



ПРОТОКОЛ № 77/1
Заседания секции углеводородного сырья
Экспертно-технического совета Государственной комиссии по запасам
полезных ископаемых

г. Москва

11 октября 2019 г.

Дата проведения заседания: 11 октября 2019 г.

Присутствовали согласно списку (Приложение №1 к настоящему Протоколу):

Члены ЭТС ГКЗ: Шпуров И.В. (Председатель заседания), Браткова В.Г., Трофимова О.В., Зыкин М.Я., Афанасьев В.С., Афанасьев С.В., Гутман И.С., Петерсилье В.И., Пуртова И.П., Примха В.А., Тимчук А.С., Хабаров А.В., Шубина А.В., Ямпольская Е.Н.

- Представители организаций:

- ФБУ «ГКЗ»: Костевич В.И.

- АУ НАЦ РН им. В.И. Шпильмана: Кулешова Т.М., Кузьмин Ю.А., Степанова Е.В., Шпильман А.В.

- ПАО «НК «Роснефть»: Бачин С.И., Саакян М.И., Фокин А.Н.

- ООО «РН-Юганскнефтегаз»: Рудкин А.В.

- ООО «ТННЦ»: Акиньшин А.В., Зарай Е.А., Соснин М.А., Сорокина А.В., Шагимарданова О.И.

- ООО «Технологический центр Бажен»: Коломыцев А.В.

- ПАО «НОВАТЭК»: Катаев А.О., Чашков А.В.

- МГУ им. М.В. Ломоносова: Калмыков Г.А.

- Приглашенные эксперты: Алексеев А.Д., Коровина Т.А., Ревнивых В.А., Романов Е.А.

ПОВЕСТКА ДНЯ:

Рассмотрение вопроса по «Определению количественных и качественных параметров подсчета по методике создания петрофизической модели баженовской свиты и интерпретация ГИС Салымского, Северо-Салымского, Правдинского, Приразломного нефтяных месторождений».

1. Слушали:

1.1. Сообщение авторов: доклад Кузьмина Ю.А. (приложение №2 к настоящему Протоколу).

Основная цель научно-исследовательских работ по созданию петрофизической модели битуминозных глинисто-кремнисто-карбонатных пород баженовской свиты заключалась в обосновании методики определения подсчётных параметров отложений (эффективная нефтенасыщенная толщина, пустотность-пористость, нефтенасыщенность), соответствующей «Временному методическому руководству по подсчёту запасов нефти в трещинных и трещинно-поровых коллекторах в отложениях баженовской толщи Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции» (ВМР).

В зависимости от геологической изученности возможны два основных подхода к

оценке геологических запасов сланцевой нефти: объёмный метод (ОМ) и метод, основанный на результатах пиролиза керна (ПМ). Как показал анализ методических подходов в подсчётах запасов УВ баженовских отложений, учёт пиролитических параметров при обосновании Нэфн в ОМ приводит преимущественно к существенному занижению плотности запасов.

Для снижения неопределённости и повышения достоверности подсчёта запасов нефти авторами отчёта разработана методика определения подсчётных параметров, базирующаяся на комплексном учёте параметров компонентного состава (КС) и пиролитических параметров (ПП) пород, существенных для баженовских отложений.

Объектом научно-исследовательских работ явились породы баженовской свиты Салымского, Северо-Салымского, Правдинского и Приразломного месторождений.

Определения КС и ПП баженовских отложений выполнены на основе результатов комплексных исследований методами рентгенофлуоресцентного, рентгенофазового, рентгеноструктурного и Rock Eval образцов керна из 13 скважин.

