

## Отзыв

официального оппонента на диссертационную работу Сотнич Инги Сергеевны «Геохимия органического вещества и перспективы нефтеносности баженовской свиты Северо-Сургутского района Западной Сибири» на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 – геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

**Объектом исследования** в диссертационной работе является ОВ баженовской свиты Северо-Сургутского района Западной Сибири.

**Актуальность работы** обусловлена истощением ресурсно-сырьевой базы нефтегазоносных бассейнов и необходимостью привлечения новых видов источников УВ, к которым относятся высокоуглеродистые толщи.

**Степень разработанности** рассматриваемого объекта связана с многочисленными научно-исследовательскими работами, проведенными большим количеством коллективов исследователей геологов и нефтяников, начиная с конца 60-х годов прошлого века.

Целью работы является выявление особенностей геохимии ОВ баженовской свиты Северо-Сургутского района и оценка перспектив её нефтеносности.

**Научная задача** работы состоит в исследовании состава и строения ОВ баженовской свиты рассматриваемого района на основе изучения его пиролитических характеристик, содержания Сорг, выходов битумоидов, группового и УВ состава для определения генетической природы, условий осадконакопления и степени катагенетической преобразованности, а также апробация и обоснование методики исследований, обогащенных ОВ осадочных пород, разработанной в ИНГГ СО РАН.

**Фактическим материалом** послужила обширная коллекция кернового материала, отобранная сотрудниками ИНГГ СО РАН в пределах четырех месторождений: Дружном, Новоортьягунском, Повховском и Южно-Ягунском.

**Исследования** основаны на методике, разработанной в ИНГГ СО РАН для обогащенных ОВ осадочных пород.

**Научная новизна** работы заключается в едином отборе коллекции образцов для современных комплексных литолого-петрофизических и геохимических исследований, что позволило не только оценить качество и количество содержащегося в образцах ОВ, но и определить закономерности его распределения в зависимости от литотипа и пространственного строения породы.

- Установлено, что наилучшими нефтегенерационными характеристиками обладают обогащенные ОВ микститы, а силициты и карбонаты – потенциальные коллекторы баженовской свиты;

- впервые проведено сравнение хлороформенных экстрактов из открытого и закрытого порового пространства пород баженовской свиты, изучен их УВ состав на молекулярном уровне;

- доказана сходимость результатов определения группового состава битумоидов, извлеченных из образцов стандартной формы и образцов грубого дробления.

- показано, что ОВ битумоидов закрытых пор менее преобразовано по сравнению с битумоидами открытых пор;

- построена карта распределения плотности геологических ресурсов баженовской свиты для рассматриваемого района Западной Сибири.

**Степень достоверности научных результатов** обусловлена высоким выходом керна в интервале баженовской свиты, единым отбором образцов для комплексных литолого-геохимических исследований керна.

**Личный вклад автора** заключается в её участии в первичной пробоподготовке пород, самостоятельном выполнении аналитической работы по получению экстрактов из пород, а также хроматографическому разделению образцов битумоидов, проведении уточнения интерпретации хроматограмм и хромато-масс-фрагментограмм, самостоятельном обобщении полученных данных по содержанию Сорг и хлороформенных битумоидов в породах, пиролитических параметров пород, группового состава битумоидов, по распределению УВ-биомаркеров, отражательной способности витринита.

В работе присутствуют следующие **защищаемые научные результаты**:

- содержание ОВ и нефтегенерационный потенциал пород баженовской свиты на территории исследования уменьшается вниз по разрезу;

- битумоиды баженовской свиты на территории исследования находятся в свободном и сорбированном состоянии преимущественно в закрытом поровом пространстве пород, в открытых порах находятся наиболее подвижные компоненты битумоидов, перераспределенные из закрытых пор в ходе первичной миграции нафтидов из баженовской свиты в берриас-нижнеаптские резервуары;

- преобразованность ОВ баженовской свиты рассматриваемого района, установленная по комплексу геохимических методов, соответствует грациям катагенеза МК<sub>1</sub><sup>1</sup>-МК<sub>1</sub><sup>2</sup>, анализ молекулярных показателей, наиболее чувствительных к вариациям зрелости, показал уменьшение преобразованности ОВ в западном направлении;

- на основе использования методики, разработанной в ИНГГ СО РАН, проведена оценка геологических ресурсов нефти баженовской свиты Северо-Сургутского района, что позволило отнести территорию исследования к категории высоко перспективных для поисков нефти.

