

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



Инженерная школа природных ресурсов

Направление 05.04.01 Геология (Нефтегазопромысловая геология)

Отделение геологии



КУРС ЛЕКЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ КЕРНА НЕФТЕГАЗОВЫХ СКВАЖИН»

ЛЕКЦИЯ 3

*ЗНАЧЕНИЕ, ОТБОР, ДОКУМЕНТАЦИЯ,
ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА И ИЗУЧЕНИЕ
ШЛАМА*

*Лектор: к.г.-м.н., доцент
Отделения геологии
Недоливко Н.М.*

Томск – 2022 г.

Подъем, отбор и подготовка шлама к анализам



Шлам и его упаковка
в пластиковый пакет

Шлам – мелкие кусочки породы, полученные при бурении и поднятые на поверхность струей бурового раствора

Шлам поднимается на поверхность при чистке скважины специальными приборами (желонками, ложками, стаканами и т.д.). Та часть шлама, которая выносится из скважины промывочной жидкостью, называется **буровой мутью**. Частицы, которые улавливаются при колонковом бурении шламовой трубой, обычно называют **буровым шламом**.

Необходимость отбора шлама определяется малым выходом керна при вскрытии и отборе слабосцементированных, пористых и проницаемых разностей.

Своевременный и качественный отбор шлама при проведении геологического контроля имеет большое значение. Интервал отбора проб шлама устанавливается в зависимости от необходимой степени точности изучения разреза скважины.

Результаты комплексного изучения шлама

Достоверная минералогическая модель:

- устанавливается состав пород: например, аркозовый или граувакковый в песчаниках, состав цемента, его наличие или отсутствие и т.д.
- в карбонатных толщах устанавливаются интервалы доломитизации и наличие кавернозных известняков;
- выделяются суперколлекторы кавернового типа со слабопроницаемой «матрицей».
- выделяются опорные горизонты, не охарактеризованные керном: например, в Волго-Уральской НГП в глинисто-карбонатных отложениях фамена за опорный принят пласт бобриковских глин каолинитового состава, резко отличающийся от остальных пластов, обогащенных иллитом;

Достоверная литологическая модель:

- выделяются литотипы, дается литологическая и седиментологическая характеристики разреза, устанавливается последовательность залегания пород;

Оцениваются масштабы вторичных изменений пород: карбонатизации песчаников, включения сульфатов и кремнистых конкреций в карбонатных породах и т.д.) оказывающих сильное влияние на гидродинамические свойства пластов

Оценивается качество коллекторов и покрышек;

Устанавливается наличие, зрелость и содержание органического вещества и органического углерода,

Выявляется наличие и оценивается качество нефтегазоматеринских толщ

Определяется относительный возраст пород и значимые стратиграфические поверхности для правильной корреляции.

Информация о породах и методы изучения шлама

Свойство пород	Метод изучения
Состав	Микроскопический анализ, Карбонатометрия, Рентгенодифракция, Термический анализ
Плотность	Всплывание шлама в жидкостях различной плотности (получают, смешивая в различных пропорциях этиловый спирт и бромформ (2,89 г/см ³)).
Органические остатки	Микропалеонтологический анализ, Палинологический анализ
Характер насыщения	Люминесцентно-битуминологический анализ, Инфракрасная спектрометрия
Фильтрационно-емкостные свойства	Лабораторные стандартные методы
Выделение элементного состава шлама	Рентгенофлюороскопия (XRF)

Регламент отбора шлама

Условия	Интервал отбора шлама
Интервалы с отбором керна	через 5 м проходки
Интервалы без отбора керна	через 1-2 м проходки
На перспективных участках разреза	через 1-2 м проходки
При больших скоростях бурения с глубин от 500 м до 1000 м	через 15–20 м проходки
При появлении газовой аномалии	Через 0,5–1 м проходки

Условия отбора шлама

- производится в строго определенном месте у устья скважины в желобной системе в потоке выходящего бурового раствора
- применяются шламоотборники непрерывного или эпизодического действия, а также набор сит, через которые пропускают из скважины буровой раствор с добавленной в него водой во избежание засорения сит;
- отбор производится непосредственно на сетке с помощью скребка,
- обломки породы осторожно промывают водой, просушивают, укладывают в бумажные пакеты или пробирки и снабжают этикетками

