

КАТАГЕНЕТИЧЕСКИЕ И ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ АНОМАЛИИ В НИЖНЕ-СРЕДНЕЮРСКИХ НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ КАК ИНДИКАТОРЫ ФЛЮИДОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ЗОНАХ ДИЗЬЮНКТИВНЫХ НАРУШЕНИЙ

© 2009 г. Е. А. Предтеченская, О. В. Шиганова, **А. С. Фомичев**

*Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья
630091, Новосибирск, Красный пр., 67*

E-mail: geology@sniiggims.ru

Поступила в редакцию 17.06.2009 г.

На ряде месторождений Западной Сибири коллекторы улучшенного качества тяготеют к линейным зонам с повышенной проницаемостью, которые сопровождаются литолого-минералогическими, катагенетическими и гидрогеохимическими аномалиями. Формирование этих аномалий связано с миграцией флюидов по долгоживущим глубинным разломам, которые проникают из фундамента на различные уровни осадочного чехла и хорошо прослеживаются на региональных геолого-сейсмических профилях. Авторами на основе комплекта карт регионального катагенеза органического вещества (ОВ) и карты тектонического строения нижнеплитного комплекса Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (НГП) составлены карты минералогических и гидрохимических аномалий для горизонтов песчаной седиментации ниже-среднеюрских отложений Западно-Сибирского осадочного мегабассейна, на которых отражена приуроченность основных минералогических, катагенетических и гидрогеохимических аномалий к зонам глубинных разломов и узлам их пересечений. Вертикальная амплитуда развития выявленных аномалий отражает уровни проникновения в осадочный чехол гидротермальных растворов по зонам разломов с активной флюидомиграцией. Полученные данные могут быть использованы для прогноза зон развития улучшенных коллекторов в ниже-среднеюрских нефтегазоносных комплексах (НГК).

Ключевые слова: *Западная Сибирь, нижняя-средняя юра, нефтегазоносность, гидрогеохимия, катагенез, аномалии.*

Актуальность изучения катагенетических изменений юрских осадочных пород Западно-Сибирского мегабассейна определяется установленной многими исследователями связью промышленной нефтегазоносности с зонами глубинных разломов и узлами их пересечений, особенно в пределах надрифтовых желобов, широко развитых в Западной Сибири [3, 6]. Анализ распределения начальных суммарных геологических ресурсов углеводородов (УВ) в ниже-среднеюрских НГК показал, что более 50% всех открытых нефтяных залежей сконцентрировано вдоль Колтогорско-Уренгойского надрифтового желоба и оперяющих его с запада надрифтовых желобов [5].

Известно, что активные глубинные разломы служат проводниками тепла и потоков флюидов, формирующих геофизические, радиационные, термические, гео-, гидрогеохимические, минералогические и катагенетические аномалии [8, 9, 25]. Под действием процессов флюидомиграции в зонах тектонических нарушений на различных литостратиграфических уровнях возникают горизонты разуплотнения и выщелачивания с улучшенными коллекторскими свойствами [12, 19, 31 и др.]. Эти участки литологических, минералогических и

геохимических неоднородностей фиксируются на сейсмических разрезах в виде так называемых зон неопределенности [27, 30], увязанных с положением локальных участков улучшенных коллекторов в составе продуктивных горизонтов. Явления разуплотнения наиболее ярко проявляются на глубинах свыше 3000 м, где коллекторы тяготеют к линейным зонам, приуроченным к участкам земной коры с повышенной трещиноватостью и вертикальной проницаемостью, по которым проходила миграция флюидов.

В осадочном чехле Западно-Сибирской плиты по данным ряда исследователей [9, 22, 23 и др.] в тектонически активных зонах наблюдаются минералогические и катагенетические аномалии, которые выражаются в резком возрастании количества аутигенных минералов цемента, в заметных структурных изменениях обломочного каркаса пород, особенностях типоморфизма минералов или изменении парагенетических ассоциаций аутигенных минералов – индикаторов конкретной стадии преобразования отложений, а также в появлении минералов, не характерных для данной стадии преобразования или современной глубины залегания пород.

Индикаторами процессов наложенного катагенеза в тектонически активных зонах Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (ЗС НГП) являются также резкое несоответствие границ между градациями катагенеза ОВ и стадиями изменения пород [1], формирование аномальных концентраций аутигенных минералов по сравнению с общим региональным фоном [18, 22, 33], что наиболее четко проявляется в районах надрифтовых желобов, в частности, – Колтогорско-Уренгойского.

На фоне установленных закономерностей проявления регионального катагенеза [17] в нижне-среднеюрских отложениях ЗС НГП обнаружены многочисленные случаи проявления минералогических и структурных аномалий, связанных с миграцией флюидов по глубинным разломам и тектонически ослабленным зонам в осадочном чехле.

Анализ вертикального распределения нефтяных и газовых залежей в нижне-среднеюрском осадочном чехле показал, что на ряде нефтегазоносных площадей ЗС НГП сформировались многопластовые месторождения, связанные с перетоком флюидов по зонам разломов. Нефтепроявления от базальных горизонтов до подошвы васюганского флюидоупора наблюдаются на Большой, Бованенковской, Красноленинской, Ловинской, Малоключевской, Вахской, Варь-Еганской, Верхне-Коликъеганской, Северо- и Среднеvasюганской, Герасимовской, Нижнетабаганской, Казанской, Калиновой и др. площадях [5], где по данным сейсмогеологических работ выявлены глубинные разломы, проникающие из фундамента в осадочный чехол. На этих же площадях обнаружены “сквозные” катагенетические аномалии, связанные с деятельностью CO_2 -содержащих растворов.

На изученной территории, несмотря на большой объем поискового бурения, имеется очень мало скважин, вскрывших доюрский фундамент и оказавшихся вблизи достоверно выделенных разломов. Поскольку не все разломы или их части являются флюидопроводящими, однозначно установить вертикальную амплитуду их проникновения в осадочный чехол и степень влияния на коллекторские свойства пород бывает затруднительно. Поэтому перед авторами стояла задача выявить связь катагенетических аномалий с глубинными разломами и оценить масштабы аутигенной цементации и вторичного разуплотнения вмещающих пород в пределах каждого горизонта нижне-среднеюрской песчаной седиментации.

С этой целью по керновому материалу более чем 300 глубоких разведочных и параметрических скважин, полностью вскрывших юрский разрез осадочного чехла и породы фундамента, были выполнены количественные подсчеты содержания аутигенных минералов – индикаторов различных стадий и этапов преобразования пород по схеме Н.В. Лог-

виненко и Л.А. Орловой [16], составлены литологические колонки, иллюстрирующие распределение этих минералов по разрезам скважин, а также карты, на которых показано размещение скважин с аномальными проявлениями наложенных процессов гидротермальной минерализации и вторичного разуплотнения для каждого горизонта песчаной седиментации (зимнего, шараповского, надояхского, вымского и малышевского). При этом были использованы карты катагенетической превращенности органического вещества в породах зимнего–малышевского горизонтов Западно-Сибирской плиты масштаба 1: 2 500 000, (ред.А.С. Фомичев) [13], карта тектонического строения нижнеплитного комплекса Западно-Сибирской плиты масштаба 1: 12 000 000, составленная Л.В. Смирновым, В.С. Сурковым и В.Н. Крамником под редакцией В.С. Суркова [5] и тектоническая карта фундамента Западно-Сибирской плиты и ее обрамления масштаба 1: 5 500 000 под редакцией В.С. Суркова [29]. Фактический материал систематизирован в соответствии со стратиграфической схемой и схемой фациального районирования нижне-среднеюрских отложений, утвержденных решением Российского Межведомственного Стратиграфического Комитета (РМСК) в 2004 году [24].

