

УДК 551.243+552.08+549.514.81+550.93

DOI 10.31087/0016-7894-2018-4-27-33

Состав, строение, возраст пород доюрского основания северо-восточного обрамления Красноленинского свода

© 2018 г. | С.В. Шадрина

Тюменское отделение «СургутНИПИнефть» ПАО «Сургутнефтегаз», Тюмень, Россия; svsamber@mail.ru

Поступила 13.03.2018 г.

Принята к печати 18.04.2018 г.

Ключевые слова: *структурно-формационные зоны; геодинамическая обстановка; абсолютный возраст; Красноленинский свод.*

Представлены результаты уникальных детальных исследований пород доюрского основания — минералого-петрографических, петрологических и геохимических (метод LA-ICP-MS), изотопно-геохронологических (U-Pb-метод, SIMS SHRIMP-II), палинологических. Составлена среднемасштабная геологическая схема строения доюрского основания северо-восточного обрамления Красноленинского свода. В пределах площади выделено три структурно-формационных зоны, различающихся составом, строением и возрастом слагающих их пород, — вулканогенная и две метаморфические, представляющие отдельные блоки — террейны, границами которых являются региональные разломы. С помощью детального изучения каменного материала, геохронологических данных по породам вулканогенной толщи выявлены принципиальные отличия от существующих представлений о составе и строении толщи. Геодинамическая обстановка образования вулканогенной толщи отвечает условиям трансформной континентальной окраины, поэтому остается вопрос правомерности отнесения толщи к промежуточному комплексу доюрского основания.

Для цитирования: Шадрина С.В. Состав, строение, возраст пород доюрского основания северо-восточного обрамления Красноленинского свода // Геология нефти и газа. – 2018. – № 4. – С. 27–33. DOI: 10.31087/0016-7894-2018-4-27-33.

Composition, structure, and age of the pre-Jurassic basement rocks in the north-eastern framing of the Krasnoleninsky anticlinal fold

© 2018 | S.V. Shadrina

Surgutneftegaz, Tyumen, Russia; svsamber@mail.ru

Received 13.03.2018

Accepted for publication 18.04.2018

Key words: *structural and facies zones; geodynamic settings; absolute age; Krasnoleninsky anticlinal fold.*

The paper presents the results of the unique detailed studies (mineralogical and petrographical, petrological and geochemical (LA-ICP-MS method), isotopic geochronological, and palynological) of the pre-Jurassic basement rocks from the north-eastern margins of the Krasnoleninsky anticlinal fold. Medium-scale geological scheme of pre-Jurassic basement architecture was created for the north-eastern framing of the Krasnoleninsky anticlinal fold. Three structural and facies zones are identified within the area: one volcanogenic and two metamorphic; different composition, structure, and age of rocks are typical of them. They have their own geological history and represent separate blocks — terranes bounded by regional faults. Documented and examined in detail 5350 m of core taken in the course of dense drilling together with geochronological data on the volcanogenic rocks revealed the fundamental difference from the existing view on composition and architecture of the sequence. The acidic composition of volcanites is ascertained rather than previously considered basic one. Imbricated thrusts are well represented in the volcanogenic sequence, while previous investigations reported about the conformable continuous volcanite beds infilling the graben-type structure. It is found that volcanogenic sequence was formed involving the ancient sialic crust; but the rocks of metamorphic blocks do not belong to this sequence. Conformity of volcanites geochemical features with geodynamic settings of the continental transform margin is established, so the question of validity of the sequence attribution to intermediate pre-Jurassic basement sequence yet remains.

For citation: Shadrina S.V. Composition, structure, and age of the pre-Jurassic basement rocks in the north-eastern framing of the Krasnoleninsky anticlinal fold. *Geologiya nefi i gaza = Oil and gas geology.* 2018;(4):27–33. DOI: 10.31087/0016-7894-2018-4-27-33.

За время активного геологического изучения Западной Сибири разными авторами с конца 1930-х гг. составлено несколько десятков карт и схем строения кристаллического фундамента и отдельных ее районов. В строении фундамента принято выделять два структурных этажа: промежуточный комплекс и складчатый фундамент, которые отнесены к доюрскому основанию. Полученные данные по керновому

материалу, результаты геофизических исследований и определения абсолютного возраста пород U-Pb-методом по цирконам, рассматриваемые с позиции тектоники литосферных плит, приобрели иную трактовку и позволили составить среднемасштабную геологическую схему строения доюрского основания северо-восточного обрамления Красноленинского свода (таблица).