**Теоретическая и практическая значимость полученных результатов** заключается в следующем:

- установленные в результате исследований соискателем закономерности распределения ОВ и изменения его катагенетической зрелости существенно дополнили знания об условиях образования баженовской свиты рассматриваемого района Западной Сибири и перспективах его нефтеносности на изучаемой территории, а также внесли вклад в развитие представлений о дифференциации и миграции в рамках осадочно-миграционной теории нафтидогенеза;

- практическая значимость работы состоит в апробации методики исследования обогащенных ОВ пород на образцах баженовской свиты и подтверждении необходимости её применения для морских высокоуглеродистых кремнисто-карбонатно-глинистых толщ.

- показано, что образцы стандартной формы с ненарушенной структурой порового пространства, могут быть заменены на образцы грубого дробления, при условии отбора единого образца на все виды анализов.

- анализ результатов пиролитических исследований и содержаний хлороформенных битумоидов в породе позволяет сделать вывод о целесообразности проведения пироллиза после экстракции при условии значений  $b_{\text{хл}} > 0.5\%$  на породу.

**Апробация работы.** Основные научные результаты диссертации соискатель опубликовала индивидуально и в соавторстве в рецензируемых научных журналах («Геология нефти и газа», «Геология и геофизика», «Георесурсы», «Нефтегазовая геология. Теория и практика», «Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов»), рекомендованных ВАК при Минобрнауки России и в сборниках материалов конференций. В диссертации сделаны все ссылки на используемые источники.

После прочтения диссертации и автореферата к содержанию диссертации имеются следующие **замечания, пояснения и предложения:**

Общее замечание или предложение соискателю – следовало бы вместо перечисления тех или иных параметров и их вариаций «в строчку» использовать табличное их представление. В этом случае излагаемая информация легче воспринимается и анализируется. Кроме того, в конце разделов и/или подразделов хотелось бы иметь краткое заключение с наиболее важными результатами, описанными в них.

1. На стр. 8 автор утверждает: «Установлено, что наилучшими нефтегенерационными характеристиками обладают обогащенные органическим веществом микститы, а силициты и карбонаты – потенциальные коллекторы баженовской свиты». Слово «Установлено» следует заменить на «Подтверждено», так как отмеченные выше факты установлены уже достаточно давно другими исследователями, включая оппонента, а кремнистые и карбонатные породы оппонентом названы потенциально продуктивными породами или сокращенно ППП, так как в них в результате тектоно-гидротермального воздействия формируются вторичные коллекторы трещинного (в силицитах) и трещинно-кавернозного (в карбонатах) типов (31, 32, 37, 40, 41, 44, 66, 69, 80, 81, 84, 85, 92, 97, 111, 123, 147, 165, 168, 191, 202, 204, см. раздел Публикации на сайте ООО «ЗапСибГЦ»).

2. На стр. 9 соискатель утверждает: «..., показал уменьшение преобразованности ОВ в западном направлении: от Повховской к Дружной и Новоортъягунской, а затем Южно-Ягунской площадям». Действительно наши исследования также показали, что образцы, отобранные из баженовской свиты Повховского месторождения (все перечисленные «площади» на самом деле являются месторождениями) характеризуются самым высоким значением коэффициента превращения исходного ОВ в нефтиды - его усредненная относительная величина составляет 53,49%, затем следует Дружное месторождение – тот же показатель равен 51,88%, образцы баженовской свиты, отобранные на Новоортъягунском месторождении характеризуются величиной того же показателя, равной 43,7%, а Южно-Ягунского, немного выше – 45,99% (200). Поэтому не совсем понятно, что означает фраза: «..., а затем Южно-Ягунской...».