Методика базируется на следующих основных положениях:

- построение компонентной модели пород выполняется на основе комплексирования различных методов исследования керна: литолого-минералогического состава и пиролитических параметров;

- битуминозные породы баженовской свиты являются нефтематеринскими с достаточно высоким содержанием органического вещества, в различной степени преобразованного в жидкие углеводороды;

- органическое вещество (ОВ) и его производные имеют устойчивую взаимосвязь с минералогическим составом пород;

- разделение на основные литологические типы осуществляется кластерным анализом результатов определения компонентного состава и пиролитических параметров баженовских пород;

- искомым для подсчёта запасов нефти в сланцевых отложениях параметром, характеризующим содержание в породе жидких УВ, является пиролитический параметр S_1 , для нефтематеринских пород ассоциируется с емкостными (пустотными) свойствами коллекторов («пористость»).

Дифференциация баженовских пород на литологические типы, соответствующие ВМР, решена методами кластерного анализа опорной выборки определений по керну компонентного состава и пиролитических свойств. Литотип 1 характеризуется преобладанием кремнистого вещества (КрВ), литотип 2 - карбонатного (КБВ), литотип 3 – глинистого. Содержание жидких УВ по пику S_1 закономерно уменьшается с 8 мг УВ/г породы в литотипе 1 до граничного значения в 2 мг УВ/г породы в литотипе 3.

Разработан алгоритм дифференциации пород на литотипы по содержанию КС и ПП с применением уравнений дискриминантных поверхностей, делящих образцы на литотипы ВМР. Ошибки разделения на литотипы по данному алгоритму классификации составляют на обучающей выборке группы Салымских месторождений не более 10%. После соответствующей адаптации алгоритм литотификации баженовских пород может быть применён на других месторождениях.

На основе сопоставления «кern-ГИС» разработан алгоритм оценки компонентного состава и литотификации баженовских пород по данным ГИС, ошибка дифференциации разреза на литотипы не превышает 30%.

Авторами установлено, что жидкие УВ содержатся в разных долях во всех литотипах. По характеру распределения параметра S_1 по литотипам установлены граничные значения и критерии оценки доли пород, содержащих подвижные УВ – т.е. эффективную нефтенасыщенную толщину (Нэфн). Доля Нэфн от общей толщины (Ноб) для каждого литотипа определена по частоте, соответствующей превышению граничного значения пиролитического параметра: литотип 1 $N_{эфн}=0.68*N_{об}$; литотип 2 $N_{эфн}=0.30*N_{об}$; литотип 3 $N_{эфн}=0.17*N_{об}$. В скважинах с преимущественно кремнисто-карбонатным вещественным составом баженовских пород доля Нэфн от Ноб отложений по разработанному алгоритму

составила по ГИС 0.38-0.61, по керну – 0.52-0.62.

Корректность определения Нэфн была оценена сравнением линейной плотности запасов УВ, подсчитанных ОМ и ПМ, отмечено небольшое расхождение, сопоставимое с принятой погрешностью подсчёта.

Емкостные (пустотные) свойства пород изучены на экстрагированных и не экстрагированных образцах керна методами керосинонасыщения и по гелию. Средние значения пористости, определённой на 57 экстрагированных образцах газоволюметрическим методом (Кпгэ), составили для литотипа 1 - 3.8% и литотипа 2 - 3.1%.

Разработан способ оценки емкостных свойств пород с использованием результатов пиролитических исследований (Кпс1). Объём, занимаемый в пластовых условиях содержащейся в породе нефтью, определён как функция параметра S_1 , объёмной плотности породы, плотности и объёмного коэффициента нефти.

Показано, что объём породы, занятый УВ пика S_1 с учётом содержащейся в закрытых порах нефти достаточно близок к оценке Кпгэ: расхождение средних Кпгэ и Кпс1 составляет 0.2-1.7% в абсолютных значениях, что обусловлено различными методами оценки подсчётного параметра.

Учитывая, что емкостные (пустотные) свойства изучаемых пород по данным пиролиза оценены по всем литотипам и на статистически более представительной выборке из 296 образцов, рекомендовано для подсчёта запасов нефти в качестве пористости (пустотности) принять средние величины Кпс1.