Анализ распределения аномальных катагенетических изменений пород и органического вещества в вертикальных разрезах и по площади позволил сделать следующие выводы.

1. Все скважины с признаками флюидомиграции расположились в пределах надрифтовых желобов, ограниченных глубинными разломами в фундаменте или в узлах пересечения глубинных разломов. Основная часть аномалий в пределах области распространения отложений *зимнего и шараповского горизонтов* (рис. 1) сосредоточилась в районе Колтогорско-Уренгойского и Худдудейского надрифтовых желобов, Надымской мегавпадины, а также оказалась приуроченной к западному борту Русско-Часельского палеовыступа, Ямальскому и Худосейскому надрифтовым желобам.

2. *Преобладающим типом гидротермальной минерализации в породах нижней юры в районах севернее широтного течения р. Оби является карбонатизация. В районах Обь-Иртышского междуречья в большинстве изученных нижнеюрских разрезов более широко проявились аномальные процессы каолинитизации и окварцевания.* На юге, например, *на территории Нюрольской впадины, доминируют процессы наложенной карбонатизации.* В зоне Колтогорско-Уренгойского мегапрогиба в ряде разрезов наблюдается чередование аномальных концентраций как карбонатных, так и силикатных минералов, что связано с изменением парциального давления CO_2 , щелочности растворов и нарушением равновесия в системе при тектонических (в том числе сейсмиче-

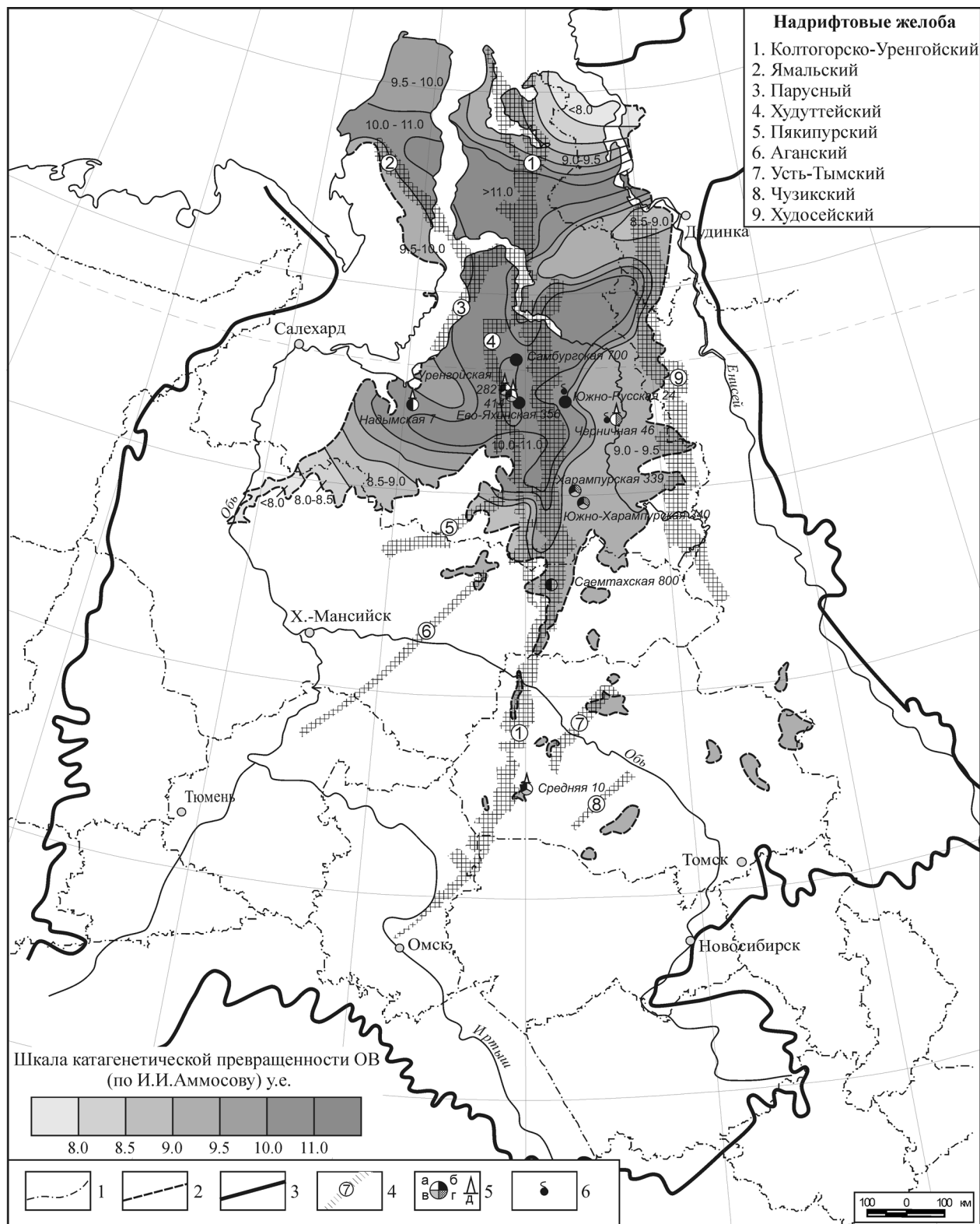


Рис.1. Схематическая карта распределения минералогических аномалий в отложениях зимнего горизонта Западно-Сибирской плиты (на основе карты катагенеза ОВ под ред. и А.С. Фомичева [12] и карты тектонического строения нижнеплитного комплекса под ред. В.С.Суркова [29].)

1–3 – границы: 1 – административные, 2 – распространения отложений J_{1-2} (по [10]), 3 – палеозойского обрамления; 4 – надрифтовые желоба по [29]; 5 – вторичное минералообразование: а – каолинит, б – карбонаты (Са, Mg), в – кремнезем, г – альбит, д – диксит; 6 – аномалии по составу нефтей.

ских) подвижках и пульсационном, стадийном характере флюидодинамических процессов.

3. Минералогические аномалии в пределах *надояхского, вымского и малышевского горизонтов* (рис. 2, 3) выявлены на территории Красноленинского и Каймысовского сводов, Демьянского мегавала, Колтогорского мегапрогиба, особенно в зоне его сочленения с Нюрольской впадиной. Основная часть аномалий приурочена к глубинным разломам, выявленным в пределах Шаимского свода, Пякипурского, Аганского, Усть-Тымского и Чузикского надрифтовых желобов. *В северных районах плиты на этих стратиграфических уровнях также доминирует вторичная карбонатизация*, в то время как на территории Обь-Иртышского междуречья более широко развиты процессы окремнения и каолинитизации.

