

ОТЗЫВ

официального оппонента Гончарова Ивана Васильевича

на диссертацию Оксенойд Елены Ефимовны

«Минерально-вещественный состав, тип органического вещества и региональный прогноз продуктивности баженовского горизонта в центральной части западно-сибирского НГБ», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.12 – «геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений»

Отложения баженовского горизонта является основной нефтематеринской породой Западной Сибири и России в целом. Подавляющее число месторождений нефти Западной Сибири генетически связаны с органическим веществом баженовской свиты. На протяжении многих десятилетий Западная Сибирь является основным нефтедобывающим регионом страны. Однако к настоящему времени большинство действующих месторождений миновали свой пик добычи и находятся на поздней стадии разработки: растет обводненность, падают дебиты. Поэтому в регионе остро стоит вопрос восполнения ресурсной базы. Решить его можно двумя путями.

Во-первых, за счет поиска новых залежей нефти в традиционных коллекторах. Но перспективы открытия крупных залежей в традиционных коллекторах в регионе весьма проблематичны, поскольку подавляющее число структур выявлено и разбурено, а эффективная технология поиска неструктурных ловушек отсутствует.

Во-вторых, путем вовлечения в разработку запасов нефти нетрадиционных коллекторов, прежде всего, сланцевой нефти. По оценкам многих мировых экспертов известно, что отложения баженовского горизонта являются крупнейшими в мире по ресурсам сланцевой нефти. Несмотря на то, что в России еще достаточно много запасов в традиционных коллекторах и добыча сланцевой нефти более затратна, но для недропользователя эти вопросы не всегда будут решающими. Достаточно представить ситуацию, когда на месторождении выработаны запасы в традиционных коллекторах, нужно останавливать добычу, но существует вся надземная инфраструктура, которую можно использовать для добычи, сбора и подготовки сланцевой нефти. Но недропользователь должен знать, насколько отложения баженовского горизонта на его лицензионном участке перспективны. Поэтому рассматриваемая работа, посвящённая детальному изучению состава и свойств отложений баженовского горизонта с обоснованием регионального прогноза их продуктивности, является, несомненно, актуальной.

Представленная на отзыв диссертационная работа состоит из введения, четырех глав,

заклучения и списка литературы. Работа изложена на 160 страницах машинописного текста, включая 69 рисунков и 7 таблиц. Список литературы насчитывает 121 наименование.

Ниже приведен краткий критический обзор работы.

Первая глава называется «Минерально-вещественный состав пород баженовского горизонта». Следует отметить, что такое название не совсем объективно отражает её содержание. Круг рассматриваемых здесь вопросов значительно шире, чем просто рассмотрение состава. Не случайно эта глава по объёму является в работе основной.

Автором выполнен обзор существующих представлений о минерально-вещественном составе основных элементов, слагающих породы баженовской свиты. Показано, что источником кремнезёма – основного породообразующего компонента свиты, были биопродуценты с кремнистым скелетом (радиолярии и диатомовые водоросли). Глинистое вещество является вторым по своему содержанию в центральных районах, уступая лишь кремнезему. На периферии его доля возрастает. Здесь же автор, ссылаясь на собственные опубликованные материалы, подтверждает это. Среди карбонатных минералов преобладает доломит и кальцит, значительно реже встречается сидерит. Основным источником материала для образования карбонатов явились организмы с карбонатным скелетом. Показано, что средневзвешенное содержание пирита в центральных районах достигает 13 % масс., а на периферии закономерно уменьшается. Органическое вещество играет ключевую роль в составе баженовской свиты. Его содержание в центральных районах превышает 12 %, достигая 19 %, на окраине его количество меньше 5 %. Источником органического вещества явились организмы с кремнистым и карбонатным скелетом, а также бесскелетные формы (бактериальные и водорослевые).

Наряду с обзором работ предшественников автором рассмотрены результаты собственных исследований. При этом особое место в главе отведено методическим вопросам определения состава пород. Исследования были выполнены в Институте минералогии и геохимии УрО РАН, который сегодня по своему аппаратурному оснащению и кадровому составу является одним из ведущих в своей области центром.

Автором подробно рассмотрена схема комплексирования трёх методов: рентгеноструктурного, рентгенофлуоресцентного и пиролитического. При этом для расчётов использованы методические наработки Института минералогии и геохимии (г. Екатеринбург), СибНИИИП и ЗапСибГЦ (г. Тюмень), а также МГУ.

