющей, одновременно на одном и том же образце при 5 различных давлениях проводить измерение пористости и проницаемости по газу. Поскольку эти образцы слабо консолидированные, и на них могли повлиять процесс отбора керна и транспортировка, в измерения должен быть включен полный цикл условий по давлению. Начать на образцах с низкого давления (избыточного), и повышать давление несколькими ступенями, вплоть до значений чистого избыточного давления в залежи. Затем снизить до значений, близких к давлению окружающей среды, и выполнить серию повышений давления, поднимаясь выше, чем исходные значения пластового давления и вплоть до чистого значения давления при прекращении разработки залежи. Измерить проницаемость и изменение пористости на каждой ступени изменения давления. Использовать образцы, насыщенные газом, либо насыщенные солевым раствором.

*Исследования в условиях моделирующие пластовые:*

**2.20. Механические свойства пород.**

**Механические свойства пород (песчаники**). Целью определения механических свойств песчаника является получение значений механических параметров горных пород для следующих целей:

* Механические свойства в масштабах всего коллектора (проседание, сжимание, стабильность разломов, сплошность разломов, целостность скважин)
* Стратегия бурения в продуктивном пласте (стратегия в песчаниках)
* Исходные данные для моделирования коллектора (сжимаемость порового объема, изменения проницаемости)

**2.20.1. Определение прочности на сдвиг и свойств жесткости: модуль упругости, коэффициент Пуассона, зависимость деформации от напряжения при разрушении (угол трения и сцепление)** (CID/CAD). Изотропная и анизотропная консолидация, связанная с подвижками при откачке (осевое нагружение при постоянном эффективном радиальном напряжении) вплоть до обрушения. Проведение исследований при различном напряжении, создаваемое горным давлением (2/5/7,5/10/++ МПа). Основное вертикальное напряжение прилагается вплоть до обрушения. Для определения свойств при нагружении/разгрузке включить нагружение при испытаниях.

**2.20.2. Определение жёсткости, траектории нагружения и разрушения пор: траектория нагружения, модуль объёмной деформации, одометрический модуль, жестокость на сдвиг, коэффициент Пуассона** (UST/HYD/KD).

Одноосная деформация (UST): (нулевое радиальное напряжение), при дренировании и нагрузки при постоянном осевом напряжении или скорости деформации.

Гидростатическая (HYD): Испытания при дренировании при условиях гидростатического напряжения, т.е. осевое напряжение равно радиальному напряжению.

Постоянный коэффициент деформации (KD): испытания с постоянным соотношением между основными напряжениями K = '3/'1, при дренировании

**2.20.3. Определение акустических свойств: осевые: скорости продольных и поперечных волн, радиальные: скорости продольных волн**.

Акустические измерения должны выполняться при всех испытаниях, когда это возможно, за исключением UCT, испытаний на одноосное сжатие. Стандартные акустические измерения – это осевые: скорости продольных и поперечных волн и радиальные: скорость продольных волн.

Акустические измерения должны производиться как в фазе консолидации, так и в основной части исследований. Частота при измерениях должна быть настолько высокой, насколько это практически достижимо. В заявке лаборатория должна указать, насколько часто будут проводиться акустические измерения и верхнее предельное значение числа измерений, если необходимо.

**Механические свойства пород (глины**). Целью программы лабораторных работ является получение:

* Уточненного предсказания стабильности скважин путем более надежной оценки для предсказания обрушения и включение эффектов анизотропии с тем, чтобы снизить неопределенности и ириски при бурении.
* Улучшенный прогноз целостности скважины в течение срока эксплуатации месторождения
* Получение характеристик анизотропии в отношении статических (механических) и динамических (скорости продольных и поперечных волн) свойств.

Для достижения этих целей сланцы, исследуемые в лаборатории, должны обеспечить оценки для следующих параметров и/или свойств:

* Механические свойства сланцев – временное сопротивление, жёсткость и акустические скорости сланцев
* Анизотропия механических свойств, как статических, так и динамических.

**2.20.4. В интервале сланцев определить сдвиговую прочность и жесткостные свойства: модуль упругости, коэффициент Пуассона,** **зависимость деформации от напряжения при разрушении (угол трения и сцепление)** CIU. Поперечная нагрузка без дренирования при постоянном эффективном напряжении. Измерения должны проводиться при 6 различных ориентациях образцов: 0, 30, 45, 60, 90 градусов относительно слоистости.

