

Рекомендации по технологии отбора и лабораторным исследованиям керна

1. Рекомендации по технологии отбора кернового материала

1. Отбор керна рекомендуется проводить в скважинах, пробуренных на безводных промывочных жидкостях (РУО, РНО).

Использование РВО допускается только в исключительных случаях, когда использование РУО невозможно. При этом обязательным условием является использование трассеров (Уранин-А, флуоресцеин и их аналоги) для контроля проникновения ФБР в керн.

2. Технология отбора керна – «изолированная», использование парафиновых мембран не рекомендуется.

3. При бурении с отбором керна рекомендуется использовать изолирующий агент в виде геля (не на углеводородной основе) типа КорИзоГель, Изокор и их аналогов, с минимальной водоотдачей, специально разработанных для использования при изолированном отборе керна. Использование обычных химических реагентов, являющихся составной частью рецептур приготовления буровых растворов (ПААП, Родопол и т.д.), не рекомендуется.

4. Кернаотборный снаряд рекомендуется использовать в односекционной компоновке (6-9 м за рейс). Проходка должна составлять не более 90% от максимальной длины керна, помещающегося в керноприемную трубу, с целью исключения передавливания в керноотборочном снаряде и разрушения породы.

5. Для повышения выноса керна необходимо использовать эффективные конструкции кернорвателей, за базовую технологию рекомендуется принять сборку из двух кернорвателей цангового и лепесткового типа. Перед началом работ, рекомендуется проводить аналитические работы по оценке эффективности оборудования при работе в конкретных геолого-технологических условиях.

6. Для исключения разрушения и образования техногенной трещиноватости, рекомендуется ограничить нагрузку на долото до 4-5 т (при необходимости величина нагрузки может быть снижена).

7. Бурголовку использовать с импрегнированным вооружением типа PDC, изготовленную по технологии «Low Invasion», то есть форсунки для подачи бурового раствора направлены в сторону боковой стенки скважины, под углом (минимизация воздействия бурового раствора на керн в активной зоне).

8. Для минимизации повреждения керна при подъёме необходимо делать промежуточные остановки для плавной дегазации и обеспечивать оптимальную скорость подъёма, рассчитанную на основе данных о пластовых давлениях, свойствах пластовых флюидов и геолого-технологических условиях строительства скважины.

9. При отсутствии данных по оптимальным скоростям подъёма керна, рекомендуются следующие параметры по скорости подъёма керна:

- скорость подъёма керна должна быть ограничена - не менее 10 минут на свечу в интервалах глубин 1000-200 м, с глубины 200 м до стола ротора скорость подъёма не менее 12 минут на свечу;
- при подъёме керна предусмотреть промежуточные остановки для дегазации керна – 10 минут каждые 500 м и 30 минут перед подъёмом керна с глубины 200 м.

10. Спуск керна со стола ротора на приёмные мостки осуществлять с помощью устройств, исключающих прогиб керноприемной трубы (укладочная рама).

11. При распиловке керна исключить возможность повреждения керна, тряски, его падения. Рекомендуется использовать циркулярную пилу большого диаметра для распиловки за один рез, либо ленточные пилы. Использование угловых шлифмашинок не рекомендуется.

12. При отборе образцов керна для определения сохранённой газоводонасыщенности руководствоваться требованиями «Методического руководства по отбору и анализу изолированного керна», НПП «СибБурмаш», согласованное Государственной Комиссией по запасам полезных ископаемых 12.11.1999. Парафинирование отобранных образцов керна на буровой обязательно.

13. Для исключения высыхания керна рекомендуется оперативное закрытие торцов тубусов с керном резиновыми заглушками и их фиксация специальными хомутами.

14. Для транспортировки керна, рекомендуется использование специальных контейнеров сотового типа, снижающих ударные нагрузки на керновый материал. При использовании обычных деревянных ящиков рекомендуется на дно ящиков укладывать специальный ударопоглощающий материал толщиной 5 см и фиксация метровых тубусов в ящике строительной пеной (продольные швы длиной 10 см).

15. При отрицательной температуре окружающего воздуха, все работы с керном рекомендуется выполнять в помещении с температурой не ниже $+5^{\circ}\text{C}$, транспортировку керна осуществлять в транспорте наличием термокунга и возможностью поддержания температуры не ниже $+5^{\circ}\text{C}$.

2. Рекомендации по определению коэффициента пористости

16. Программа лабораторной оценки пористости горных пород нижнеберёзовской подсвиты должна учитывать большое количество кремнезёма (матрикс) с порами нано размерности и водонабухающих глин (монтмориллонит) в породах берёзовской свиты.

