

РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ

УДК 551.242.056

РОЛЬ ТЕКТОНИЧЕСКИХ СТРУКТУР И ТРЕЩИННЫХ СИСТЕМ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ПОРОД-КОЛЛЕКТОРОВ В ДОЮРСКИХ ОБРАЗОВАНИЯХ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ ПЛИТЫ (МЕЖОВСКИЙ СРЕДИННЫЙ МАССИВ)



А.Е. Ковешников¹, В.И. Стреляев²

¹ Научно-исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия

² Научно-исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия

Палеозойские образования юго-восточной части Западно-Сибирской тектонической плиты в пермский период при проявлении герцинской складчатости были смяты в складки северо-западного простирания. В пределах юго-восточной части Нюрольского структурно-фациального района сформировалась Межовская синклиналь второго порядка, сложенная двумя антиклиналями и тремя синклиналями. Залежи нефти и газа в палеозойских образованиях устанавливаются четко вдоль осей складок, а также в зоне, развитой вкрест простирания Межовской синклинали второго порядка. Эта зона возникла при проявлении триасовых грабен-рифтов. Породы-коллекторы в доюрских образованиях сформировались при их гидротермальной проработке процессами доломитизации и выщелачивания. Гидротермальная проработка осуществлялась по двум трещинным системам, интерпретируемым при анализе соответствующих эллипсоидов деформаций: первая – герцинская складчатость; вторая – эпоха существования грабен-рифтов. В результате сформировалась единая система трещин и разломов, по которым проявились гидротермальные процессы, ведущие к развитию по палеозойским образованиям пород-коллекторов и залежей нефти и газа. Герцинской складчатости соответствует северо-западное расположение залежей нефти и газа вдоль простирания Межовской синклинали второго порядка (и слагающих ее складок третьего порядка), а система трещин, заложенных при проявлении триасового рифтогенеза, ориентирована вкрест ее простирания. В зоне наложения двух выявленных трещинных систем и сосредоточена большая часть залежей нефти и газа в палеозойских образованиях Межовской синклинали второго порядка (юго-восточная часть Западно-Сибирской тектонической плиты).

Ключевые слова: рифтогенез, рифтогенез, тектоническая плита, породы-коллекторы, эллипсоид деформаций, вторичный катагенез.

Введение

В настоящее время прирост запасов нефти и газа возможен только в результате привлечения новых недостаточно изученных ранее объектов.

К таковым относятся палеозойские карбонатные образования Западно-Сибирской тектонической плиты (ЗСП).

Вся территория распространения доюрских отложений в пределах ЗСП на основании изучения их литологического состава и палеонтологических определений возраста обнаруженных в породах органических остатков, подразделена на 23 структурно-фациальных района (СФР) [Решения... 1999] (рис. 1).

Герцинская складчатость и триасовый рифтогенез

Герцинская складчатость на территории ЗСП проявилась в формировании двух гигантских, вытянутых в меридиональном направлении зон, разделенных участком, консолидированным при проявлении каледонской складчатости. Зоны показаны на тектонических картах ЗСП [Тектоническая... 2000]. Этим

двум зонам соответствуют огромные участки ЗСП, для которых, при проведенном нами анализе мощностей образований доюрского комплекса, выявлена повышенная мощность как в целом палеозойского разреза (рис. 2), так и суммарно карбонатных и кремнесодержащих образований. Третья зона повышенных мощностей доюрского разреза расположена на западном обрамлении Восточной Сибири и представлена в основном докембрийскими образованиями [Конторович и др., 2008].

Герцинская складчатость, как нам представляется, проявилась при начавшемся сближении материков как окружающий участок существовавшего до конца карбона палеозойского Западно-Сибирского моря. Таких материков, по данным ряда исследователей [Дубатов, Краснов, 2000], было три: Ангарида (Восточно-Сибирский материк), Казахстания (область каледонид на юге ЗСП) и Русская платформа (см. рис. 2). Вероятно, герцинская складчатость – это отражение сближения этих материков относительно друг друга. При этом между Ангаридой и Казахстанией сформировались герцинские складки северо-западного, а при сближении Русской платформы и Казахстании – северо-восточного простирания.

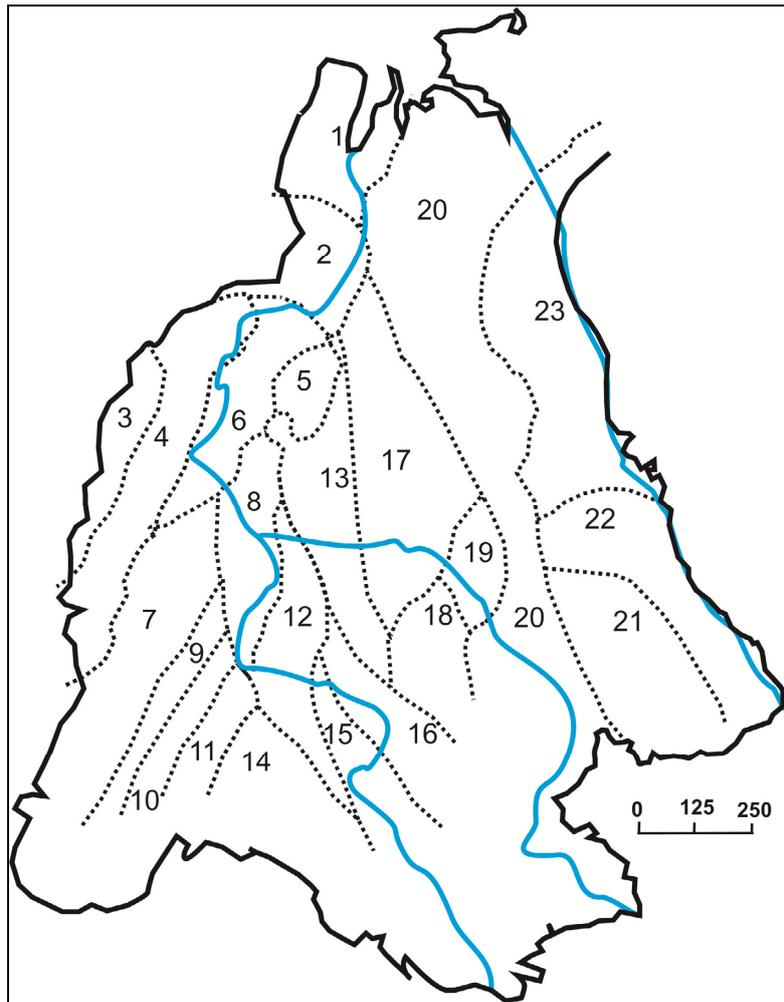


Рис. 1. Подразделение палеозойских образований Западно-Сибирской тектонической плиты на структурно-фациальные районы (СФР) [Решения... 1999]