3. Что представляет собой пласт КС и к какой из свит он относится? В начале 80-х годов прошлого века В.И. Белкин выделил самый мощный (до 2.5 м толщиной) карбонатный пласт в кровельной части абалакской свиты Салымского месторождения и обозначил его как КС<sub>1</sub> (коррелируемый слой 1), который молодые «баженоведы» неверно называют «карбонатным» вместо «коррелируемого». Он полагал, что этот слой имеет региональное распространение и считал его главным репером, отделяющим абалакскую свиту от баженовской. Этот слой в участках, подверженных тектоно-гидротермальному воздействию часто является главным продуктивным пластом, из которого, например, на

Салымском месторождении из скв. 554э был получен приток нефте-конденсата дебитом 350 м<sup>3</sup>/сут (66, 97, 147, 183, 191, 196, 204).

4. В подразделе 1.5 рассматриваются палеогеографические условия накопления осадков баженовской свиты и утверждается, что по мнению большого числа исследователей глубина волжского бассейна составляла 200...400 м. По моему мнению глубина этого моря была гораздо меньше, причем его придонная часть большую часть времени его существования из-за сероводородного заражения была непригодна для жизни морских обитателей (что является общепризнанным фактом). Дело в том, что размеры живых организмов, обитающих в водных бассейнах, зависят от глубины и размеров этих бассейнов – киты живут только в океанах, крупные рыбы в достаточно глубоководных морях, а гольяны – в мелких речушках... В керне, поднятом из баженовской свиты я ни разу не встречал крупных раковин белемнитов, крупных костей рыб (ихтиодетрит, встреченный мною не превышал в длину 1-2 мм, а его толщина составляла десятые доли мм). Полностью замещенный пиритом скелет «волжской» рыбы, который мне посчастливилось видеть составлял в длину всего 6 см. Диаметр раковин аммонитов в осадках баженовской свиты обычно не превышает 8-10 см, в то время как **обломок** аммонита, отобранный мною из нижнеэоценового разреза, вскрытого р. Ятрия (Приполярный Урал) имеет диаметр 21 см!

В процессе накопления осадков непосредственное участие принимали живые организмы, например, эвфаузииды, что особенно хорошо видно по особенностям строения силицитов, представляющих собой кремнистые микрокопролиты или пеллеты, оставленные этими микроракообразными существами, питавшимися преимущественно диатомеями (37, 183, 191, 204). Скелеты самих эвфаузиид не сохранились, так как они были сложены хитином, который легко разлагался после их гибели.

Не следует также забывать и об участии палеовулканов в процессе осадконакопления в волжском бассейне, вызывавших обширный пеплопад на поверхность волжского бассейна, о котором вновь стали активно упоминать в своих публикациях исследователи после «открытия» люминесцирующих прослоев пепла в составе осадков баженовской свиты (Панченко и др., 2015; Булатов и др., 2018; Кузьмина и др., 2019; Кондрашева, 2021).

5. В подразделе 1.6 рассматривается нефтеносность баженовской свиты, где соискатель перечисляет существующие в настоящее время представления о механизме формирования и типах коллекторов в составе баженовской свиты. На мой взгляд в этом подразделе недостаточно полно освещены существующие модели образования углеводородных залежей в баженовской свите. Поэтому кратко дополню перечисленные ею модели, добавив предложенный мною тектоно-гидротермальный механизм формирования вторичных коллекторов в баженовской свите. Особо отмечу, что тектоно-гидротермальное воздействие вызвало не только образование вторичных коллекторов, но и активизировало процессы генерации нафтидов (в трактовке этого термина, предложенной А.Э. Конторовичем) из исходного ОВ. В этих участках остаточный генерационный потенциал ОВ не превышает 5-10% от его начальной величины. Все эти процессы и привели к формированию собственно самих залежей нефти в свите (15, 18, 26, 40, 69, 111, 123, 147, 149, 165, 168, 191, 202, 204).