FORMATION AND LOCATION OF OIL AND GAS POOLS

Таблица. Методы и объем исследований каменного материала

Table. Methods and scope of rock material studies

Метод исследования	Число исследований	Исполнитель
Документация керна, м	5350	СургутНИПИнефть, Тюмень
Изучение в шлифах, образец	4955	СургутНИПИнефть, Тюмень
Рентгенофлуоресцентный анализ, образец	3635	СургутНИПИнефть, Тюмень
Микрокомпонентный состав, образец	332	ИГХ СО РАН, Иркутск
Геохронологические исследования (U-Pb-метод SIMS SHRIMP-II), образец	60 (1061 зерен циркона)	ЦИИ ВСЕГЕИ, Санкт-Петербург
Палинологические исследования, образец	73	ТООО АИО ТюмГНГУ, Тюмень
Сканирующая микроскопия, образец	109	СургутНИПИнефть, Тюмень
Рентгеноструктурный анализ, образец	312	СургутНИПИнефть, Тюмень
Термовесовой анализ, образец	290	СургутНИПИнефть, Тюмень
Термобарометрия флюидных включений, образец	14	ИЭМ РАН, Черноголовка

Площадь схемы ограничена контурами лицензионных участков ОАО «Сургутнефтегаз». В коллекцию для исследования абсолютного возраста пород фундамента были отобраны образцы со всех разбуренных участков по площади и глубине вскрытия. Ранее такие исследования — изотопное датирование, в частности по U-Pb-отношению в цирконах — по породам участка не проводились. Возраст, указанный на ранних картах и схемах, был «условным» или «предполагаемым», в данном исследовании впервые получены инструментальные геохронологические данные.

Палинологические исследования по породам разреза также проведены впервые. Образцы отбирались из внутрiformационных терригенных пород вулканогенной толщи, туффитов и туфов. Породы доюрского основания на изученной площади разбурены до глубины 550 м и перекрыты осадочным чехлом мощностью 2430–2700 м.

Результаты и их обсуждение

В пределах изучаемого района выделено три структурно-формационные зоны — центральная вулканогенная (I), южная (II) и северная (III) метаморфические (рис. 1). Зоны, представляющие три террейна, различаются комплексом и возрастом пород и соответственно имеют разную геологическую историю развития. Границы выделяемых зон тектонические и трассируются телами хлоритизированных базальтов и слабоизмененных трахиандезитобазальтов.

В результате минерального и петролого-геохимического изучения автор статьи установили, что трахиандезитобазальты образовались за счет плавления пород южного метаморфического и центрального блоков. Бескорневой характер трахиандезитобазальтовых тел также выявлен при интерпретации данных гравимагнитной съемки, что подтверждает

их образование в результате очагового плавления пород, а не поступления расплава с глубины.

Центральная, наиболее изученная, зона сложена вулканогенными породами кислого и среднекислого состава — эффузивами риолитового, трахириолитового, трахириодацитового составов и их туфами, кластолавами, лавобрекчиями. На западной ее границе подсечено пластообразное тело эффузивов ультраосновного – основного состава (мощность изменяется от 13 до 80 м), сложенное базальтами и пикритобазальтами. В разрезе вулканогенной толщи терригенные отложения имеют мощность от 4 см до 50 м, но их объем во вскрытом разрезе не превышает 3 %.

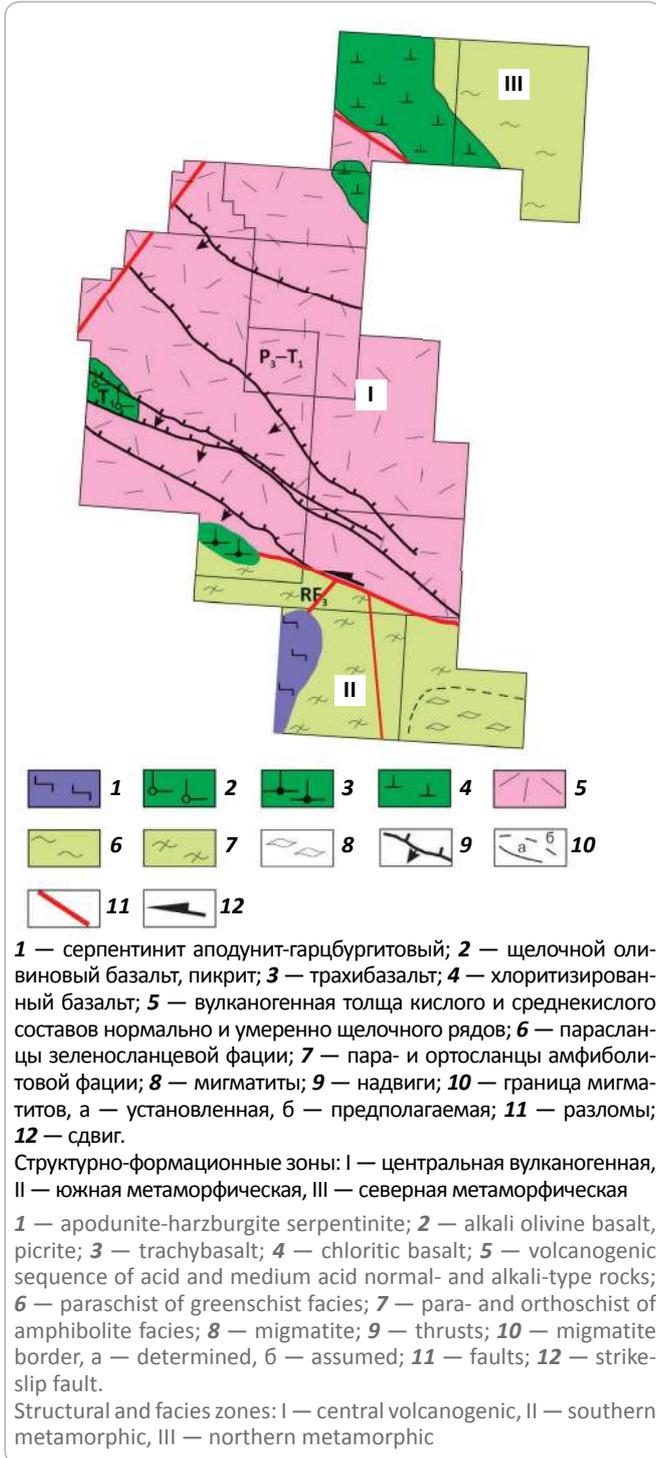
На геологических схемах предшественников кристаллический фундамент выделяемой центральной зоны представлен разновозрастными образованиями: средне-позднетриасовыми вулканогенно-осадочными породами туринской серии, вулканиты которой имеют основной состав; протерозойскими гнейсами и кварцитами; слюдястыми и кремнистыми сланцами протерозой-раннепалеозойского возраста.

