

Применение пиролитического метода для определения зон битуминизации и плотности битума в карбонатных коллекторах Восточной Сибири



Всероссийская научная конференция «ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ, ГЛОБАЛЬНЫЕ И РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ НЕФТИ И ГАЗА», посвященная 90-летию со дня рождения академика А.Э. Конторовича 29-31 января 2024, г. Новосибирск

Э.А. Вторушина, В.В. Марков, С.А. Заночуев
ООО «Тюменский нефтяной научный центр»

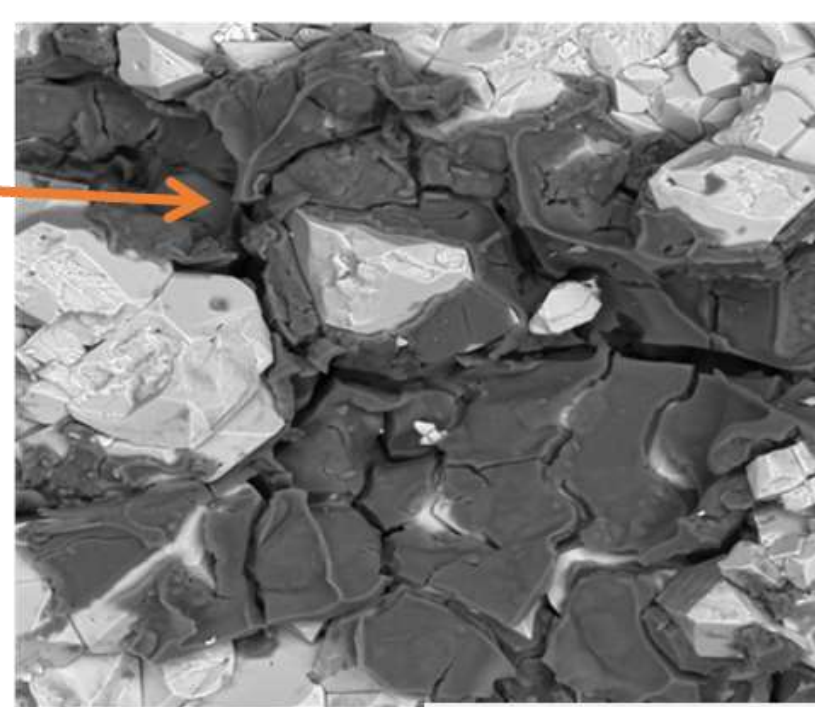
ВВЕДЕНИЕ

Присутствие битумов в поровом пространстве пластов-коллекторов приводит к ухудшению проницаемости пород, что существенно снижает эффективность разработки месторождений и является причиной несоответствия прогнозных и фактических объемов добычи. На сегодняшний день отсутствуют четкие критерии для выявления зон скопления битумов по методам ГИС. Поэтому разработка подхода к определению содержания и плотности битума по разрезу для дальнейшей актуализации петрофизической модели продуктивного пласта с учетом закупорки части поровых каналов в результате битуминизации является актуальной задачей и целью настоящего исследования.

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования являлись образцы керн, отобранные из пород пласта Б5 верхнеданиловского подгоризонта тэтэрской свиты Ангаро-Непского района Иркутско-Байкитской области. Пласт Б5 представлен доломитами с преимущественно с органогенными структурами. Тип коллектора порово-каверновый, в различной степени насыщенный нефтью и битумом. Пористость изменяется от 2% до 22 %, проницаемость – от 0.02 до 1 Дарси.

Фото шлифа



Снимок РЭМ

Природные битумы представляют собой смесь углеводородов и их азотистых, кислородистых и сернистых производных



Скопление битума в породе

Пиролитический анализ измельченных образцов керн проводили на анализаторе Rock-Eval 6 Standard по модифицированному методу PAM (Petroleum Assessment Method) (табл. 1).

Таблица 1
Параметры, определяемые в модифицированном методе PAM

Параметр мг/г	Oil1	Oil2	Oil3	ARC*	S4CO, S4CO2	NSO
Темп. режим	нагрев до 90°C	нагрев до 180°C	нагрев до 350°C	нагрев до 650°C	нагрев до 650°C	Расчетный параметр**
Состав фракции	легкая нефть		тяжелая нефть	смоли и асфальтены	кокс	Суммарное содержание САВ***

*ARC – asphaltene resin compounds

**NSO=ARC+(S4CO × 12/28 × 0.1 + S4CO2 × 12/44 × 0.1)/0.09

***САВ – смолисто асфальтеновые вещества

пиролитический анализатор ОВ
ROCK-EVAL 6



Vinci Technologies

Определение минералогической плотности битума проводили с использованием пикнометра после удаления минеральной составляющей пород путем обработки растворами соляной и плавиковой кислот. Для контроля полноты разрушения минералов применяли метод рентгенофазового анализа.



ИСПОЛЬЗОВАЛИСЬ ПИКНОМЕТРЫ V=1 мл



ВЫДЕЛЕННЫЙ ОБРАЗЕЦ БИТУМА В ПИКНОМЕТРЕ



БИТУМ В РАЗЛИЧНЫХ ЖИДКОСТЯХ

Для пикнометрических измерений использовался изопропиловый спирт, т.к. битум плавает в воде.

Плотность выделенного из породы битума хроматографическим методом определить не удалось, т.к. битум полностью не растворяется в сероуглероде, используемом в хроматографии.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Содержание САВ в изученных образцах составило от десятых долей до 64 мг/г. В образцах, в которых при литологическом описании фиксировалось присутствие битума, массовая доля САВ в органическом веществе (ОВ) составляла 55-92%. Для образцов, где помимо битума, указывалось еще и нефтенасыщение, массовое содержание нефтяных фракций «легкая нефть» и «тяжелая нефть» по данным пиролиза не превышало 17 мг/г. Люминесцентное свечение пород, содержащих битум, в ультрафиолетовом свете либо совсем отсутствовало, либо имело слабую интенсивность. В большинстве случаев, в породах, где был зафиксирован битум, методы ГИС указывали на присутствие нефти.

