

УДК 551.243:550.361:551.76(571.1)

Предтеченская Е.А., Фомичев А.С.ФГУП Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья (ФГУП «СНИИГГиМС»), Новосибирск, Россия, predel@sniiggims.ru

ВЛИЯНИЕ РАЗРЫВНЫХ НАРУШЕНИЙ НА ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ И КАТАГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ МЕЗОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ

Изложены результаты изучения теплового поля в мезозойском осадочном чехле Западно-Сибирской плиты, показаны закономерности его изменения по вертикали и латерали. Обоснована существенная роль глубинных разломов, проникающих из фундамента в осадочный чехол, в формировании температурных и катагенетических аномалий. Показано, что аномалии теплового поля могут служить индикаторами флюидопроводящих глубинных разломов и масштабов их распространения. На основе карт катагенеза органического вещества и карты дизъюнктивной тектоники Западно-Сибирской плиты составлены карты распределения катагенетических аномалий для каждого уровня нижне-среднеюрской песчаной седиментации. Установлена связь большей части аномалий с зонами надрифтовых желобов, глубинных разломов и узлами их пересечений. Полученные данные рекомендуется учитывать при прогнозе зон нефте- и газонакопления в мезозойских отложениях Западно-Сибирской плиты.

Ключевые слова: *Западно-Сибирская плита, мезозойские отложения, глубинные разломы, надрифтовые желобы, тепловое поле, температурные аномалии, катагенетические аномалии, процессы флюидомиграции.*

Западно-Сибирская плита (ЗСП) – молодая эпигерцинская платформа, доюрский фундамент которой, состоящий из блоков метаморфических и осадочных пород, разбит многочисленными разломами, имеющими различную вертикальную и латеральную протяженность [Сурков, Жеро, 1981]. Некоторые из них являются долгоживущими. С глубинными разломами связаны современные и древние рифтовые зоны. Рифтовая структура, прямо не наследуя отдельные элементы древнего субстрата, в целом, приспосабливается к его неоднородностям, следуя крупнейшим ослабленным зонам в земной коре [Пейве, 1956]. Глубинные разломы, по которым осуществлялись в прошлом и происходят в настоящем вертикальные движения блоковых структур фундамента [Корчуганова, 2007; Киссин, 2009], служат путями периодической пульсационной миграции глубинных флюидов, изменяющих температурный режим, степень катагенеза органического вещества (ОВ), вещественный состав и коллекторские свойства пород мезозойско-кайнозойского осадочного чехла.

В рифтовых зонах, которые в настоящее время рассматриваются как зоны высокого теплового потока, предполагается существование особых, оптимальных условий для

интенсивного грабенообразования и подъема на поверхность больших подкоровых магматических масс [Киссин, 2009]. Возможно, это связано, как полагает Ю.Т. Афанасьев [Афанасьев, 1977], с унаследованным развитием рифтовых зон и их заложением по древним тектоническим швам. Ярким примером может служить самый крупный центральный грабен Западно-Сибирской рифтовой системы, известный под названием Колтогорско-Уренгойского. Характерными признаками рифтовых зон, по данным В.С. Суркова с коллегами [Геологическое строение, 1971; Гурари и др., 2005], наряду с магнитными и гравитационными, служат сейсмические аномалии. В пределах Колтогорско-Уренгойского грабен-рифта в толще неокомских отложений от баженовской свиты до подошвы кошайской пачки выделяется 23-25 уровней сейсмической активности. Каждый выявленный уровень отвечает времени оживления движений по глубинному разлому [Конторович и др., 1975].

Анализ геолого-геофизических данных дает основание для предположений о генетической связи нефтегазоносности с зонами глубинных разломов и рифтовыми системами во всех нефтегазоносных регионах мира [Кирда и др., 1995; Багдасарова, 2003; Баженова, Соколов, 2002; Абля, 2003]. По данным В.С. Суркова с коллегами, районирование территории Западной Сибири по характеру нефтегазоносности непосредственно вытекает из тектонического районирования, связанного с рифтовой системой, границы которой определяются глубинными разломами – Западным - Обь - Пуровским и Восточным – Колтогорско – Уренгойским [Гурари и др., 2005]. При этом наиболее перспективные площади лежат внутри системы или в непосредственной близости от нее. Нефтегазопроисходительные работы показали, что практически все месторождения нефти и газа пространственно связаны с узлами пересечений рифтовых структур и глубинных разломов. Следовательно, крупные разрывные нарушения контролируют размещение нефтяных и газовых месторождений в пределах всей Западной Сибири [Условия формирования..., 1967].

Установлено, что глубинные разломы оказывают непосредственное влияние на перераспределение и перетоки флюидов из нижних горизонтов чехла в верхние. **Признаками такого влияния, прежде всего, считается широкий возрастной диапазон продуктивных горизонтов** [Беспалова, Бакуев, 1995; Нассонова, 2008], **одинаковый состав флюидов на большом расстоянии по вертикали** [Конторович и др., 1975], **наличие в горизонте нефти, чуждой ему по составу, наличие нефти или газа в опущенном блоке и отсутствие в соседнем приподнятом**. Вертикальная миграция нефтяных флюидов по полостям сбросов признается сторонниками как органической, так и неорганической теорий образования нефти. Одним из многих фактов такой миграции является, по мнению

В.Б. Порфирьева [Геологические и геохимические основы..., 1981] и других исследователей, факт существования месторождений – гигантов, объяснить образование которых с позиций органического происхождения нефти представляется маловероятным.

Известно, что осадочно-миграционная теория нефте- и газообразования опирается, в сущности, на тип ОВ, его количество и степень катагенетической преобразованности [Конторович и др., 1975; Неручев, Вассоевич, Лопатин, 1976]. Температурный режим и катагенетическая преобразованность ОВ в осадочных породах каждого района зависят от возраста консолидации доюрского фундамента, его вещественного состава, наличия флюидопроводящих разломов и других причин.

Практика нефтепоисковых работ показала, что установить закономерности распределения температур в осадочном чехле ЗСП довольно сложно. На древних платформах температура пород осадочного чехла ниже, чем на молодых. Кроме того, на молодых платформах на контакте фундамента с различными по составу породами чехла существует различный по интенсивности температурный градиент, не связанный с разломами. Над карбонатными породами фундамента тепловой поток значительно слабее по сравнению с метаморфическими и интрузивными породами. Температурные и катагенетические аномалии часто приурочены к районам, где фундамент сложен массивными молодыми гранитными интрузиями с повышенным содержанием радиоактивных элементов (Красноленинский, Межовский своды, Густореченское, Урненское, Салымское и другие поднятия), а также к флюидопроводящим разломам.

Работами В.С. Суркова с коллегами [Геологическое строение, 1981; Гурари и др., 2005], Г.М. Таруца [Методика поисков..., 1977], Ю.Т. Афанасьева [Афанасьев, 1977] и других ученых установлено, что фундамент ЗСП состоит из разновозрастных разноориентированных блоков, которые периодически испытывали и испытывают вертикальные движения. Между отдельными блоками всегда существуют разломы и зоны повышенной трещиноватости – пути миграции перегретых газовой-жидких флюидов. Следуя физическим законам, при трении одного блока о другой во время тектонической активизации в зоне разлома возникает электромагнитное поле, повышается температура, появляются зеркала скольжения, зоны брекчированности и повышенной трещиноватости пород. Рост температуры обуславливает **формирование вблизи некоторых разломов термических и катагенетических аномалий** [Курчиков, 1981, 1992; Сердюк, Слепокурова, 2001; Предтеченская, Фомичев, 2006], которые прослеживаются в зонах флексуообразных перегибов, на контактах различных тектонических структур и крупных блоков фундамента

(Медвежий мегавал, Пальниковское поднятие, Колтогорский врез и другие структуры). Аномалии геотемпературного поля, по данным А.Р. Курчикова [Курчиков, 1992] могут существовать только в узких полосах шириной 5-10 км вдоль разлома вследствие растекания нагретых подземных вод по проницаемым горизонтам. Ширина аномальной зоны возрастает при наличии серии одинаково ориентированных разломов.