Определение глубины отбора шлама

Для привязки проб шлама к истинным глубинам отбора рассчитывается время отставания шлама ($T_{ш}$) в минутах, т.е. время движения выбуренных частиц шлама от забоя до шлагоотборника, по формуле:

$$T_{ш} = H / 60 (V_{кп} - a \cdot V_{сш}),$$

где

- $T_{ш}$ – время запаздывания шлама, мин;
- H – глубина забоя скважины на момент расчета, м;
- $V_{кп}$ – скорость движения бурового раствора в кольцевом пространстве, м/с, рассчитывается по формуле
- $V_{сш}$ – скорость седиментации частиц шлама в буровом растворе под действием силы тяжести, м/с (зависит от формы и размеров частиц шлама).
- a – коэффициент, зависящий от площади кольцевого пространства, вращения буровых труб, состояния ствола скважины (при роторном бурении $a=1,14$; при турбинном – $a=1$).
- Корректировку отставания можно проводить по вскрытии коллекторов, определив интервал ДМК, засечь время выхода песчаников на устье (можно на вибросите).

Подготовка шлама к изучению

- **Отмывка шлама** холодной водой, а при бурении на известково-битумных растворах – сначала дизельным топливом, затем теплой (40–60° С) водой.
- **Сушка шлама.**
- **Ситование шлама.** Наиболее информативная фракция – шлама размером 3-7 мм: частицы крупнее 7 мм характеризуют обвальную породу; при роторном способе бурения и применении долот истирающего типа шлам имеет размер частиц 0,5–3 мм, а часто разбивается до зерен и выносится в небольшом количестве.
- **Визуальный осмотр** шлама под лупой, удаление крупной обвальной фракции
- **Разделение** шлама объемом 300 см³ на 2 части: для оперативных исследований на станциях ГТИ (проба А) и для лабораторных исследований и хранения (Проба В):
 - Проба А (100 см³) упаковывается в бумажные или полиэтиленовые пакеты, на пакете указывается площадь, скважина, интервал отбора, дата, фамилия геолога и пакет доставляется в КИП. Несколько шламинок породы, определенной геологом как основная и по которой непосредственно проводилось литологическое описание, помещаются в малый пакет, который кладется в пакет для КИПа.
 - Проба В (объемом 200 см³) используется для оперативных исследований на скважине
- **Расшламовка:** отделение обломков пород и минералов, отбраковка посторонних примесей под бинокулярной лупой. Шлам представляет собой смесь воды и твердых частиц: пород, минералов, бурового снаряда, обсадных труб, истирающего материала.

Упаковка, транспортировка и хранение шлама

Образцы шлама подлежат изучению и долговременному хранению наравне с керновым материалом. Шлам укладывают в ящики, соблюдая последовательность извлечения его из недр, документируют.



Площадь _____
№ скважины _____
№ образца шлама _____
Глубина при отборе, м _____
Исправленная глубина отбора, _____

Фракция _____
Описание образца _____
Подпись лица, отобравшего шлам _____

Подготовленный к изучению шлам помещают в полиэтиленовые или бумажные пакеты и при транспортировке размещают в тех же ящиках, в которые укладывается керн. Каждый пакет снабжается этикеткой



При хранении шлам укладывается в картонные коробки с соблюдением последовательности укладки по глубине

Фракционный анализ шлама основной породы



Используются сита с диаметром отверстий 2, 3, 5, 7 мм. |

С помощью сит каждую литологическую разность шлама основной породы методом мокрого ситования разделяют на 4 габаритные фракций:

- Ф1 с размером частиц $2 < d < 3$ мм;
- Ф2 с размером частиц $3 < d < 5$ мм;
- Ф3 с размером частиц $5 < d < 7$ мм;
- Ф4 с размером частиц $d > 7$ мм.

Затем определяют содержание частиц разных фракций (%).

По изменению фракции осуществляется литологическое расчленение разреза:

- **шлам фракции Ф1** – мягкие породы: рыхлые песчаники и известняки, глины, гипс, каменные угли;
- **шлам фракций Ф2 и Ф3** – породы средней твердости: песчаники с глинистым цементом, пористые известняки и доломиты, алевролиты и аргиллиты;
- **шлам фракций Ф3 и Ф4** – очень твердые и твердые породы: кремнелые и метаморфизованные известняки, доломиты и песчаники, основные изверженные породы, ангидриты, кремнелые глинистые сланцы.