В соответствии с ВМР коэффициент водоудерживающей способности (Квс) пород определён по результатам исследований керна методом экстракционно-дистилляционного анализа (ЭДА) дифференцированно по литотипам, выполненные на 26 целых образцах керна из скважины 1312 Правдинского месторождения. Средние значения Квс по литотипам 1 и 2 незначительно отличаются от предлагаемых ВМР.

Выполнено обоснование физико-химических свойств пластовой нефти отложений баженовской свиты дифференцированно по месторождениям.

Составлены рекомендации по комплексам специальных исследований керна и геофизических исследований скважин в интервале отложений баженовской свиты

Методика создания петрофизической модели баженовской свиты Салымского, Северо-Салымского, Правдинского и Приразломного месторождений рассмотрена на рабочем заседании ПАО «НК «Роснефть».

1.2. Сообщение авторов экспертных заключений: Алексеева А.Д., Петерсилье В.И., Ревнивых В.А., Романова Е.А., Шиманского В.В.

1.3. В обсуждении приняли участие: Шпуров И. В., Алексеев А.Д., Петерсилье В.И., Ревнивых В.А, Коровина Т.А., Шпильман А.В., Браткова В.Г., Кузьмин Ю.А., Хабаров А.В., Саакян М.И., Гутман И.С., Бачин С.И., Афанасьев В.С.

2. Члены секции углеводородного сырья ЭТС ГКЗ отметили:

2.1. Хабаров А.В. Следует увязать минералогический состав со структурой порового пространства. Интересно было бы посмотреть на современные микротомографические исследования и ЯМР, для того чтобы понять, как порометрическая характеристика увязывается с предполагаемыми коллекторскими свойствами. Вопрос коллекторских свойств, по-прежнему открытый, и здесь всё не заканчивается исследованиями керна. Крайне важно анализировать весь комплекс сопутствующих исследований для того, чтобы понять, что реально работает. Хотелось бы, чтобы в создаваемых методических рекомендациях эти замечания были учтены.

Афанасьев В.С. Нужно отметить что принципиально нового геологического могут дать новые методы ГИС, т.к. они работают с одними и теми же физическими полями, но регистрируемыми в скважинах другими способами. Метод ЯМР «работает» по свободной воде, которой в баженовских породах нет, он может быть применён лишь к оценке типа УВ, связанных или подвижных, находящихся в поровом пространстве. По методу

широкополосной акустики можно выделить лишь отдельные прослои уплотненных пород, которые выделяются и по обычному акустическому методу. Необходимо обратиться ко всем нефтяным компаниям для создания базы данных исходной информации для разработки методических рекомендаций баженовской свиты.

2.2. Эксперты отметили:

Алексеев А.Д. Исследования по определению минеральных и органических компонентов, пересчет данных РСА и РФА в массовое содержание минералов по зависимостям и исключение некоторых второстепенных минералов, обязывают выполнить процедуру приведения выборки к согласованному виду, когда все компоненты принятой минерально-геохимической модели в сумме должны давать 100%. В отчете не освещена процедура приведения массива данных компонентного состава к согласованному виду, поскольку определение литотипов и задача кластеризации - это прежде всего определение пропорций между компонентами.

Петерсилье В.И. Необходимо отметить, что отчет формально методическим документом не является, поскольку авторы предлагают, как основную идею подхода, использование дифференциации разреза баженовской свиты на три литотипа ВМР. Главной идеей является выделение эффективных толщин и оценка емкостных характеристик по параметру S1. Авторская оценка ограничивается интервалами с отбором керна. Использование данных ГИС для определения S1 в скважинах со стандартным комплексом не описано. Использование материалов отчета в качестве основы для разработки методики подсчета запасов в баженовской свите эксперт не рекомендует.