Необходимо отметить, что **не все разломы в фундаменте оказывают влияние на породы осадочного чехла**. Известно [Киссин, 2006, 2009], что из подкоровых глубин тепловая энергия передается в осадочный чехол за счет кондуктивного теплопереноса. Но в ряде случаев это происходит по глубинным разломам путем флюидомиграции [Кудинов, 2003]. При этом длительность и геологическое время инъекций флюидов из фундамента в осадочный чехол можно установить только косвенно, например, с помощью геохимических и минералогических показателей. Прямых признаков миграции жидких УВ по трещинам в метаморфических, изверженных и интрузивных породах фундамента с использованием люминесцентного анализа нами не было обнаружено. Исключение составляют те случаи, когда скопления УВ сконцентрированы в породах дезинтегрированной части фундамента или в базальных песчаниках и гравелитах при условии их контакта с высокоуглеродистыми глинистыми толщами. Здесь и могли сформироваться залежи УВ (Западно-Котухтинское, Березовское, Останинское и другие месторождения).

Не менее важен вопрос о достоверности выделения разломов. Анализ структурных и тектонических карт с нанесенными на них разломами показал, что на одной и той же площади разные авторы выделяют разломы по-разному и в разных местах. Часто они не совпадают ни по ориентации, ни по месту их заложения. Это свидетельствует о недостаточной разработке методов для достоверного выделения разрывных нарушений. В связи с этим, температурные аномалии могут находиться там, где разломы на карте отсутствуют. В настоящее время на рассматриваемой территории имеются единичные скважины, вскрывшие доюрские отложения и оказавшиеся вблизи достоверно выделенных разломов. Часто случается, что при наличии замеров температур в скважинах, пробуренных вблизи разлома, отсутствуют замеры за его пределами.

Кроме того, надо иметь в виду тот факт, что **не все разломы и даже их части являются флюидопроводящими**. Так, по данным А.Р. Курчикова, в пределах Русско-Часельского мегавала при наличии густой сети разломов теплопроводящим является лишь разлом, проходящий через осевую часть структуры на севере. *На Медвежьей площади (Надымская структурно-фациальная зона) не все глубинные разломы сопровождаются*

геотемпературными аномалиями. Степень воздействия глубинных разломов на тепловое поле можно выяснить только при наличии густой сетки скважин с замерами температур при современном поступлении флюидов в осадочный чехол. Если горячие флюиды проникали в пределы последнего в прошлом, то на примере Колтогорско-Уренгойского грабен-рифта, который однозначно выделяется и признается большинством геологов, можно показать характер распределения температуры и связанной с ней степени катагенеза пород и ОВ осадочном выполнении одноименного надрифтового желоба. Нами проанализированы данные по пластовым температурам и степени катагенеза ОВ в этой зоне в направлении от Ен-Яхинской до Рифтовой площадей. Было установлено, что западный борт Колтогорско-Уренгойского мегапрогиба нагрет сильнее, чем восточный, что отразилось и на степени катагенеза ОВ и вмещающих пород [Ермаков, Скоробогатов, 1988]. Кроме того, там, где скважины были пробурены до фундамента (Ево-Яхинская 356, Куль-Еганская 435, Приколтогорские 2, 3, Саемтахская 800, Саймовская 1, Северо-Черталинская 402 и др.), наблюдаются повышенные и аномально-высокие пластовые давления (АВПД), одной из причин возникновения которых может быть интенсивный вертикальный подток флюидов из разломов и трещин доюрского основания в осадочный чехол.

Анализ полученных данных показал, что на Ен-Яхинской, Усть-Харампурской, Бахилловской и других площадях относительно низкая современная температура и высокая степень катагенеза ОВ могут свидетельствовать о том, что на этих площадях палеотемпература была значительно выше. Аналогичная ситуация наблюдается и в южной части Нюрольской впадины (Айсазская, Рифтовая и другие площади). Локальные аномалии зафиксированы также на западном и восточном бортах Колтогорско-Уренгойского мегапрогиба. Судя по низкой катагенетической преобразованности ОВ и повышенной современной температуре, на Харампурской площади (восточный борт) можно предположить начальную стадию разогрева пород посредством проникновения флюидов по зонам разломов, которые фиксируются даже в меловых отложениях.

В скважине Тюменская СГ-6 (западный борт) низкая степень катагенеза ОВ и низкая температура могут свидетельствовать о невысоком тепловом потоке из-за наличия в триасовых образованиях прослоев эффузивов с низкой теплопроводностью. Аналогичная ситуация имеет место на Ево-Яхинской и на юге Уренгойской площади. В северной части Ильякского прогиба, расположенного между Нижневартовским сводом и Александровским межавалом, в скважинах, пробуренных вблизи разлома, резких температурных аномалий не выявлено. Южнее, в центральной части Нюрольской впадины (Черемшанская площадь), в

нижней части осадочного чехла зарегистрирована относительно высокая современная температура, достигающая 150° на глубине 3000 м. За пределами этой площади температура базальных горизонтов чехла на той же глубине значительно ниже, но все же более высокая, чем на севере плиты.

Исследуя температурное поле всего Колтогорско-Уренгойского мегапрогиба, можно заметить, что с севера на юг температура пород и степень катагенеза ОВ на расчетной глубине 3800 м возрастают. Наиболее интенсивный разогрев пород и повышенная степень изменения ОВ отмечены на территории Нюрольской впадины.

Таким образом, *формирование температурных аномалий в зонах разломов зависит от степени раскрытости последних и, главное, от количества тепловой энергии, выносимого глубинными флюидами*. Если процессы флюидодинамики отсутствуют, то разломы себя никак не проявляют. При этом ингаляции флюидов в осадочный чехол происходят, вероятно, с определенной периодичностью, связанной с активизацией вертикальных движений блоков доюрского фундамента. С прекращением поступления флюидов температура с течением времени понижается до уровня фоновой. Это можно косвенно фиксировать по количественному распределению аутигенных минералов в вертикальных разрезах.

Вертикальный масштаб проникновения нагретых флюидов в породы осадочного чехла можно также оценить по значениям коэффициентов катагенеза пород [Перозио, 1971] и повышенным величинам ОС витринита угольных включений, которые в зонах дизъюнктивных нарушений значительно превышают фоновые значения [Коссовская, Шутов, 1976; Абля, 2003;]. При этом угли, действуя, как максимальный палеотермометр, указывают о наличии в прошлом более высокой пластовой температуры, чем в настоящее время. При неоднократном поступлении флюидов в осадочный чехол углями будет зафиксирована лишь наиболее высокотемпературная их порция.

