

3. Kamaletdinov M.A., Kazantseva T.T., Kazantsev Yu.V. O kharaktere zaleganiya nekotorykh vykhodov rifogennykh izvestnyakov nizhnego i srednego paleozoya na Yuzhnom Urале [On the pattern of occurrence of some outcrops of Lower and Middle Paleozoic reef limestones in the South Urals]. Doklady Akademii nauk SSSR – Reports of the USSR Academy of Sciences, 1969, vol. 188, no 3, pp. 641–644. (In Russian).
4. Buchkovsky E.S. K geologii Bayguskarovskogo ultraosnovnogo massiva v svyazi s ego rudonostyu [On geology of the Bayguskarovo ultrabasic massif in connection with its ore potential]. Materialy po geologii i poleznym iskopaemym Yuzhnogo Urала [Materials on geology and minerals of the South Urals]. Moscow, Gosgeolizdat, 1962, vol. 3, pp. 148–158. (In Russian).
5. Kazantsev Yu.V., Kazantseva T.T. O metodike kartirovaniya dislokatsiy gorizontalnogo szhatiya [On the method of mapping horizontal compression dislocations]. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Geologiya i razvedka – Bulletin of Higher Educational Institutions. Geology and Exploration, 1990, no 1, pp. 113–121. (In Russian).
6. Shkuropat B.A., Borisova V.A. «Pustye» gornye porody i promyshlennyye otkhody – istochniki mineralnogo syrya blizhayshego budushchego [«Empty» rocks and industrial waste as sources of mineral raw materials in the nearest future]. Geologiya. Izvestiya otdeleniya nauk o Zemle i ekologii – Geology. Bulletin of the Department of Earth and Ecology Sciences, 1998, no. 3, pp. 143–149. (In Russian).

УДК 622.276

DOI: 10.24411/1728-5283-2019-10202

## ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ ФУНДАМЕНТА ЮЖНО-ТАТАРСКОГО СВОДА

© **Н.Б. Амельченко**,  
главный специалист,  
РН-БашНИПинефть,  
86/1, ул. Ленина,  
450006, г. Уфа,  
Российская Федерация,  
эл. почта: AmelchenkoNB@bashneft.ru

© **Р.В. Ахметзянов**,  
начальник управления,  
РН-БашНИПинефть,  
86/1, ул. Ленина,  
450006, г. Уфа,  
Российская Федерация,  
эл. почта: AkhmetzjanovRV@bashneft.ru

В статье рассмотрены особенности строения коры выветривания фундамента и связанные с ней перспективы нефтепоисковых работ на северо-восточном склоне Южно-Татарского свода. Изучение данной геологической формации было затруднено незначительным отбором керна. Ранее проведенными исследованиями на основании сопоставления каменного материала и данных промысловой геофизики были предложены каротажные признаки, отражающие стадийность физических и геохимических изменений материнских пород под действием гипергенных факторов. Определен вертикальный профиль коры выветривания фундамента Южно-Татарского свода, в котором над материнскими породами (зона «А») снизу вверх выделены 4 зоны («Б», «В», «Г» и «Д»). Использование выявленных каротажных характеристик позволило установить выветрелые кристаллические породы в 340 скважинах. В большинстве разрезов кора выветривания представлена двумя зонами: нижней – зоной начальной дезинтеграции «Б» и верхней – зоной продолжения дезинтеграции и начального разложения «В». Верхние зоны вертикального профиля подверглись размыву, поэтому встречены в единичных скважинах. Построена карта суммарных толщин зон «Б»+«В», на которой кора выветривания представлена линейно-площадным и линейно-трещинным типами. Возраст ее зависит от перекрывающих осадков и на исследуемой территории определяется как додевонский, довендский и дорифейский. В зонах «Б» и «В», в зависимости от степени изменения пород выветриванием, в строении емкостного пространства коллекторов предполагаются различные соотношения трещинной, каверновой и пористой составляющих. Зона «Г» и глинистые

прослои старопетровской свиты венда не имеют повсеместного распространения и могут служить покрывкой залежей УВ только на локальных участках. Перспективы нефтегазопоисковых работ связаны, прежде всего, с областями развития коры выветривания дорифейского возраста в пределах западной прибортовой зоны Камско-Бельского авлакогена, где поверхность фундамента залегает на глубинах 3–3,5 км.

