

ОТЗЫВ

на работу И.С. Сотнич

«Геохимия органического вещества и перспективы нефтеносности баженовской свиты Северо-Сургутского района Западной Сибири», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – «Геохимия и геохимические методы поисков полезных ископаемых»

Западная Сибирь, как основной добывающий регион России, по своей геологической изученности находится на том этапе, когда можно говорить о том, что пик основных открытий крупных месторождений нефти миновал, а большинство открытых месторождений находятся на поздней стадии разработки. Поэтому для поддержания ресурсно-сырьевой базы актуальным является поиск и изучение нетрадиционных источников углеводородов. В этом плане баженовская свита, обладающая огромным генерационным потенциалом, является уникальным объектом. Но её уникальность заключается еще и в том, что в ходе естественной термической эволюции на ряде площадей в ней сформировались зоны, обладающие коллекторскими свойствами, из которых были получены промышленные притоки. За последнее десятилетие в связи с успешным развитием технологий гидроразрыва пласта для добычи нефти и газа из сланцевых пород, интерес к баженовской свите, как объекту для добычи нефти из нетрадиционных коллекторов резко возрос. Однако сегодня отсутствует надежная методологическая основа поиска перспективных для постановки разведочного бурения зон. В этом плане любая новая информация, направленная на расширение наших представлений о механизме и условиях формирования таких зон, заслуживает самого пристального внимания. Геохимические исследования являются краеугольным камнем в этих работах. Особенно важно, что полученные автором результаты и сделанные на их основе выводы получены на образцах тесно увязанных и детально охарактеризованных в соответствие с их литолого-фациальной изменчивостью. Поэтому поставленная автором *цель*, посвященная выявлению особенностей геохимии баженовской свиты Северо-Сургутского района и оценка перспектив её нефтеносности, *является несомненно актуальной*.

Диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения. Объем диссертации составляет 168 страниц машинописного текста, включая 51 рисунок и 7 таблиц. Список цитированной литературы содержит 271 наименование.

Первая глава посвящена анализу современного состояния и истории исследований баженовской свиты. В ней дан подробный анализ изучения и эволюции представлений о формировании баженовской свиты вообще и органического вещества, в

частности. Приведены сведения по стратиграфии, литологии, тектонике, палеогеографии и нефтеносности баженовской свиты.

В разделе 1.7 кратко дана основная информация о геологическом строении четырех изученных в работе месторождений: Дружное, Южно-Ягунское, Новоортъягунское, Повховское. Здесь же приведен разрез перехода от баженовской свиты к подачимовской толще, где при участии автора по геофизическим, литологическим и геохимическим данным выделено четыре пачки: 1 – кокколитовая пачка собственно баженовской свиты, 2 – верхняя переходная пачка баженовской свиты, 3 – переходная пачка подачимовской толщи, 4 – нижняя пачка подачимовской толщи.

В главе не чувствуется критического отношения автора к ранее выполненным исследованиям, просто приводится их хронология. Логичнее было бы на основе критического рассмотрения работ предшественников выделить нерешённые или дискуссионные вопросы, требующие своего разрешения.

Во второй главе приведены сведения об использованном материале для исследований методах и методиках, по которым были выполнены исследования. Детально описан комплекс исследований согласно разработанной в ИННГ СО РАН методике. Он включает в себя выделение и изучение хлороформенных битумоидов из открытого и закрытого порового пространства пород, а также проведение пиролизических исследований до и после экстракции. Далее образцы исследовались с использованием методов колоночной и адсорбционной хроматографии и масс-спектрометрии. Методически очень важно, что геохимические исследования экстрактов и определение их петрофизических параметров ядра (нефтенасыщенность, пористость, проницаемость) выполнены в едином цикле исследований, для одних и тех же образцов. Это позволяет проследить закономерности изменения состава фазовообособленных битумоидов в открытых и закрытых порах.

В основу работы заложен материал, полученный при исследовании 399 образцов ядра баженовской свиты из четырех разведочных скважин: Дружная-22, Южно-Ягунская-306, Новоортъягунское-187, Повховская-80. Кроме образцов собственно баженовской свиты в работе использовался ядро из переходных зон – кровельной части георгиевской свиты и подошвенной части подачимовской толщи. При этом освещённость разреза ядровым материалом была 95-100 %. Отбор образцов был выполнен очень детально (каждые 0.3-0.5м) вплоть, до выделения 10 см прослоев.

На мой взгляд глава несколько перегружена излишними деталями при описании методов исследований. Встречаются также досадные неточности. Например, на стр. 58 автор утверждает, что «...в практике работ ИННГ в качестве газа носителя используется

гелий, а в качестве неподвижной фазы-апиэзон – L». Вряд ли это соответствует истине. На апиэзоне мы работали с Владимиром Аркадьевичем только в годы нашей молодости.

Третья глава содержит основные результаты выполненных исследований и разбита на три части.