О влиянии глубинных флюидов, проникающих в осадочный чехол ЗСП по зонам разломов, ранее упоминалось неоднократно (Кругликов, 1965; Неручев, 1981; Ермаков, Скоробогатов, 1988 и др.), но конкретной количественной оценки этого явления не проводилось. Анализ имеющегося фактического материала показал, что для исследования температурного поля нижней части осадочного чехла, в частности, очень благоприятна территория юго-запада Нижневартовского и юго-востока Сургутского сводов, так как здесь имеется значительная густота разведочных скважин с замерами температур, в том числе скважин, вскрывших доюрские образования. Поэтому ее можно рассматривать, как эталон для детального анализа закономерностей распределения температурного поля по латерали и

вертикали. Поскольку доюрские породы здесь представлены однообразным комплексом триасовых эффузивов, то влиянием вещественного состава пород фундамента на температурный режим осадочного чехла на большей части вышеупомянутой территории можно пренебречь. Здесь, как и в пределах Колтогорско-Уренгойского мегапрогиба, современные повышенные температуры приурочены не к каждому выделенному разлому и прослеживаются не по всей его длине. Так, в зоне разлома, проходящего от скважины Поточная 207 до скважины Северо-Поточная 131, пластовые температуры мало отличаются от фоновых (рис. 1). В других зонах дизъюнктивных нарушений северо-восточного и северо-западного простирания повышенные пластовые температуры зафиксированы лишь в отдельных их частях. При наличии серии близко расположенных флюидопроводящих разломов повышенные температуры могут распределяться в виде отдельных аномальных участков. Обычно такие участки характеризуются также наличием геохимических и катагенетических, в том числе – минералогических аномалий.

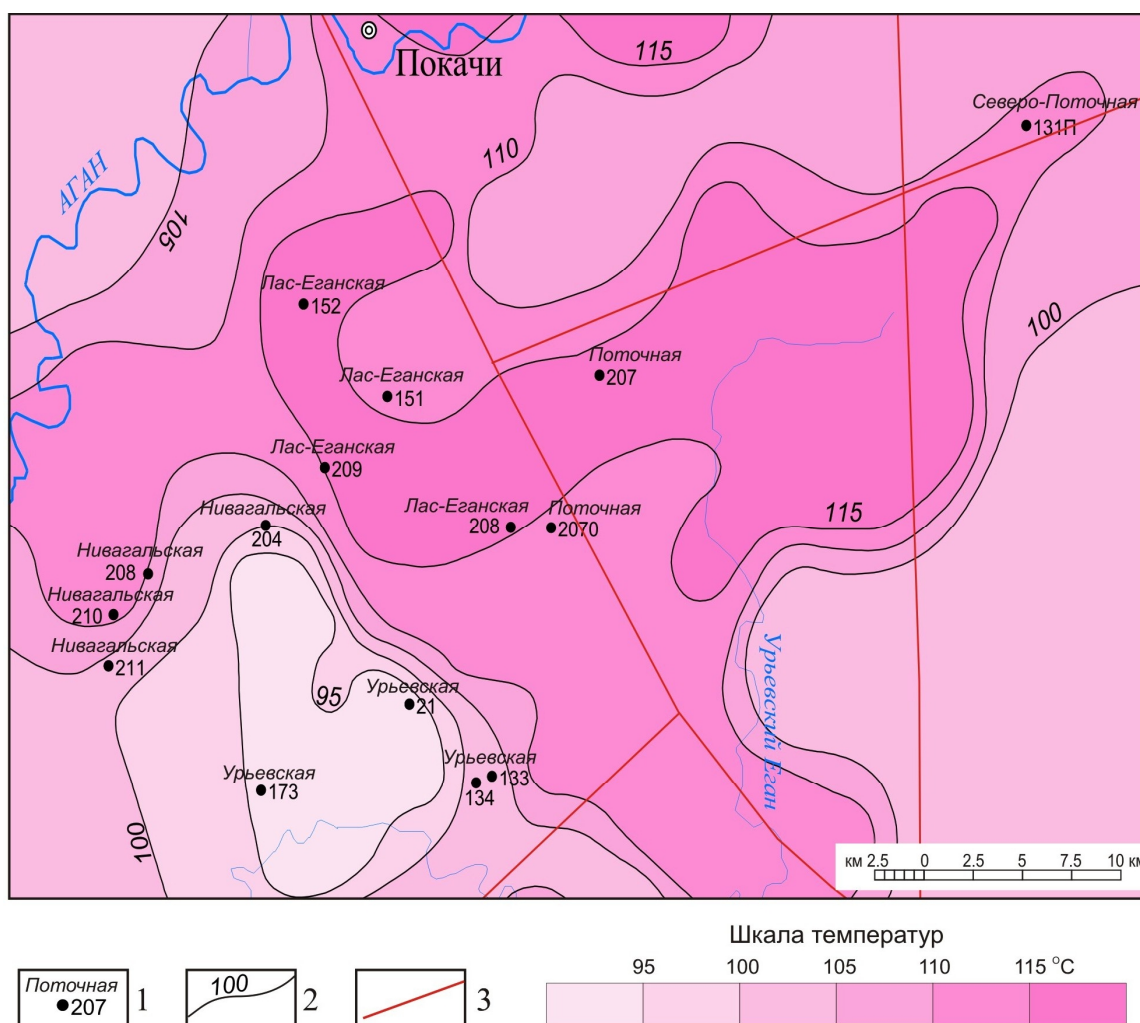


Рис. 1. Карта температур поверхности доюрских образований юго-восточной части Сургутского свода (составил А.С. Фомичев)

1 – информативные скважины; 2 – изотермы; 3 – разломы.

С целью установления связи наложенной аутигенной минерализации нижне-среднеюрских пород с зонами глубинных разломов по керну более 300 глубоких разведочных и параметрических скважин для каждого горизонта песчаной седиментации были составлены карты, на которых показано размещение скважин с аномальными проявлениями наложенных процессов гидротермального метасоматоза (рис. 2, 3а, б). В их основу легли карты катагенеза ОВ, построенные А.С. Фомичевым с коллегами, карты дизъюнктивной тектоники под редакцией Ф.Г. Гурари [Гурари и др., 1967], карты строения нижнеплитного комплекса ЗСП и ее обрамления под редакцией В.С.Суркова [Гурари и др., 2005], В.С.Суркова и Э.Э. Фотиади [Геологическое строение, 1971]. При анализе минералогических данных были использованы стратиграфическая схема и схема структурно-фациального районирования юрских отложений, утвержденные решением МСК [Решение..., 2004]. Анализ этих карт позволил сделать следующие выводы.

Все скважины с аномальными проявлениями наложенных процессов гидротермального метасоматоза расположились близ глубинных разломов в фундаменте или в узлах их пересечения. Основная часть аномалий в пределах распространения отложений зимнего и шараповского горизонтов сосредоточена в районе Колтогорско-Уренгойского и Худдутейского надрифтовых желобов, а также Надымской мегавпадины в зоне ее сочленения с Медвежьим мегавалом и Пальниковским поднятием. Часть аномалий сконцентрировалась вдоль западного борта Русско-Часельского палеовыступа, а также оказалась приуроченной к Ямальскому и Худосейскому надрифтовым желобам. Преобладающим типом наложенной гидротермальной минерализации в породах нижней юры в районах севернее широтного течения р. Оби является карбонатизация. В районах Обь-Иртышского междуречья в большинстве изученных аномальных нижнеюрских разрезов проявились аномальные процессы каолинитизации и окварцевания. На территории Нюрольской впадины на Средней, Голубинской, Кулгинской и других площадях доминируют процессы наложенной карбонатизации.