Изучение шлама под бинокулярной лупой

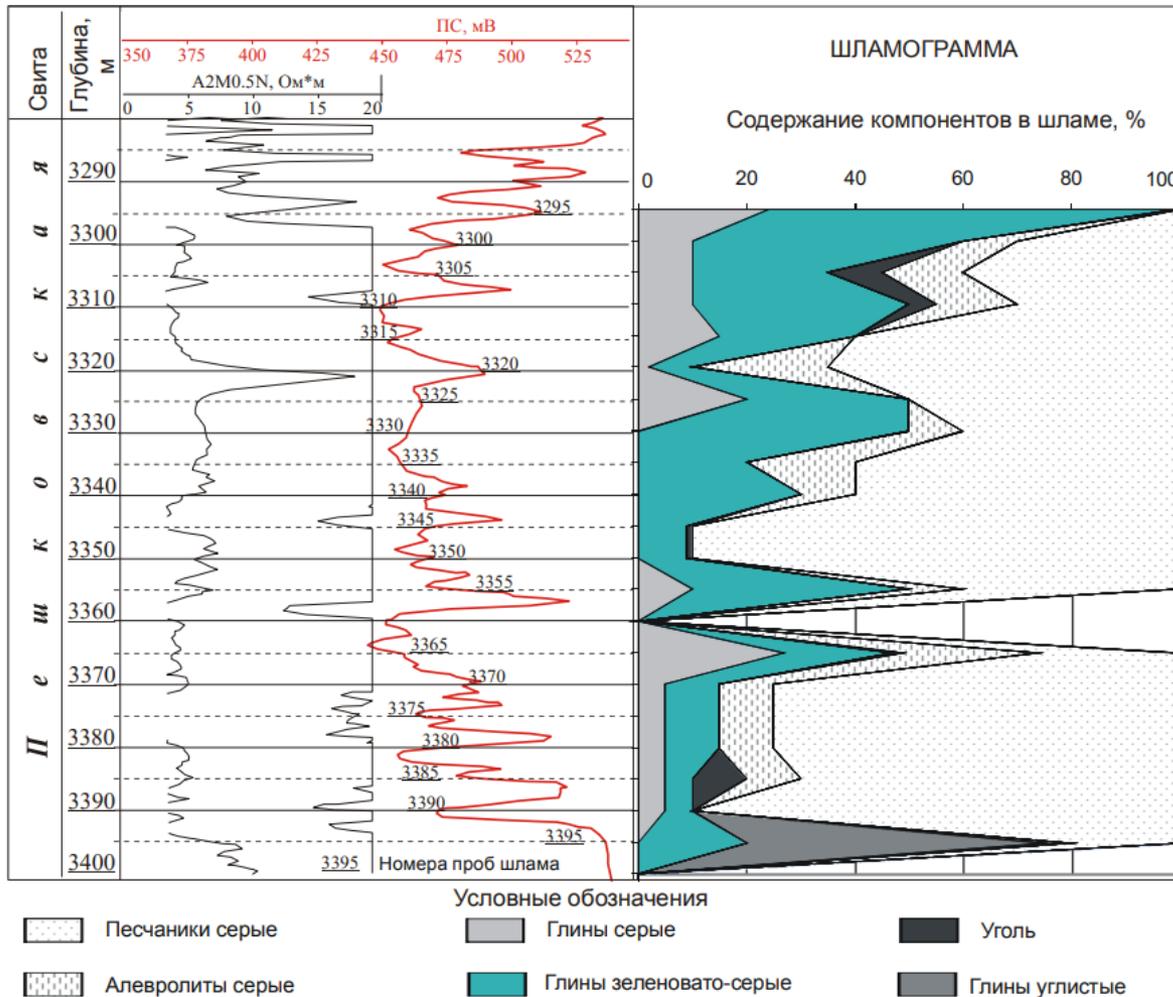


- **Извлечение ископаемых органических остатков** (микрофлоры, микрофауны, обломков флоры и макрофауны) для специальных исследований с целью уточнения стратиграфического разреза;
- **Квартование** шлама для корректного разделения на другие виды анализов: разделение на 4 части, отделение из отквартованной части 5 см³ или 100 шламинок (3-7 мм)
- **Деление пробы шлама на литологические разности:** выделение в шламе одинаковых по составу пород и минералов
- **Определение и литологическое описание основной породы** с характеристикой цвета, текстурно-структурных особенностей, состава, вторичных изменений, включений.
- **Фотографирование** характерных особенностей пород
- **Определение процентного содержания** в шламе литологических разностей