Ключевые слова: Южно-Татарский свод, фундамент, кристаллические породы, кора выветривания, гипергенез

© N.B. Amelchenko, R.V. Akhmetzyanov

## STRUCTURAL FEATURES AND WEATHERING CRUST POTENTIAL OF THE SOUTH-TATAR ARCH BASEMENT

RN-BashNIPIneft  
86/1, ulitsa Lenina  
450006, Ufa, Russian Federation,  
e-mail: AmelchenkoNB@bashneft.ru,  
AkhmetzyanovRV@bashneft.ru

The paper considers structural weathering crust features of the South Tatar Arch basement and associated exploration prospects on its north-eastern slope. The study of this geological unit was impeded by insignificant core sampling. The previously performed studies have revealed some logging markers through comparison of rock material and well log data. They reflect physical and geochemical stage-like changes in the parent rocks under the influence of hypergenic factors. The cross section in the weathering crust of the South Tatar Arch basement has been determined. There are 4 zones («B», «C», «D» and «E») identified in the ascending order above the parent rocks (zone «A»). This has allowed us to find weathered crystalline rocks in 340 wells using their logging characteristics. In most of the sections the weathering crust is represented by two zones. The lower one is the initial disintegration zone «B» and the upper one is the zone of continued disintegration and initial decomposition «C». The upper zones of the cross section have been eroded and, therefore, can be encountered in a scarce number of wells. An overall thickness map of the «B» and «C» zones has been constructed, in which the weathering crust is represented by linear-areal and linear-fractured types. Its age depends on overlapping sediments and is defined as Pre-Devonian, Pre-Vendian and Pre-Riphean within the area in question. The structure of the reservoir void space in the «B» and «C» zones suggests different ratios of fractured, cavernous and porous components depending on the degree of weathering. The «D» zone and clay interbeds of the Staropetrovsky Formation are not widely spread and can serve as a seal for hydrocarbon deposits only in local areas. Exploration prospects are primarily related to the areas of Pre-Riphean weathering crust development within the western marginal zone of the Kama-Belaya Aulacogen, where the basement surface lies at depths of 3 to 3,5 km.

Key words: South-Tatar Arch, basement, crystalline rocks, weathering crust, hypergenesis