СФР: 1 – Бованенковский; 2 – Новопортовский; 3 – Тагильский; 4 – Березово-Сартыньинский; 5 – Ярудейский; 6 – Шеркалинский; 7 – Шаимский; 8 – Красноленинский; 9 – Тюменский; 10 – Косолаповский; 11 – Уватский; 12 – Салымский; 13 – Усть-Балыкский; 14 – Ишимский; 15 – Тевризский; 16 – Туйско-Барабинский; 17 – Варьеганский; 18 – Нюрольский; 19 – Никольский; 20 – Колпашевский; 21 – Вездеходный; 22 – Тыйский; 23 – Ермаковский

Fig. 1. The division of the Paleozoic formations of West Siberian Tectonic Plate on the structural-facial areas (SFA) [Resheniya... 1999]

SFA: 1 – Bovanenkovskiy; 2 – Novoportovskiy; 3 – Tagilskiy; 4 – Berezovo-Sartininskiy; 5 – Yarudeyskiy; 6 – Sherkalinskiy; 7 – Sha-
imskiy; 8 – Krasnoleninskiy; 9 – Tyumenskiy; 10 – Kosolaposkiy; 11 – Uvatskiy; 12 – Salimskiy; 13 – Ust-Balykskiy; 14 – Ishimskiy;
15 – Tevrizskiy; 16 – Tuisko-Barabinskiy 17 – Varieganskiy; 18 – Nyurolskiy; 19 – St. Nicholskiy; 20 – Kolpashevskiy; 21 –
Vezdehodniy; 22 – Tyiskiy; 23 – Ermakovskiy

При формировании герцинской складчатости (см. рис. 2) эти три материка выступали как стабильные площадки. Во время их сближения палеозойские отложения, расположенные в пределах Нюрольского СФР (рис. 2), ранее залегающие близко к горизонтальному положению, были смяты в складки северо-западного простирания и вся территория ЗСТП длительное время (в перми–триасе) представляла собой сушу, подвергающуюся интенсивному воздействию процессов поверхностного выветривания.

Затем в раннем триасе произошло заложение континентальной системы грабен-рифтов, с форми-

рованием наложенных структур в среднем и позднем триасе (рис. 2).

Рассматриваемый нами Межовский срединный массив (Нюрольского СФР) расположен к востоку от южного окончания Колтогорско-Уренгойского грабен-рифта, между юго-западными окончаниями Усть-Тымского и Чузыкского грабен-рифтов. Триасовый рифтогенез заключается во внедрении больших масс вулканитов туринской серии. При извержении вулканитов туринской серии окончательно сформировались и тектонические структуры Межовского срединного массива.

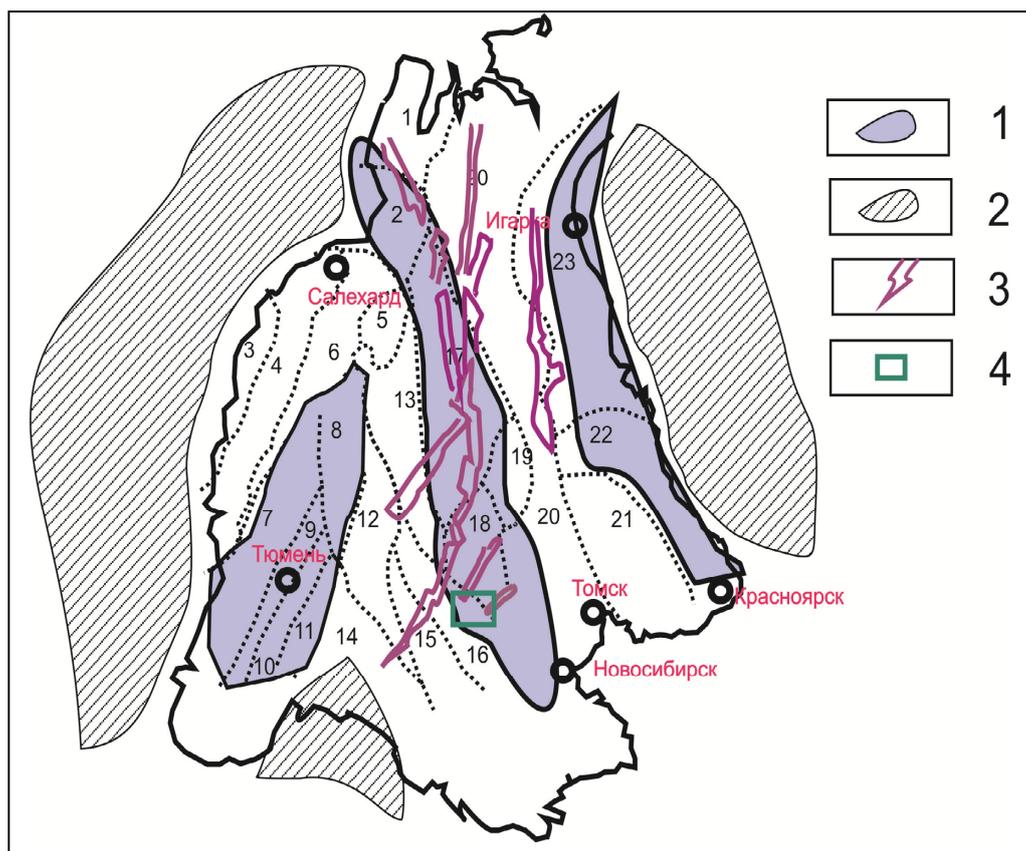


Рис. 2. Взаиморасположение участков повышенной мощности палеозойского разреза в пределах ЗСТП, три палеоматерика, смещение которых обусловило проявление герцинской складчатости, система расположения триасовых грабен-рифтов

1 – карбонатные платформы; 2 – палеоконтиненты по [Дубатов, Краснов, 2000]: Восточный – Ангарид; Южный – Казахстан; Западный – Русская платформа (показаны приблизительно); 3 – триасовые грабен-рифты; 4 – территория Межовского срединного массива между расположенным западнее Усть-Тымским и восточнее Чузыкским грабен-рифтами

Fig. 2. The relative positions of areas of increased power Paleozoic section within WSTP, three of the paleocontinent, a shift which led to the manifestation of Hercynian folding system at the Triassic Graben-rift
1 – carbonate platform; 2 – the paleocontinents, according to [Dubatolov, Krasnov, 2000]: East Angarida; South Kazakhstan; West Russian platform (shown approx); 3 – Triassic Graben-rift; 4 – territory Mezhevskiy middle massif, located between is located between of Ust-Tymsky and Chulymsky of the Graben-rift

Межовская синклиналиная складка

Наиболее детально в пределах ЗСТП нами изучено строение Нюрольского СФР и особенно Межовского срединного массива, для которого в последующие годы предложено наименование: «Чузыкско-Чижапская зона нефтегазоаккумуляции» [Конторович, 2007].