17. Упрощённая модель пористости представлена на рисунке ПЗ.1. Значения пористости, определённой на образцах керна нижнеберёзовской подсвиты, зависят от пробоподготовки (в первую очередь от температуры сушки), типа насыщающего флюида и особенностей лабораторного оборудования.

18. Образцы керна с высоким содержанием глин необходимо сушить при температуре 70°C (рекомендуемым решением является использование установок с вакуумной сушкой), что естественным образом ведёт к снижению измеряемой пористости.

19. Сушка при 105°C повышает измеряемую ёмкость пород, но может способствовать развитию техногенной трещиноватости, искажающей (завышающей) замеры проницаемости.

20. При определении коэффициента открытой пористости по гелию порозиметр должен соответствовать требованиям API-RP40. Использование гелиевых порозиметров с несовершенной конструкцией или некорректно настроенным измерительным трактом приводит к занижению пористости из-за недонасыщения образцов гелием, особенно ярко данный эффект проявляется для низкопроницаемых образцов. Преимуществом данного метода является отсутствие необходимости повторной экстракции и сушки образцов.

21. В связи с тем, что породы берёзовской свиты находятся в ранней стадии литогенеза и залегают на небольшой глубине, они характеризуются высокой чувствительностью к прилагаемым нагрузкам, в особенности это характерно для образцов с высоким содержанием глин. При определении открытой пористости по гелию на установках типа AP-608, оснащённых

кернадержателем, для выполнения замеров необходимо создать давление на резиновую манжету в диапазоне 3,4÷5,5 МПа, в результате чего уменьшается объём пор и соответственно пористость занижается.



Рисунок ПЗ.1 Модель измеряемой пористости

22. При определении открытой пористости с помощью насыщения образцов керосином из-за наличия цеолитов и микропор, необходимо учитывать эффект занижения открытой пористости по причине недонасыщения части микропор, так как молекула керосина имеет достаточно крупный размер (0,49-0,66 нм) и не может проникнуть в часть микропор, что приводит к близким значениям в оценке открытой пористости по гелию и керосину.

23. Для исключения негативного влияния различных факторов, связанных с экстракцией образцов, сушкой и разбуханием, определение общей пористости горных пород берёзовской свиты рекомендуется осуществлять с помощью метода ЯМР на образцах с сохранённым насыщением и донасыщенных керосином (рис. ПЗ.2).

3. Рекомендации по определению коэффициента проницаемости

24. При определениях коэффициента проницаемости рекомендуется для исключения негативного влияния трещин в образцах керна выбирать коллекцию не менее 30 образцов и выполнять исследования при эффективной нагрузке, близкой к пластовой.

25. Определение проницаемости по газу выполняется при эффективном давлении от 400 до 800 psi (режим низкого давления), а также при эффективных давлениях близких к пластовым (режим высокого давления). Нижний предел эффективного давления выбирается исходя из особенностей исследуемых горных пород, и свойств резиновой манжеты. Слабоконсолидированные и неконсолидированные образцы необходимо исследовать при пониженных давлениях (400 psi, API RP40), для остальных пород эффективное давление составляет 800 psi. В случае, если одновременно с определением проницаемости выполняется определение пористости (установки типа AP-608, ПИК-ПП), то рекомендуется использовать давление 500 psi, так как давление 800 psi уже существенно влияет на пористость.

4. Рекомендации по определению сохранённой водонасыщенности

26. Определения сохранённой (остаточной) водонасыщенности пород-коллекторов проводятся на герметизированных (консервированных) образцах отобранных из керна, отобранного на РНО (РУО), при отборе керна на РВО рекомендуется использование технологий отбора «изолированного керна».

Герметизация образцов проводится геологической службой непосредственно на буровой, сразу после извлечения керна из керноприемника после его подъема на дневную поверхность. Рекомендуемый способ герметизации – парафинирование. Частота отбора образцов определяется программой работ, и должна быть не менее трёх образцов на 1 метр.

27. Перед массовыми определениями сохраненной водонасыщенности рекомендуется выполнить работы по оценке полноты выхода воды из образцов на ограниченной коллекции. Длительность отгонки воды на аппаратах Закса/Дина-Старка должна составлять не более 7 дней.

28. Наряду с исследованиями сохраненной водонасыщенности необходимо выполнять замеры удельного электрического сопротивления (УЭС) на естественнонасыщенных образцах.

29. Для достоверности определений сохраненной водонасыщенности необходимо выполнять оценку наличия ФБР с помощью исследований водных вытяжек из остатков парафинированного образца на наличие трассеров.