Колонковое бурение и последующее исследование каменного материала с определением абсолютного возраста пород показало, что толща представлена, как отмечалось, кислыми вулканитами позднепермско-раннетриасового возраста, что принципиально расходится с существующими представлениями о геологическом строении фундамента данного участка.

Детальный анализ минерального, петрографического и геохимического состава вулканитов опубликован в работах [1–3].

На основе анализа данных по вещественному составу был сделан вывод о формировании вулканогенной толщи в переходных условиях, когда маг-

Рис. 1. Схема геологического строения доюрского основания северо-восточного обрамления Красноленинского свода
Fig. 1. Scheme of geological structure of pre-Jurassic basement in the north-eastern framing of the Krasnoleninsky anticlinal fold

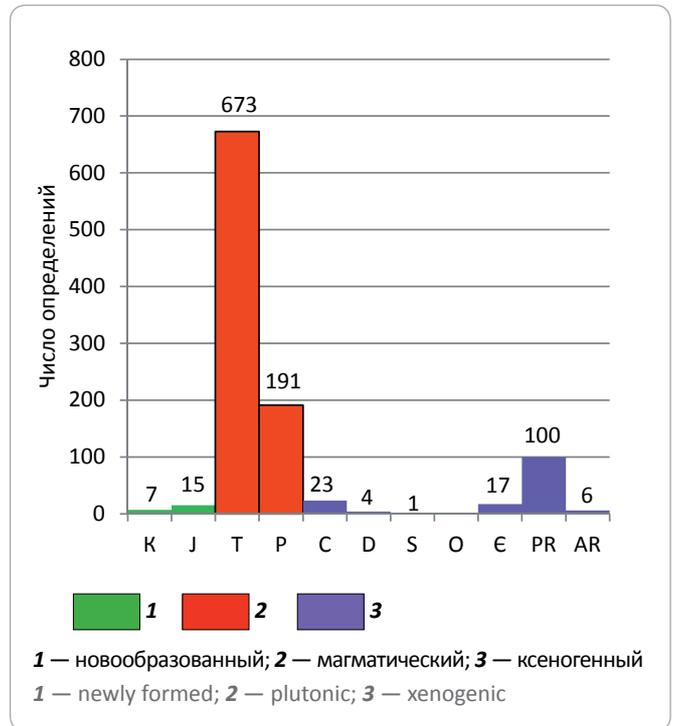


матиты образуются в зонах одновременного влияния континентальной и океанической литосферных плит, т. е. в режиме трансформной континентальной окраины [4–6].

Довольно однородный химический состав и песчрый по петрографическим типам пород разрез (че-

Рис. 2. Распределение возраста циркона разного генезиса из вулканитов центральной зоны (зона I)

Fig. 2. Age distribution for zircon of different genesis and volcanite in the central zone (Zone I)



редование в разрезе эффузивов, туфов, кластолав, лавобрекчий, туффитов, терригенных пород невыдержанной мощности), меняющийся от скважины к скважине, не позволяли выявить структурное строение изучаемой толщи. Определение абсолютно возраста по цирконам из образцов вулканитов, отобранных с разных глубин их распространения, выявило несоответствие полученных результатов существующим представлениям о возрасте пород, относимых к туринской серии, как средне-позднетриасовом, и свидетельствует о наличии в толще надвиговых структур. Строение вулканогенной толщи ранее представляли как согласно залегающие пласты вулканитов выдержанной мощности, выполняющих грабенообразную структуру (мощность пластов одинаковая в центральной и краевых частях!) [7].

Полученные датировки цирконов из кислых вулканитов имеют широкий временной интервал — от мела до архея (рис. 2). Время формирования вулканогенной толщи определяется интервалом 20 млн лет (от $246,4 \pm 3,5$ до $266,0 \pm 4,0$ млн лет), охватывающим позднюю пермь и ранний триас.