Доюрские образования ЗСТП накапливались от конца венда до конца карбона, а на территории Межовского срединного массива (Нюрольский СФР) установлено развитие доюрских отложений начиная с позднего ордовика и заканчивая началом среднего карбона. Для Межовского срединного массива нами на основании данных КМПВ и детального изучения разрезов более 50 скважин построена геологическая карта

Межовского срединного массива [Контрович и др., 1991, Ковешников, Недоливко, 2012а, 2012b; Ковешников, 2013а, 2013b; Koveshnikov, Nesterova, Dolgaya, 2016], согласно которой палеозойские образования смяты в серию сближенных антиклинальных и синклиналиных складок третьего порядка, являющихся единой Межовской складкой второго порядка (рис. 3).

На карте (см. рис. 3) палеозойские образования объединены в группы: ордовикско-силурийские, нижнедевонские, средне-верхнедевонские и нижнекарбонные. По приведенному схематическому геологическому разрезу видно, что осям антиклинальных складок соответствуют выходы на доюрскую поверхность образований нижнего девона, а осям синклиналиных складок, соответственно, – образований нижнего карбона.

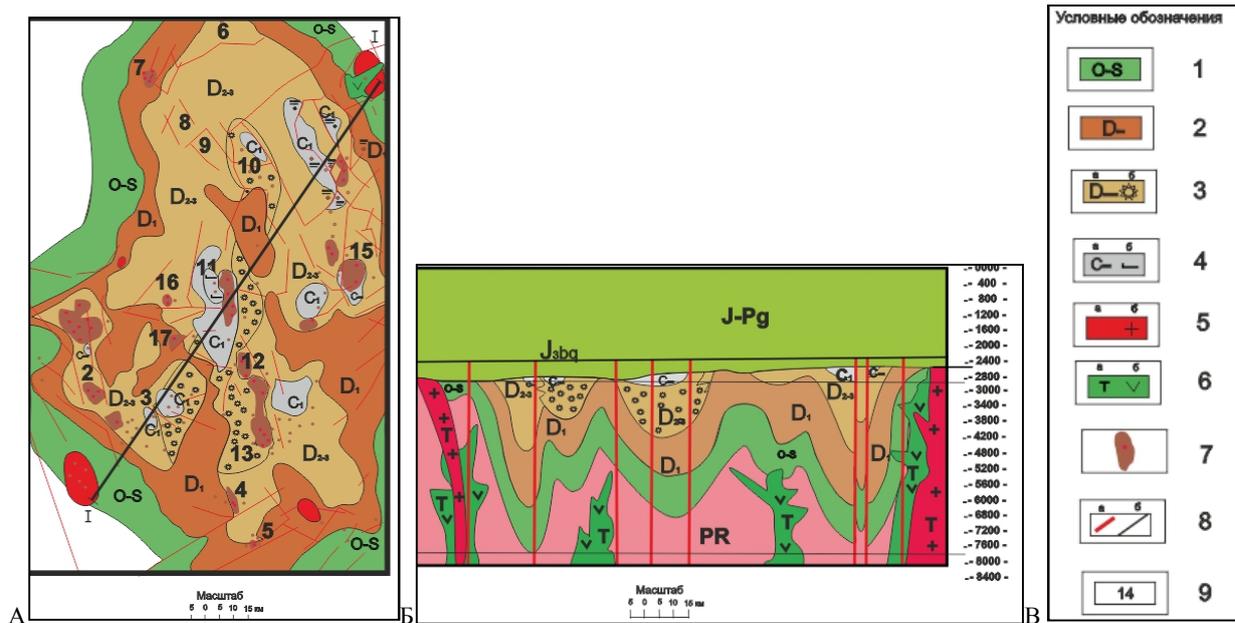


Рис. 3. Геологическая карта и схематический геологический разрез Межовского срединного массива (по А.Е. Ковешникову)

Палеозойские образования: 1 – ордовик–силур; 2 – нижний девон; 3 – средний и верхний девон; а – рифогенно-аккумулятивные; б – бассейновые; 4 – нижний–средний карбон; а – образования кехорегской и табаганской свит; б – образования средневасюганской и елизаровской свит; 5 – граниты: а – на карте; б – на разрезе; 6 – базиты; 7 – залежи нефти и газа [Конторович и др, 1991]: 8а – тектонические нарушения; 8б – схематическое расположение образований баженовской свиты; 9 – разведочные площади: 1 – Урманская; 2 – Арчинская; 3 – Нижне-Табаганская; 4 – Южно-Табаганская; 5 – Солоновская; 6 – Лугинецкая; 7 – Западно-Лугинецкая; 8 – Кулгинская; 9 – Амурская; 10 – Сельвейкинская; 11 – Герасимовская; 12 – Северо-Калиновая; 13 – Калиновая; 14 – Северо-Останинская; 15 – Останинская; 16 – Южно-Тамбаевская; 17 – Широтная

Fig. 3. Geological map and schematic geological section Mezhovsky the median mass (according to A.E. Koveshnikov)

Paleozoic formations: 1 – Ordovician–Silurian; 2 – lower Devonian; 3 – middle and upper Devonian; а – reef-accumulative rocks; б – basin rocks; 4 – the lower-middle Carboniferous; and education and kyhoregski and Tabaganski formation; б – education srednevasyuganski and Elizarovski formation; 5 – granites: а – map; б – on section; 6 – basites; 7 – deposits of oil and gas [Kontorovich et al., 1991]: 8А – tectonic faults; 8В – is a schematic arrangement of the formations of the Bazhenov formation; 9 – exploratory areas: 1 – Urmanski; 2 – Archinski; 3 – Nizhnetabaganski; 4 – Yuzhno-Tabaganski; 5 – Solonovski; 6 – Luginetski; 7 – Sapadno-Luginetski; 8 – Kulginski; 9 – Amurski; 10 – Selivanovski; 11 – Gerasimovski; 12 – Severo-Kalynovi; 13 – Kalynovi; 14 – Severo-Ostaninski; 15 – Ostaninski; 16 – Yuzhno-Tambeiski; 17 – Shirotni

На схематическом геологическом разрезе показаны тела вулканитов триасового возраста: базитов и прорывающих их риолитов, составляющих теринскую серию, слагающую триасовые грабен-рифты, а также представленные в виде обособленных тел вулканитов. Ближайшими от территории Межовского срединного массива грабен-рифтами являются Усть-Тымский, Чузыкский и несколько более удаленным – Колтогорско-Уренгойский грабен-рифт (рис. 2).