4. *Катагенетические аномалии в региональном плане обычно совпадают с температурными аномалиями, зафиксированными в тектонически активных зонах.* Совпадение минералогических и температурных аномалий фиксируется в зонах с максимальными палеоглубинами погружения осадочных толщ. Совпадение этих аномалий также наблюдается в районах, где фундамент сложен крупными относительно молодыми массивами гранитов и гранито-гнейсов с повышенным содержанием радиоактивных элементов (Красноленинский, Салымский, Межовский, Урненский и др. своды).

5. *С течением времени интенсивность вертикальных тектонических движений в зонах разломов в восточных районах плиты (Худосейский надрифтовый желоб, Русско-Часельский палеовыступ) заметно снизилась, в результате чего, начиная с позднего тоара, катагенетические аномалии в залегающих выше отложениях не выявлены.* Так, если в породах зимнего и шараповского горизонтов на Светлогорской, Черничной и Южно-Русской площадях аномальная карбонатизация проявилась очень интенсивно, то в залегающих выше породах надояхского, вымского и малышевского горизонтов концентрация аутигенных карбонатов находится на фоновом уровне.

Согласно полученным данным, время накопления отложений вымского и малышевского горизонтов совпало с временем активизации тектонических движений по разломам древнего заложения в южных и юго-восточных районах плиты, вследствие чего катагенетические аномалии в составе этих отложений сформировались в западных районах Нюрольской впадины, в районах Демьянского мегавала и Каймысовского свода, приуроченных к Аганскому и южной части Колтогорского надрифтового желоба. Тектонические подвижки блоков фундамента по разломам древнего заложения в байос-батское время продолжались также в пределах северной части Колтогорско-Уренгойского, Ямальского надрифтовых желобов, Медвежьего и

Демьянского мегавалов, Красноленинского и Каймысовского сводов.

6. *Периоды оживления движений по глубинным разломам в фундаменте и возникновение связанных с этим катагенетических аномалий в осадочном чехле хорошо коррелируются с периодами усиления тектонической активности в районах обрамления плиты.* Перемещение депоцентра тектонической активности из северо-восточных и восточных районов в западные, южные и юго-западные косвенно *подтверждается кардинальным изменением парагенезов доминирующих минералов тяжелой фракции при переходе от нижних песчаных горизонтов к верхним.* Так, если в плинсбах-тоарское время доминировал восточный источник сноса обломочного материала (Енисейский кряж, западный борт Сибирской платформы) с накоплением в составе осадков магнетит-гранат-турмалин-циркон-апатитовой ассоциации тяжелых минералов, то в аален-байос-батское время активизировались западный, южный и юго-западный источники (Урал, Казахстан, Салаир, Алтае-Саянская складчатая область), поставлявшие в бассейн седиментации биотит-циркон-турмалиновый комплекс тяжелых аксессуаров.

Гидрогеохимические исследования нижне-среднеюрских отложений Западно-Сибирского мегабассейна, показывают, что на ряде площадей выявлены аномальные концентрации в водах ионов магния, повышенная щелочность (содержание гидрокарбонат-иона) и повышенные концентрации растворенной в пластовых водах двуокиси углерода (рис. 4). Эти аномалии сконцентрировались вдоль разломов в осадочном чехле, приуроченных к центральной, юго-западной и западной частям бассейна, и разместились, в основном, на территории южной части Колтогорско-Уренгойского мегапрогиба, Нюрольской впадины, Шаимского и Красноленинского сводов. В меньшей степени они проявились в Ямальской зоне (Ямальский) разлом в районе Нурминского мегавала). Концентрации магния, CO_2 и щелочей в подземных водах в пределах аномальных зон на несколько порядков выше фоновых.

По опубликованным данным, одной из причин формирования гидрохимических аномалий, кроме процессов глубинной флюидодинамики, могут служить процессы метаморфизма и деструкции содержащегося в породах ОВ, что сопровождается формированием значительных объемов двуокиси углерода, активно влияющей на процессы трансформации минеральных фаз и метаморфизма химического состава пластовых вод [15, 19, 28 и др.].

Если источником ионов калия, натрия, кальция и магния в подземных водах могут служить вмещающие породы осадочного чехла при их проработке слабо минерализованными перегретыми водами, то одним из источников CO_2 , кроме ОВ, заключенного в самих породах, может являться и ювениль-