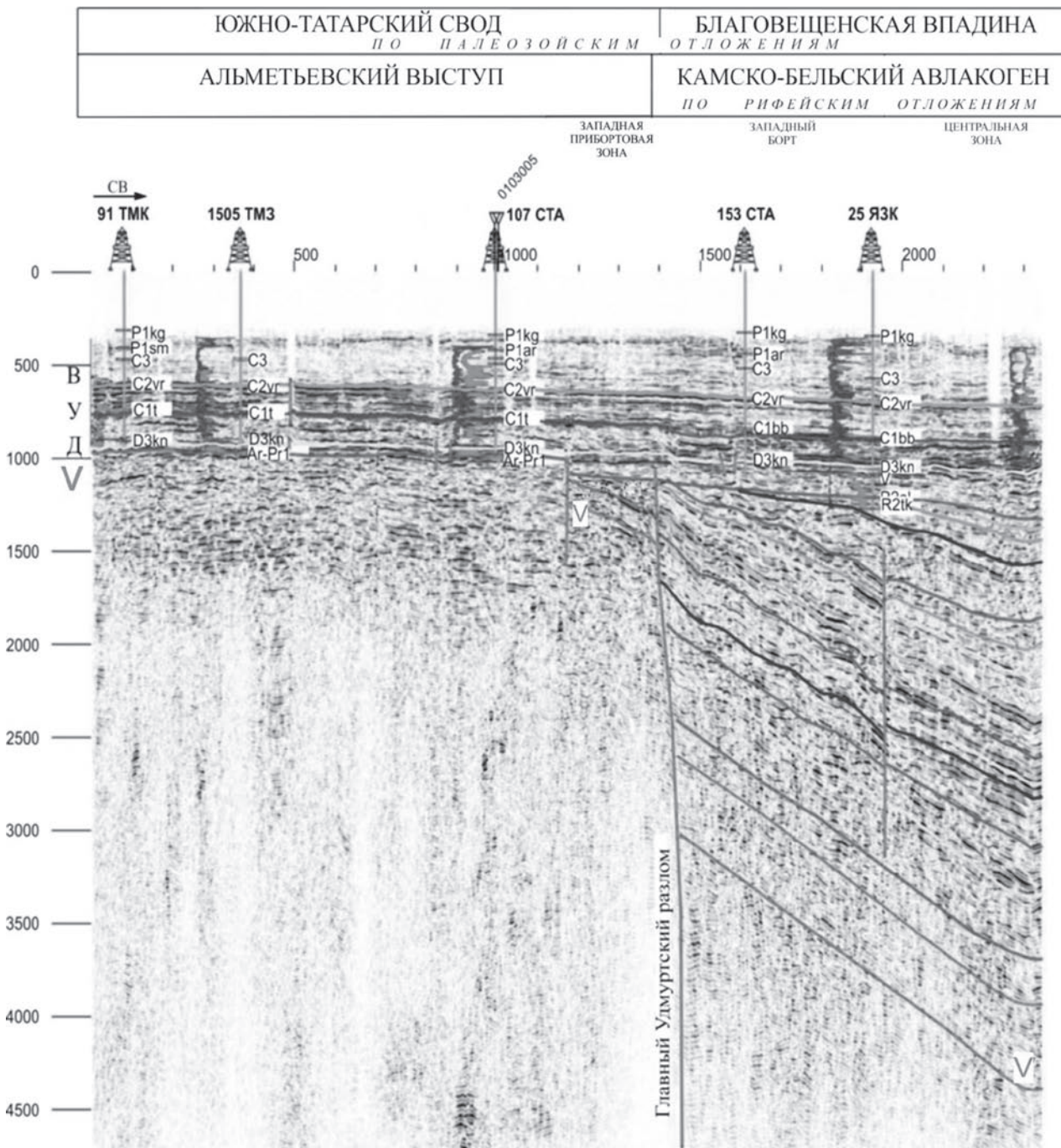


Рис. 1 – Фрагмент регионального сейсмопрофиля № 2.

Изучение кернового материала показало, что в вещественном составе верхней части фундамента преобладают биотитовые плагиогнейсы и гранито-гнейсы. Они содержат от 67,47 до 73,70 мас. % кремнезема и относятся к кислым породам, по которым в процессе гипергенного разложения развиваются гидрослюда и каолинит [3].

Присутствие КВ в разрезах некоторых пробуренных здесь скважин впервые было отмечено еще на рубеже 40–50-х гг. прошлого века. Первоначально выветрелые породы фундамента (так называемая «чеканская свита») геологами принимались за осадки живетского яруса среднего девона, либо за более древние добавлинские образования.