Наряду с определениями магматического циркона возраста от $246,4 \pm 3,5$ до $266,0 \pm 4,0$ млн лет, присутствуют цирконы с более древним и молодым возрастом иного генезиса. Возраст древних, ксеногенных цирконов варьирует от $273,2 \pm 4,4$ до 2889 млн лет (от ранней перми до мезоархея). Определения не единичные и повторяются в нескольких



FORMATION AND LOCATION OF OIL AND GAS POOLS

скважинах. Наиболее частыми являются датировки, относящиеся к позднему карбону, кембрию, среднему палеопротерозою и неоархею, что, вероятно, свидетельствует о формировании вулканогенной толщи при участии древней сиалической коры, возраст консолидации которой соответствует докембрийской складчатости.

Количество новообразованных цирконов значительно меньше, чем ксеногенных. Возраст таких цирконов охватывает интервал от 92 до $239,4 \pm 3,3$ млн лет (поздний мел – средний триас) и фиксирует время тектонической активизации данного участка на ортоплатформенном этапе развития Западной Сибири.

Большинство датировок приходится на раннюю юру (от $176 \pm 4,1$ до 195 млн лет) и ранний мел (от $120,1 \pm 6,3$ до $135,7 \pm 2,5$ млн лет), свидетельствуя о том, что это были наиболее интенсивные этапы активизации для изучаемого участка фундамента.

Эти данные совпадают с двумя из пяти установленных этапов эндогенной активизации Западно-Сибирской платформы [8]. Цирконы с возрастом $154,2 \pm 2,2$ млн лет (поздняя юра) и от $225,3 \pm 2,1$ до $239,4 \pm 3,3$ млн лет (средний – поздний триас) встречаются только в скважинах, пробуренных в зоне разлома, разделяющего вулканогенную толщу и южный метаморфический блок (зоны I, II), т. е. эти датировки соответствуют времени активизации именно данной сутурной зоны. О том, что по разлому происходили сдвиги и разлом является трансформным, свидетельствует следующее:

1. В разрезе среди раннетриасовых кислых вулканитов установлен позднеюрский песчаник (кимерид-волжский по палинологическим определениям);
2. В зоне разлома наблюдаются зеркала скольжения с вертикальной плоскостью и горизонтальными бороздами;
3. Отмечается метаморфизм вулканитов до амфиболитов на контакте с южным метаморфическим блоком (зона II);
4. Наличие бескорневых тел трахиандезитобазальтов по петрогеохимическим характеристикам схожих с вулканитами и метаморфическими породами.

Позднеюрская тектоногидротермальная активизация установлена и в центральных районах Западной Сибири, и на ее периферии (скв. Ляпинская-31) [9]. По мнению М.М. Буслова [10], сдвиги триас-юрского возраста завершают аккреционно-коллизийные процессы в фундаменте Западной Сибири. Но данные автора статьи свидетельствуют о том, что были и более поздние, меловые, активизации.

Абсолютный возраст эффузива, представленного щелочным оливиновым базальтом, который был отобран из пластообразного тела, подсеченного на западе участка, составил $249,5 \pm 3,1$ млн лет, т. е. излияния

ультраосновного – основного состава происходили в то же время, что и кислого.

Надвиговые структуры установлены по наблюдаемым инверсиям абсолютного возраста в разрезах скважин, развитию зон трещиноватости, брекчирования и зеркал скольжения, которые отмечены при документации керна. В ряде скважин выявлено несколько обратных возрастных отношений, т. е. разрез вскрыл «пакет» надвиговых пластин. Линии надвигов имеют северо-западное – юго-восточное направления и в целом субпараллельны друг другу и южной тектонической границе вулканогенного блока. Полученные данные свидетельствуют о широком развитии надвигов с образованием чешуйчато-надвиговой структуры, что привело к сокращению площади распространения вулканитов и увеличению мощности вулканогенной толщи. Ранее Е.А. Голубевой и В.Г. Криночкиным [7] был выделен триасовый (T_1 – T_3) рогожниковский сейсмокомплекс – «образования, выполняющие впадину в пределах Рогожниковской площади», подразделявшийся ими «по типу сейсмических отражений на три толщи: нижнюю, среднюю и верхнюю». По характеру отражающих горизонтов верхнюю толщу они делили на три пачки. Результаты настоящего исследования показывают, что наблюдающиеся сейсмические отражения, вероятно, фиксируют поверхности надвигов, широко развитых в толще вулканитов. Предполагаемая мощность толщи по сейсмическим данным составляет 2,5–3 км. Изначально мощность толщи была значительно больше, но породы длительное время (средний и почти полностью поздний триас) подвергались выветриванию и размыву, продукты выветривания сносились, в результате чего существенно уменьшилась ее первоначальная мощность. В кровле пород фундамента наблюдаются дезинтегрированные вулканиты мощностью 2–5 м. Участками они перекрыты конгломератобрекчиями мощностью до 3 м с обломками кислых эффузивов, на которых залегают породы осадочного чехла.