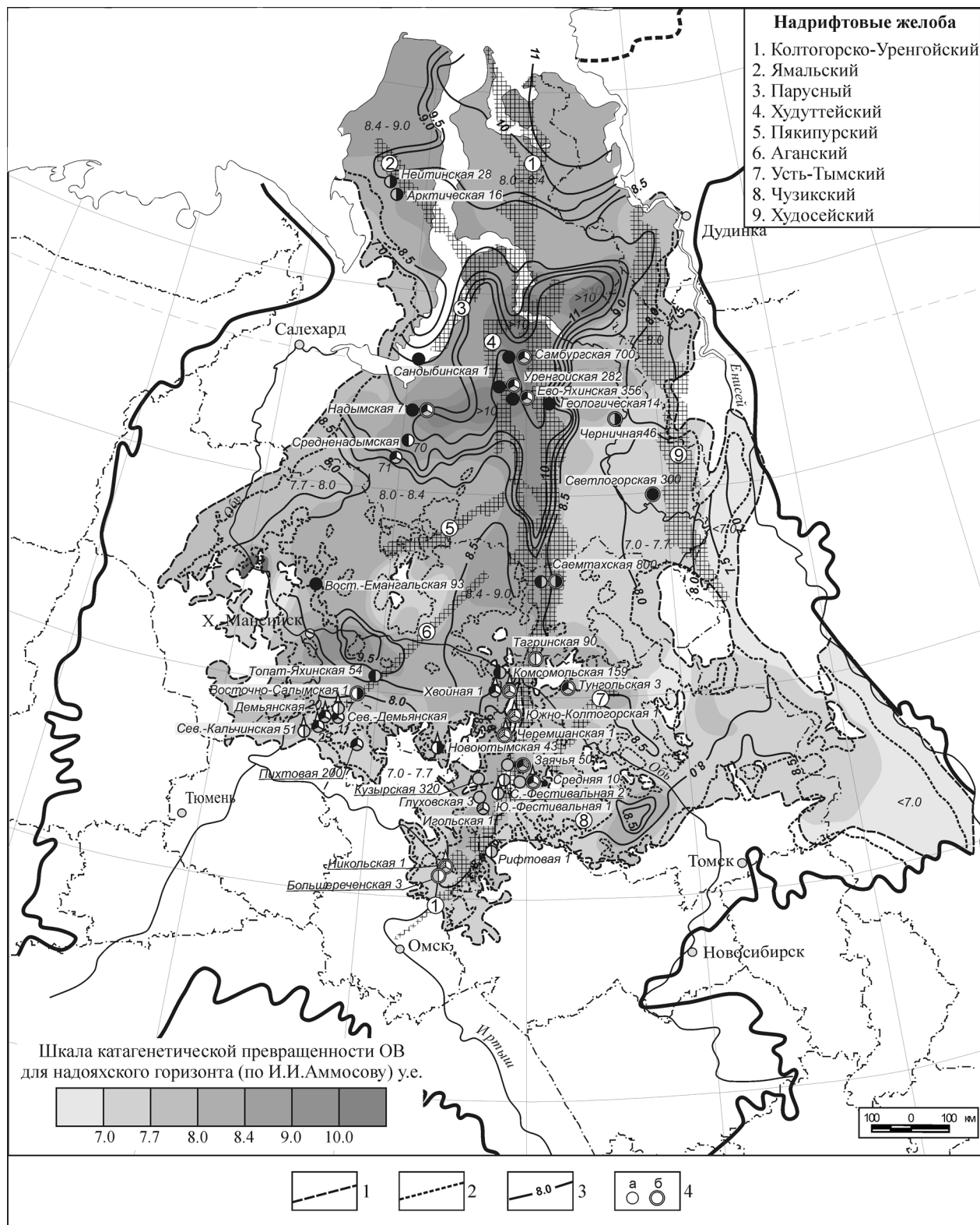


Рис. 2. Схематическая карта распределения минералогических аномалий в отложениях надояхского и шарাপовского горизонтов Западно-Сибирской плиты (на основе карты катагенеза ОВ [12] и карты тектонического строения нижнеплитного комплекса [29]).

1-2 — границы распространения отложений: 1 — надояхского, 2 — шарাপовского горизонтов по [10]; 3 — изолинии катагенетической превращенности ОВ для шарাপовского горизонта (по [2]) в у.е.; 4 — вторичное минералообразование, данные по надояхскому (а) и по шарাপовскому (б) горизонтам. Остальные условные обозначения см. рис. 1.

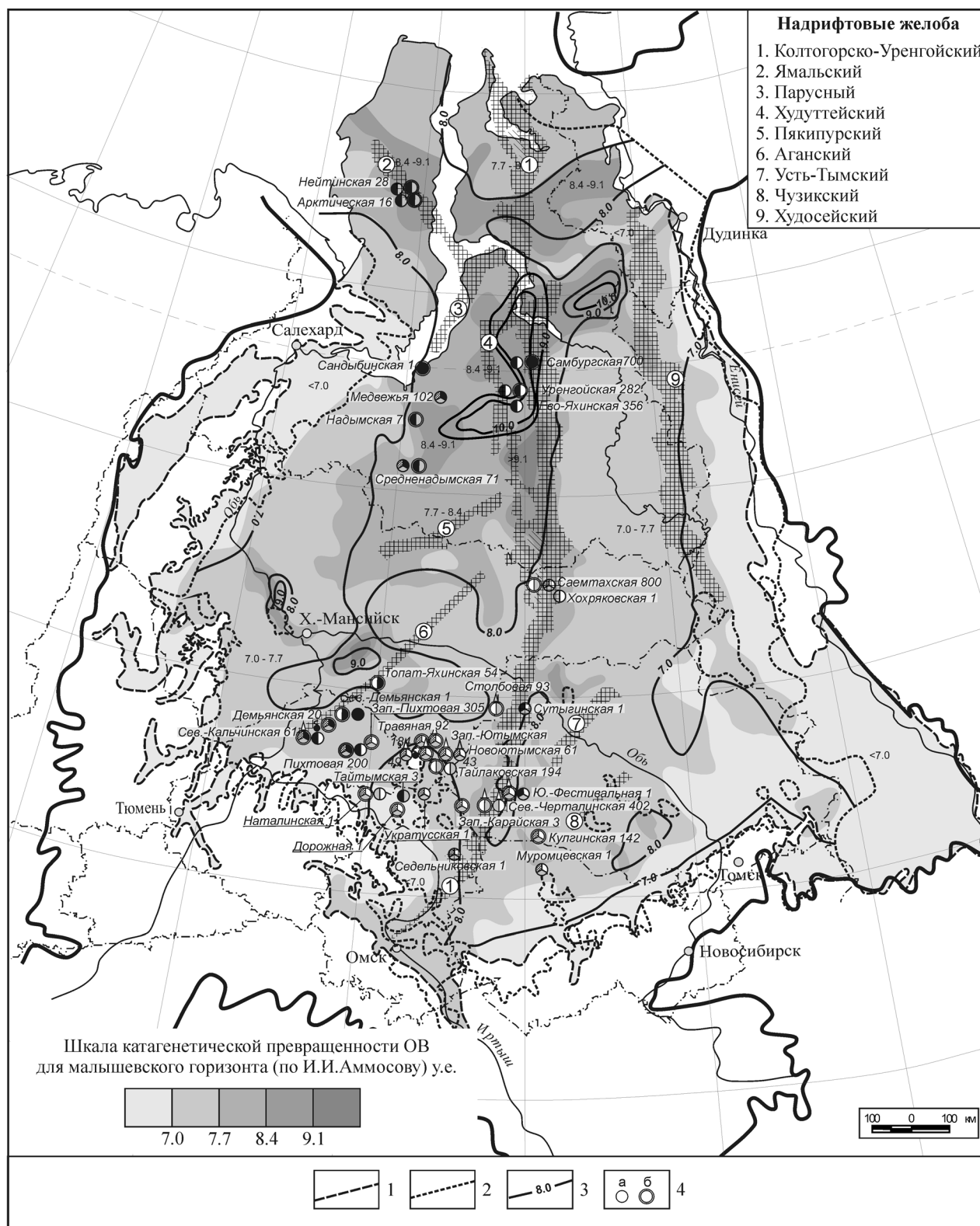


Рис. 3. Схематическая карта распределения минералогических аномалий в отложениях малышевского и вымского горизонтов Западно-Сибирской плиты (на основе карты катагенеза ОВ [12] и карты тектонического строения нижнеплитного комплекса [29]).

1, 2 – границы распространения отложений малышевского (1) и вымского (2) горизонтов. Остальные условные обозначения см рис. 1, 2.