Схема описания пород под бинокулярным микроскопом

Название породы
Цвет (во влажном и сухом состояниях)
Текстура породы (образованная в седиментогенезе и при более поздних процессах)
Структура породы
Состав породы (для терригенных пород состав обломочной части и цемента)
Вторичные изменения
Пустотное пространство (поры, каверны, трещины)
Нефте- и битумопроявления

Результаты микроскопического изучения шлама



Построение шлагограммы увязанной с каротажем с применением условных знаков

- **Занесение в геологический журнал** сведений об основной породе.
- **Дальнейшая работа с выделенной основной породой:** микроскопический анализ, литологическое описание, ЛБА, карбонатометрия, плотностные исследования и, при необходимости, дополнительные исследования.

Определение карбонатности пород. Карбонатометрия шлама



Метода основан на расчете объема углекислого газа, выделившегося при реакции кальцита и доломита с соляной кислотой. В результате анализа определяется процентное содержание кальцита, доломита и нерастворимого остатка в карбонатных отложениях. Анализ производится на карбонатомере, который может быть основан на весовом или манометрическом принципе.

Техника и методика проведения анализа на манометрическом карбонатомере

- чайная ложка основной породы шлама и истирается в ступке до порошка;
- навеска порошка весом 400 мг высыпается в измерительную камеру;
- в мерную камеру помещается стакан с 5 мл разбавленной (1:3) соляной кислоты;
- производится контроль показания манометра, оно должно быть равно 0.
- одновременно с включением секундомера кислота из измерительной камеры выливается на исследуемую пробу.
- через 30 секунд делается первый замер давления по манометру, и по калибровочной таблице определяется процентное содержание кальцита;
- второй замер, производится через 30 минут, по калибровочной таблице определяется процентное содержание доломита.
- Разница между 100% и суммой кальцита и доломита составляет нерастворимый остаток.

Люминесцентный анализ шлама

Цель – выявление интервалов нефтенасыщения и определения состава углеводородов.

Делится на: Визуальный осмотр всего шлама под люминесцентной лампой ;
Капельно-люминесцентный (сортовой) анализ.

Капельно-люминесцентный анализ:

- **истирают** до порошка пробу шлама весом 1 г и (0,6 см³);
- **высыпают** конусом на обработанный хлороформом фильтр;
- **капают** на вершину конуса 25 капель хлороформа;
- **удаляют** пробу;
- **изучают** под люминесцентной лампой фильтр с УВ-вытяжкой.

Интерпретацию полученных результатов проводят, исходя из формы люминесцирующего отпечатка (количество) и цвета люминесценции (тип и состав битумоида) вытяжки.

Результаты представляются в виде иллюстрированного заключения и диаграммы (графика) распределения типов битумоидов по разрезу, привязанной к каротажу