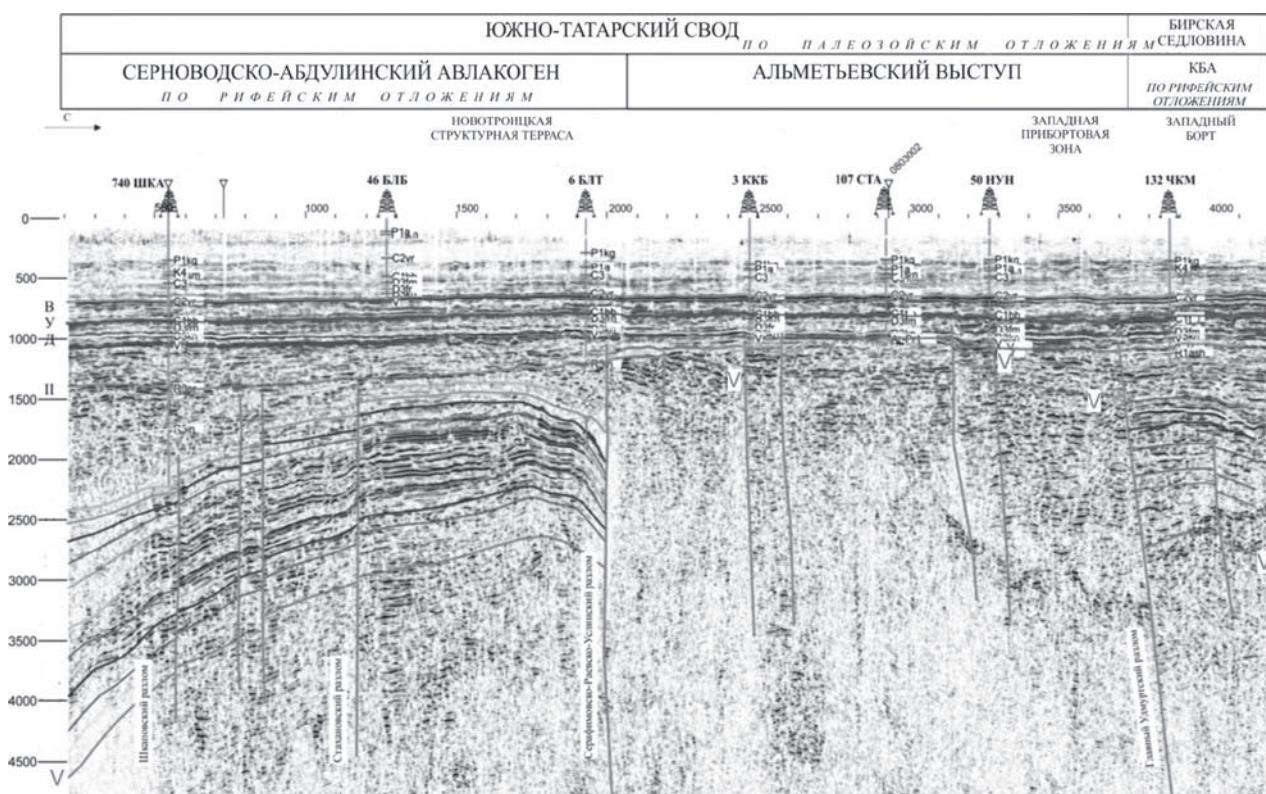


Рис. 2 – Фрагмент регионального сейсмопрофиля № 5.

И только К.Р. Тимергазиным было доказано генетическое родство пород скаполито-хлоритового состава с подстилающими биотитовыми гнейсами [4]. Несмотря на то, что преобразованные гипергенным воздействием кристаллические породы представляют потенциальный коллектор, в РБ до настоящего времени они не были объектом специальных исследований, чему немало способствовал незначительный отбор керна из данного интервала разреза.

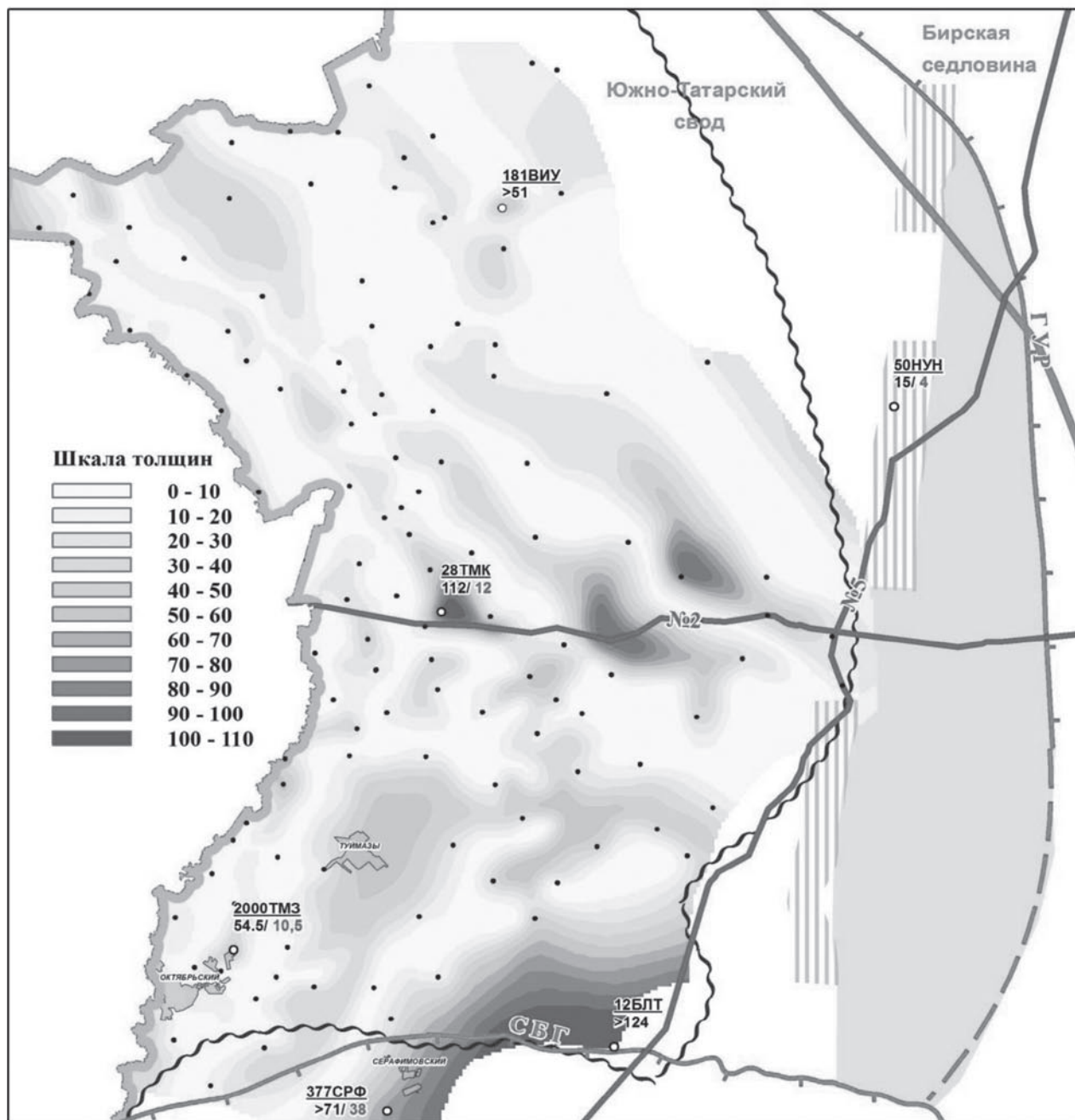
Поскольку слабая освещенность коры выветривания керном не дает даже общего представления о ее строении по разрезу, нами была рассмотрена возможность выделения ее в скважинах по материалам промысловой геофизики. Если диаграммы ГИС отражают петрофизические и петрохимические особенности разреза, то существует возможность выделения по каротажу интервалов с различной степенью разуплотнения, механического состояния породы и, отчасти, ее химического преобразования. В работе [5] вы-