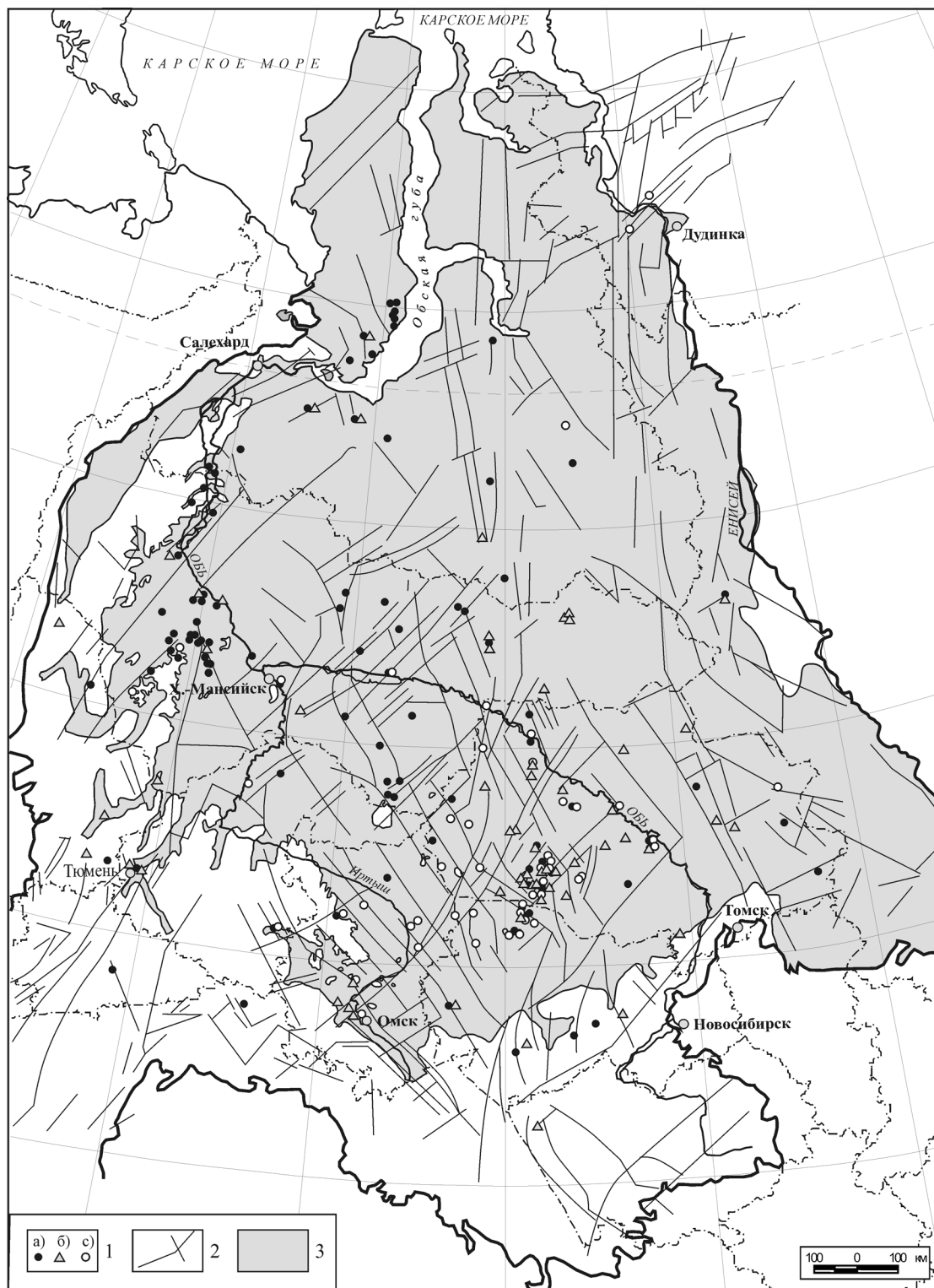


Рис. 4. Схематическая карта размещения газо- и гидрогеохимических аномалий, вскрытых скважинами в отложениях нижней-средней юры.

1 – аномальная щелочность подземных вод (а), аномальные содержания магния в составе подземных вод (б) и двуокси углерода в водорастворенных газах (с); 2 – разломы; 3 – территория развития отложений нижней и средней юры в пределах Западно-Сибирской плиты.

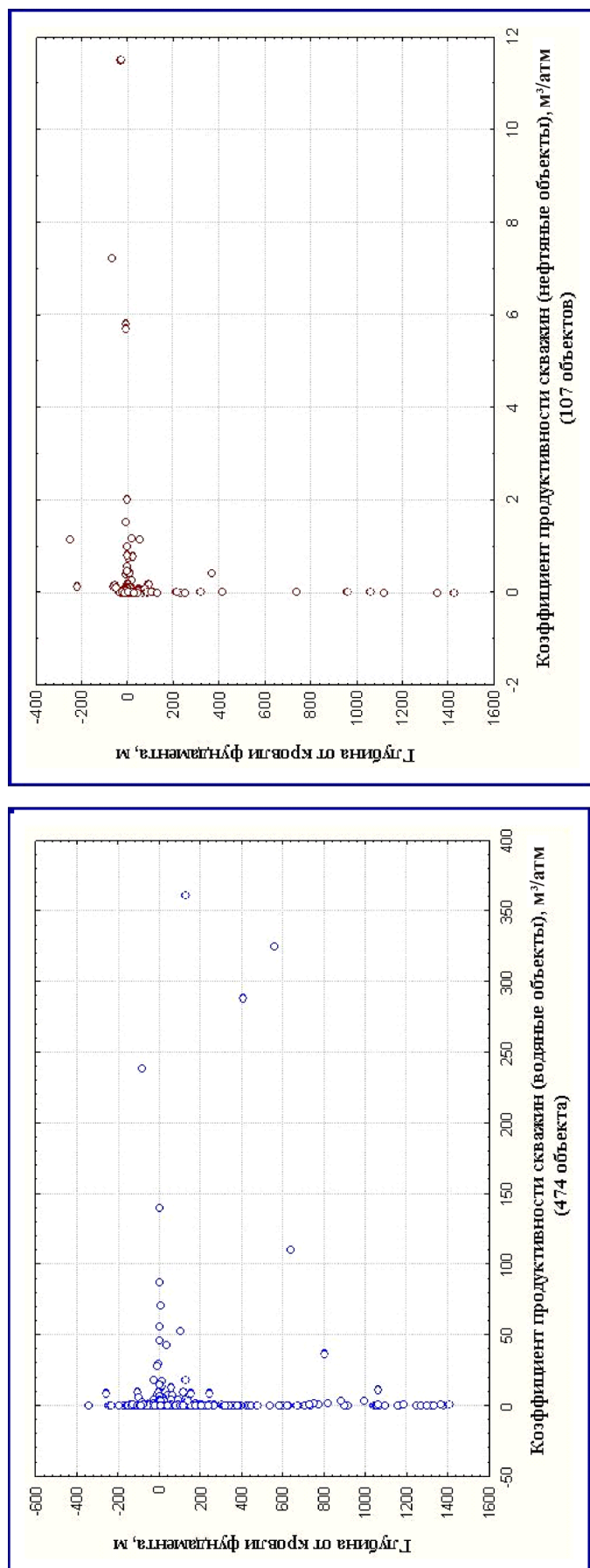


Рис. 5. Распределение значений коэффициента продуктивности (м³/атм) скважин для водяных (а) и нефтяных (б) объектов при приближении к кровле фундамента.

ная углекислота, поступающая по зонам глубинных разломов в доюрском фундаменте. О существенном вкладе последнего источника свидетельствует увеличение коэффициентов продуктивности скважин по мере приближения к кровле фундамента (рис. 5).

При оживлении тектонической активности в зонах глубинных разломов одним из основных факторов, контролирующих состав аутигенных минералов, особенно в породах нижних песчаных горизонтов осадочного чехла, является состав пород фундамента. В пределах надрифтовых желобов, где последние представлены базитами и ультрабазитами (северные районы), а также в районах, где фундамент сложен карбонатными породами (Нюрольская впадина, Средне-Васюганский и Пудинский мегавалы) в цементе перекрывающих отложений доминируют аутигенные карбонаты. В районах, где в составе фундамента имеется много гранитных интрузий, либо он сложен терригенными, вулканогенно-осадочными и метаморфическими образованиями, в перекрывающих отложениях преобладают аутигенные силикаты и алюмосиликаты – каолинит, диксит, альбит, железистый и магнезиальный хлорит, а также кварц, опал, халцедон.