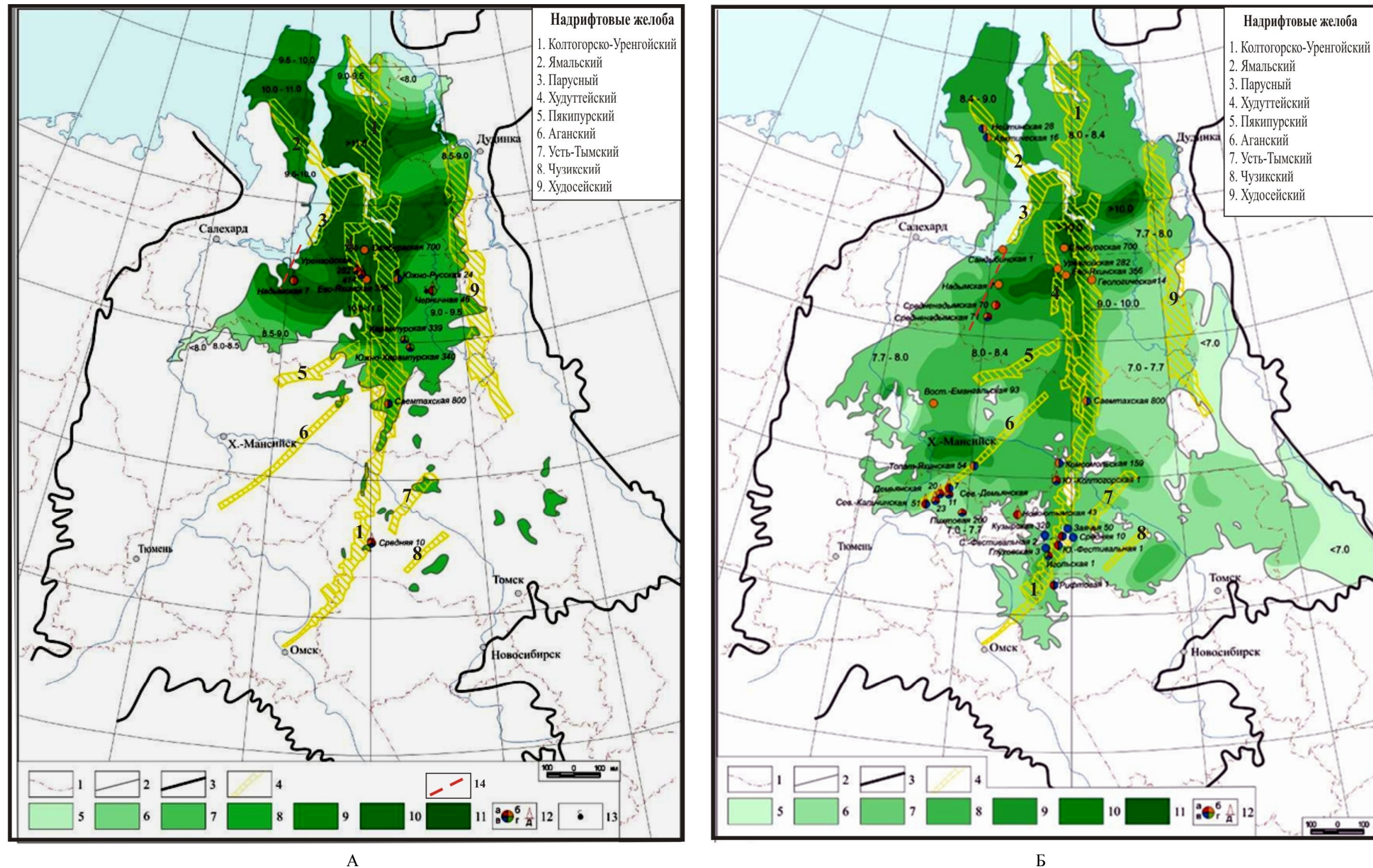


Рис. 2. Схематическая карта распределения минералогических аномалий в отложениях шарাপовского (А) и надояхского (Б) горизонтов Западно-Сибирской плиты

(на основе карты катагенеза ОВ под ред. А.С. Фомичева, 2000 и карты тектонического строения нижнеплитного комплекса под ред. В.С. Суркова, 2005) (составили Е.А. Предтеченская, А.С. Фомичев)

1-3 - границы: 1 - административные, 2 - распространения отложений (по В.П. Девятову, А.М. Казакову и др.), 3 - палеозойского обрамления; 4 - рифтовые зоны по Суркову В.С.; 5-11 - шкала катагенетической превращенности ОВ (по И.И. Аммосову) в у.е.: 5 - менее 7,5; 6 - 7,5-8,0; 7 - 8,0-8,5; 8 - 8,5-9,0; 9 - 9,0-9,5; 10 - 9,5-10,0; 11 - 10,0-11,0; 12 - вторичные минералообразования: а - каолинит, б - карбонаты Са, Mg, в - кремнезем, г - альбит, д - диксит; 13 - аномалии по статусу нефти; 14 - предполагаемые разломы, не выявленные сейсморазведочными работами.

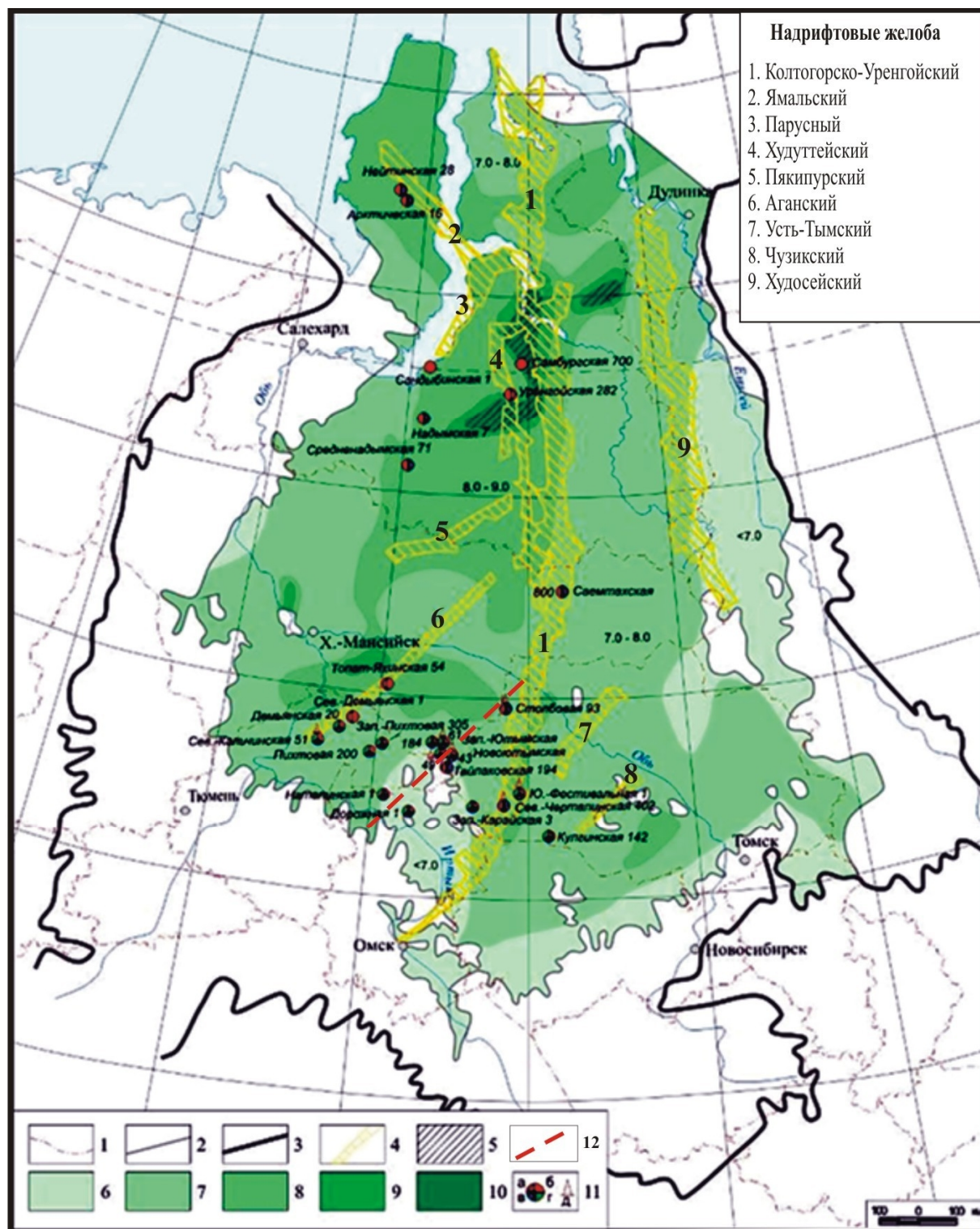


Рис. 3а. Схематическая карта распределения минералогических аномалий в отложениях вымского горизонта Западно-Сибирской плиты (на основе карты катагенеза ОВ под ред.