Породами, благоприятными для формирования пород-коллекторов в пределах Межовского срединного массива, являются преимущественно карбонатные образования рифогенно-аккумулятивного комплекса, (в основном известняки девонского возраста) и кремнисто-глинистые образования бассейнового комплекса (кремнеаргиллиты и радиолариты чагинской свиты верхнедевонского возраста), диагенети-

чески окремненные известняки табаганской свиты верхнего девона и вторично измененные аргиллиты и спонголиты кехорегской свиты нижнего карбона.

Формированию по доюрским образованиям пород-коллекторов Нюрольского СФР происходило в три этапа. Первому этапу соответствует формирование пород палеозойского моря и последующих процессов диагенеза и прогрессивного катагенеза (прогрев пород при их погружении и перекрытии вышележащими образованиями). Здесь по слабоизмененным породам устанавливаются низкие значения фильтрационно-емкостных свойств.

Вторым этапом является собственно герцинское складкообразование, завершившееся формированием складок северо-западного простирания, слагающих Межовский срединный массив. Здесь по дневной поверхности проявились интенсивные процессы поверхностного выветривания (гипергенеза). В результате

сформировалась зона контакта доюрских и перекрывающих их юрских образований, или нефтезоносный горизонт зоны контакта [Конторович, 2007]. Для нефтезоносного горизонта зоны контакта характерны повышенные значения ФЕС, в основном в кремнисто-глинистых и вообще в кремнесодержащих породах, в меньшей степени изменению подверглись известняки, ввиду их неустойчивости к процессам физического выветривания.

Третьим является этап гидротермального преобразования палеозойских образований, при котором по системе тектонических нарушений гидротермальные растворы, продуцированные образованиями туринской серии: базитами и риолитами, привели к развитию процессов гидротермальной доломитизации (по известнякам) или гидротермального выщелачивания (по кремнесодержащим породам). Этот этап нами [Ковешников, 2013а, 2013б] предложено именовать вторично-катагенетическим.

Формирование тектонических структур Межовского срединного массива

По построенной нами по доюрским образованиям Межовского срединного массива геологической карте и схематическому геологическому разрезу (рис. 3) видно, что в целом рассматриваемая территория пред-

ставляет собой синклиналиную складку (Межовская складка второго порядка), по периферии которой на доюрскую поверхность выходят нерасчлененные одровикско-силурийские образования. Эта складка разделена на несколько смежных антиклинальных и синклиналиных складок третьего порядка. Расположение антиклиналей подчеркивается выходом на доюрскую поверхность образований нижнего девона. Залегающие выше по разрезу средне-верхнедевонские образования – это уже синклинали, представленные карбонатными и кремнисто-глинистыми породами; ядра синклиналией слагают кремнесодержащие образования нижнего карбона. При рисовке схематического геологического разреза, в основании палеозойского комплекса нами показаны протерозойские образования, бурением в пределах изученной территории не вскрытые, но указанные в основании палеозойского разреза на смежных СФР (Туйско-Барабинском, Колпашевском и ряде других) [Решения... 1999].

При рассмотрении расположения залежей нефти и газа, открытых в палеозойских образованиях Межовского срединного массива, видно, что они приурочены к определенным, четко трассируемым линиям, соответствующим осям антиклиналей и синклиналией третьего порядка и вкрест простирания складки второго порядка (рис. 4). Их расположение мы рассмотрим более подробно (см. рис. 4).

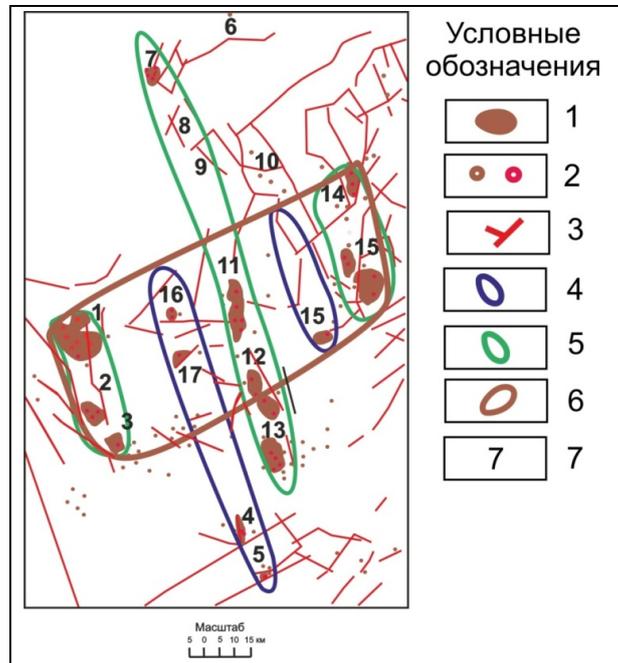


Рис. 4. Схема расположения осей антиклиналей и синклиналией Межовской складки второго порядка и слагающих ее складок третьего порядка

1 – залежи нефти и газа; 2 – скважины; 3 – разломы; 4 – оси антиклиналей; 5 – оси синклиналией; зона поперечной оси Межовской складки второго порядка

Fig. 4. The scheme of location of the axes of anticlinal and synclinal Mezhevsky fold of the second order and composing its folds of the third order

1 – gas-oil deposits; 2 – wells; 3 – faults; 4 – axes of anticlines; 5 – axes of sinklines; zone of the transverse axis of the Interline fold of the second order

Распределение залежей нефти и газа в пределах Межовской синклинали

Межовская синклинали является складкой второго порядка. В ее строении можно четко выделить пять складок третьего порядка: две антиклинали (с юго-запада на северо-восток): Солоновско-Южно-Тамбаевскую, Останинско-Сельвейкинскую; и три синклинали третьего порядка: Арчинско-Урманскую; Калиново-Западно-Лугинецкую; Останинско-

Северо-Останинскую (рис. 4). В пределах каждой из этих пяти структур установлены залежи нефти и газа. Межовская синклинали является складкой второго порядка, и в этом плане в ее пределах выделяется более протяженная центральная (Калиново-Западно-Лугинецкая) синклинали третьего порядка. Вкост простираия Межовской синклинали отчетливо выделяется участок сгущения залежей нефти и газа (Урманско-Северо-Останинская поперечная зона).