Наиболее высокий этаж гидротермальной проработки юрских отложений наблюдается в районе Каймысовского свода. Минералогические аномалии здесь прослеживаются от надояхского и вымского (скв. Мелимовская 25, Павловская 7) до малышевского и васюганского горизонтов включительно (Крапивинская, Тагайская, Павловская и Корсево-Мелимовская площади.) В этом районе интенсивно переработаны также породы доюрского фундамента – триасовые эффузивы.

По сравнению с породами вне зоны аномалий, которые находятся на этапе среднего катагенеза (градация МК₁ – МК₂), юрские песчаники, вскрытые скважинами на Крапивинской, Корсево-Мелимовской и др. площадях, претерпели изменения, характерные для начального этапа стадии глубинного катагенеза (градация МК₃). В этих песчаниках широко развиты минералы-индикаторы стадии глубинного катагенеза, такие, как гидрослюда поли типа 2М₁, 7Å-хлорит политипа Пб, на-

блюдаются повышенные концентрации таких аутигенных минералов, как кварц, халцедон, каолинит, структуры растворения кварца под давлением, катаклаз зерен кварца и полевых шпатов, сутурно-стилолитовые контакты, явления разуплотнения пород за счет внутризернового растворения и каолинитизации полевых шпатов.

Установлена тесная связь между интенсивностью проявления наложенных гидротермальных процессов в породах, вскрытых разведочными скважинами, и близостью последних к линиям глубинных разломов в фундаменте. Так, на Каймысовском своде наиболее ощутимые катагенетические изменения отмечены в породах, вскрытых скважинами Карасевская 61, Западно-Карасевская 70, Крапивинские 190 и 208, Тагайские 2–8, расположенными в непосредственной близости от линий глубинных разломов. Аналогичная картина, по данным А.Е. Ковешникова, наблюдается в нижних горизонтах осадочного чехла на Герасимовском, Весеннем и Ларломкинском нефтяных месторождениях Томской области [14]. На Весенней площади в юрской части разреза фиксируется аномалия сейсмической записи [11].

Как уже упоминалось, на многих нефтегазоносных площадях и месторождениях Западно-Сибирской НГП наблюдаются перетоки УВ флюидов из нижних горизонтов осадочного чехла в верхние, что обусловлено тектонической трещиноватостью и оживлением движений по глубинным разломам древнего заложения. Подобные явления характерны, например, для Медведевской зоны нефтегазонакопления (Нижне-Вартовский район), где катагенетические аномалии и следы флюидомиграции прослеживаются в скважинах Медведевская 7 до подошвы покурской свиты и Стрежевая 83 – до подошвы куломзинской свиты. Признаки влияния разломной тектоники на Медведевской площади подтверждаются геохимическими данными. Так, в скв. Медведевская 6 из базальных слоев осадочного чехла получен фонтан легкой метановой парафинистой нефти. Нефть того же состава получена в скв. 7 из верхней части среднеюрских отложений (малышевский горизонт), залегающих на 185 м выше по разрезу. Появление нефти, не типичной для верхней части разреза, связывается с субширотным глубинным разломом, проходящим в непосредственной близости от скв. 6 и 7, который закартирован на северной периклинали Медведевского поднятия [7]. Во вмещающих отложениях отмечены тектоническая трещиноватость, очень высокая интенсивность катаклаза плагиоклазов (до кровли тарской свиты), аномальная доломитизация, окварцевание и альбитизация пород.

Подобные явления также наблюдаются на Среднеवासюганской, Мыльджинской, Межовской и др. площадях. Так, на Межовской площади в скважинах 2–6 притоки близких по составу легких метано-

вых нефтей получены из коры выветривания фундамента, юрских базальных горизонтов, ачимовской пачки, куломзинской, тарской и киялинской свит. Все нефтепроявления обнаружены в скважинах, пробуренных в непосредственной близости от дизъюнктивных нарушений, пересекающих Межовскую структуру.

Совпадение аномалий волнового поля с минералогическими, гидрохимическими и петрофизическими аномалиями, по данным З.Я. Сердюк и Л.Д. Слепокуровой [27], установлено на Усановском нефтяном месторождении, расположенном в зоне тектонических нарушений. Наиболее четко эта связь проявилась в скв. 25, расположенной непосредственно в пределах аномалии сейсмической записи, обусловленной дизъюнктивным нарушением, корнями уходящим в породы доюрского фундамента. При испытании продуктивного пласта из этой скважины был получен приток нефти дебитом свыше 300 м³/сут. Из скважин, пробуренных вне аномалий волнового поля, притоков нефти не получено. Подобная картина, по данным тех же исследователей, наблюдается и на Ново-Ютымской, Урненской, Кальчинской, Северо-Кальчинской, Усть-Тегусской, Северо-Демьянской площадях в Демьянском НГР, а также на Салымской, Верх-Тарской, Мыльджинской, Малоичской, Малореченской и др. площадях Обь-Иртышского междуречья.

Тесная связь нефтегазоносности с тектоническими и катагенетическими процессами в нижне-верхнеюрском осадочном чехле установлена также и для юго-восточных районов Томской области. По данным Г.И. Тищенко и ее коллег – О.М. Гафурова, В.П. Меркулова и др., в этих районах, в пределах надрифтовых желобов формируются вертикальные столбообразные катагенетические аномалии, контролируемые зонами разломов, отображаемых в геофизических полях [4, 30]. При этом все высокодебитные залежи располагаются в контуре вертикальных аномалий сейсмической записи на временных сейсмических разрезах. Аномальные зоны характеризуются разуплотнением пород и резким улучшением их коллекторских свойств. Картирование подобных зон разуплотнения и локального распространения коллекторов вторичного генезиса значительно повышает перспективы нефтегазоносности юрских отложений на ранее открытых мелких месторождениях, таких как Болотное, Ясное, Двойное и др. Перспективными в этом плане также считаются районы с наличием катагенетических и сейсмических аномалий в юрском НГК, в северной части Усть-Тымского надрифтового желоба (Киев-Еганское, Тунгольское, Линейное месторождения), в пределах Демьянского мегавала (Северо-Демьянское, Кальчинское и др. месторождения), в центральной, осевой части Северо-Варьеганского поднятия.

Явления разуплотнения в тектонически активных зонах, по данным ряда исследователей [19–21 и др.] обусловлены растворением неустойчивых минералов обломочного каркаса пород и их частичным замещением каолинитом, дикситом или карбонатами, с чем связано превращение зернистых пород в “рыхляки” или разуплотненные, слабосцементированные агрегаты. В изученных нами разрезах пласты и пропластки “рыхляков” зафиксированы в породах зимнего горизонта – в скважинах Медвежья 1001, Харампурская 340, Средняя 10, шараповского горизонта – в скв. Средняя 10 и Сенькинская 37 (глубина 3035–3046 м), надояхского горизонта – в скв. Сенькинская 37. “Рыхляки” и белесые каолинитизированные песчаники вскрыты в породах вымского горизонта на Пихтовой, Западно-Пихтовой (скв. 200 и 305) и др. площадях. Прослои и зоны разуплотненных пород могут возникать на всех гипсометрических уровнях юрского НГК, но предпочтительнее формируются в его нижних (базальных) горизонтах, залегающих непосредственно на доюрском фундаменте.