В результате комплексирования данных по полученным притокам, методов ГИС, изучения петрографических шлифов и растровой электронной микроскопии были сформулированы пиролитические критерии для оценки присутствия и нефтенасыщения битума (табл. 2).

Таблица 2

Пиролитические критерии для исследования битума в породах пласта Б5

Параметр	Ед. изм.	Описание параметра	Критерий	Значение критерия
Oil1+Oil2+Oil3+NSO	мг/г	Общее содержание ОВ	Высокая вероятность получения притока нефти	> 8
NSO	%	Доля САВ в ОВ	Присутствие битума	> 50
Tmax (ARC)	°C	Температура на максимуме пика ARC	Присутствие битума	> 430
(Oil1+Oil2+Oil3)/ARS	Безразм. величина	Отношение суммы легких и тяжелых нефтей к количеству пиролизуемых САВ	Присутствие битума и нефтенасыщения	> 1

Поскольку основной вклад в плотность битума вносят САВ, детектируемые на стадиях пиролиза и окисления по пикам ARS и S4 (рис. 1), была построена зависимость отношения NSO к суммарному содержанию «легкой» и «тяжелой» нефти от плотности битума (рис. 2), которая позволяет по результатам пиролиза горной породы методом PAM рассчитывать плотность содержащегося в ней битума.

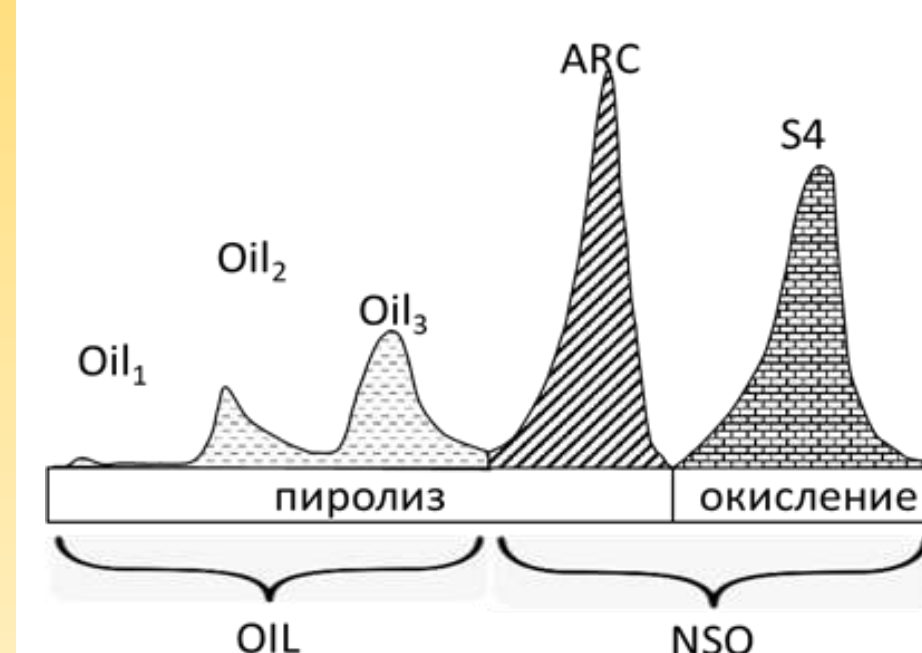


Рис. 1. Пирограмма образца битума по методу PAM

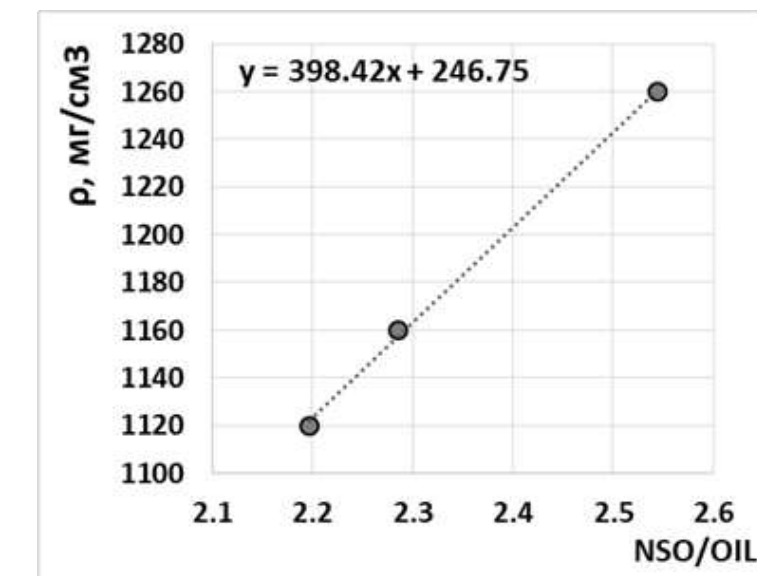


Рис. 2. Зависимость отношения NSO/OIL от плотности битума

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования были установлены пиролитические критерии присутствия битума (с нефтенасыщением и без нефтенасыщения) в карбонатных коллекторах Восточной Сибири. Предложен способ определения содержания и плотности битума по данным пиролитического метода PAM.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность главному специалисту лаборатории минералогических исследований ООО «ТННЦ», кандидату химических наук Соловьёвой Анне Владимировне за выполнение экспериментов по пробоподготовке и проведению рентгенофазового анализа образцов