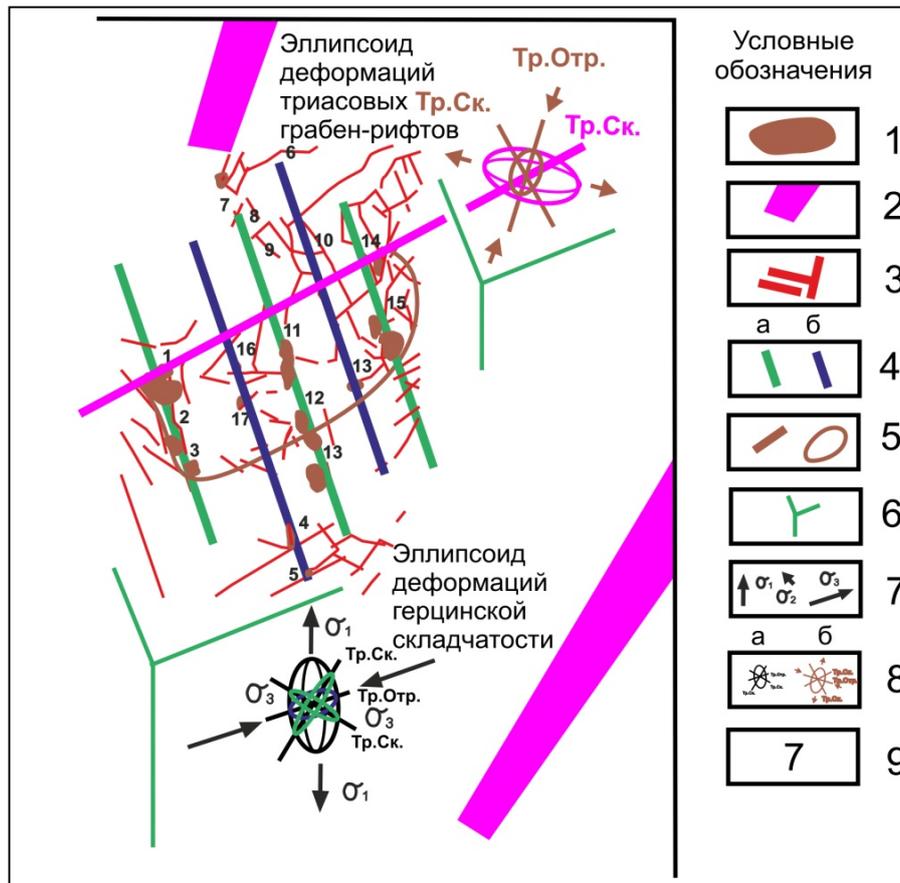


Рис. 5. Расположение элементов Межовской складки второго порядка с вынесенными юго-западными завершениями Усть-Тымского (западнее) и Чузикского (восточнее) грабен-рифтов (по тектонической карте под редакцией В.С. Суркова, 2000 г.) со схематичным расположением элементов тектонического строения палеозойских образований

1 – залежи нефти и газа; 2 – грабен-рифты; 3 – тектонические нарушения; 4а – оси синклиналей; 4б – оси антиклиналей; 5 – зона максимального сгущения залежей нефти и газа; 6 – обозначение врезки блок-диаграммы; 7 – оси деформаций; 8 – сечение эллипса деформаций с максимальным и минимальным значениями деформации для: 8а – герцинской складчатости; 8б – Усть-Тымского грабен-рифта; 9 – разведочные площади (см. рис. 3)

Fig. 5. The location of the elements of the Interstitial folds of the second order against the South-Western end of the Ust-Tymski (West) and Quzikski (East) Graben-rifts (according to the tectonic map edited by V.S. Surkov, 2000) with a schematic arrangement of elements of the tectonic structure of Paleozoic formations

1 – oil and gas deposits; 2 – Graben-rifts; 3 – tectonic disturbances; 4a – axes of synclines; 4b – axes of anticlines; 5 – zone of maximum thickening of oil and gas deposits; 6 – designation of inset of block diagram; 7 – axes of deformations; 8 – section of ellipse of deformations with maximum and minimum values of deformation for: 8a – Hercynian folding; 8b – Ust-Tymski Graben-rift; 9 – exploration areas (see Fig. 3).

Трещинные зоны и их влияние на размещение залежей нефти и газа

Для анализа истории тектонического формирования палеозойских образований в пределах Межовского срединного массива, с тем, чтобы определить для залежей нефти и газа возможную роль в их формировании как герцинской складчатости, так и расположенных поблизости грабен-рифтов, нами была предпринята попытка построить эллипсоиды деформаций отдельно для герцинской складчатости и для Усть-Тымского грабен-рифта, как пространственно наиболее близко расположенного к Межовской синклинали второго порядка тектонической структуры.

Для этого для доюрских образований Межовского срединного массива наряду с юго-западными оконечностями Усть-Тымского и Чузыкского грабен-рифтов нами вынесены расположение осей синклиналей (линии синего цвета) и антиклиналей (линии зеленого цвета) третьего порядка, зоны, приблизительно соответствующей участку повышенной трещиноватости, расположенной вкрест простирания Межовской складки второго порядка (рис. 5). Кроме этого, на рисунке показано расположение тектонических нарушений и выявленных по палеозойским образованиям залежей нефти и газа.

При анализе геометрии проявления трещинных систем широкое распространение получила практика построения эллипсоидов деформаций, при которой устанавливаются оси максимального растяжения (σ_1) и максимального сжатия (σ_3) подвергающихся деформации пород. При этом в сечении со значениями σ_1 и σ_3 располагаются возникающие при деформации трещины скола и трещин отрыва, которые могут быть проявлены в геологической структуре как тектонические нарушения (см. рис. 5). В геологической литературе общеприняты следующие обозначения тектонических нарушений [Naylor, Mandl, Speteij, 1986; Sylvester, 1988]: горизонтальный сдвиг по вертикали, сопровождаемый или горизонтальным сжатием, это **транспрессия**, или горизонтальным растяжениями, это **транстенсия**. К этим понятиям [Короновский и др., 2009] предложили добавить **трансламинацию**, или горизонтальный сдвиг одновременно по вертикали и горизонтали, и [Тимурзиев, 2014] **структуры горизонтального сдвига (СГС)**, или горизонтальные сдвиги. Со структурами горизонтального сдвига связаны проявления трещинных зон и [Тимурзиев, 2014] перспективы открытия в палеозойских образованиях ЗСТП новых месторождений нефти и газа.