делены каротажные фации, соответствующие как неизменным материнским породам, так и последовательно сменяющим друг друга зонам коры выветривания доюрского основания Западно-Сибирской плиты. Используя предложенные признаки (и индексацию зон), нами предпринята попытка охарактеризовать по ГИС зоны вертикального профиля КВ фундамента на примере параметрических скважин 50 НУН и 2000 ТМЗ, наиболее освещенных керном. На основании сопоставления каменного материала и данных ГИС построен вертикальный профиль КВ фундамента ЮТС, в котором снизу вверх прослежены зоны последовательного изменения кристаллических пород под действием гипергенных факторов от начальной дезинтеграции исходного субстрата до конечных продуктов его разложения и намечены их каротажные характеристики [6].

Использование выявленных каротажных признаков позволило выделить кору выветривания (в объеме одной или нескольких зон)







2000ТМЗ 54,5/10,5 №2 номер скважины, площадь, толщина зон "Б"+ "В"/"Г", м

№2 региональные сейсмические профили

западная граница развития отложений:

рифей

венда

зона Нефтекамско-Софиевского разлома, выявленного аэромагниторазведкой

разломы, установленные бурением и сейсморазведкой

разломы предполагаемые

СВГ Серафимовско-Балтаевский грабен

Гур Главный Удмуртский разлом

зона, перспективная на поиски УВ

Рис. 3 – Карта толщин зон «Б»+«В».

Примечание: Сетка скважин разрежена

На карте суммарных толщин зон «Б»+«В» с запада на восток наблюдается чередование извилистых рукавообразных полос линейно-площадной КВ (ее толщина не более 10 м) с

такими же вытянутыми узкими участками северо-западного простирания, имеющими увеличенную толщину гипергенно измененных пород – линейно-трещинный тип (Рис. 3).

Формирование КВ линейно-площадного типа происходило на относительно выровненных и слабо расчлененных участках со слабым промывным режимом.

В осевых частях долгоживущих разломов (скв. 12 БЛТ) и на контакте пород различного петрографического состава (скв. 28 ТМК) развивалась КВ линейно-трещинного типа, толщина которой в отдельных случаях превышает 124 м. Аномальная трещиноватость, отмеченная в тектонически разуплотненных зонах, не только способствует проникновению агентов гипергенеза на значительную глубину, но и обеспечивает участие в формировании нижней части КВ гидротермальных растворов. На склонах пенепленизированных участков, отличающихся интенсивным дренажом, толщина КВ составляет 11–25 м.

Рассматривая перспективы нефтегазонасности КВ кристаллических пород фундамента ЮТС отметим, что в качестве потенциально продуктивных предполагаются зоны «Б» и «В».