Полученные сопоставительные данные рентгеноструктурного и рентгенофлуоресцентного анализов с учетом результатов пиролиза по содержанию органического вещества дают основание использовать расчетные материалы по содержанию основных вещественных компонентов баженовской свиты для дальнейшего анализа

особенностей строения изучаемых отложений.

Выполнен анализ содержания породообразующих компонентов баженовской свиты. Основным компонентом рассматриваемых отложений является кремнистое вещество, содержание которого варьирует от 0 до 90 %. Среднее значение составляет 42 %. Величина содержания глинистого вещества изменяется от 0 до 58 % при среднем значении 22 %. Содержание органического вещества изменяется от 0 до 58 %. Среднее значение содержания карбонатного вещества составляет 9,8 %.

Проведено сопоставление полученных данных с опубликованными материалами А.Э. Конторовича и соавторов. В целом наблюдается близкий характер распределения, за исключением более высокого содержания кремнистого вещества, что может быть следствием, как особенностей выборки, так и некоторых отличий в использованных методических подходах.

Автором выполнен анализ содержания глинистых минералов в отложениях баженовского горизонта. Это очень непростая задача, поскольку плохая окристаллизованность минералов, входящих в состав глин и присутствие большого количества органического вещества существенно затрудняют анализ и поэтому требуют применения специальных методов. После сравнения результатов, полученных разными методами автором предложено за основу принять данные рентгеноструктурного анализа по методу Ритвельда. В результате проведенного диссертантом анализа содержания глинистых минералов показано, что среди глинистых минералов центральной высокоуглеродистой зоны баженовского горизонта более половины приходится на гидрослюда (57 %) и около одной трети на смешаннослойные образования (29 %). Содержание каолинита и хлорита здесь значительно ниже. За пределами этой зоны доминирующим минералом является каолинит.

Используя полученный огромный (более 3000 образцов) материал, автором была выполнена классификация пород баженовской свиты на основе минерально-вещественного состава. При этом за основу был взят разработанный А.Э. Конторовичем с коллегами подход по соотношению трех минеральных породообразующих компонентов: кремнистого, глинистого и карбонатного, а также содержание органического вещества. Результаты представлены в виде таблицы. По мнению автора проведенный анализ минерально-вещественного состава и разделение на литотипы показывает, что целевыми объектами с точки зрения продуктивности баженовской свиты могут отнесены силициты и микститы.

В работе проведен анализ фильтрационно-емкостных свойств различных классов и подклассов пород до и после экстракции. Относительно повышенные значения пористости после экстракции в диапазоне 4–8 % и проницаемости после экстракции в диапазоне 0,1–10 мД характерны для силицитов керогеновых и микститов кероген-кремнистых.

Приведенный в работе рисунок 1.32 не совсем удачно отражает имеющиеся закономерности ФЕС пород. Если из всей выборки убрать образцы, где содержание органического вещества меньше 4 % (поскольку это уже не совсем баженовская свита), то никакой корреляции не будет.

Глава 2 называется «Свойства нефтей верхнеюрско-нижнемеловых отложений». В начале главы автор не совсем верно передаёт мысль Тиссо и Вельте. Они говорят о важности изучения не только и не столько свойств нефтей, сколько их состава, который, в свою очередь, и определяет их свойства (плотность, вязкость, цвет, теплоемкость и т.д.). У автора не было в распоряжении данных о детальном составе нефтей (на молекулярном и изотопном уровне), а только материалы из баланса запасов, где представлены параметры, характеризующие состав нефти: содержание серы, смол, асфальтенов и газосодержание. На рис 2.1 автором приведена схема изменения плотности нефти баженовско-абалакского комплекса. Естественно, никаких закономерностей там не прослеживается. Плотность нефти является интегральным параметром, зависящим от состава индивидуальных компонентов её слагающих. А на состав этих компонентов, находящихся в той или иной точке пласта Ю₀, влияет огромное число факторов. Говорить о каком-то среднем значении плотности для месторождения это все равно, что говорить о среднем содержании кремнезёма по разрезу (рис 1.13), где его содержание изменяется от 10 до 90 %. Автор, ведь, это понимает и потому так детально исследует минерально-вещественный состав пород. Чтобы убедиться в моей правоте, достаточно обратиться к моей монографии (Гончаров И.В., 1987). Там на стр. 162 в таблице 48 показано изменение параметров состава и свойств нефти в процессе бурения и поинтервального испытания разреза баженовской свиты на Салымском месторождении. Плотность изменяется от 0,833 до 0,890 г/см³, параллельно содержание серы падает почти в два раза, смол и асфальтенов в три.