**2.20.5.** **В интервале сланцев определить сдвиговую прочность и жесткостные свойства и температурные зависимости: модуль упругости Е при повышенных температурах** CIDt. Поперечная нагрузка без дренирования при постоянном эффективном напряжении. Повышенная температура, соответствующая пластовым условиям in situ. Ориентация образцов 90 градусов относительно слоистости.

**2.20.6. Определение проницаемости глинистых интервалов.** Проницаемость измеряется перпендикулярно слоистости и параллельно слоистости.

**2.20.7. Определение предела прочности на разрыв для глинистых интервалов**. Бразильский тест. Измерения проводить как перпендикулярно, так и параллельно слоистости.

**2.20.8. Определение акустических свойств в глинистых интервалах**. Измерять акустические свойства при трехосных исследованиях образцов без дренирования. См. 2.23.4.

**ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ ПО ЭТАПУ 3**

Параллельно с фильтрационно–емкостными и петрофизическими исследованиями проводятся литолого-петрографические исследования пород:

**3.1. Детальное послойное литологическое описание керна.** Описание необходимо проводить для уточнения литологической колонки по ГИС в процессе привязки керна к геологическому разрезу. При послойном литологическом описании среза керна документировать структурно-текстурные особенности, отметить включения фауны и флоры, угля, растительного детрита и характер насыщения породы.

**3.2. Изучение морфологических особенностей и структуры порового пространства методами растровой электронной микроскопии.** При микроскопическом исследовании структуры порового пространства следует исследовать формы и особенностей упаковки зерен, характер катагенетических изменений и распределения цементной массы в межзерновом пространстве, а также изучить пространственную неоднородность коллекторских вдоль и поперек оси керна. Данный вид анализа необходимо выполнять в комплексе с определением минерального состава, гранулометрического состава, фациальным анализом и изучением порового пространства в шлифах.

**3.3. Определение гранулометрического состава пород.** При определении механического состава горных пород использовать ситовый метод или метод лазерной дифракции, с использованием лазерного анализатора размеров частиц.

**3.4. Рентгеновская дифракция (XRD) для определения глинизации пород.**

**3.5. Рентгеновская дифракция (XRD) для определения минералогического состава горных пород.**

3.4 и 3.5 Определение минерального состава глинистой компоненты пород (РСА), Определение минерального состава пород (РСА).Данный вид анализа необходимо выполнять в комплексе с определением гранулометрического состава, фациальным анализом и изучением порового пространства в шлифах и методом растровой электронной микроскопии. Выборки для РСА глинистой компоненты и минерального состава пород должны пересекаться.

**3.6. Определение карбонатности с раздельной оценкой содержания кальцита, доломита, сидерита, анкерита (термогравиметрическим).** Для определения карбонатности необходимо использовать термогравиметрический метод. Для проведения исследований пользоваться навесками, растертыми из кусочков горных пород оставшихся в процессе подготовки стандартных образцов. Выборка должна частично пересекаться с выборками по пункту 3.4, 3.9

**3.7. Изготовление шлифов**. Для изготовления шлифов подобрать наиболее характерные образцы, отражающие основные закономерности изменения литологии пород по пласту и разрезу, а также образцы, явно отличающиеся своими характеристиками от других пород разреза. С целью исследования морфологии, размеров, характера распределения пор и степени их сообщаемости шлифы изготовлять по технологии, с прокраской смолой.

**3.8. Изучение литологических характеристик пород и структуры порового пространства в шлифе.** Проводить с использованием поляризационных микроскопов, для изучения литолого-петрофизических характеристик пород в шлифах: уточнения литологического типа породы, описания состояния пустотного пространства (тип цемента, процентное соотношение и распределение различных типов цемента, наличие вторичных минералов). Изображения с высоким разрешением для каждого шлифа.

**3.9. Изучение элементного состава и определение седиментологических (петрохимических) коэффициентов методом химического анализа (РФА).** В результате анализа исследуется элементный состав горных пород и рассчитываются петрохимические коэффициенты. Выборки для РФА и РСА глинистой компоненты и минерального состава пород должны пересекаться.