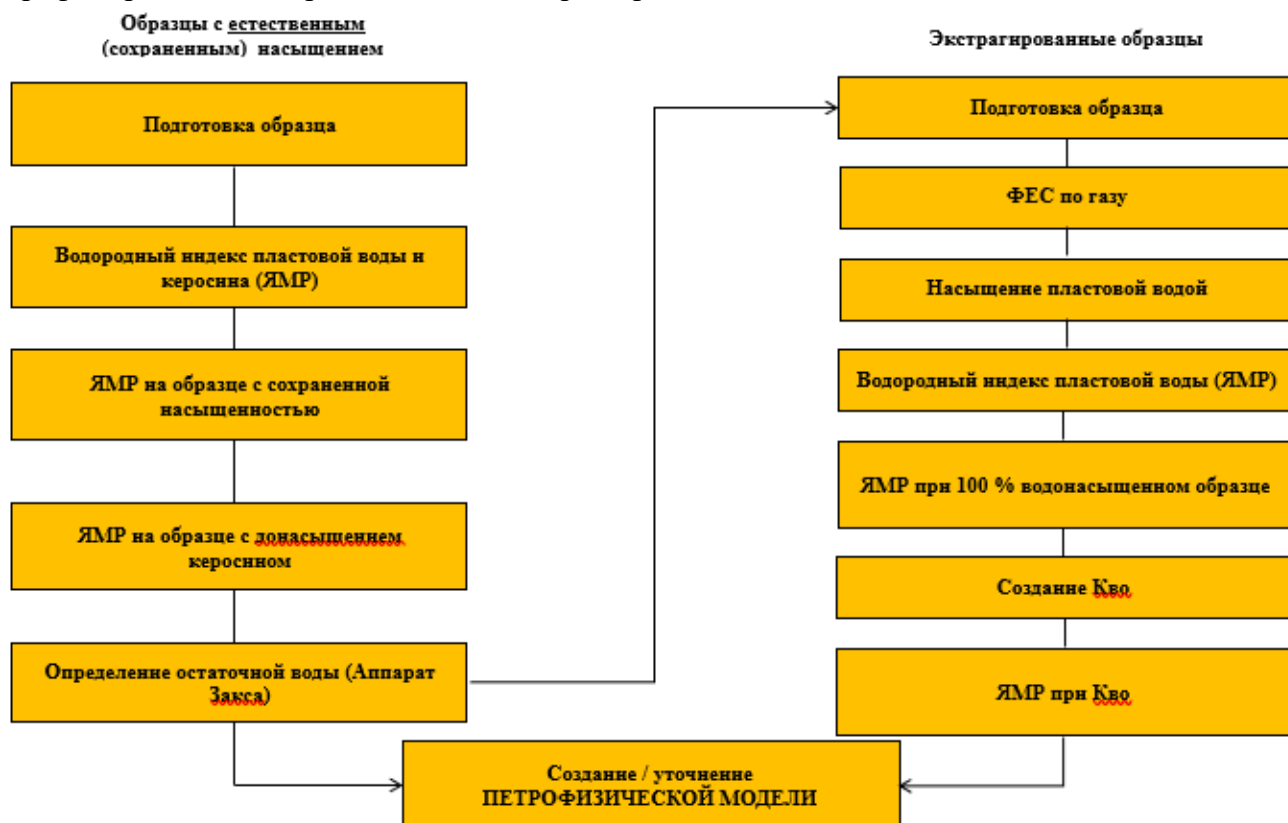


Рисунок П3.2 Типовая схема изучения образцов керна методом ЯМР

5. Рекомендации по комплексу исследований керна для определения подсчётных параметров

30. Требования к лабораторным исследованиям керна по определению коэффициентов пористости, проницаемости и водонасыщенности пород нижеберезовской подсвиты березовской свиты приведены в таблице ПЗ.1.