Южный метаморфический блок (зона II) сложен породами динамотермального метаморфизма средних температур, средних и высоких давлений, среди которых залегают тела серпентинитов, габбро-долеритов, имеющих тектонические контакты (см. рис. 1). Кристаллические сланцы представлены двуслюдяными, амфиболовыми, биотит-амфиболовыми, пироксен-амфиболовыми, кварц-полевошпатовыми сланцами. Присутствуют амфиболиты и гнейсы двуслюдяного и кварц-полевошпатового состава, гранатые гнейсы. Метаморфические породы сменяются по разрезу в разном порядке. В зонах повышенной проницаемости развиты хлоритовые сланцы. Разрез максимально вскрыт на глубине 365 м. По макро- и микроисследованиям установлено, что в основном метаморфиты представлены параметаморфитами, в которые внедрены

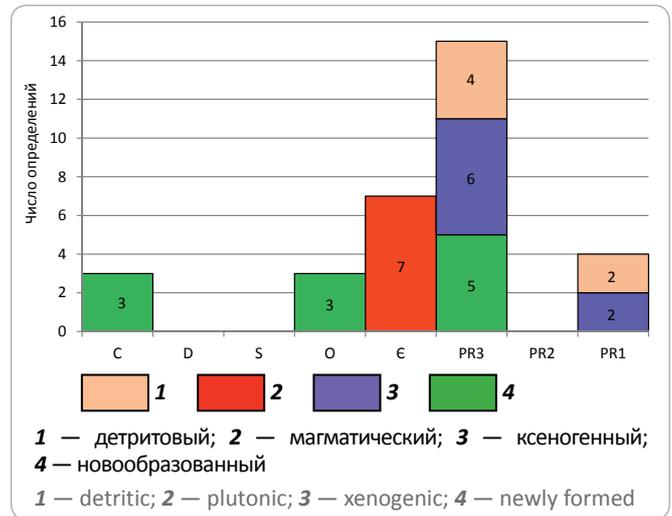
маломощные тела эффузивов, преобразовавшиеся в ортометаморфиты. Полосчатая и сланцеватая текстуры, совпадающие по ориентировке, имеют угол падения 30–45°, редко составляя 70–90°. Серпентиниты образовались по дунит-гарцбургитовым телам. В разрезах скважин они встречаются на разных глубинах по отношению к поверхности доюрского основания и слагают тела разной мощности — от 5 до 300 м. Выходящие на древнюю дневную поверхность серпентиниты изменены до доломит-магнезиальных метасоматитов. Тела габбро и габбро-долеритов, вероятно наиболее позднего образования, внедрение которых шло по разломам, не выходят на поверхность доюрского основания.

В кровле пород, слагающих метаморфический южный блок, развита кора выветривания. Полнота ее разреза на разных участках различная. В одних скважинах наблюдается 20–25-метровые интервалы, представленные каолиновым структурным элювием, переходящим в дезинтегрированные слабоизмененные метаморфические породы, сменяющиеся неизмененными породами. В других — породы осадочного чехла залегают на брекчированных метаморфитах. Также отмечаются отложения перемещенной коры выветривания мощностью от 10 до 29 м, представленные кварцевыми брекчиями и песчаниками, которые в настоящее время находятся на антиклинальных выступах фундамента. В то же время участки с дезинтегрированными метаморфитами располагаются гипсометрически ниже. Эти наблюдения доказывают блоковое строение структурно-формационной зоны II, отдельные блоки которой характеризуются разнонаправленной тектонической активностью.

При определении абсолютного возраста (исследовались образцы двуслюдяного сланца и гнейса) были выявлены цирконы разного возраста и генезиса — новообразованные, магматические, ксеногенные и детритовые (рис. 3). Возраст ксеногенных и детритовых цирконов более 630 млн лет (от 630 ± 40 до 2500 ± 40 млн лет). В то же время несколько цирконов магматического происхождения в ортометаморфитах датированы $496,9 \pm 6,3$ млн лет, что соответствует позднему кембрию — времени проявления каледонской складчатости. Новообразованные цирконы имеют датировки 300 ± 50 ; 470 ± 20 и 630 ± 10 млн лет, которые автор статьи интерпретирует как возраст проявления метаморфических преобразований пород. Датировка 630 ± 10 млн лет, вероятно, отражает время раннего метаморфизма, соответствующего времени проявления байкальской складчатости, и именно это время можно считать временем консолидации блока описываемых пород. Эти данные свидетельствуют о присутствии в фундаменте Западной Сибири докембрийских пород, наличие которых считалось недоказанным — «одним из главных нерешенных вопросов геологии фундамента Западной

Рис. 3. Распределение датировок цирконов разного генезиса из метаморфических пород южной зоны (зона II)

Fig. 3. Dating distribution for zircon of different genesis from metamorphic rocks in the southern zone (Zone II)