А.С. Фомичева, 2000 и карты тектонического строения нижнеплитного комплекса под ред. В.С.

Суркова, 2005 г). (составили Е.А. Предтеченская, А.С. Фомичев)

1-3 - границы: 1 – административные, 2 - распространения отложений (по В.П. Девятову, А.М. Казакову и др.), 3 - палеозойского обрамления; 4 - рифтовые зоны по Суркову В.С.; 5 - главная зона газообразования; 6-10 - шкала катанетической превращенности ОВ (по И.И. Аммосову) в у.е.: 6 - менее 7,0; 7 – 7,0-8,0; 8 – 8,0-9,0; 9 – 9,0-10,0; 10 - более 10,0; 11 - вторичное минералообразование: а - каолинит, б - карбонаты Са, Mg, в - кремнезем, г - альбит, д - дицитит; 12 - предполагаемые разломы, не выявленные сейсморазведочными работами.

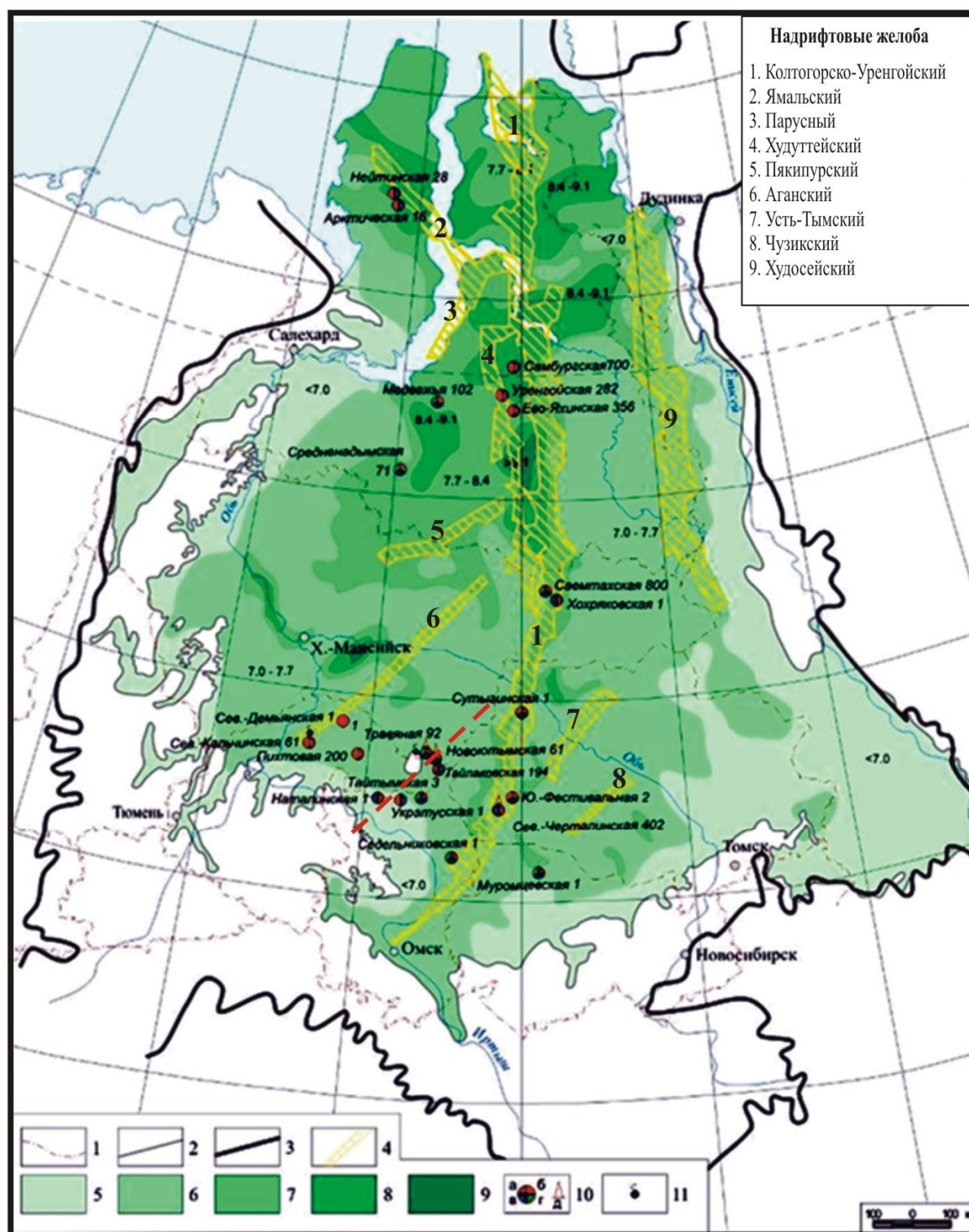


Рис. 36. Схематическая карта распределения минералогических аномалий в отложениях малышевского горизонта Западно-Сибирской плиты (на основе карты катагенеза ОВ под ред. А.С. Фомичева, 2000 и карты тектонического строения нижнеплитного комплекса под ред.

В.С. Суркова, 2005 г) (составили Е.А. Предтеченская, А.С. Фомичев)

1-3 - границы: 1 – административные, 2 - распространения отложений (по В.П. Девятову, А.М. Казакову и др.), 3 - палеозойского обрамления; 4 - рифтовые зоны по Суркову В.С.; 5-9 - шкала катагенетической превращенности ОВ (по И.И. Аммосову) в у.е.: 5 - менее 7,0; 6 – 7,0-7,7; 7 – 7,7-8,4; 8 – 8,4-9,1; 9 - более 9,1; 10 - вторичные минералообразования: а - каолинит, б - карбонаты Са, Mg, в - кремнезем, г - альбит, д - диксит; 11 - аномалии по составу нефтей.

Минералогические аномалии в пределах надояхского, вымского и малышевского горизонтов выявлены на территории Красноленинского и Каймысовского сводов, Демьянского мегавала, Колтогорского мегапрогиба, особенно в его южной части в зоне сочленения с Нюрольской впадиной. *Основная часть аномалий совпадает с температурными и приурочена к глубинным разломам*, выявленным в пределах Пякупурского, Аганского, Усть-Тымского и Чузикского надрифтовых желобов с серией оперяющих разломов. В северных районах плиты доминирующим типом гидротермального минералообразования также является карбонатизация, на территории Обь-Иртышского междуречья – окремнение и каолинитизация.