При рисовке эллипсоидов деформации герцинской складчатости нами в правом нижнем углу рис. 5 сделана врезка, обозначающая угол блок-диаграммы, и нарисован эллипсоид деформаций, для которого показаны оси максимального растяжения

(σ_1) и максимального сжатия (σ_3). Из приведенных рисунков видно, что максимальное сечение, в котором присутствуют значения σ_1 и σ_3 , располагается на плоскости, перпендикулярной простиранию складок, показанной на схематическом геологическом разрезе, и ориентирована вверх (см. рис. 3). Для таких сечений, согласно правилам построения эллипсоидов деформаций, рисуется профиль расположения трещин скола и трещин отрыва, которые могут быть проявлены в геологической структуре как тектонические нарушения. Трещины скола, имеющие такое расположение, как показано на рис. 4, проявятся на доюрской поверхности как вертикальные или наклонные разломы, вытянутые вдоль простирания осей герцинских складок, а трещины отрыва должны были сформировать СГС или субгоризонтально секущие палеозойские образования зоны гидротермальной проработки доюрских карбонатных и кремнесодержащих пород.

Вторым по времени проявления является этап триасового рифтогенеза. Для Усть-Тымского грабен-рифта (см. рис. 5) в верхней части рисунка показано обозначение угла блок-диаграммы и помещен эллипсоид деформаций (показан сиреневым цветом), в котором сечение с осями σ_1 и σ_3 расположено в горизонтальной плоскости. Трещины скола и отрыва в этой ситуации могли проявиться как зона, показанная на продолжении осевой линии трещинной зоны, проведенной вкрест простирания Межовской синклинали второго порядка.

Выявленным трещинным зонам соответствует следующая геологическая интерпретация. При излиянии лав вулканитов Усть-Тымского грабен-рифта эллипсоид деформаций проявился в некотором растяжении, результатом которого явилось формирование как самих грабен-рифтов, так и формирование зоны разуплотнения на изученной территории. Последняя параллельна одной из систем трещин скола сформированного при триасовом рифтогенезе эллипсоида деформаций. Эта зона как раз и соответствует зоне сгущения выявленных в палеозойских образованиях залежей нефти и газа в зоне, поперечной простиранию Межовской синклинали второго порядка.

При этом только в центральной Калиново-Западнолугинецкой синклинали и в Солоновско-Западнотамбаевской антиклинали отдельные залежи нефти и газа расположены вне этой поперечной зоны. Это является еще одним подтверждением того, что рассматриваемые пять складок являются единой синклиналью второго порядка, так как они трассируют ось Межовской синклинали второго порядка.

Таким образом в доюрских образованиях Межовской складки второго порядка (и слагающих ее складок третьего порядка) выявлено две системы расположения залежей нефти и газа: **герцинская северо-**

западного простирания, расположенная вдоль осей складок второго и третьего порядка; **активизации Усть-Тымского грабен-рифта северо-восточного простирания**, или система, соответствующая расположению одной из систем трещин скола, возникших при формировании Усть-Тымского грабен-рифта, и выразившаяся в вытянутой поперек простирания Межовской синклинали второго порядка.

Формирование пород-коллекторов при вторичном катагенезе

При активизации тектонических нарушений, сопряженных с простиранием находящихся в непосредственной близости от Межовского срединного массива грабен-рифтов, установлено проявление таких трещинных гидротермальных процессов, как доломитизация и выщелачивание. Оба этих процесса имеют, несомненно, гидротермальную природу, но если выщелачивание может затронуть любой тип пород, то проявление процесса доломитизации осуществлялось только по известнякам, и только известняки, не имеющие примеси глинистого материала, могли сформировать и сформировали доломиты замещения, ставшие породами-коллекторами. При доломитизации глинистых известняков в результате процесса метасоматоза, пустотное пространство заполняется имеющимися в составе изменяемых отложений глинистыми минералами, и порода-коллектор не формировалась.

Аналогичная система установлена и для кремне-содержащих образований доюрского комплекса, с той только разницей, что для них также установлено значительное положительное влияние на формирование пород-коллекторов процессов гипергенеза, по которым в гидротермальных этапах преобразования пород возникли либо одна, либо обе выявленные трещинные системы.

Заключение

Проведенный анализ проявления эллипсоидов деформации и соответствующих трещинных систем позволил установить, что при появлении герцинской складчатости в палеозойских образованиях возникли вертикально ориентированные трещины (разломы) северо-западного простирания, расположенные параллельно осям складок (трещины скола). При проявившемся позднее триасовом рифтогенезе трещины скола и трещины отрыва ориентированы вертикально, и одна из систем трещин скола почти вкрест сечет Межовскую синклинали второго порядка и все входящие в нее складки третьего порядка. При наложении трещинной системы, проявившейся при рифтогенезе на трещинную систему, возникшую ранее при осуществлении герцинской складчатости,

возник участок сгущения залежей нефти и газа, открытых в палеозойских образованиях Межовской складки второго порядка.

Все трещинные зоны, выявленные при анализе расположения эллипсоидов деформаций, в той или иной степени проявились в разломах, пересекающих изученную территорию. Залежи нефти и газа в палеозойских образованиях приурочены как к осям складок третьего порядка, так и к зоне, ориентированной вкрест складки второго порядка. Их взаимоналожение проявилось в максимальном сгущении залежей нефти и газа в палеозойских образованиях данной территории. Это является несомненным подтверждением того факта, что все залежи нефти и газа в палеозойских образованиях сформировались во вторично-катагенетический этап преобразования палеозойских пород, когда проявление таких гидротермальных процессов, как выщелачивание и доломитизация, сформировали основную часть пород-коллекторов, с последующим проявлением в их пределах залежей нефти и газа в палеозойских образованиях Межовской складки второго порядка.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. При проявлении герцинской складчатости происходило сближение палеоматериков, окружающих территорию Западной Сибири в конце палеозоя, и в результате доюрские образования существовавшего ранее палеозойского моря, залегающие до этого почти горизонтально, были смяты в антиклинальные и синклинали складки, имеющие северо-западное простирание, соответствующее взаиморасположению этих палеоматериков.