**3.10. Детальное седиментологическое описание керна с выделением литофаций и анализом условий осадконакопления с построением седиментологической колонки с выделением литофаций в масштабе 1:50000.**

**ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ ПО ЭТАПУ 4**

Целью проведения специальных исследований является уточнение гидродинамических характеристик пласта-коллектора (ОФП), коэффициента вытеснения нефти водой и другими водорастворимыми агентами. Для комплексного изучения горных пород-коллекторов, на всех образцах участвующих в специальных исследованиях, помимо рутинных определений (пористость, проницаемость, остаточная водонасыщенность), необходимо провести следующие виды анализов: гранулометрический состав, фациальный анализ и изучение порового пространства в шлифах и методом растровой электронной микроскопии, определение минерального состава глинистой компоненты пород (РСА).

Количество моделей, представленное в техническом задании и программе работ – ориентировочное, будет уточнено по результатам стандартных и литологических исследований.

Все образцы до и после экспериментов необходимо фотографировать.

**4.1. Остаточная водонасыщенность образцов для проведения потоковых экспериментов создается в групповом мембранном капилляриметре.** Выполнять исследования по методике, предусматривающей вытеснение воды из 100% - водонасыщенного образца горной породы с помощью сжатого воздуха при давлении 12 атм через полупроницаемую мембрану. Насыщенность определять весовым методом.

Давление создания остаточной водонасыщенности (при котором остаточная водонасыщенность выходит на асимптоту и не произойдет разрушение образцов) определить при стандартном петрофизическом комплексе исследовании данных пластов.

* 1. **Определение фазовых и относительных фазовых проницаемостей по нефти и воде методом стационарной фильтрации, в условиях моделирующих пластовые, выдержка модели пласта с Кнн в статике 20 суток.**

Для исследований необходимо выбрать образцы из более консолидированных нефтенасыщенных интервалов. Исследования проводить на моделях с различными значениями проницаемости (порядка – 200, 500, 700, 900 и 1200 мД). Следует заострить внимание на том, что по причине «рыхлости» керна, возможно засорение системы дифференциальных манометров и как следствие искажение результатов экспериментов. Поэтому необходим особый контроль значений перепада давления, особенно на начальной стадии проведения экспериментов. Кроме того, особое внимание следует уделить загрузке и разгрузке образцов в кернодержатель, что бы избежать их разрушения. Эксперименты по определению фазовых проницаемостей проводить в соответствии с положениями отраслевого стандарта ОСТ 39-235-89 «Нефть. Метод определения фазовых проницаемостей в лабораторных условиях при совместной стационарной фильтрации». В качестве пластовой нефти использовать изовискозную модель нефти.

Падение давления и изменения насыщения, а также профили насыщения должны непрерывно записываться и помещаться в отчет. Смоделировать установившиеся эксперименты с тем, чтобы определить оптимальные соотношения нефть/вода и отношения для каждого образца (Проектная группа может обеспечить в этом поддержку).

Результаты экспериментов представить в виде графиков зависимостей относительных фазовых проницаемостей для нефти и воды от водонасыщенности, а также в таблицах, содержащих информацию о фильтрационно-емкостных параметрах исследуемых образцов, условиях и режимах проведения экспериментов. При расчетах значений относительных фазовых проницаемостей за базовую принимать проницаемость по нефти при остаточной водонасыщенности образца.

После окончания эксперимента, определить остаточную нефтенасыщенность образца в аппарате Дина-Старка.

**4.3 Определение фазовых и относительных фазовых проницаемостей по нефти и газу методом стационарной фильтрации в условиях моделирующих пластовые при их совместной фильтрации, выдержка модели пласта с Кнн в статике 20 суток.**

Для исследований необходимо выбрать образцы из более консолидированных нефтенасыщенных интервалов. Исследования проводить на моделях с различными значениями проницаемости (порядка – 200, 500, 700, 900 и 1200 мД). Следует заострить внимание на том, что по причине «рыхлости» керна, возможно засорение системы дифференциальных манометров и как следствие искажение результатов экспериментов. Поэтому необходим особый контроль значений перепада давления, особенно на начальной стадии проведения экспериментов. Кроме того, особое внимание следует уделить загрузке и разгрузке образцов в кернодержатель, чтобы избежать их разрушение. Эксперименты по определению фазовых проницаемостей проводить в соответствии с положениями отраслевого стандарта ОСТ 39-235-89 «Нефть. Метод определения фазовых проницаемостей в лабораторных условиях при совместной стационарной фильтрации». В качестве пластовой нефти использовать рекомбинированную модель нефти.

Смоделировать эксперимент с установившимся состоянием газа/нефти, чтобы получить оптимальные соотношения газ/нефть и коэффициенты заводнения (Проектная группа может обеспечить в этом поддержку).