Для верхней части зоны «В», сложенной, в основном, мелкообломочным материалом, вероятны поровый и порово-каверновый типы коллекторов. По данным [8] в отдельных образцах из коры выветривания ЮТС пористость составляет 15–23%.

В пределах северного борга Днепровско-Донецкого авлакогена (ДДА), где КВ докембрийского фундамента толщиной 3–87 м регионально нефтегазонасна, пористость в продуктивных интервалах изменяется от 9 до 19%; эффективная газонасыщенная толщина достигает 20 м, а дебиты газа – до 500 тыс. м. 3/сут. [9].

В нижней части зоны «В» и зоне «Б» предполагаются каверново-трещинные коллекторы. Фильтрационные свойства определяются трещинами, соединяющими зоны повышенной пустотности. При значительной проработанности материала в емкостном пространстве возможно присутствие пористой составляющей.

На Юлиевском и Хухринском месторождениях (ДДА) крышкой для залежей нефти и газа в коре выветривания являются ее «зона глинизации» и глинистые породы подошвы осадочного чехла. На исследуемой территории зона «Г» не имеет повсеместного распространения, но в отдельных скважинах ее толщина превышает 10 м. Поэтому на локальных участках она может выполнять роль изолирующей пачки для возможных скоплений углеводородов в зонах «Б» и «В» коры выветривания даже додевонского возраста.

Согласно монографии [10], для довендской КВ крышками могут служить глинистые прослой старопетровской свиты; для дорифейской – доломито-мергельные отложения петнурской и терригенно-карбонатные – минаевской свиты нижнего рифея, глинисто-мергельные осадки базлыкской подсвиты приутовской свиты верхнего рифея. Однако в области картирования КВ довендского возраста по данным глубокого бурения комплекс венда имеет сокращенный объем и глинистые породы-крышки в его составе характеризуются локальным развитием.

Наибольшие перспективы нефтепоисковых работ связываем с дорифейской корой выветривания. Напомним, что исследуемая территория с северо-востока и востока ограничена Камско-Бельским, а на юге – Серноводско-Абдуллинским авлакогенами. Как и Днепровско-Донецкий, они выполнены толщей осадочных пород, мощность которых в центральной части впадин достигает 12 км; основную часть разреза составляют рифейские отложения. По данным следующей монографии [11], нефтегенерационным потенциалом обладают саузовская, арланская, ашитская подсвиты калтасинской, а также кубязинская подсвита кабаковской свиты нижнего рифея; акбердинская подсвита ольховской свиты среднего рифея; приутовская и шиханская свиты – верхнего. Образование данных толщ в бассейне седиментации происходило в восстановительных условиях, что способствовало накоплению сероцветных глинистых





3. Казанский Ю.П. Выветривание и его роль в осадконакоплении. М.: Наука, 1969. 130 с.
4. Тимергазин К.Р. О метаморфических породах фундамента платформы, вскрытых Чеканской скв. № 1 // Башкирская нефть. 1951. № 3. С. 8–14.
5. Сингаевский П.Е., Хафизов С.Ф. Формация коры выветривания в осадочном цикле Западно-Сибирского бассейна // Геология нефти и газа. 1999. № 11–12. С. 22–30.
6. Кора выветривания фундамента в параметрических скважинах 50 Новоурняк и 2000 Туймазы Южно-Татарского свода / Амеличченко Н.Б., Иванова Т.В., Иванов Д.И., Масагутов Р.Х. // Георесурсы. 2016. Т. 18. Ч. 2. № 3. С. 212–217.
7. Зоны коры выветривания архей-нижнепротерозойского основания Южно-Татарского свода и особенности их площадного развития / Амеличченко Н.Б., Масагутов Р.Х., Ахметзянов Р.В., Курбангалеева К.С // Георесурсы. 2017. Т. 19. Ч. 2. № 3. С. 264–271.
8. Лапинская Т.А., Журавлев Е.Г. Погребенная кора выветривания фундамента Волго-Уральской газонефтеносной провинции и ее геологическое значение. М.: Недра, 1967. 174 с.
9. Нефть и газ в докембрии Днепровско-Донецкого авлакогена / Чебаненко И.И., Краюшкин В.А., Ключко В.П., Евдоцук Н.И., Довжок Т.Е., Gladun V.V. // Геология нефти и газа. 2004. № 2. С. 27–36.
10. Масагутов Р.Х. Литолого-стратиграфическая характеристика и палеогеография позднего докембрия Башкирского Приуралья. М.: Недра, 2002. 223 с.
11. Масагутов Р.Х., Иванова Т.В., Иванов Д.И. Нафтидогенез и перспективы нефтегазоносности рифейских отложений платформенного Башкортостана. Уфа: Скиф, 2014. 160 с.
12. Поспелов В.В. Кристаллический фундамент: геолого-геофизические методы изучения коллекторского потенциала и нефтегазоносности. Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2005. 260 с.
13. Прогноз коллекторов трещинно-кавернозного типа по рассеянным сейсмическим волнам / Кремлев А.Н., Ерохин Г.Н., Стариков Л.Е., Зверев М.А. // Технологии сейсморазведки. 2008. № 3. С. 36–39.
14. Опыт использования поля рассеянных сейсмических волн для прогноза зон нефтегазоносности / Курьянов Ю.А., Кузнецов В.И., Кокшаров В.З., Смирнов В.Ю. // Технологии сейсморазведки. 2008. № 1. С. 60–69.