Вероятно, автор сам это понимает и пытается проследить закономерности на другой выборке, включив в рассмотрение все нефти залежей позднеюрско-нижнемелового возраста. Такой подход вполне правомочен, автор справедливо утверждает, что подавляющее число залежей на исследуемой территории были сформированы за счет генерации органическим веществом баженовской свиты. К сожалению, представленные на рис 2.2 -2.8 схемы тоже не впечатляют – наблюдается очень пестрая картина. Автору приходится долго рассуждать и высказывать различные предположения чем вызваны те или иные отклонения. Следует отметить, что в большинстве своём его предположения совершенно справедливы. Так, нам хорошо известна биodeградация нефти упоминаемых автором месторождений: Самотлорского, Лянторского, Федоровского и др. Но кроме биodeградации возможно и влияние других факторов, способных существенно повлиять на тот или иной параметр.

Например, известны случаи (правда, немногочисленные) формирования залежей в пласте Ю1 не за счет генерации органическим веществом баженовской свиты, а за счет органики тюменской свиты и даже палеозоя. Поэтому для корректного построения схем изменения различных параметров состава и свойств флюидов от минерально-вещественного состава пород необходимо сначала убедиться в генетической принадлежности этих нефтей к баженовскому типу и убрать из рассмотрения пробы из биодegradированных залежей. Но это уже тема другой самостоятельной работы.

Глава 3 называется «Типы керогена баженовской свиты». Она посвящена рассмотрению состава керогена баженовской свиты. При определении типа органического вещества по пиролитическим данным используют модифицированную диаграмму $HI - Tmax$ и $HI - OI$. В НАЦ им В.И. Шпильмана под руководством В.А. Волкова при участии автора была предложена другая версия диаграммы, которая получается перестроением диаграммы $HI - OI$ в соотношение H/C и O/C . Отнесение керогена к тому или иному типу часто является сложной задачей, а использование предложенного варианта позволяет более наглядно представить различия в его составе.

Автором проведено сопоставление содержания серы и соотношения Pr/Ph в нефтях и пирита в породе с палеогеографической обстановкой, существовавшей в Западной Сибири в волжское время. Это послужило основанием для отнесения керогена с начальным водородным индексом, превышающим 600 мг УВ/г Сорг, керогену типа PS , выделенному в 1986 году W.L. Orr для нефтематеринских пород района Мексиканского залива и сопредельных территорий. Нефти этого региона характеризуются очень высоким содержанием серы (больше 5-7 %). В силу своего специфического состава и значительных запасов природа этих нефтей всегда была объектом пристального изучения. Исследованиями последних лет с использованием самых современных методов молекулярной и изотопной масс-спектрометрии было убедительно показано, что накопление нефтематеринских пород для этих нефтей протекало в системе озёр с повышенной соленостью. На это указывает наличие гаммацераана и алкил- арилизопреноидов. Присутствие последних указывает на наличие аноксии в фотическом слое. Такие изопреноиды являются частью фотосинтезирующего аппарата фототрофных серобактерий, обитающих на границе зоны сероводородного заражения и насыщенных кислородом вод. Поскольку фотический слой распространяется всего на глубину 80 м, то эти озёра, вероятно, имели небольшую глубину. В коллекции нашей лаборатории имеются нефти с ряда месторождений Кубы, которые являются типичными представителями, описанных Орром нефтей. Полученные нами результаты подтверждают эти выводы: они тяжелые, в них много серы, гаммацераана и алкил- арилизопреноидов. Но ни в одном из выполненных нами тысяч образцов нефтей и экстрактов из пород баженовской свиты мы не

обнаружили эти соединения. Также в нефтях баженовской свиты отсутствует гаммацеран. С другой стороны, наши исследования и литературные данные показывают, что они присутствуют в нефтях Урало-Поволжья и Восточной Сибири, фациальные обстановки накопления органического вещества которых резко отличаются от условий fossilization ОБ баженовской свиты. Поэтому сделанный автором вывод о наличии в баженовской свите керогена 2S нуждается в дополнительном обосновании.