6. В подразделе 2.2, посвященном пиролизу Rock Eval, соискателем рассмотрены существующие представления об использовании пиролитических параметров при определении генерационного потенциала ОВ, его типа и степени катагенеза. В целом все изложено достаточно логично и в основном правильно. Однако выполненные нами

эксперименты по гидротермальному воздействию на различные литологические типы пород, содержащих в своем составе разнообразные виды ОВ, позволили установить дополнительные, ранее не учитываемые при интерпретации результатов пиролитических исследований факты, которые заключаются в следующем:

Появление на пирограмме пика  $S_1$  может быть обусловлено, как минимум, тремя основными причинами:

- процессом превращения исходного (слабо термически или катагенетически преобразованного) исходного ОВ в битум;

- испарением из битума углеводородов, находящихся в нем в виде «твердого» и/или истинного (молекулярного) раствора (аутигенные УВ);

- выделением «свободных» УВ (главным образом аллотигенного происхождения) из пустот пород-коллекторов, которые в составе баженовской свиты представлены преимущественно кремнистыми, карбонатными и переходными между ними (кремнисто-карбонатными) разновидностями пород (ППП).

Пик  $S_2^0$ , присутствующий на пирограммах в интервале температур 300-400°C свидетельствует о наличии в анализируемых образцах преимущественно аллохтонных нафтидов с высоким содержанием в их составе сравнительно тяжелых УВ (масляной фракции), а также низкомолекулярных смол (типа бензольных).

На пирограммах любых типов пород (нефтематеринских и/или коллекторов), находящихся на любой стадии катагенеза, пик  $S_2$  *всегда* соответствует процессу термодеструкции битума и входящих в его состав соединений, так как при нагреве образцов до температур более 215°C, все породы, содержащие в своем составе ОВ *обязательно проходят стадию битумообразования из исходного ОВ*. Конечно, если они до этого еще не подвергались воздействию высокоэнтальпийных гидротермальных флюидов, что могло привести к превращению исходного ОВ в битум, как это произошло на Салымском, Краснотенинском, Маслиховском, Ай-Пимском, Приобском и других месторождениях, где отмечаются сохранившиеся до настоящего времени аномально высокие пластовые температуры в баженовской свите (151, 161, 179, 185, 192, 200, 204).

7. В подразделе 2.6 соискателем рассмотрены результаты хромато-масс-спектрометрических исследований. Приведены важные данные, позволившие уточнить тип исходного ОВ, степень его катагенетического преобразования и другие важные его параметры. Однако мне представляется, что следовало бы также изучить этим методом распределение и концентрацию карбоновых кислот в составе выделенных битумоидов, так как они являются важными представителями реликтовых молекул биогенного происхождения. Жирные кислоты (пальмитиновая, стеариновая, себациновая и другие), как известно, являются основными компонентами липидов живых организмов и широко распространены в морских водорослях, спорах и пыльце наземных растений. Низкие значения содержания жирных кислот и отношений четных гомологов к нечетным однозначно свидетельствует о сильном термокаталитическом преобразовании ОВ и нефтей, присутствующих в баженовской свите – главным образом вследствие реакции декарбоксилирования. А присутствие дегидроабетиновой кислоты в салымской нефти указывает на участие в формировании исходного ОВ баженовской свиты смол, вероятнее всего хвойных растений, попадавших в осадок вместе со спорами и пылью и послуживших источником полициклических УВ (32).

8. Интересные результаты содержатся в подразделе 3.2, посвященном выходу хлороформенного битумоида и его групповому составу.

Результаты приведенные в этом подразделе подтверждают мое представление о том, что все породы, входящие в состав баженовской свиты условно можно разделить на две основные категории: генераторы нефтидов и их коллекторы. В породах, содержавших большое количество исходного ОВ (генераторах), в результате тектоно-гидротермального воздействия происходит активная генерация нефтидов, наиболее подвижная часть которых активно эмигрирует в породы-коллекторы, представленные трещиноватыми силицитами и трещинно-кавернозными карбонатами, поэтому эти литотипы (особенно карбонаты) содержат максимальное количество экстрагируемых битумоидов (до 90% по данным соискателя). Именно благодаря тому, что они (породы-коллекторы) обладают проницаемостью из них легко экстрагируются присутствующие в их поровом пространстве нефтиды. Напротив, в породах-генераторах остаётся лишь практически неподвижный (часто в твердом состоянии) битум, заполняющий их поровое пространство, и они превращаются в битуминозные отложения, а входящие в их состав УВ находятся в форме молекулярного или «твердого» раствора (151, 161, 185, 192, 196, 202, 204). Поэтому, чтобы извлечь из них растворимую, например, в хлороформе часть (хлороформенный битумоид), их необходимо раздробить и чем мельче, тем лучше. Действительно из-за крайне низкой проницаемости битуминозных пород-генераторов нефтидов, как показали наши эксперименты, в результате горячей спирто-бензольной экстракции в течение недели экстрагент проникает лишь на 2-3 мм вглубь экстрагируемого образца, если в нем отсутствуют трещины. Эти выводы подтверждаются также результатами определения группового состава битумоидов, экстрагированных из «открытых» и «закрытых» пор, полученными соискателем (см. стр. 84). Похожие результаты были получены и Г.Ф. Григорьевой (ЗапСибНИГНИ), по данным которой в «закрытых» порах битуминозных отложений содержание асфальто-смолистых компонентов в составе битумоида достигает 55-60% и даже более.