При рассмотрении перспективности нижних горизонтов осадочного чехла на поиски скоплений УВ весьма актуальной проблемой является прогноз качества коллекторов. Известно, что в осадочных бассейнах мира с ростом глубины коллекторские свойства пород резко ухудшаются, часто - до их полной потери [Ehrenberg, Nadeau, Steen, 2009]. Однако при определенных условиях в коллекторах возникает вторичная пористость за счет растворения неустойчивых компонентов обломочного скелета и цемента пород под воздействием агрессивных флюидов, содержащих ювенильную углекислоту. Иногда вместе с флюидами по зонам разломов мигрируют продукты гидролиза и растворения вмещающих алюмосиликатных пород, которые в виде новообразованных минералов выпадают в осадок, ухудшая фильтрационно-емкостные свойства коллекторов (Нейтинская, Комсомольская, Александровская и др. площади).

Аутигенное минералообразование в породах нижних горизонтов осадочного чехла в значительной степени контролируется составом пород фундамента, по которым происходит миграция флюидов. В пределах надрифтовых желобов, где последние представлены базитами и ультрабазитами (северные районы), а также в районах с преобладанием карбонатных пород в составе фундамента (Нюрольская впадина) в цементе перекрывающих отложений доминируют карбонаты кальция и магния (миграция щелочных растворов), в то время как в районах, где в составе фундамента имеется много гранитных интрузий, в перекрывающих отложениях преобладают аутигенные каолинит, кварц и альбит, аномальные концентрации которых служат индикаторами воздействия на породы кислых флюидных растворов.

Анализ температурных замеров в скважинах показал, что в некоторых скважинах геотермический градиент непостоянен. Было обнаружено, что температура пород на глубинах 1500-2000 м, как правило, выше расчетной, поэтому при формальном пересчете

температур на глубокие горизонты возникают значительные ошибки (завышение на 5-20°). На наш взгляд, это может быть связано с восходящей миграцией нагретых минерализованных растворов в верхние горизонты осадочного чехла при оживлении движений по глубинным разломам древнего заложения, широко развитых в пределах Нижневартковского свода [Геологическое строение, 1971] в недавнем прошлом.

Проведенный анализ температурного поля мезозойских отложений ЗСП позволил сделать вывод о том, что **некоторые разломы или их части, судя по повышенным значениям температур, в настоящее время являются флюидопроводящими**, причем разница температур в зоне разлома и за его пределами может достигать 20-30°C. В тех случаях, когда геолого-геофизическими методами они не выделяются или выделяются неуверенно, появляется возможность **выявления флюидопроводящих разломов по повышенным термоградиентам**. Например, в районе Поточной площади трассируется разлом по линии скважин 26, 25, 45, 30, 21, 13. Аналогичные построения можно сделать и на других площадях. Но это возможно лишь при наличии густой сети скважин с результатами опробования и замерами пластовых температур. Выявление «скрытых» разломов можно осуществить также, прослеживая по латерали и вертикали характер размещения катагенетических аномалий, не связанных напрямую с зонами дизъюнктивных нарушений. Например, на территории западной части Нюрольской впадины линейное расположение аномальных проявлений катагенетической минерализации в породах вымского и малышевского горизонтов может свидетельствовать о наличии «скрытого» (не выявленного сейсморазведочными работами) субширотного разлома (см. рис. 3а, б). Проведенные исследования показали, что:

1. Участки повышенных современных температур в осадочном чехле плиты связаны с наличием молодых гранитных массивов в составе доюрского фундамента, флюидопроводящих разломов, испытывающим периодическую активизацию, крупных рифтовых структур и узлов их пересечения с активными процессами флюидомиграции.

2. Геотемпературные аномалии в тектонически-активных зонах совпадают с минералогическими, катагенетическими и гидрохимическими аномалиями и могут служить индикаторами оживления движений по глубинным разломам древнего заложения.

3. Интенсивность температурных аномалий зависит от степени раскрытости и флюидопроводимости разломов и количества тепловой энергии, выносимой флюидами.

4. Выявление геотемпературных аномалий, сопровождающихся повышенной трещиноватостью и разуплотнением пород, является благоприятным фактором для прогноза

нефтегазоносности и поиска промышленных скоплений УВ в зонах тектонических нарушений и узлах их пересечения.

Прослеживание зон формирования температурных и катагенетических аномалий по вертикали и латерали, построение карт их распространения в региональном и локальном масштабах с учетом наличия дизъюнктивных нарушений в комплексе с гидро-геохимическими и геолого–геофизическими данными для каждого стратиграфического уровня позволяет более точно определить верхний этаж проникновения глубинных разломов в осадочный чехол, выявить «скрытые» разломы, оценить степень влияния УВ-флюидов на состав вмещающих пород, на их коллекторские свойства, оценить масштабы вертикальной и латеральной миграции УВ и тем самым повысить достоверность регионального и локального прогноза зон развития улучшенных коллекторов на новых территориях.

Литература

Абля Э.А. Геохимические парадигмы и некоторые вопросы нефтеобразования // Генезис нефти и газа. - М.: ГЕОС, 2003. – С. 3-5.

Афанасьев Ю.Т. Система рифтов Западной Сибири. - М.: Наука, 1977. – 101 с.

Багдасарова М.В. Связь типов флюидных систем нефтегазоносных бассейнов с эндогенным режимом и современной геодинамикой // Генезис нефти и газа. - М.: ГЕОС, 2003. - С. 27-29.

Баженова О.К., Соколов Б.А. Происхождение нефти – фундаментальная проблема естествознания // Геология нефти и газа, 2002. - №1. – С. 2-8.

Беспалова С.Н., 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.

Геологические и геохимические основы поисков нефти и газа. - Сб. науч. трудов Ин-та геологич. наук АН УССР под ред. В.Б. Порфирьева. – Киев: Наукова Думка, 1981. – 244 с.

Геологическое строение фундамента Западно-Сибирской плиты // Тр. СНИИГГиМС, под ред. Э.Э. Фотиади и В.С. Суркова, в.76, 1971. - Ленинград: Недра. - 208 с.

Гурари Ф.Г., Девятков В.П., Демин В.И., Еханин А.Е., Казаков А.М., Касаткина Г.В., Курушин Н.И., Могучева Н.К., Сапьяник В.В., Серебренникова О.В., Смирнов Л.В., Смирнова Л.Г., Сурков В.С., Сысолова Г.Г., Шиганова О.В. Геологическое строение и нефтегазоносность нижней-средней юры Западно-Сибирской провинции. - Новосибирск: Наука, 2005. - 156 с.

Гурари Ф.Г., Зимин Ю.Г., Конторович А.Э., Кукин П.А., Кулаков Ю.Н., Махотина Г.П., Микуленко К.И., Полканова В.Б., Старосельцев В.С., Сурков В.С., Таруц Г.М., Тальвирский Д.Б., Уманцев Д.Ф., Умперович Н.В., Шкутова О.В., Чочиа Н.Г. Дизъюнктивная тектоника Западно-Сибирской плиты // Геология и нефтегазоносность юго-востока Западно-Сибирской плиты. - Тр. СНИИГГиМС. - Новосибирск, 1967.

Ермаков В.И., Скоробогатов В.А. Термоглубинные условия газонефтеносности юрских отложений северных районов Западной Сибири // Геология нефти и газа. - № 11, 1988. - М.: Наука. - С. 17-22.

Киссин И.Г. Современный флюидный режим земной коры и геодинамические процессы // Флюиды и геодинамика. – М.: Наука, 2006. – С. 85-104.

Киссин И.Г. Флюиды в земной коре. Геофизические и тектонические аспекты. – М.: Наука, 2009. – 328 с.

Конторович А.Э., Нестеров И.И., Салманов Ф.К., Сурков В.С., Трофимук А.А., Эрвье Ю.Г. Геология нефти и газа Западной Сибири. - М.: Недра, 1975. – 679 с.