Раздел 3.1 посвящен анализу распределения органического углерода и пиролитических параметров изученных скважин. Показано, что наиболее обогащены органическим веществом породы баженовской свиты на Южно-Ягунской и Повховской площадях. В них содержание органического вещества достигает 24 %. На Дружной и Новоортьягунской площадях содержание органического вещества несколько меньше. Повышенная зрелость органического вещества параметру T_{max} наблюдается на Повховской площади (442 °C), а наименьшая (439 °C) на Южно-Ягунской. В обратной зависимости от T_{max} находится текущий генерационный потенциал (НГ). На Повховской площади его значение не превышает 620 мг/г Сорг, а на Южно-Ягунской достигает 750 мг/г Сорг. Эти результаты хорошо согласуются с ранее полученными результатами по этому району. В переходной зоне от баженовской свиты к ачимовской толще генерационный потенциал существенно снижается и находится в интервале 370-485 мг/г Сорг. Еще ниже его значения в образцах подачимовской толщи, где значения редко превышают величины больше 200 мг/г Сорг.

В разделе 3.2 приведены результаты по выходу хлороформенного битумоида и его групповому составу. Наиболее обогащены битумоидами породы на Повховской и Южно-Ягунской площадях (до 2.7 % масс.). Максимальные выходы получены при экстракции керогеновых, кероген-кремнистых и кероген карбонатных микститах. В целом по разрезу выход экстракта повторяет распределение органического вещества. При этом отчетливо проявляется закономерность Успенского-Вассоевича, т.е. наблюдается обратная связь степени битуминизации органического вещества с его содержанием в породе. Основной вклад в общий выход битумоида (до 80 %) вносят экстракты из закрытого порового пространства.

На рисунке 34 приведены результаты распределения выхода битумоидов по разрезу изученных скважин. Принимая во внимание самый высокий катагенез органического вещества на Повховской площади, вполне объясним большой выход экстракта и высокое значение содержания битумоидов в открытых порах относительно закрытых. Из представленных результатов видно, что самые низкие значения отношения содержания битумоидов в открытых порах к закрытым наблюдаются на Новоортьягунской площади. В тоже время на близкой к ней по катагенезу Южно-Ягунской площади соотношения другие – они больше похожи на результаты по

Дружной. Вероятно, здесь сказывается влияние еще одного фактора. К сожалению, автор не комментирует этот факт.

К сожалению, снова встречаются странные выражения «...сорбированные на поверхности пород *химически связанные* молекулы углеводородов...» (стр. 82).

В разделе 3.3 автором приведены результаты молекулярного состава углеводородов. По объёму этот раздел является основным в работе. Автором подробно рассмотрены результаты исследований по составу *n*-и изопреноидных алканов, циклических УВ-биомаркеров стеранового и терпанового рядов, моно- и триароматических стероидов. Кроме того, приведены результаты по составу дибензотиофенов (дибензотиофен, метил-, диметил- и триметил дибензотиофены) и соединений фенантренового ряда (фенантрен, метил-, диметил- и триметилфенантрены). Показано, что в целом их состав является типичным для этого региона, а наблюдающиеся различия обусловлены фациальной изменчивостью по разрезу и по площади. Автором на примере экстрактов изученных скважин продемонстрировано как прекрасно работают молекулярные параметры катагенеза. Они не только подтверждают, сделанные по результатам пиролиза, выводы об их разном катагенезе, но и позволяют выявить между ними более тонкие различия, которые невозможно обнаружить другими методами (углепетрография, пиролиз и др). Результаты по изменению разных параметров катагенеза в экстрактах открытых и закрытых пор приведены на рисунках 45-46. К сожалению, при их описании автором допущена досадная «описка». На стр. 111 автор пишет «... наиболее преобразованным является органическое вещество Повховской и Новоортъягкнской площадей...». На самом деле это не так – по результатам пиролиза и молекулярным параметрам на Повховской площади выявлен самый высокий катагенез, а на Новоортъягунской самый низкий. Полученные результаты интересны, хотя их интерпретация неоднозначна. Следует помнить, что в ряду событий: генерация флюидов органическим веществом – заполнение порового пространства микропор, часть из которых имеет затрудненный отток в макропоры, - межпоровое пространство (открытые поры) нефтематеринской породы – первичная миграция (эмиграция) в коллектор, открытые поры являются «транзитной зоной», куда собираются флюиды разных стадий генерации. Нужно понимать, что совершенно разные по механизму и разнесенные во времени и пространстве процессы формируют параметры, которые используются в качестве критериев катагенеза (И.В. Гончаров, Об оценке катагенеза, Известия ТПУ, том 303, 2000 г). Параметры катагенеза открытых пор будут прежде всего отражать скорость подтока свежих порций флюида, генерированного ОВ и его оттока в коллектор.