Таблица ПЗ.1

Рекомендуемый комплекс лабораторных исследований керна

Вид исследований	Примечание
Исследования образцов с естественным насыщением	
1. УЭС в атмосферных условиях и при термобарических условиях изучаемой залежи. 2. Кп (ЯМР, сохранённая водонасыщенность+ЯМР с донасыщением керосином). 3. Кво (Закс/Дина-Старк) 4. Оценка геомеханических свойств, в том числе акустика на образцах с донасыщением керосином	1. Обязательный отбор изолированного керна с контролем проникновения ФБР с помощью трассеров. 2. Исследования Кво проводить с обязательным контролем времени выхода воды (1-7 суток). 3. Образцы на геомеханику необходимо парафинировать после изготовления
Петрофизические исследования образцов после экстракции	
Пористость по ГОСТ 26450 (насыщение водой)	Только для коллекций на УЭС, АК в ТБУ
Пористость по ГОСТ 26450 (насыщение керосином) с расчётом объёмной и минералогической плотности пород.	Массовые исследования (при отсутствии гелиевой порометрии) или коллекция 30 образцов на пласт (при наличии массовых исследований гелиевой порометрии)
Пористость по гелию	В атмосферных условиях и при термобарических условиях изучаемой залежи, с обязательным определением объема твердой фазы и объема пор. Порозиметр должен соответствовать требованиям API-RP40. Массовые исследования.
Проницаемость по газу при давлении обжима 500-800 psi	Массовые исследования
Проницаемость по газу при давлении обжима равной эффективному давлению	Исследования в барических условиях предпочтительней по сравнению с замерами при 500-800 psi, но в связи с низкой проницаемостью пород имеют высокую длительность. Коллекция из 30 образцов на пласт.
Объёмная плотность (расчетная) из результатов по гелиевой порометрии	Массовые исследования
Плотность твердой фазы (расчетная) из результатов по гелиевой порометрии	Массовые исследования
Плотность твердой фазы (измеренная) из результатов по гелиевой пикнометрии или пикнометрии по керосину	Контрольная выборка
Ртутная порометрия	Образцы диаметром 2.54 см. Требуется обязательная корректировка за внедрение ртути на начальном этапе и нагрев ртути на конечном этапе
Томография и микротомография/FIB-SEM	Контроль целостности образцов, цифровой атлас литотипов, порометрическая характеристика

6. Рекомендации по комплексу исследований керна для изучения геологического строения отложений берёзовской свиты

31. Рациональный комплекс методов, необходимый для изучения геологического строения отложений берёзовской свиты, приведён в таблице ПЗ.2.

Рациональный комплекс лабораторных исследований керна пород берёзовской свиты

Профильные исследования	Литолого-минералогические	Петрофизические	Фильтрационные	Геомеханические	Геохимические
1. ГК-С по керну (общая радиоактивность с оценкой урана, тория и калия). 2. Каротаж плотности	Гран-анализ (только для терригенной части НБЗ)	Кв, УЭС на естественно-насыщенном керне	Оценка проницаемости по жидкости (оценка влияния технологических жидкостей)	Прочностные свойства (одноосное сжатие $\sigma_{сж}$ и растяжение $\sigma_{р}$)	Пиролиз: S1, S2, Сорг,
Пермеаметрия (Кпр) *	РСА общий с обработкой по методу Ритвельда	ЯМР с донасыщением керосином на естественно-насыщенном керне	Эффективная проницаемость по газу при Кво.	Упругие динамические и статические свойства (модуль Юнга E и коэффициент Пуассона μ)	Тмах, HI. Содержание РОВ, его характеристики: тип РОВ, катагенетическая преобразованность, генерационный потенциал
Томография	РСА пелитовой фракции с предварительным выщелачиванием образцов содержащих ОКТ фазу.	Пористость, плотность (гелий, керосин) при АУ		Паспорта прочности (когезия C, угол внутреннего трения ϕ)	Хроматомасс-спектрометрия экстрактов пород (битумоидов).
Фото керна дневной и ультрафиолетовый свет	РФА (элементный состав)	Кп, Кпр по газу при ТБУ		Компрессионные испытания (зависимость проницаемости от деформации/нагрузки)	Групповой и изотопный анализ экстрактов пород (битумоидов). Групповой и изотопный анализ газов.
Описание керна	Петрографический анализ шлифов с фотографированием	УЭС и Кп по воде (ограниченная коллекция)		Оценка влияния насыщающего флюида на прочностные и упругие характеристики)	Изучение рассеянного органического вещества методом РЭМ : тип ОВ, распределение в породе
РФА-пистолет	ИКС спектроскопия	Ртутная порометрия			Распределение РОВ в породе (петрографические шлифы) содержание, тип РОВ, катагенетическая преобразованность
Литологическое описание	ДСК (дифференциально сканирующая калориметрия для измерения тепловых эффектов)	Микротомография			
	РЭМ, ФИП/РЭМ (морфология пор и состав)	Адсорбционно-структурный анализ			
	ICP-MS	Определение параметров сорбции и десорбции метана в стандартных и пластовых условиях			

* - мало информативен, приводит к высыханию керна, в связи с тем, что изготовление образцов происходит до распиловки, соответственно для профильной оценки проницаемости возможно рассмотреть замеры на щечке, горбушке