## REFERENCES

1. Timurziev A.I. Alternativy «slantsevogo» stsenariya razvitiya TEK Rossii na osnove glubinnoy paradigmy neftegazovoy geologii [Alternatives to the «shale» scenario of the Russian fuel and energy complex development based on the deep paradigm of oil and gas geology]. Geofizicheskii zhurnal – Geophysical Journal, 2018, vol. 40, pp. 133–154. (In Russian).
2. Muslimov R.Kh., Galdin N.E., Gvozd S.M. Kristallicheskiy fundament Tatarstana i problemy ego neftegasunosnosti [Crystalline basement of Tatarstan and its oil and gas potential]. R.Kh. Muslimov, T.A. Lapinskaya (eds). Kazan, Denta, 1996, 485 p. (In Russian).
3. Kazansky Yu.P. Vyvetrivaniye i ego rol v osadkonakoplenii [Weathering and its role in sedimentation]. Moscow, Nauka, 1969, 130 p. (In Russian).
4. Timergazin K.R. O metamorficheskikh porodakh fundamenta platformy, vskrytykh Chekanskoy skv. № 1 [On metamorphic rocks of the platform basement uncovered by Chekan well 1]. Bashkirskaya neft – Oil of Bashkiria, 1951, no. 3. pp. 8–14. (In Russian).
5. Syngaevsky P.E., Khafizov S.F. Formatsiya kory vyvetrivaniya v osadochnom tsikle Zapadno-Sibirskogo basseyna [Formation of weathering crust in the sedimentary cycle of the West Siberian basin]. Geologiya nefti i gaza – Geology of Oil and Gas, 1999, no. 11–12, pp. 22–30. (In Russian).
6. Amelchenko N.B., Ivanova T.V., Ivanov D.I., Masagutov R.Kh. Kora vyvetrivaniya fundamenta v parametriceskikh skvazhinakh 50 Novournyak i 2000 Tuymazy Yuzhno-Tatarskogo svoda [Weathering crust of the basement in parametric wells 50 Novournyak and 2000 Tuymazy of the South-Tatar Arch]. Georesursy – Georesources, 2016, vol. 18, pt. 2, no. 3, pp. 212–217. (In Russian).
7. Amelchenko N.B., Masagutov R.Kh., Akhmetzyanov R.V., Kurbangaleeva K.S. Zony kory vyvetrivaniya arkhey-nizhneproterozoyskogo osnovaniya Yuzhno-Tatarskogo svoda i osobennosti ikh ploshchadnogo razvitiya [Weathering zone of the Archean-Lower Proterozoic basement of the South-Tatar Arch and characteristics of their areal development]. Georesursy – Georesources, 2017, vol. 19, pt. 2, no. 3, pp. 264–271. (In Russian).
8. Lapinskaya T.A., Zhuravlev E.G. Pogrebennaya kora vyvetrivaniya fundamenta Volgo-Uralskoy gazoneftenosnoy provintsii i ee geologicheskoe znachenie [Buried weathering crust in the base-