Как правило, интенсивность процессов вторичного разуплотнения в “аномальных” разрезах усиливается сверху вниз по разрезу, в то время как интенсивность наложенного минералообразования, напротив, возрастает в верхних песчаных горизонтах. По данным Р.С. Сахибгареева, а также О.М. Гафурова с коллегами, зоны развития вторичных коллекторов под воздействием наложенных гидротермальных процессов часто не совпадают со структурным планом и положением водо-нефтяных контактов [4, 26].

Минералогические аномалии в большинстве изученных глубоких скважин, пробуренных в тектонически активных зонах на территории Обь-Тазовской и Обь-Иртышской структурно-фациальных областей (СФО), прослеживаются непрерывно по всему юрскому разрезу и затухают под баженовской крышкой. “Сквозные” минералогические аномалии зафиксированы нами в скважинах Медвежья 1001, Уренгойские 282, 414, Саемтакская 800, Средняя 10 (зимний–малышевский горизонты), Средне-Надымская 37, Самбургская 700, Пихтовая 200, Западно-Пихтовая 305, Заячья 50, Северо-Демьянские 5, 7 (шараповский, надояхский–малышевский горизонты), Сенькинская 37, Тунгольская 3, Краснотенинская 805, Западно-Калгачская 104 (шараповский–вымский горизонты).

Верхней границей проникновения газонасыщенных растворов, по нашему мнению, является отметка глубины, где начинается массовое формирование протодоломита (изоморфно замещенного магний-содержащего кальцита) в поровом пространстве пород. На связь протодоломита, приуроченного к базальным горизонтам осадочного чехла, с зонами глубинных разломов в фундаменте ранее указывалось в работах Г.Н. Перозии и Н.Т. Ман-

дриковой [18]. О формировании карбонатов на нефтяных месторождениях Томской области в связи с эманациями CO_2 в тектонически активных зонах ранее сообщали также А.А. Розин и З.Я. Сердюк [25].

В последние годы появились публикации о том, что аутигенные карбонаты могут служить индикаторами вертикального движения флюидов по ослабленным зонам, указывая время и масштабы этих движений. Так, Дж. Р. Боулсом [33] приведены многочисленные примеры аномальных концентраций кальцита на нефтяных месторождениях Южной Калифорнии. Показано, что кальцит образуется в периоды тектонических деформаций. Вертикальная составляющая вторичной карбонатизации при этом может достигать 1–2 км. Связь вторичной доломитизации с активными тектоническими движениями и миграцией УВ флюидов по трещинам и разломам установлена В.А. Цыганковой на фактическом материале по Волгоградскому Поволжью, Восточному Предкавказью и акватории Каспия [32].

Одной из причин появления аномальных концентраций карбонатов в тектонически активных зонах можно назвать нестабильность системы вода–нефть(газ)–порода, которая возникает при ухудшении качества и раскрытии покрышек в результате активизации тектонических движений по разломам. Вследствие нарушения карбонатного равновесия, выделения при этом дополнительных объемов CO_2 и CH_4 из пересыщенных горячих щелочных растворов, происходит осаждение карбонатных минералов. Температура флюидных растворов при этом может варьировать от +60 до +140°C [34].

В большинстве изученных разрезов формирование минералогических и гидрохимических аномалий, сопровождающихся признаками тектонической трещиноватости, кливажа, катаклаза зерен, явлениями разуплотнения и растворения неустойчивых минералов, способствует улучшению емкостно-фильтрационных свойств пород и повышению качества коллекторов. **При определенных условиях** (пересыщение растворов ионами HCO_3^- –или кремнеземом) **коллектор может ухудшиться до его полного запечатывания**. Такие явления наблюдались нами в отдельных интервалах разрезов небольшого числа скважин, в том числе: в скв. Южно-Русская 24, зимний горизонт (карбонатизация); Тунгольская 3, шараповский горизонт (окварцевание); Южно-Колтогорская 2, Пихтовая 200, надояхский горизонт (окварцевание); Игольская 1, надояхский горизонт (окварцевание, альбитизация); Западно-Калгачская 104, вымский горизонт (карбонатизация) и т.д.

Выявление и прослеживание катагенетических аномалий по вертикали и латерали в комплексе с гидрогеохимическими и геолого-геофизическими данными позволяет более объективно оценить масштабы