2. Герцинская складчатость сопровождается формированием трещин скола, проявившихся в виде вертикально и наклонно ориентированных разломов, и трещин отрыва, проявленных как система горизонтально ориентированных трещин или СГС, ориентированных параллельно простиранию складок и сопровождаемых залежами нефти и газа. При формировании Усть-Тымского грабен-рифта, одна из систем трещин скола наложилась на зону, перпендикулярную простиранию Межовской синклинали второго порядка, в результате чего сформировалась зона максимально сгущения залежей нефти и газа.

3. Породы-коллекторы в палеозойских образованиях Межовского срединного массива (Нюрольский структурно-фациальный район) и соответствующие им залежи нефти и газа сформировались при проявлении таких гидротермальных процессов, как доломитизация и выщелачивание. Эти процессы проявились по двум трещинным системам: первой, параллельной простиранию герцинской системы складок, и второй, сопряженной с зоной воздействия Усть-Тымского грабен-рифта,

ориентированной вкосте простираения герцинской складчатости. При наложении одной системы на другую отмечается максимальное сгущение залежей нефти и газа.

ЛИТЕРАТУРА

Дубатов В.Н., Краснов В.И. Фаменский этап в эволюции географических обстановок Сибирских морей // Геология и геофизика. 2000. Т. 41, № 2. С. 239–254.

Ковешников А.Е. Месторождения нефти и газа трещинно-метасоматического генезиса в доюрских отложениях Западно-Сибирской геосинеклизы // Известия Томского политехнического университета. 2013а. Т. 322, № 1. С. 105–110.

Ковешников А.Е. Влияние прогрессивного, регрессивного эпигенеза, гипергенеза, вторичного катагенеза на формирование пород-коллекторов в палеозойских отложениях Западно-Сибирской геосинеклизы // Известия Томского политехнического университета. 2013б. Т. 323, № 1. С. 152–156.

Ковешников А.Е., Недоливко Н.М. Коры выветривания доюрских отложений Западно-Сибирской геосинеклизы // Известия Томского политехнического университета. 2012а. Т. 320, № 1. С. 77–81.

Ковешников А.Е., Недоливко Н.М. Вторично-катагенетические преобразования доюрских пород Западно-Сибирской геосинеклизы // Известия Томского политехнического университета. 2012б. Т. 320, № 1. С. 82–86.

Конторович А.Э., Иванов И.А., Ковешников А.Е., Краснов В.И., Перозин Г.Н. Геологические условия нефтегазоносности верхней части палеозойского разреза Западной Сибири (на примере Межовского срединного массива) // Теоретические и региональные проблемы геологии нефти и газа. Новосибирск, 1991. С. 152–171.

Конторович А.Э., Варламов А.И., Гражданкин Д.В. и др. Разрез венда восточной части Западно-Сибирской плиты (по результатам бурения параметрической скважины Восток -3) // Геология и геофизика. 2008. Т. 49, № 12. С. 1238–1247.

Конторович В. А. Сейсмогеологические критерии нефтегазоносности зоны контакта палеозойских и мезозойских отложений Западной Сибири (на примере Чузикско-Чижапской зоны нефтегазоаккумуляции (Томская область)) // Геология и геофизика. 2007. Т. 48, № 5. С. 538–547.

Короновский Н.В., Гогоненков Г.Н., Гончаров М.А., Тимурзиев А.И., Фролова Н.С. Роль сдвига вдоль горизонтальной плоскости при формировании структур «пропеллерного» типа // Геотектоника. 2009. № 5. С. 50–64.

Решения межведомственного совещания по рассмотрению и принятию региональной стратиграфической схемы палеозойских образований Западно-Сибирской равнины / под ред. В.И. Краснова. Новосибирск : СНИИГГИМС, 1999. 80 с.

Тектоническая карта фундамента Западно-Сибирской плиты / под ред. В.С. Суркова. Новосибирск, 2000.

Тимурзиев А.И. Структуры горизонтального сдвига осадочных бассейнов и опыт применения тектонофизических методов для повышения эффективности поисков, разведки и освоения присдвиговой нефти // Геофизический журнал. 2014. Т. 36, № 2. С. 172–185.

Koveshnikov A.E., Nesterova A.C., Dolgaya T.F. Fracture system influence on the reservoirs rock formation of Ordovician-Devonian carbonates in West Siberia tectonic depression // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2016. V. 43. <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/43/1/012008><http://earchive.tpu.ru/handle/11683/35185>.

Naylor M.A., Mandl G., Speteij C.H.K. Fault geometries in basement-induced wrench faulting under different initial stress states // J. Struct. Geol. 1986. V. 8 (7). P. 737–752.

Sylvester A.G. Strike-slip faults // Geol. Soc. Am. Bull. 1988. V. 100. P. 1666–1703.

Авторы:

Ковешников Александр Евгеньевич, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, Инженерная школа природных ресурсов, отделение геологии, Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия.
E-mail: Kovesha@mail.ru.

Стреляев Валерий Иванович, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, кафедра динамической геологии, геолого-географический факультет, Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия.
E-mail: strelyae@ggf.tsu.ru

Geosphere Research, 2019, 2, 62–71. DOI: 10.17223/25421379/11/4

A.E. Koveshnikov¹, V.I. Streljaev²

¹ National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia

² National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

THE ROLE OF TECTONIC STRUCTURES AND FRACTURE SYSTEMS IN THE FORMATION OF RESERVOIR ROCKS IN THE PRE-JURASSIC FORMATIONS OF THE SOUTH-EASTERN PART OF THE WEST SIBERIAN TECTONIC PLATES (MEZHOVSKY MEDIAN MASS)

Paleozoic formations of the South-Eastern part of the West Siberian tectonic plate (ZSTP) in the Permian period with the manifestation of Hercynian folding were crumpled into the folds of the North-Western stretch. Within the South-Eastern part of the Nyurol structural-facies area formed Mezhovsky synclinal fold of the second order, composed of two anticlines and three sinklinali. Oil and gas deposits in the Paleozoic formations are clearly established along the axes of the folds, as well as in the zone developed in the cross-stretch of the Mezhovsky synclinal of the second order. This area arose in the manifestation of the Triassic Graben-rift. The reservoir rocks in the pre-Jurassic formations were formed during their hydrothermal study by the processes of dolomitization and leaching. Hydrothermal study was carried out on two fracture systems, interpreted in the analysis of the corresponding ellipsoids of deformations: the first is the Hercynian folding; the second - the era of the existence of Graben-rifts. As a result, a unified system of cracks and fractures was formed, through which hydrothermal processes manifested themselves, leading to the development of Paleozoic formations of rocks-reservoirs

and oil and gas deposits. Hercynian folding corresponds to the North-Western location of oil and gas deposits along, located along the stretch of the Mezhovskiy synclinal of the second order (and composing its folds of the third order), and the system of cracks, laid in the manifestation of Triassic rifting, oriented in the cross of its stretch. Most of the oil and gas deposits in the Paleozoic formations of the second order Mezhovskiy synclinal (the South-Eastern part of the West Siberian tectonic plate) are concentrated in the zone of superposition of the two revealed fracture systems.