Корчуганова Н.И. Новейшая тектоника с основами современной геодинамики. – М.: Геокарт, ГЕОС, 2007. – 353 с.

Коссовская А.Г., Шутов В.Д. Типы регионального эпигенеза и начального метаморфизма и их связь с тектонической обстановкой на материках и в океанах // Геотектоника, 1976. - № 2. – С. 15-30.

Кудинов Ю.А. Метасоматоз – ведущий процесс образования и эволюции земной коры. - М.: ГЕОС, 2003. - 91 с.

Курчиков А.Р. Гидродинамическая природа геотемпературной аномалии в Салымском и Красноленинском районах Западной Сибири // Тр. ЗапСибНИГНИ, вып. 164. – Тюмень, 1981. – С. 38-47.

Курчиков А.Р. Гидрогеотермические критерии нефтегазоносности. – М.: Недра, 1992. – 231 с.

Методика поисков залежей нефти и газа неантиклинального типа в мезозойских отложениях Западно-Сибирской плиты. - Сб. науч. трудов СНИИГГиМС под ред. Г.М. Таруца. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1977. – 151 с.

Насонова Н.В. Особенности геологического строения и нефтегазоносность верхне-, среднеюрских отложений и верхней части доюрских образований Западной Сибири (восток Ханты-Мансийского АО). - Автореферат диссертации на соискание степени кандидата наук. - Новосибирск: СНИИГГиМС, 2008. – 17 с.

Неручев С.Г., Вассоевич Н.Б., Лопатин Н.В. О шкале катагенеза в связи с нефтеобразованием // Горючие ископаемые. - М.: Наука, 1976. – С. 47-52.

Кирда Н.П., Некрасов С.Ю., Ветошкин Г.Н., Репин В.И., Нестеров И.И. Новые направления поисков месторождений нефти и газа в Западной Сибири // Геология нефти и газа, 1995. - № 6. - С. 9-18.

Пейве А.В. Типы глубинных разломов // Изв. АН СССР, серия геол. - № 3, 1956.

Перозио Г.Н. Эпигенез терригенных осадочных пород Западно-Сибирской низменности. - М.: Недра, 1971. – 158 с.

Предтеченская Е.А., Фомичев А.С. Катагенетические преобразования нижне-среднеюрских отложений севера Западной Сибири // Литологические аспекты геологии слоистых сред. Матер. 7 Уральского литологического совещания. – Екатеринбург: изд-во ИГГ УрО РАН, 2006. - С. 214-217.

Решение 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири (Новосибирск, 2003 г.). - Новосибирск: СНИИГГиМС, 2004. – 114 с.

Сердюк З.Я., Слепокурова Л.Д. Геолого-неофизические 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. - Матер. междунар. науч.-техн. конф. - Томск, 2001. - С. 243-246.

Сурков В.С., Жеро О.Г. Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты. – М.: Недра, 1981. – С. 3-10.

Условия формирования и закономерности размещения месторождений нефти и газа (на примере Западно-Сибирской и других эпигерцинских плит СССР): моногр. / Под ред. В.Д. Наливкина, К.А. Черникова. – Ленинград: Недра, Ленингр. отд-ние, 1967. – 296 с.

Ehrenberg S.N., Nadeau P.H., Steen Q. Petroleum reservoir porosity versus depth: Influence of geological age // AAPG Bulletin, 2009. - Т. 93. - N 10. - pp. 1281-1296.

Predtechenskaya E.A., Fomichev A.S.

Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources (SNIIGGiMS),
Novosibirsk, Russia, predel@sniiggims.ru

THE IMPACT OF FAULTING ON THERMAL REGIME AND CATAGENETIC TRANSFORMATIONS OF MESOZOIC DEPOSITS, WEST SIBERIAN PLATE

The results of thermal field study in the Mesozoic sedimentary cover of the West Siberian plate are provided, the patterns of the thermal field vertically and laterally transformation are presented. The essential role of the deep faults penetrating from the basement into the sedimentary cover in the formation of the temperature and catagenetic anomalies has been proved. It is shown that anomalies in the thermal field can serve as indicators of fluid-conducting deep faults and their distribution scope. The maps of the catagenetic anomalies distribution for each level of the Lower and Middle Jurassic sand sedimentation are made up on the basis of the organic matter catagenesis maps and the maps of disjunctive tectonics of the West Siberian plate. The relationship between most anomalies and rift gutter areas, deep faults and their cross-intersections has been established. The data obtained may be taken into account in the forecast of oil and gas accumulation zones in the Mesozoic sediments of West Siberian plate.

Key words: West Siberian plate, Mesozoic sediments, deep faults, rift gutters, thermal field, thermal anomalies, catagenetic anomalies, fluid-migration processes.

Reference

- Ablya E.A. *Geokhimicheskie paradigmy i nekotorye voprosy nefteobrazovaniya* [Geochemical paradigm and some of the issues of oil generation]. *Genezis nefi i gaza*. Moscow: GEOS, 2003, pp. 3-5.
- Afanas'ev Yu.T. *Sistema riftov Zapadnoy Sibiri* [Rift system of Western Siberia]. Moscow: Nauka, 1977, 101 p.
- Bagdasarova M.V. *Svyaz' tipov flyuidnykh sistem neftegazonosnykh basseynov s endogennym rezhimom i sovremennoy geodinamikoy* [Relationship between the types of fluid systems of oil and gas basins and endogenous regime and modern geodynamics]. *Genezis nefi i gaza*. Moscow: GEOS, 2003, pp. 27-29.
- Bazhenova O.K., Sokolov B.A. *Proiskhozhdenie nefi – fundamental'naya problema estestvoznaniya* [The origin of oil as the fundamental problem of science]. *Geologiya nefi i gaza*, 2002, no. 1, pp. 2-8.
- Bespalova S.N., Bakuev O.V. *Otsenka vliyaniya razlomov na geologicheskie osobennosti zalezhey i produktivnost' kollektorov gazovykh mestorozhdeniy Zapadnoy Sibiri* [Assessing the impact of faults on the deposit's geological features and reservoir potential of gas fields in Western Siberia]. *Geologiya nefi i gaza*, 1995, no. 7, pp. 16-21.
- Geologicheskie i geokhimicheskie osnovy poiskov nefi i gaza* [Geological and geochemical basis of oil and gas prospecting]. Collection of Scientific Papers of the Institute of Geological Sciences, UkrSSR. Editor V.B. Porfir'ev. Kiev: Naukova Dumka, 1981, 244 p.
- Geologicheskoe stroenie fundamenta Zapadno-Sibirskoy plity* [Geological structure of the basement of the West Siberian Plain]. *Trudy SNIIGGiMS*. Editor E.E. Fotiadi and V.S. Surkov. Leningrad: Nedra, 1971, vol. 76, 208 p.
- Gurari F.G., Devyatov V.P., Demin V.I., Ekhanin A.E., Kazakov A.M., Kasatkina G.V., Kurushin N.I., Mogucheva N.K., Sap'yanik V.V., Serebrennikova O.V., Smirnov L.V., Smirnova L.G., Surkov V.S., Sysolova G.G., Shiganova O.V. *Geologicheskoe stroenie i neftegazonosnost' nizhney-sredney yury Zapadno-Sibirskoy provintsii* [Geological structure and petroleum potential of the Lower-Middle Jurassic, West Siberian province]. Novosibirsk: Nauka, 2005, 156 p.
- Gurari F.G., Zimin Yu.G., Kontorovich A.E., Kukin P.A., Kulakov Yu.N., Makhotina G.P., Mikulenko K.I., Polkanova V.B., Starosel'tsev V.S., Surkov V.S., Taruts G.M., Tal'virskiy D.B., Umantsev D.F., Umperovich N.V., Shkutova O.V., Chochia N.G. *Diz'yunktivnaya tektonika Zapadno-Sibirskoy plity* [Disjunctive tectonics of the West Siberian Plain]. *Geologiya i neftegazonosnost' yugo-vostoka Zapadno-Sibirskoy plity*. *Trudy SNIIGGiMS*. Novosibirsk, 1967.
- Ermakov V.I., Skorobogatov V.A. *Termoglubinnye usloviya gazoneftenosnosti yurskikh otlozheniy severnykh rayonov Zapadnoy Sibiri* [Thermo-deep conditions for gas and oil potential of the Jurassic deposits, northern regions of Western Siberia]. *Geologiya nefi i gaza*, 1988, no. 11, pp. 17-22.
- Kissin I.G. *Sovremennyy flyuidnyy rezhim zemnoy kory i geodinamicheskie protsessy* [Modern fluid regime of the crust and geodynamic processes]. *Flyuidy i geodinamika*. Moscow: Nauka, 2006, pp. 85-104.