процессов флюидомиграции по глубинным разломам, выявить влияние наложенных гидротермально-метасоматических процессов на коллекторские свойства пород, что способствует повышению достоверности прогноза зон развития улучшенных коллекторов на изучаемых территориях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абля Э.А.* Геохимические парадигмы и некоторые вопросы нефтеобразования // Генезис нефти и газа. М.: ГЕОС, 2003. С. 3–5.
2. *Аммосов И.И.* Литификация и нефтегазоносность // Петрология углей и парагенез горючих ископаемых. М.: Наука, 1967. С. 5–80.
3. *Беспалова С.М., Бакуев О.В.* Оценка влияния разломов на геологические особенности залежей и продуктивность коллекторов газовых месторождений Западной Сибири // Геология нефти и газа. 1995. № 7. С. 16–21.
4. *Гафуров О.М., Меркулов В.П., Городников М.А. и др.* Инновационные методы и технологии нефтегазописковых работ и возможные пути их реализации в Томской области // Инновационные методы и технологии нефтегазописковых работ и возможные пути их реализации в юго-восточных районах Томской области. Томск, 2000. С. 8–30.
5. Геологическое строение и нефтегазоносность нижней-средней юры Западно-Сибирской провинции / Ф.Г. Гулари, В.П. Девятков, В.И. Демин и др. Новосибирск: Наука, 2005. 156 с.
6. Геологическое строение фундамента Западно-Сибирской плиты. Л.: Недра, 1971. 208 с.
7. Геохимия юрских и нижнемеловых отложений Западно-Сибирской низменности / А.Э. Конторович, Е.Л. Берман, О.Ф. Стасова и др. // М.: Недра, 1971. 250 с.
8. *Готтих Р.П., Писоцкий Б.И., Муслимов Р.Х.* Парагенезис аномальных геохимических толщ и нефтеносности осадочного чехла // Генезис нефти и газа. М.: ГЕОС, 2003. С. 85–87.
9. *Зубков М.Ю., Дворак С.В., Романов Е.А., Чухранцева В.Я.* Гидротермальные процессы в шеркалинской пачке Талинского месторождения (Западная Сибирь) // Литология и полез. ископаемые. 1991. № 3. С. 122–132.
10. *Казаков А.М., Девятков В.П.* Стратиграфия нижней и средней юры Западной Сибири // Стратиграфия и палеогеография докембрия и фанерозоя Сибири. Новосибирск: СНИИГГИМС, 1990. С. 110–118.
11. *Калинина Л.М., Конторович В.А., Поляков А.А.* Сейсмогеологические адаптивные методы прогноза качества коллекторов и подготовка сложно построенных ловушек нефти и газа в верхней юре центральных и южных районов Западной Сибири. // Геология и геофизика. 2004. Т. 45. № 1. С. 79–90.
12. *Карнюшина Е.Е., Леоненко Г.Н.* Свойства коллекторов Западной Сибири в зоне катагенеза // Вестник МГУ. Сер. геол. 1989. № 5. С. 35–41.
13. Карты катагенетической превращенности органического вещества в породах зимнего-малышевского горизонтов Западно-Сибирской плиты масштаб 1 : 2 500 000. Составители: Л.И. Богородская, О.И. Бостриков, Е.И. Соболева, А.С. Фомичев и др. Под редакцией А.С. Фомичева. Фонды ФГУП СНИИГГИМС, г. Новосибирск, 2000 г.
14. *Ковешников А.Е.* Литология и закономерности размещения пород-коллекторов в палеозойских отложениях Томской области. Автореф. дисс. ... канд. геол.-мин. наук. Новосибирск, 1990. 24 с.
15. *Леоненко Г.Н.* Коллекторы нефти и газа как нелинейные саморазвивающиеся системы (на примере Западной Сибири) // Новые идеи в геологии и геохимии нефти и газа. Мат-лы III Междунар. конф. М.: Изд. МГУ, 1999. С. 154–156.
16. *Логвиненко Н.В., Орлова Л.В.* Образование и изменение осадочных пород на континенте и в океане. Л.: Недра, 1987. 235 с.
17. *Перозин Г.Н.* Эпигенез терригенных осадочных пород Западно-Сибирской низменности. М.: Недра, 1971. 158 с.
18. *Перозин Г.Н., Мандрикова Н.Т.* Протодоломиты Сибири и их генезис // Докл. АН СССР. 1971. Т. 199. № 4. С. 913–914.
19. Постседиментационные преобразования пород-коллекторов / Под ред. К.Р. Чепикова. М.: Наука, 1972. 90 с.
20. *Потапов В.П., Дозмарова Н.П.* К вопросу о коллекторских свойствах алевропесчаников на больших глубинах (на примере Тюменской сверхглубокой скважины) // Геология нефти и газа. 2001. № 3. С. 57–60.
21. *Предтеченская Е.А.* Катагенетические изменения ниже-среднеюрских отложений на территории Томской области // Мат-лы. регион. конф. геологов Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока России. Томск: Изд. "ГалаПресс", 2000. С. 192–193.
22. *Предтеченская Е.А., Бурлева О.В.* Катагенетические аномалии в юрских нефтегазоносных отложениях Томской области как индикаторы дизъюнктивных нарушений // Геологическое строение и нефтегазоносность отложений юго-востока Западно-Сибирской плиты (Томская область). Сборник, посвященный 80-летию со дня рождения Е.Е. Даненберга. Томск: Изд-во ТО ФГУП СНИИГГИМС, 2006. С. 77–90.
23. *Предтеченская Е.А., Фомичев А.С.* Катагенетические преобразования ниже-среднеюрских отложений севера Западной Сибири / Мат-лы 7 Уральского литологического совещания "Литологические аспекты геологии слоистых сред". Екатеринбург: ИГГ УРО РАН, 2006, с. 214–217.
24. Решение 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири. Объяснительная записка. Новосибирск: Изд-во СНИИГГИМС, 2004. 113 с.
25. *Розин А.А., Сердюк З.Я.* Преобразование состава подземных вод и пород Западно-Сибирской плиты под воздействием глубинного углекислого газа // Литология и полез. ископаемые. 1970. № 4. С. 102–113.
26. *Сахибгареев Р.С.* Изменение коллекторов на ВНК // Докл. АН СССР. 1983. Т. 271. № 6. С. 1456–1460.
27. *Сердюк З.Я., Слепокурова Л.Д.* Геолого-геофизические аномалии и их роль при поисках неантиклинальных ловушек УВ в нефтегазоносных толщах Западной Сибири // Горно-геологическое образование в Сибири. 100 лет на службе науки и производства: Мат-лы междунар. науч.-техн. конф. Томск: Томский политех. университет, 2001. С. 243–246.

28. Сиротенко О.И., Титова Г.И. Термодеструкция углеводородов в терригенных породах на больших глубинах (на примере Тюменской СГ-6). // Генезис нефти и газа. М.: ГЕОС, 2003. С. 310–312.
29. Сурков В.С., Жеро О.Г. Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты. М.: Недра, 1981. 143 с.
30. Тищенко Г.И. Возможности прогнозирования нефтеперспективных объектов поверхности палеозоя в слабоизученных районах // Перспективы нефтегазоносности слабоизученных комплексов отложений юго-востока Западно-Сибирской плиты. Палеозой. Нижняя-средняя юра. Мел. Тр. научно-практич. конф. Томск: Томскгеолком, 1995. С. 70–71.
31. Холодов В.Н., Петрова Р.Н., Дементьева О.Ф. Проблема формирования вторичной пористости в песчаных коллекторах элизионных бассейнов // Коллекторские свойства пород на больших глубинах. М.: Наука, 1985. С. 58–72.
32. Цыганкова В.А. Роль доломитизации в формировании скоплений углеводородов // Генезис нефти и газа. М.: ГЕОС, 2003. С. 375–376.
33. Boles J.R. Calcite as an indicator of vertical fluid transport in hydrocarbon systems // Mineralogy for the New Millennium: 18 General Meeting of the International Mineralogical Association. Edinburgh: IMA, 2002. 302 p.
34. Iwasaki I, Ozawa T., Yosida M. Differentiation of magmatic emanation. // Bulletin Tokio Inst. Technol. 1966. № 74. 57 p.

Рецензент Г.А.Мизенс

Catagenetic and hydrochemical anomalies in Lower-Middle Jurassic oil-and-gas bearing deposits in West Siberia as indicators of fluid-dynamic processes in disjunctive dislocation zones

E. A. Predtechenskaya, O. V. Shiganova, A. S. Fomichev

Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources

The reservoirs of improved quality in several fields of West Siberia are drawn to permeable linear zones accompanied by litho-mineralogical, catagenetic and hydro-geochemical anomalies. The anomaly formation is related to fluid migration through long-lived deep faults penetrating from the basement to various levels of sedimentary cover and well traced by regional geologic-seismic profiles. On the base of regional organic matter (OM) catagenesis maps and tectonic map of lower complex of West Siberian oil-and-gas bearing province the authors compiled a set of mineralogical and hydrochemical anomalies maps for horizons of sandy sedimentation of Lower-Middle Jurassic deposits in West Siberian sedimentary megabasin. The maps show confinement of main litho-mineralogical, catagenetic and hydro-geochemical anomalies with deep fault zones and their intersections. Vertical amplitude of revealed anomalies reflects the levels of hydrothermal solution penetration into the sedimentary cover along fault zones with active fluid migration. Obtained data may be used for prediction of improved reservoir in Lower-Middle Jurassic petroleum complexes.

Key words: West Siberia, Lower-Middle Jurassic, petroleum potential, oil-and-gas bearing, hydrogeochemistry, catagenesis, anomalies.