Эксперимент должен быть с воспроизведением истории для корректировки капиллярных торцевых эффектов (Проектная группа может обеспечить в этом поддержку).

**4.4. Биостратиграфический анализ** необходимо выполнитьдляболее высокого разрешения хроностратиграфической разбивкипо скважине. Палинологические и микропалеонтологические анализы необходимо выполнить в глинистых и песчаных интервалах.

Обычно Подрядчик использует стандартные методы для обработки, если иное не оговорено в Техническом задании. Подрядчик обсуждает и рекомендует улучшения в методологии там, где, по мнению подрядчика, они необходимы для решения основных задач.

**4.4.1** **Палинологический анализ**

* Образцы для палинологического анализа следует пропустить через сита 15микрон, если не определено иначе
* Используется покровное стекло по крайней мере 22x25мм. Необходима постоянная закрепляющая среда

Важные (т.е. с потенциальной корреляционной ценностью) образцы с открытой номенклатурой документально подтверждают фотографиями и отмечают на шлифах для палинологии/ для микроорганизмов. Необходимо обеспечить координаты England Finder для всех стратиграфических маркеров. Необходимо указать ориентацию England Finder и предметных стекол (напр. на бирке справа или слева).

Необходимо следовать таксономической классификации Fensome et al. 2008. Она находится в свободном доступе: <http://dinoflaj.smu.ca/wiki/Main_Page>

В начале отчета необходимо предоставить список отклонений. Все шлифы необходимо отправить вместе с окончательным отчетом по завершению проекта.

**4.4.2.** **Микропалеонтологический анализ**

1. Объемная микропалеонтология:

- Обрабатывается стандартный образец весом 50 гр или эквивалентного объема (информация должна содержаться в введении в отчет).

- Записывается процентный объем отобранного образца (напр. рассчитывается с использованием пробирок)

- Размер сита для мокрого ситового анализа (мокрого просеивания) должен составлять 63 микрона

- Заносится в журнал количество отобранной микрофауны

- Цифры по образцу пересчитывают, чтобы они представляли 100% общего остатка, напр. если отобрано 50% всего, удваивают счет образцов

Микропалеонтологические шлифы со всеми записанными формами возвращают Заказчику вместе с окончательным отчетом по завершению проекта. Стратиграфические маркеры/стратиграфически важные виды фотографируют и помещают на предметные стекла с координатной сеткой со списком таксонов. Эти образцы должны сопровождаться кратким описанием.

1. Микропалеонтологические анализы

Целью микрофациальных анализов может быть:

* Обеспечение биостратиграфической основы для оконтуривания потенциально корреляционных горизонтов внутри выделенных по сейсмическим данным горизонтов
* Обеспечение интерпретации палеосреды в изучаемом разрезе с целью выявления и понимания взаимосвязанности между взвешенным аллохтонным осадконакоплением и фоновым статическим бассейново-равниным.
* Используя вышеуказанные критерии биофаций в разработке сиквенс-стратиграфической модели

Отчет по стандартным биостратиграфическим исследованиям должен содержать:

* Описание используемой в отчете терминологии
* Дисциплины, используемое количество образцов и типы образцов (керн, керн, отобранный боковым грунтоносом, или шлам)
* Хроностратиграфическую разбивку – 1 стр.
* Биостратиграфическую разбивку и детальное описание, включая комментарии по качеству данных
* Соответствующие ссылки
* Схемы зональности, используемые Подрядчиком (если используются)
* Литологическое описание керна, отобранного боковым грунтоносом и частей керна.
* Описание технологии обработки, если она отличается от стандартной
* Документация и описание важных видов с открытой номенклатурой (с потенциальной корреляционной ценностью), если требуется.
* Документация по первичным данным и разбивка по графическим таблицам (контрольным картам)
* Отчет должен быть представлен как единый документ
* Возможное обсуждение включения дополнительного содержания в отчет и в планируемый объем работ

**От ООО «РН-Пурнефтегаз»:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Начальник Управления ГиЗООО «РН – Пурнефтегаз» | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |  А.Е. Андреев |
| Заместитель главного инженера по НТООО «РН-Пурнефтегаз» | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | А.В. Сахань |

**От ООО «СамараНИПИнефть»:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Заведующий лабораторией, геолог проектной группы | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | А.Ф. Гараев |

**От Статойл АСА:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Старший геолог проектной группы | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | М.П. Огаркова |
| Заместитель руководителя проектаСтатойл АСА | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | О. Халле |