9. Самой важной в рассматриваемой диссертации является 4-я глава, посвященная перспективам нефтеносности баженовской свиты Северо-Сургутского района. В качестве главных критериев соискатель выбрала мощность баженовской свиты  $>15$  м; высокую концентрацию ОВ (без указания её значения); достаточно значительный уровень катагенеза (конец МК<sub>1</sub><sup>2</sup>, МК<sub>2</sub>); наличие достаточно мощных флюидоупоров (без указания граничных значений их толщины); высокие современные температуры (тоже без приведения конкретных значений); развитие седиментационной микрослоистости («листоватости»).

В публикациях оппонента с соавторами помимо перечисленных выше критериев использовались также дополнительные критерии с целью регионального прогноза нефтегазоносности баженовской свиты, а именно: величина кажущегося сопротивления (КС) для оценки её битуминозности, величина аномально высокого пластового давления (АВПД), степень превращения исходного ОВ в нефтиды (параметр С), в частности для расчета АВПД (31). В последующей публикации были добавлены следующие критерии: результаты испытаний скважин, вскрывших баженовскую свиту; коэффициент эмиграции нефтидов (Кэ), образовавшихся в баженовской свите и величина вторичной пористости, которая образовалась в результате превращения исходного ОВ в нефтиды (Vвт) (44). Поскольку нами было доказано, что основные притоки и запасы извлекаемых традиционным способом нефтидов находятся преимущественно в кремнистых и карбонатных породах (ППП), то к использованным ранее критериям (КС, Кэ, АВПД, Vвт, параметр С) был добавлен ещё один – суммарная мощность ППП (66).

Поскольку к началу 2000-х годов региональные перспективы баженовской свиты в общих чертах были установлены, то возникла проблема локального прогноза её нефтеносности в пределах отдельных площадей и месторождений. Комплексными литолого-петрофизическими, геохимическими, гидротермальными и тектонофизическими исследованиями было надежно установлено, что вторичные коллекторы и УВ залежи в баженовской свите возникают в результате тектоно-гидротермального воздействия на её отложения. Поэтому была создана запатентованная методика (способ) прогноза этого типа вторичных коллекторов, содержащих УВ залежи на основе комплексирования данных сейсморазведки и тектонофизического моделирования. Используя этот способ был осуществлен локальный прогноз нефтеносности баженовской и абалакской свит в пределах 12 площадей и месторождений (66, 97, 111, 123, 168, 202, 204). На основе данных, любезно предоставленных А.Э. Конторовичем, А.Р. Курчиковым и специалистами НАЦ РН ХМАО им. В.И. Шпильмана нами были выделены локальные перспективные участки в пределах всего ХМАО (97, 111). Таким образом, к настоящему времени разработаны надежные критерии не только для регионального, но и локального прогноза нефтегазоносности баженовской свиты.

Гораздо более сложной является проблема оценки запасов УВ (нефти), содержащихся в баженовской свите объемным методом с использованием известной формулы:  $Q = F \cdot h \cdot K_p \cdot K_n \cdot r_n \cdot \theta$ .