Kissin I.G. *Flyuidy v zemnoy kore. Geofizicheskie i tektonicheskie aspekty* [Fluids in the Earth's crust. Geophysical and tectonical issues]. Moscow: Nauka, 2009, 328 p.

Kontorovich A.E., Nesterov I.I., Salmanov F.K., Surkov V.S., Trofimuk A.A., Erv'e Yu.G. *Geologiya nefi i gaza Zapadnoy Sibiri* [Petroleum geology of Western Siberia]. Moscow: Nedra, 1975, 679 p.

Korchuganova N.I. *Noveyshaya tektonika s osnovami sovremennoy geodinamiki* [Modern tectonics and basics of modern geodynamics]. Moscow: Geokart, GEOS, 2007, 353 p.

Kossovskaya A.G., Shutov V.D. *Tipy regional'nogo epigeneza i nachal'nogo metamorfizma i ikh svyaz' s tektonicheskoy obstanovkoy na materikakh i v okeanakh* [Types of regional epigenesis and initial metamorphism; and their relationship to tectonical environment on the continents and oceans]. *Geotektonika*, 1976, no. 2, pp. 15-30.

Kudinov Yu.A. *Metasomatoz – vedushchiy protsess obrazovaniya i evolyutsii zemnoy kory* [Metasomatism as a leading process of formation and evolution of Earth's crust]. Moscow: GEOS, 2003, 91 p.

Kurchikov A.R. *Gidrodinamicheskaya priroda geotemperaturnoy anomalii v Salymskom i Krasnoleninskom rayonakh Zapadnoy Sibiri* [Hydrodynamic nature of the geothermal anomaly in the Salym and Krasnoleninsk regions of Western Siberia]. *Trudy ZapSibNIGNI*, 1987, vol. 164, pp. 38-47.

Kurchikov A.R. *Gidrogeotermicheskie kriterii neftegazonosnosti* [Hydro-geo-thermal criteria for oil and gas potential]. Moscow: Nedra, 1992, 231 p.

Metodika poiskov zalezhey nefi i gaza neantiklinal'nogo tipa v mezozoyskikh otlozheniyakh Zapadno-Sibirskoy plity [Methods of oil and gas prospecting of non-anticlinal type in the Mesozoic deposits of the West Siberian Plain]. Collection of Scientific Papers of SNIIGGiMS. Editor G.M. Taruts. Novosibirsk: SNIIGGiMS, 1977, 151 p.

Nassonova N.V. *Osobennosti geologicheskogo stroeniya i neftegazonosnost' verkhne-, nizhneyurskikh otlozheniy i verkhney chasti doyruskikh obrazovaniy Zapadnoy Sibiri (vostok Khanty-Mansiyskogo AO)* [Geological structure peculiarities and petroleum potential of the Upper and Lower Jurassic deposits and pre-Jurassic formations of Western Siberia (east of the Khanty-Mansiysk Autonomous District)]. Synopsis of dissertation for the degree of PhD. Novosibirsk: SNIIGGiMS, 2008, 17 p.

Neruchev S.G., Vassoevich N.B., Lopatin N.V. *O shkale katageneza v svyazi s nefteobrazovaniem* [On the scale of catagenesis in view of oil generation]. *Goryuchie iskopaemye*. Moscow: Nauka, 1976, pp. 47-52.

Kirda N.P., Nekrasov S.Yu., Vetoshkin G.N., Repin V.I., Nesterov I.I. *Novye napravleniya poiskov mestorozhdeniy nefi i gaza v Zapadnoy Sibiri* [New trends for exploration of oil and gas fields in Western Siberia]. *Geologiya nefi i gaza*, 1995, no. 6, pp. 9-18.

Peyve A.V. *Tipy glubinnnykh razlomov* [Types of deep faults]. *Izvestiya AN SSSR, geological issue*, 1956, no. 3.

Perozio G.N. *Epigenez terrigennykh osadochnykh porod Zapadno-Sibirskoy nizmennosti* [Epigenesis of clastic sedimentary rocks of the West Siberian Plain]. Moscow: Nedra, 1971, 158 p.

Pretechenskaya E.A., Fomichev A.S. *Katageneticheskie preobrazovaniya nizhne-sredneyurskikh otlozheniy severa Zapadnoy Sibiri* [Catagenetic transformation of the Lower and Middle Jurassic deposits in north of West Siberia]. Proceedings of 7th Ural lithological meeting “*Litologicheskie aspekty geologii sloistyykh sred*” [Lithological issues of geology of layered objects]. Ekaterinburg: IGG UrO RAN, 2006, pp. 214-217.

Reshenie 6-go Mezhdvdomstvennogo stratigraficheskogo soveshchaniya po rassmotreniyu i prinyatiyu utochnennykh stratigraficheskikh skhem mezozoyskikh otlozheniy Zapadnoy Sibiri [Decision of the 6th Interdepartmental Stratigraphic Meeting on the consideration and adoption of revised stratigraphic schemes of the Mesozoic deposits of West Siberia]. Novosibirsk: SNIIGGiMS, 2004, 114 p.

Serdyuk Z.Ya., Slepokurova L.D. *Geologo-neofizicheskie anomalii i ikh rol' pri poiskakh neantiklinal'nykh loyushek UV v neftegazonosnykh tolshchakh Zapadnoy Sibiri* [Geological and neo-physical abnormalities and their role in non-anticlinal hydrocarbon traps' prospecting in oil and gas strata of Western Siberia]. Proceedings of international scientific conference “*Gorno-geologicheskoe obrazovanie v Sibiri. 100 let na sluzhbe nauki i proizvodstva*” [Mining and geological education in Siberia. 100 years in the service for science and industry]. Tomsk, 2001, pp. 243-246.

Surkov V.S., Zhero O.G. *Fundament i razvitie platformennogo chekhla Zapadno-Sibirskoy plity* [Basement and development of the platform cover of the West Siberian Plain]. Moscow: Nedra, 1981, pp. 3-10.

Usloviya formirovaniya i zakonmernosti razmeshcheniya mestorozhdeniy nefi i gaza (na primere Zapadno-Sibirskoy i drugikh epigertsinskikh plit SSSR) [Formation conditions and distribution regularities of oil and gas (by the example of the West Siberian plate and the other Epihercynian plates of the USSR)]. Editor V.D. Nalivkin, K.A. Chernikov. Leningrad: Nedra, 1967, 296 p.

Ehrenberg S.N., Nadeau R.N., Steen Q. Petroleum reservoir porosity versus depth: Influence of geological age. *AAPG Bulletin*, 2009, vol. 93, no. 10, pp. 1281-1296.