Keywords: *tectogenesis, rift, tectonic plate, reservoir rocks, ellipsoid strains, secondary catagenesis.*

References

- Dubatolov V.N., Krasnov V.I. *Famenskiy etap v evolyutsii geograficheskikh obstanovok Sibirskikh morey* [Famensky stage in evolution conditions of the Siberian seas] // *Geology and Geophysics*. 2000, V. 41, No. 2. pp. 239–254. In Russian
- Koveshnikov A.E. *Mestorozhdeniya nefi i gaza treshchinno-metasomaticheskogo genezisa v doyruskikh otlozheniyakh Zapadno-Sibirskoy geosineklizy* [Oil and gas fields of fractured-metasomatic Genesis in the pre-Jurassic sediments of the West Siberian geosyncline] // *Izvestiya Tomskogo Politehnicheskogo Universiteta*. 2013a. V. 322, № 1. pp. 105–110. In Russian
- Koveshnikov A.E. *Vliyaniye progressivnogo, regressivnogo epigeneza, gipergeneza, vtorichnogo katageneza na formirovaniye porod-kollektorov v paleozoyskikh otlozheniyakh Zapadno-Sibirskoy geosineklizy* [Influence of progressive, regressive epigenesis, hypergenesis, secondary catagenesis on formation of reservoir rocks in Paleozoic sediments of West Siberian geosyncline] // *Izvestiya Tomskogo Politehnicheskogo Universiteta*. 2013b. V. 323, № 1. pp. 152–156. In Russian
- Koveshnikov A.E., Nadolenko N.M. *Kory vyvetrivaniya doyruskikh otlozheniy Zapadno-Sibirskoy geosineklizy* [Weathering crust pre-Jurassic deposits of Western-Siberian geosyncline] // *Izvestiya Tomskogo Politehnicheskogo Universiteta*. 2012a. V. 320, № 1. pp. 77–81. In Russian
- Koveshnikov A.E., Nedolivko N.M. *Vtorichno-katageneticheskiye preobrazovaniya doyruskikh porod Zapadno-Sibirskoy geosineklizy* [Secondary catagenetic transformations of the pre-Jurassic rocks of the West Siberian geosyncline] // *Izvestiya Tomskogo Politehnicheskogo Universiteta*. 2012b. V. 320, № 1. pp. 82–86. In Russian
- Kontorovich A.E., Ivanov I.A., Koveshnikov A.E., Krasnov V.I., Perozio G.N. *Geologicheskiye usloviya neftegazonosnosti verkhney chasti paleozoyskogo razreza Zapadnoy Sibiri (na primere Mezhovskogo sredinnogo massiva)* [Geological conditions of petroleum potential of the upper part of the Paleozoic section of Western Siberia (by the example of Mezhovskiy the middle of the array)] // *Theoretical and regional problems of Geology of oil and gas*. Novosibirsk, 1991. pp. 152–171. In Russian
- Kontorovich A.E., Varlamov A.I., Grazhdankin D.V. et al. *A section of Vendian in the east of West Siberian Plate (based on data from the Borehole Vostok 3)* // *Russian Geology and Geophysics*. 2008. V. 49, No. 12. pp. 932–939.
- Kontorovich V.A. *Petroleum potential of reservoirs at the Paleozoic-Mesozoic boundary in West Siberia: seismogeological criteria (example of the Chuzik-Chizhupka regional oil-gas accumulation)* // *Russian Geology and Geophysics*. 2007. V. 48, № 5. pp. 422–428.
- Koronovsky N.V., Gogonenkov G.N., Goncharov M.A., Timurziev A.I., Frolova N.S. *Role of Shear along Horizontal Plane in the Formation of Helicoidal Structures* // *Geotectonics*, 2009, №5. pp. 379–391.
- Resheniya mezhdodomstvennogo soveshchaniya po rassmotreniyu i prinyatiyu regional'noy stratigraficheskoy skhemy paleozoyskikh obrazovaniy Zapadno-Sibirskoy ravniny* [Decisions of the interdepartmental meeting on consideration and adoption of the regional stratigraphic scheme of the Paleozoic formations of the West Siberian plain] / edited by V.I. Krasnov. Novosibirsk: SNRIGGMS, 1999. 80 p. In Russian
- Tektonicheskoy karte fundamenta Zapadno-Sibirskoy plity* [Tectonic map of the Foundation of the West Siberian plate. edited by V.S. Surkov, 2000. Novosibirsk. In Russian
- Timurziev A.I. *Struktury gorizontaln'nogo sdviga osadochnykh basseynov i opyt primeneniya tektonofizicheskikh metodov dlya povysheniya effektivnosti poiskov, razvedki i osvoyeniya prisdvigovoy nefi* [Structures of horizontal shift of sedimentary basins and experience of application of tectonophysical methods to increase prospecting and exploration efficiency and mastering near-shift oil] // *Geophysical journal*. 2014. V. 36, №2. pp. 172–185. In Russian
- Koveshnikov A.E., Nesterova A.C., Dolgaya T.F. *Fracture system influence on the reservoirs rock formation of Ordovician-Devonian carbonates in West Siberia tectonic depression* [Electronic resource] // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2016. V. 43 : <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/43/1/012008><http://earchive.tpu.ru/handle/11683/35185>.
- Naylor M.A., Mandl G., Speteij C.H.K.. *Fault geometries in basement-induced wrench faulting under different initial stress states.* // *J. Struct. Geol.* 8(7). P. 737–752/
- Sylvester A.G. *Strike-slip 1986. faults.* // *Geol. Soc. Am. Bull.* 1988.100, pp. 1666–1703.

Authors:

Koveshnikov Alexander E., Cand. Sci. (Geol.-Miner.). Associate Professor, Engineering, School of Earth Sciences & Engineering, Division for Geology, National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia.

E-mail: kovesh@mail.ru

Streljaev Valery I., Cand. Sci. (Geol.-Miner.). Associate Professor, Department of Dynamic Geology, Faculty of Geology and Geography, National Research Tomsk State University, Tomsk, Russi.