Существует большое количество представлений о структуре порового пространства различных типов пород, входящих в её состав и характере заполнения их порового пространства флюидами (нафтидами и водой). Соискатель использовала готовую методику для оценки плотности геологических ресурсов в баженовской свите в пределах рассматриваемых месторождений, разработанную группой специалистов ИНГГ СО РАН, поэтому я обращаю внимание лишь на наиболее спорные моменты в использованной ею методике, которые нельзя считать замечаниями к её работе.

Дело в том, что многие критерии, используемые различными авторами, пытающимися посчитать запасы в баженовской свите объемным методом и считающиеся «общеизвестными» или «общепринятыми», на самом деле являются в значительной степени умозрительными и не являются строго доказанными научными фактами. Рассмотрим наиболее важные из них.

1. При подсчете запасов В.А. Волков (2020) совершенно справедливо указывает на необходимость учета сжимаемости продуктивных литологических типов, в трещинном пространстве которых присутствует нефть, то есть их пористость следует определять не в атмосферных, а в условиях, моделирующих пластовые.

2. Почему-то принято считать, что баженовская свита гидрофобная. Мы тремя различными способами (ЯМР-релаксометрия, метод краевого угла и по скорости впитывания капли воды) на *неэкстрагированном* керне, отобранном из скважин Дружного, Кечимовского, Новоуртьягунского, Повховского и Южно-Ягунского месторождений определили, что все исследованные образцы являются *преимущественно гидрофильными*. Действительно гидрофобные образцы встречаются лишь в участках, подвергшихся тектоно-гидротермальному воздействию, в которых все исходное ОВ превратилось в жидкие и газообразные нафтиды и инертный карбонизированный остаток (нефтяной кокс). При выпиливании цилиндров из таких образцов и их торцевании, лицо и руки техника, изготавливающего образцы стандартного размера покрываются черной пылью из-за того, что вода не в состоянии смачивать эти образцы.

3. Подавляющее большинство ученых, занимающихся проблемой подсчета запасов в баженовской свите, считают необходимой проводить процедуру «кратковременной» или «исчерпывающей» экстракции. Соискатель вполне справедливо и достоверно показала, что в породах-генераторах практически все образовавшиеся в них нефти заблокированы из-за крайне низкой проницаемости, и чтобы их разблокировать их необходимо раздробить (ОМД).

В самом начале «баженовского бума» (начало 80-х годов прошлого века) мы пробовали экстрагировать (горячая с/б экстракция) баженовские образцы стандартного размера до «полного» завершения процесса. Однако даже после трехмесячной экстракции экстракт продолжал оставаться бурым, и мы прекратили это бессмысленное занятие. При этом большая часть образцов развалилась, а в оставшихся целыми отмечалось не прекращающееся увеличение их пористости. Как и ожидалось, целыми оставались преимущественно кремнистые и карбонатные литотипы. Скорость экстракции образцов зависит от их проницаемости и в среднем, как отмечалось ранее, за неделю горячей спирто-бензольной экстракции экстрагент проникает вглубь образца примерно лишь на 2-3 мм. Поэтому, говорить об «исчерпывающей» экстракции цилиндрических образцов стандартного размера (30x30 мм) говорить не приходится. Да и нужна ли она? Ведь битум, пропитывающий образцы пород-генераторов, является еще и их цементом, который невозможно добыть из баженовской свиты традиционным способом, не привлекая дополнительных (например, тепловых) методов увеличения нефтеотдачи. Очевидно, что использовать процедуру «исчерпывающей», да и «кратковременной» экстракции бессмысленно, так как этой процедурой мы увеличиваем величину «эффемерной» пористости, занятой неподвижным, но частично растворимым в органических растворителях битумом, который невозможно извлечь из скважины традиционным способом без закачки этих самых растворителей в скважину.

4. При подсчете запасов объемным методом после того как мы определили величину открытой пористости необходимо оценить сколько в ней присутствует нефти и сколько воды? Соискатель утверждает, что поры в баженовской свите заняты только нефтью, а воды в них нет. Это также широко распространенное, но ошибочное утверждение. А. Глотов (Роснефть, 2021) тремя независимыми способами определил в образцах баженовской свиты их открытую пористость (Кпо) и содержание связанной воды (Кво):

- 1) Кпо методом GRI, Кво - по Заксу;
- 2) Кпо и Кво методом СТА-ИК-МС;
- 3) Кпо и Кво методом ЯМР.