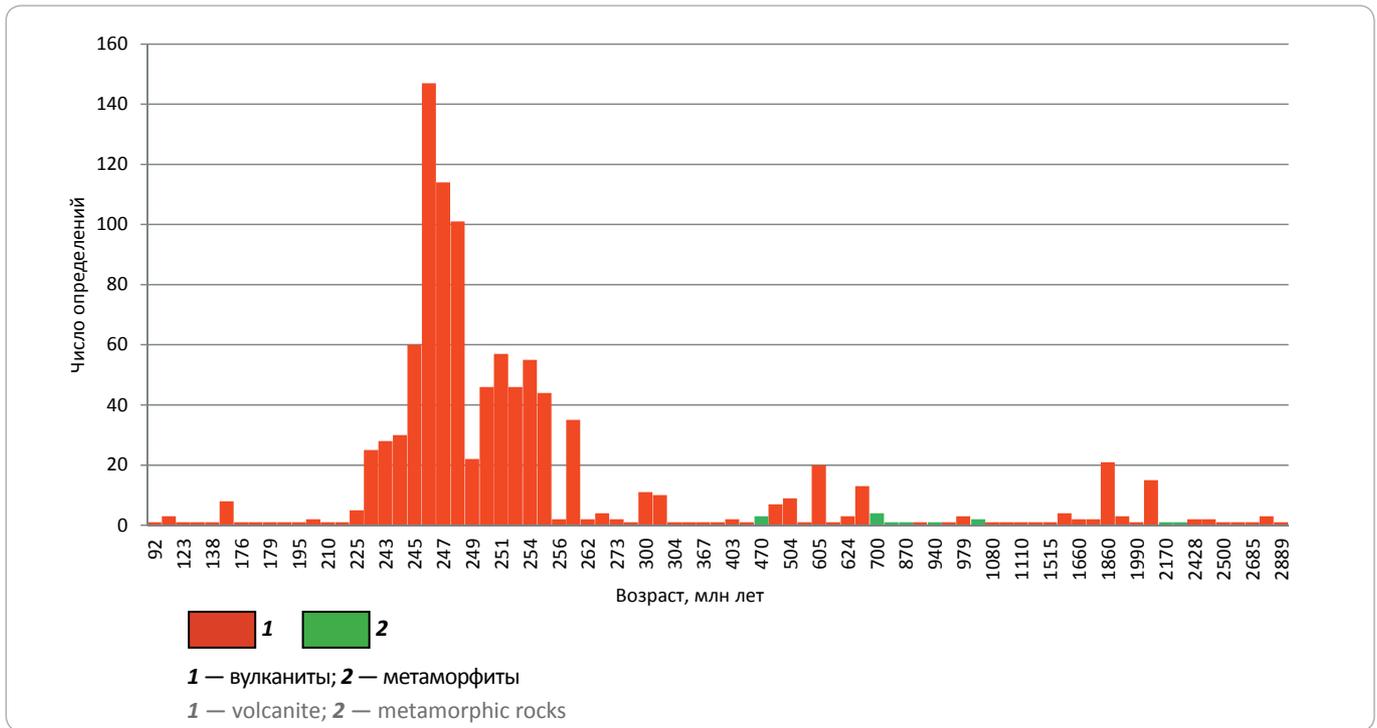
Сибири является проблема объема и даже вообще наличия докембрийских образований в доюрском основании плиты, особенно ее западной половины» [11]. Возраст 470 ± 20 млн лет, скорее всего, связан с зафиксированным на данной площади магматизмом. Гранитоиды близкого возраста ($430\text{--}470$ млн лет) выявлены на Нялинской площади [12], что, по мнению исследователей, «доказывает присутствие алтаид (казахстанид) в фундаменте Западной Сибири». Последняя тектоническая активизация блока, отраженная в изученных цирконах, проявилась на границе карбона и перми (300 ± 50 млн лет). Метаморфизм, датированный $280\text{--}300$ млн лет, также установлен для пород в Шаимском районе [8], но протолит там значительно моложе ($358\text{--}395$ млн лет).

Сравнение датировок цирконов из вулканитов и метаморфитов (рис. 4) показывает, что данные выборки разные, т. е. южный метаморфический блок не участвовал в формировании вулканогенной толщи.

Отличительной особенностью разреза северного метаморфического блока (зона III) является широкое развитие метаморфических пород зеленосланцевой и эпидот-амфиболитовой фаций, т. е. пород более низкотемпературного метаморфизма, чем в южной метаморфической зоне (зона II). В кровле фундамента отдельных скважин вскрыты миндалекаменные хлоритизированные базальты афировые с шальштейновой структурой, свидетельствующей об образовании базальтов при подводном излиянии, и габбро-долериты. Породы фундамента максимально вскрыты на 210 м.

В зоне разлома, являющегося границей вулканогенной и северной метаморфической зоны, отмечаются породы амфиболитовой фации и метасоматиты. Здесь наблюдаются зеркала скольжения (субвертикальные и под углом 45°), чередуются интервалы, сложенные метаморфическими породами

FORMATION AND LOCATION OF OIL AND GAS POOLS

Рис. 4. Распределение датировок цирконов разного генезиса из вулканитов (зона I) и метаморфических пород (зона II)**Fig. 4.** Dating distribution for zircon of different genesis from volcanite (Zone I) and metamorphic rocks in the southern zone (Zone II)

и эффузивами, аналогичными вулканитам центральной зоны, с субвертикальным направлением плоскостности в сланцах и флюиальности в магматитах. Все контакты между метаморфитами и эффузивами тектонические.