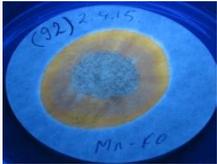
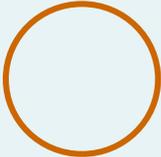
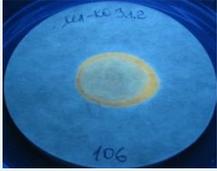
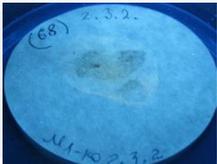
ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ФОТОГРАФИРОВАНИЯ ШЛАМА И РЕЗУЛЬТАТОВ ЛБА					
Интервал, м		Фотоснимок шлама	Фотоснимок люминесценции	Литологическое описание	ЛБА
от	до				
1950	1960			Соль каменная 75-85%, белая, серовато-белая, полупрозрачная, крупнокристаллическая. Ангидрит 10-15%, серовато-белый, белый, плотный. Доломиты 5-10%, серые, темновато-серые, ангидритистые, мелкокристаллические, плотные.	ЛБ-БГ-3
1960	1965			Доломиты 90%, коричнево-серые, серовато-коричневые, серые, мелкокристаллические, глинистые, плотные. Ангидрит 10%, серовато-белый, белый, плотный.	МБ-ГЖ-4
1965	1975			Соль каменная 75-80%, белая, серовато-белая, полупрозрачная, крупнокристаллическая. Доломиты 10-15%, коричнево-серые, серовато-коричневые, серые, мелкокристаллические. Ангидрит 10%, серовато-белый, белый, плотный.	МБ-ГЖ-4
1975	1980			Доломиты 85%, коричнево-серые, серовато-коричневые, серые, мелкокристаллические, глинистые, плотные, частично окременные до 5%. Ангидрит 15%, серовато-белый, белый, плотный.	МБ-ГЖ-4
1980	1985			Соль каменная 85%, белая, серовато-белая, полупрозрачная, крупнокристаллическая. Ангидрит 10%, серовато-белый, белый, плотный. Доломиты 5%, серые, темновато-серые, ангидритистые, мелкокристаллические, плотные.	ЛБ-БГ-3
1985	1990			Доломиты 80%, коричнево-серые, серовато-коричневые, серые, мелкокристаллические, частично глинистые, плотные, частично окременные до 5%, редко слабо заверзованы. Ангидрит 20%, серовато-белый, голубовато-серый, плотный.	МБ-ГЖ-4
1990	2000			Соль каменная 80-85%, белая, серовато-белая, белая с коричневатым оттенком полупрозрачная, крупнокристаллическая. Ангидрит 10-15%, серовато-белый, белый, плотный. Доломиты 5%, серые, темновато-серые, ангидритистые, мелкокристаллические, плотные.	ЛБ-БГ-3

[1 \(1\).jpg \(1152×1200\)\(tek-all.ru\)](#)

Классификация битумоидов по люминесцентной характеристике капиллярных вытяжек (по В.Н. Флоровской)

Группа	Цвет люминесценции капиллярных вытяжек	Состав битумоида	Тип битумоида
I	Беловато-голубоватые тона разной интенсивности	Углеводородные флюиды, не содежащие смол и асфальтенов	Легкий битумоид ЛБ (ЛБА)
II	Белый, голубовато-желтый, беловато-желтый	Нефть и битумоиды с низким содержанием смол, с незначительным содержанием или отсутствием асфальтенов	Масляный битумоид МБ (МБД)
III	Желтый, оранжево-желтый, до светло-коричневого	Нефти и битумоиды с содержанием масел более 60 %, асфальтенов 1–2 %	Маслянисто-смолистый битум МСБ
IV	Оранжево-коричневый, светло-коричневый, коричневый	Битумоиды и нефти с повышенным (3–20 %) содержанием асфальтенов	Смолистый битумоид СБ (СБА)
V	Темно-коричневый, зеленовато-коричневый, красно-коричневый	Битумоиды с содержанием асфальтенов более 20 %	Смолисто-асфальтовый битумоид САБ (САБА) ₅
	Черно-коричневый, черный	Битумоид с содержанием асфальтенов более 30 %	

Содержание битумоидов (в баллах, %) в исследуемой пробе оценивается, исходя из морфологии и интенсивности свечения отпечатка капиллярной вытяжки на фильтровальной бумаге под люминесцентным микроскопом

Форма люминесцирующего участка	Характеристика люминесцирующего участка	Балл	Содержание
 	Ровное пятно	5	до 1 %
 	Неровное пятно, толстое кольцо	4	до 0,7 %
 	Тонкое кольцо	3	до 0,5 %
 	Тонкое рваное кольцо (пятна по контуру)	2	до 0,3 %
 	Точки отдельные, редкие	1	до 0,08 %

Изучение керна. Лекция Валеевой
Светланы Евгеньевны - преподавателя
Института геологии и
нефтегазонефтегазовых технологий
Казанского федерального университета

<https://www.youtube.com/watch?v=cCZA6>

[UXbIT4](#)



Методы изучения керна и шлама.mp4

- <https://youtu.be/eZD0guBg3Mc?t=190>
- [Лекция Проницаемость Закон Дарси 09 10 2018 – YouTube](#)
- <https://www.ss/youtube.com/watch?v=eZD0guBg3Mc&t=44s>