Им были получены стандартные обратно пропорциональные, близкие к степенным, зависимости между этими параметрами. Причем в образцах, обладающих минимальной пористостью (менее 2%) величина Кво по его данным приближается к 100%!

Нашими исследованиями (ЯМР, термодистилляция) однозначно доказано, что вода в баженовских образцах есть. Причем её больше всего, как и следовало ожидать, содержится в наиболее глинистых образцах. Мы последовательно нагревали образцы от комнатной температуры до 250°C, и она постоянно выделялась из образцов. То есть нагрев до стандартной (по ГОСТу) температуры в 105°C не позволяет удалить всю физически связанную воду из образцов. Это объясняется тем, что в продуктивных зонах, подвергшихся тектоно-гидротермальному воздействию все исходное ОВ превратилось в битум и УВ (нефть). Нефть эмигрировала в коллекторы (включая и свои т.е. «внутри» самой



баженовской свиты), а битум остался практически на месте и заблокировал воду, содержащуюся в микропорах породы. При нагреве образцов, во-первых, происходит размягчение или разжижение битума, а во-вторых, расширение связанной воды и превращения её в пар, т.е. растет поровое давление на запирающий её битум, и она при достижении критической величины этого давления прорывается наружу. Эти процессы подробно описаны в наших совместных с А.А. Потаповым публикациях в «Каротажнике» (150, 151).

«Запирание» воды битумами, т.е. отсутствие *непрерывного* водного проводника электричества приводит к аномально высоким значениям УЭС рассматриваемых отложений. Особенно это справедливо по отношению к карбонатным и кремнистым разновидностям.

Можно еще долго перечислять трудности и спорные моменты в предлагаемых различными авторами, включая соискателя, методиках подсчета запасов нефти в баженовской свите, но ясно одно, что в настоящее время пока еще не существует достаточно обоснованной, а потому общепринятой методики. Предстоит еще большой объем комплексных литолого-петрофизических, геохимических, гидротермальных и тектонофизических (в комплексе с сейсморазведкой) исследований, которые в будущем позволят создать достоверную методику подсчета запасов нефти в баженовской свите объемным методом.

Отмеченные мною замечания несколько не снижают общий научно-исследовательский уровень выполненной работы. Они носят, главным образом, образовательный и пояснительный характер в отношении такого сложного и во многом специфического объекта, как баженовская свита.

Надеюсь, что соискательнице в её дальнейшей работе пригодятся данные, приведенные в настоящем отзыве и наших публикациях, перечисленных выше.

### **Заключение**

Представленная диссертация Сотнич Инги Сергеевны «Геохимия органического вещества и перспективы нефтеносности баженовской свиты Северо-Сургутского района Западной Сибири» на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной задачи - привлечение новых видов источников УВ, к которым относятся высокоуглеродистые толщи, а также имеющей существенное значение для реконструкции условий образования баженовской свиты рассматриваемого района Западной Сибири и оценки перспектив её нефтеносности на изучаемой территории.

Работа выполнена на соответствующем научном уровне, её выводы и рекомендации обоснованы, что характеризует соискателя как вполне сложившегося исследователя, умеющего самостоятельно ставить и решать научные задачи.

Автореферат отражает основное содержание диссертации и соответствует требованиям ВАК.

В целом диссертационная работа отвечает требованиям ВАК (п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», Постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013, в ред. от 11.09.2021г), предъявляемым к кандидатским диссертациям, соответствует паспорту научной специальности 25.00.09 – «Геохимия, геохимические методы поисков полезных

ископаемых», а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Согласен на включение персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Официальный оппонент

Директор ООО «ЗапСибГЦ», к.г.-м.н.

М.Ю. Зубков

Почтовый адрес: 625002 г. Тюмень, ул. Сургутская, д. 11 корп. 4/9.

Раб. тел.: (3452)-63-24-50.

Сот. тел.: 9044-92-90-41.

E-mail: ZubkovMYu@mail.ru

Подпись официального оппонента заверяю

Зам. директора

Ю.А. Зубкова

Дата: 12.08.2022 г.