Кора выветривания по метаморфитам северного блока развита незначительно: в верхней части наблюдаются только брекчированные, слабовыветрелые породы мощностью до 1,5 м, по базальтам кора выветривания не отмечается.

Исследование абсолютного возраста пород этого блока не проводилось, но макро- и микроисследования показали, что они кардинально отличаются от пород южного метаморфического блока, что косвенно свидетельствует об ином возрасте их образования. Время формирования пород северного блока исследователи относят к палеозою: В.Г. Криночкин — к раннему и среднему, В.С. Сурков — к среднему. По геофизическим данным здесь предполагается наличие карбонатных образований (Сурков В.С., 1998), но результаты бурения не подтверждают их присутствие.

Выводы

По изложенным результатам изучения пород доюрского основания можно сделать следующие основные выводы:

1. Выделяются три структурно-формационные зоны, различающиеся составом, строением и возрастом слагающих их пород — вулканогенная и две метаморфические, имеющие свою историю геологического

развития и представляющие отдельные блоки — террейны, границами которых являются региональные разломы.

2. Состав пород, слагающих центральную зону, соответствует кислым, а не основным вулканитам, как считалось ранее.

3. Установлено, что формирование вулканогенной толщи происходило при участии древней сиалической коры в период от $246,4 \pm 3,5$ до $266,0 \pm 4,0$ млн лет, а породы южного метаморфического блока к ней не относятся.

4. В вулканогенной толще широко развиты чешуйчатые надвиги. Линии надвигов имеют северо-западное — юго-восточное направление и субпараллельны южной тектонической границе вулканогенного блока.

5. Геодинамическая обстановка образования вулканогенной толщи отвечает условиям трансформной континентальной окраины. Поэтому остается вопрос о правомерности отнесения толщи к промежуточному комплексу доюрского основания.

6. Возраст метаморфических пород, которые слагают южную метаморфическую зону (зона II), — 630 ± 10 млн лет, что доказывает присутствие в фундаменте обрамления Красноленинского свода докембрийских пород, наличие которых считалось не доказанным.

7. Полнота профиля коры выветривания в выделенных структурно-формационных зонах различная. Она неравномерно развита и в пределах зон, что свидетельствует о разном временном интервале воздей-

ствия процессов выветривания и пенефленизации. Вскрытые перемещенные коры выветривания на выступах фундамента и отсутствие коры выветривания в понижениях современного рельефа кровли фундамента южного метаморфического блока (зона II) указывают на его блоковое строение. Отдельные локальные

блоки имеют разную тектоническую активность. На основании проведенного комплексного изучения составлена новая среднемасштабная геологическая схема строения доюрского основания северо-восточного обрамления Красноленинского свода, существенно уточняющая карты и схемы предшественников.

Литература

1. Шадрина С.В. Вулканы Рогожниковского лицензионного участка (западное обрамление Западно-Сибирской геосинеклизы) // Материалы Всероссийской петрографической конференции «Петрология магматических и метаморфических комплексов» (Томск, 25–28 ноября 2009 г.). – Томск: Изд-во Томского ЦНТИ, 2009. – Вып. 7. – С. 325–327.
2. Шадрина С.В., Крицкий И.Л. Геодинамические обстановки древних континентальных окраин, возможность их диагностики и реконструкции (Западная Сибирь) // Всерос. конф. по глубинному генезису нефти (1-е Кудрявцевские чтения) (Москва, ЦГЭ, 22–25 октября 2012 г.). – М.: 2012.
3. Шадрина С.В., Крицкий И.Л. Формирование коллекторов в вулканогенных породах под влиянием гидротермальных растворов // Нефтяное хозяйство. – 2012. – № 8. – С. 18–21.
4. Pearce J.A., Parkinson I.J. Trace element model for mantle melting: Application to volcanic arc petrogenesis. *Geol. Soc. London, Spec. Publ.* 1993;76(1):373–403.
5. Hasttie A.R., Kerr A.C., Pearce J.A., Mitchell S.F. Classification of Altered Volcanic Island Arc Rocks using Immobile Trace Elements: Development of the Th-Co Discrimination Diagram. *J. Petrol.* 2007;48:2341–2357.
6. Chen X., Liangshu Shu, Santosh M., Xixi Zhao. Island arc-type bimodal magmatism in the eastern Tianshan Belt, Northwest China: Geochemistry, zircon U-Pb geochronology and implications for the Paleozoic crustal evolution in Central Asia. *Lithos.* 2013;168–169:48–66.
7. Голубева Е.А., Криночкин В.Г. Сейсмогеологическое строение доюрского основания Рогожниковской площади // Вестник недропользователя ХМАО. – 2001. – № 6. – С. 36–45.
8. Федоров Ю.Н., Криночкин В.Г., Иванов К.С. и др. Этапы тектонической активизации Западно-Сибирской платформы (по данным К-Аг метода датирования) // ДАН. – 2004. – Т. 397. – № 2. – С. 239–242.
9. Бочкарев В.С., Брехунцов А.М., Курчиков А.Р. Новые аспекты нефтеобразования и геодинамики в свете изотопно-геохимических исследований цирконов на примере Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции // Горные ведомости. – 2010. – № 6. – С. 32–42.
10. Буслов М.М. Тектоническое районирование и геодинамика вендско-палеозойских складчатых поясов Центральной Азии и фундамента Западно-Сибирского осадочного бассейна // Материалы Всероссийской научной конференции с участием иностранных ученых «Фундамент, структуры обрамления Западно-Сибирского мезозойско-кайнозойского осадочного бассейна, их геодинамическая эволюция и проблемы нефтегазоносности» (Тюмень, 29 сентября – 2 октября 2008 г.). – Новосибирск: Изд-во Параллель, 2008. – С. 32–35.
11. Иванов К.С., Ерохин Ю.В., Писецкий В.Б. и др. Новые данные о строении фундамента Западно-Сибирской плиты // Литосфера. – 2012. – № 4. – С. 91–106.
12. Иванов К.С., Ерохин Ю.В., Федоров Ю.Н. О возрасте гранитоидов Нялинской площади фундамента Западной Сибири // Тр. ИГГ УрО РАН. Ежегодник-2011. – 2012. – Вып. 159. – С. 207–210.