- ment of the Volga-Ural gas-oil province and its geological significance]. Moscow, Nedra, 1967, 174 p. (In Russian).
9. Chebanenko I.I., Krayushkin V.A., Klochko V.P., Evdoshchuk N.I., Dovzhok T.E., Gladun V.V. Neft i gaz v dokembrii Dneprovsko-Donetskogo avlakogena [Precambrian oil and gas of the Dnieper-Donets Aulacogen]. Geologiya nefi i gaza – Geology of Oil and Gas, 2004, no. 2. pp. 27–36. (In Russian).
  10. Masagutov R.Kh. Litologo-stratigraficheskaya kharakteristika i paleogeografiya pozdnego dokembriya Bashkirskogo Priuralya [Lithological and stratigraphic characteristics and paleogeography of the Late Precambrian in the Bashkir Urals]. Moscow, Nedra, 2002, 223 p. (In Russian).
  11. Masagutov R.Kh., Ivanova T.V., Ivanov D.I. Naftidogenez i perspektivy neftegazonosnosti rifeyskikh otlozheniy platformennogo Bashkortostana [Naptide genesis and petroleum prospects of Riphean deposits of platform Bashkortostan]. Ufa, Skif, 2014, 160 p. (In Russian).
  12. Pospelov V.V. Kristallicheskiy fundament: geologo-geofizicheskie metody izucheniya kollektorskogo potentsiala i neftegazonosnosti [Crystalline basement: Geological and geophysical methods of studying the reservoir properties and oil potential]. Moscow, Izhevsk, Institut kompyuternykh issledovaniy, 2005, 260 p. (In Russian).
  13. Kremlev A.N., Erokhin G.N., Starikov L.E., Zverev M.A. Prognoz kollektorov treshchinno-kavernoznogo tipa po rasseyannym seismicheskim volnam [Forecast of fractured-cavernous type reservoirs by scattered seismic waves]. Tekhnologii seysmorazvedki – Seismic Technologies, 2008, no. 3. pp. 36–39. (In Russian).
  14. Kuryanov Yu.A., Kuznetsov V.I., Koksharov V.Z., Smirnov V.Yu. Opyt ispolzovaniya polya rasseyannykh seismicheskikh voln dlya prognoza zon neftegazonasyschennosti. [Experience in using the scattered seismic wave field to predict areas of oil-and-gas saturation]. Tekhnologii seysmorazvedki – Seismic Technologies, 2008, no 1, pp. 60–69. (In Russian).

УДК 553.43

DOI: 10.24411/1728-5283-2019-10203

## ВОЗНЕСЕНСКОЕ МЕДНО-ПОРФИРОВОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ (ЮЖНЫЙ УРАЛ): СТРУКТУРНЫЙ КОНТРОЛЬ ОРУДЕНЕНИЯ И ГЕОХИМИЯ ИНТРУЗИВНЫХ ПОРОД

© **С.Е. Знаменский**,  
доктор геолого-минералогических наук,  
заведующий лабораторией,  
Институт геологии,  
Уфимский федеральный  
исследовательский центр РАН,  
ул. К. Маркса, 16/2,  
450077, г. Уфа,  
Российская Федерация,  
эл. почта: Znamensky\_Sergey@mail.ru

© **Г.Т. Шафигуллина**,  
кандидат геолого-минералогических наук,  
старший научный сотрудник,  
Институт геологии,  
Уфимский федеральный  
исследовательский центр РАН,  
ул. К. Маркса, 16/2,  
450077, г. Уфа,  
Российская Федерация,  
эл. почта: shafigullina\_g@mail.ru

Выполнены структурные и геохимические исследования на Вознесенском медно-порфировом месторождении, расположенном в зоне Главного Уральского разлома на Южном Урале. Химический состав пород определялся с помощью силикатного анализа, рентгено-флуоресцентным методом на спектрометре VRA-30, а также методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой на квадрупольном масс-спектрометре ELAN 9000. Установлено, что медно-порфировая минерализация ассоциирует с дайками кварцевых диорит-порфиров, гранодиорит-порфиров и плагиогранит-порфиров, локализованными внутри Вознесенского габбро-диорит-диоритового массива (D<sub>1</sub>). Размещение рудоносных порфировых интрузий контролируется разрывами близмеридионального, северо-восточного и северо-западного простирания, образующими правосдвиговую зону. Роговообманковые габбро-диориты, диориты и гранодиориты, слагающие Вознесенский массив, и гранитоиды рудоносной дайковой серии по петрохимическим и геохимическим характеристикам близки между собой, что позволяет рассматривать их в качестве генетически родственных образований, представляющих собой разные фазы становления Вознесенской интрузии. По соотношениям Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O и SiO<sub>2</sub> они относятся к породам нормальной щелочности. На диаграмме (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O)–(FeO+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)–MgO