В главе 4 на основе полученных геохимических данных проведена количественная оценка перспектив нефтеносности баженовской свиты Северо-Сургутского района. В главе сделан краткий обзор основных качественных критериев необходимых для выделения перспективных зон. Далее автором рассмотрены некоторые особенности определения пористости баженовской свиты. Здесь мне трудно согласиться с некоторыми утверждениями автора. При всех достоинствах разработанной в ИНГГ методики поправку на аналитические потери следует проводить не по результатам фракционного состава поверхностной пробы нефти, а по составу пластовой смеси, полученному в результате анализа глубинной пробы. Фракционный состав поверхностной пробы очень зависит от режима работы скважины (прежде всего от депрессии), а при дифференциальном разгазировании глубинной пробы в ней сохраняются даже газовые углеводороды вплоть до этана.

По рассчитанным параметрам была выполнена оценка пористости, которая существенно изменяется (0.1-12.4 %) по разрезу исследованных скважин. Максимальная пористость для всех скважин приурочена к верхней части разреза, представленной обогащенной органическим веществом микститами.

С учетом полученных результатов была построена схематическая карта плотности геологических ресурсов нефти в баженовской свите на исследуемой территории. При этом максимальная плотность (270 тыс. т/км²) получена для Повховской площади, а меньше всего (132 тыс. т/км²) для Новоортъягунской площади. Полученные результаты хорошо согласуются с картой перспектив нефтегазоносности баженовского горизонта центральных районов Западно-Сибирской провинции, выполненной ранее сотрудниками ИНГГ.

В заключении автор кратко останавливается на основных результатах, особо выделяя то, что в настоящее время на изученной территории около 80 % находящихся в баженовской свите флюидов, сосредоточены в закрытом поровом пространстве. Они могут быть освобождены только в результате механического воздействия (гидроразрыв пласта). Также автор отмечает, необходимость продолжения дальнейших углубленных исследований молекулярного состава битумоидов баженовской свиты и создания электронного банка данных.

Критическое рассмотрение представленной работы позволяет сделать заключение по её содержанию.

Рассматривая *достоверность и обоснованность научных положений* необходимо отметить, что автором проведено обобщение большого объема информации по результатам исследования (399 проб). Принципиально важно, что работа выполнена

на единой коллекции образцов, отобранных с шагом не более 0,3 м и исследована комплексом современных методов (геохимических, литологических и петрофизических). Это позволило не только оценить качество и количество содержащегося органического вещества и битумоидов, но и определить закономерности его распределения в зависимости от литологического типа и пространственного строения породы. При интерпретации полученных результатов были использованы все новейшие достижения в области органической геохимии. Достоверность полученных данных сомнений не вызывает, поскольку эти материалы были получены в соавторстве с ведущими специалистами России в этой области и опубликованы в печати.

Новизна полученных результатов заключается в том, что автором впервые проведено сравнение хлороформных экстрактов из открытого и закрытого порового пространства пород баженовской свиты и изучен их групповой и молекулярный состав. Показана принципиальная возможность использования молекулярного состава битумоидов для оценки перспектив нефтеносности баженовской свиты.

Практическая и научная значимость полученных результатов.

Построена карта распределения плотности геологических ресурсов для Северо-Сургутского района. Использованный в работе подход может быть применен для оценки перспектив нефтеносности баженовской свиты на других территориях.

Полученные в работе новые данные по молекулярному составу экстрактов открытых и закрытых пор внесли вклад в развитие представлений о дифференциации флюидов в ходе их генерации и миграции в рамках осадочно-миграционной теории происхождения нефти.

В целом, несмотря на отмеченные недостатки, диссертация Сотнич Инги Сергеевны является добротной научной квалификационной работой, которая посвящена решению актуальной задачи, обладает научной новизной и практической значимостью, содержит новые методические приемы. Автором решена научная задача изучения геохимии органического вещества, позволяющая повысить достоверность оценки перспектив нефтегазоносности баженовской свиты.

Автореферат по своей структуре и освещению разделов соответствует содержанию диссертации. Автором опубликовано 8 статей в изданиях, рекомендованных ВАК. Список публикаций, приведенный в автореферате, в полной мере отражает вклад автора в решение проблемы нефтегазоносности баженовской свиты. Материалы, положенные в основу научных исследований, прошли апробацию в виде 16 докладов на российских и международных научных конференциях.

Диссертация соответствует критериям, установленным п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» (утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842) для ученой степени кандидата наук, а ее автор Сотнич Инга Сергеевна достойна присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – «Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых».

Начальник управления лабораторных исследований
пластовых флюидов, технологических жидкостей
и реагентов АО ТомскНИПИнефть, докт. геол-мин
наук, профессор

И.В. Гончаров

Подпись И.В. Гончарова заверяю

Ученый секретарь ТомскНИПИнефть, к.т.н

А.Г. Чернов

*(раб. телефон (3822) 611-835; город Томск, проспект Мира 72, e-mail:
GoncharovIV@tomsknipi.ru*

Я, Гончаров Иван Васильевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.