Глава 4 называется «Региональный прогноз естественной продуктивности баженовских отложений в центральной части Западно-Сибирского НГБ». Эта глава в работе является второй по объему. Вначале автор даёт краткую информацию об особенностях геологического строения верхнеюрско-нижнемелового разреза в изучаемом районе и проводит краткий анализ результатов испытаний отложений баженовской свиты и выявленной нефтеносности. Автор отмечает, что эти отложения всегда рассматривались, прежде всего, как объект поиска залежей в отложениях выше и ниже баженовской свиты. Однако, несмотря на доказанную продуктивность этих отложений, из более, чем 5 тыс. поисково-разведочных скважин, вскрывших баженовско-абалакский комплекс, он был испытан менее чем в 10 %. Основной пик интереса к баженовской свите как объекту разработки пришёлся на начало 80-ых годов прошлого столетия. И только после сланцевого бума в США работы вновь возобновились.

В 2016 г коллективом авторов при участии Е.Е. Оксенойд была выполнена большая работа по дифференцированной оценке перспектив нефтеносности баженовской свиты. Полученные результаты были доложены на различных конференциях и освещены в печати. Было отмечено отсутствие прямой связи между вещественным составом вмещающих пород. По мнению автора это может быть следствием недостатка информации по территории Сургутского свода и Юганской впадины. С другой стороны, он справедливо отмечает, что определенный вещественный состав пород является необходимым, но не достаточным условием для получения притока. Анализ указывает на отсутствие связи между содержанием органического вещества и доказанной продуктивностью чему может быть множество причин. Сопоставление распределения значений пиролитических параметров S_1 , и связанного с ним индекса продуктивности - $S_1/(S_1+S_2)$, с выявленной нефтеносностью также показывает их низкую информативность, что тоже вполне объяснимо. Плотность генерации углеводородов является комплексным интегральным параметром, поскольку отражает толщину нефтематеринской породы, содержание в ней органического вещества, его качество и степень реализации его потенциала, однако также не может быть главным критерием для оценки перспектив.

В результате выполненного автором анализа всей совокупности факторов были предложены основные характеристики баженовской свиты, связанные с естественной

продуктивностью: пластовая температура, термическая зрелость и плотность генерации. Наложением друг на друга карт-схем этих параметров была получена обобщенная прогнозная карта - схема региональных перспектив естественной продуктивности баженовской свиты. Несмотря на то, что эти параметры взаимосвязаны и не учитывает долю углеводородов, эмигрировавших в традиционные коллекторы, эта карта даёт наилучшее совпадение с установленной продуктивностью.

С использованием полученной карты выделены пять земель различной степени перспективности. В качестве наиболее перспективных территорий следует рассматривать районы Красноленинского свода, северо-западного и восточного бортов Фроловской впадины и Салым. К перспективным отнесены земли к югу от Красноленинского свода, север Сургутского свода, а также северную и западную часть Юганской мегавпадины.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенный выше критический разбор и высказанные замечания не указывают на низкое качество рассматриваемой работы, а являются результатом близости научных интересов соискателя и автора отзыва. Достоинства работы очевидны и не вызывают сомнения, поэтому в своём отзыве я на них подробно не останавливался. Я посчитал более полезным для автора остановиться на дискуссионных моментах, требующих своего дальнейшего изучения.

Рассматривая работу в целом, следует отметить, что диссертация Оксенойд Елены Ефимовны является законченной научной квалификационной работой, которая посвящена решению актуальной задачи, обладает научной новизной, содержит новые методические приемы, и позволяет повысить достоверность оценки перспектив естественной продуктивности баженовской свиты.

Значимость, полученных соискателем результатов, заключается в создании научных основ для разработки программ геолого-разведочных работ на углеводородное сырье.

Автореферат по своей структуре и освещению разделов соответствует содержанию диссертации. По проблеме нефтеносности баженовской свиты Е.Е. Оксенойд опубликовано 13 статей, в том числе 4 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК. Список публикации, приведенный в автореферате, в полной мере отражает вклад автора в решение проблемы нефтеносности баженовской свиты. Материалы, положенные в основу научных исследований, прошли апробацию в виде 9 докладов на всероссийских и окружных научных и научно-практических конференциях и семинарах.

Диссертация соответствует критериям, установленным п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» (утвержденным постановлением Правительства Российской

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 Оксенойд Елена Ефимовна достоин присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.12 – геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений.

Доктор геолого-минералогических наук,
начальник управления лабораторных исследований
пластовых флюидов, технологических жидкостей
и реагентов АО «ТомскНИПИнефть»

И.В. Гончаров

Специальность 25.00.09 - Геохимия,
геохимические методы поисков полезных ископаемых

Раб. телефон (3822) 616-335; 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.

Подпись И.В. Гончарова удостоверяю.
Ученый секретарь АО «ТомскНИПИнефть»
канд. техн. наук



А.Г. Чернов