References

1. Shadrina S.V. Volcanites of Rogozhnikovsky License Area (western margins of the West Siberian geosyncline) Materialy Vserossiiskoi petrograficheskoi konferentsii «Petrologiya magmaticheskikh i metamorficheskikh kompleksov» (Tomsk, 25–28 November 2009). – Tomsk: Izd-vo Tomskogo TSNTI; 2009. Issue 7. pp. 325–327.
2. Shadrina S.V., Kritskiy I.L. Geodynamic settings of ancient continental margins, problems of their diagnostics and reconstruction (Western Siberia). Vseros. konf. po glubinnomu genezisu nefiti (1 Kudryavtsevskie chteniya) (Moscow, TSGE, 22–25 Oktober, 2012). Moscow; 2012.
3. Shadrina S.V., Kritskiy I.L. The formation of volcanogenic reservoir by hydrothermal fluid. *Neftyanoe khozyaistvo.* 2012;(8):18–21.
4. Pearce J.A., Parkinson I.J. Trace element model for mantle melting: Application to volcanic arc petrogenesis. *Geol. Soc. London, Spec. Publ.* 1993;76(1):373–403.
5. Hasttie A.R., Kerr A.C., Pearce J.A., Mitchell S.F. Classification of Altered Volcanic Island Arc Rocks using Immobile Trace Elements: Development of the Th-Co Discrimination Diagram. *J. Petrol.* 2007;48:2341–2357.
6. Chen X., Liangshu Shu, Santosh M., Xixi Zhao. Island arc-type bimodal magmatism in the eastern Tianshan Belt, Northwest China: Geochemistry, zircon U-Pb geochronology and implications for the Paleozoic crustal evolution in Central Asia. *Lithos.* 2013;168–169:48–66.
7. Golubeva E.A., Krinochkin V.G. Geoseismic structure of pre-Jurassic basement in Rogozhnikovsky area. *Vestnik nedropol'zovatelya Khanty-Mansiiskogo Avtonomnogo Okruga.* 2001;(6):36–45.
8. Fedorov Yu.N., Krinochkin V.G., Ivanov K.S., Krasnobaev A.A., Kaleganov B.A. Stages of tectonic reactivation of the West Siberian platform (based on K-Ar dating). *Doklady Earth Sciences.* 2004;397(5):628–631.
9. Bockharen V.S., Brekhunsov A.M., Kurchikov A.R. New aspects of oil generation and geodynamics in view of isotope and geochemical studies of zircon by the example of West Siberian petroleum province. *Gornye vedomosti.* 2010;(6):32–42.
10. Buslov M.M. Tectonic zoning and geodynamics of the Central Asian Vendian-Palaeozoic fold belts and West Siberian sedimentary basin. *Materialy Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii s uchastiem inostrannykh uchenykh «Fundament, struktury obramleniya Zapadno-Sibirskogo mezozoisko-kainozoiskogo osadochnogo basseina, ikh geodinamicheskaya evolyutsiya i problemy neftegazonosnosti» (Tyumen', September, 29 – Oktober, 2, 2008).* – Novosibirsk: Izd-vo Parallel', 2008. pp. 32–35.
11. Ivanov K.S., Erokhin Yu.V., Pisetskii V.B. et al. New data of the West Siberian plate's basement structure. *Lithosphere.* 2012;(4):91–106.
12. Ivanov K.S., Erokhin Yu.V., Fedorov Yu.N. Age of West Siberian basement granitoids in the Nyalinsky area. *Trudy IGGUrO RAN. Ezhegodnik-2011.* 2012. Issue 159. pp. 207–210.