Ревнивых В.А. Цель работы заключалась в том, чтобы выполнить с помощью геофизики литологическое расчленение в соответствии с ВМР, но минерально-геохимическая модель отложений построена неверно с точки зрения распределения параметров, влияющих на геофизику. Твердые УВ следовало бы отнести к компонентам матрицы, в этом случае изменится интерпретационная модель. Чтобы выделять коллекторы отложений баженовской свиты нет никакой необходимости определять литологический состав этих пород, они четко определяются по пористости по отношению к вмещающим породам. Чтобы определять нефтенасыщенность достаточно на определенном статистическом материале подтвердить или уточнить зависимость между сопротивлением по боковому методу и объемной водонасыщенностью коллекторов. Что касается применения пиролиза для выделения коллекторов, то, во-первых, он при выносе на поверхность значительно теряется, а во-вторых, неизвестно, что там определяется.

Коровина Т.А. Вся работа построена на анализе кернового материала, но количество выполненных исследований крайне мало. Интерпретационная основа требует определения оценки достоверности используемых исследований. Баженовская свита - это хемогенная толща, поэтому в зависимости от развития физико-химического и геохимического процесса, карбонатности, окремнения процессы преобразования породы могут развиваться совершенно спонтанно в верхней и нижней части разреза. Рассматривать латеральные критерии в баженовской свите нецелесообразно. Было бы более точным, если бы в основу систематизации были положены отдельные скважины и по этим скважинам обязательно учитывались результаты испытания.

Шиманский В.В. Вопросы и замечания к работе связаны в значительной степени с новизной методических подходов к подсчету запасов и построению петрофизических моделей отложений баженовской толщи. Понятно, что эти вопросы могут быть адресованы и к некоторым положениям ВМР, содержащим вынужденные допущения из-за недостаточной изученности отдельных аспектов геологического строения баженовской свиты. По мере накопления более представительных выборок можно будет совершенствовать методики и отказаться от ранее принятых допущений, в частности, сделать более дробной детализацию групп литотипов. Созданная петрофизическая модель баженовской свиты стала смелой попыткой реализации на практике методических рекомендаций ВМР. В настоящее время представленная работа является небесспорным, но важным шагом в направлении изучения баженовской свиты, а предложенная петрофизическая модель после исправления замечаний

может быть рекомендована экспертно-техническому совету ФБУ «ГКЗ» для утверждения.

3. По результатам голосования членов ЭТС ГКЗ по вопросу повестки дня:

«За» - 19 голосов

«Против» - 0 голосов

«Воздержался» - 0 голосов

Члены секции углеводородного сырья ЭТС ГКЗ приняли решение:

3.1 Отметить актуальность представленной на ЭТС ГКЗ «Методики создания петрофизической модели баженовской свиты и интерпретация ГИС Салымского, Северо-Салымского, Правдинского, Приразломного нефтяных месторождений» (далее – Методика), направленной на повышение достоверности подсчёта запасов нефти отложений баженовской свиты.

3.2 Принять к сведению представленную Методику выполненную в соответствии с Временным методическим руководством по подсчету запасов нефти в трещинных и трещинно-поровых коллекторах в отложениях баженовской толщи Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.

3.3 Считать возможным применение Методики при подсчёте запасов нефти отложений баженовской свиты Салымского, Северо-Салымского, Правдинского, Приразломного нефтяных месторождений, после устранения замечаний экспертов.

3.4 Рекомендовать рабочей группе учесть замечания экспертов при подготовке новой редакции «Методического руководства по подсчёту запасов нефти в баженовской свите».

3.5 Рекомендовать ФБУ «ГКЗ» инициировать утверждение единых требований к перечню метрологии комплекса параметров для лабораторного изучения керна.

Приложения к протоколу:

- 1) Список присутствующих на заседании ЭТС ГКЗ (1 экз. на 6 л.).
- 2) Презентация Кузьмина Ю.А. (1 экз. на 39 л.)
- 3) Экспертные заключения

**Руководитель секции
углеводородного сырья ЭТС ГКЗ**

М.Я. Зыкин

Ученый секретарь ЭТС ГКЗ

О.В. Трофимова