

МИНЕРАЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОРОВОЙ ФОРМАЦИИ ФУНДАМЕНТА ЮЖНО-ТАТАРСКОГО СВОДА

Работа посвящена актуальной проблеме – формированию кор выветривания на границе осадочного чехла и кристаллического фундамента Южно-Татарского свода. Рассмотрен механизм формирования тонкодисперсных минералов и особенности их распределения в зонах профиля выветривания.

Ключевые слова: коры выветривания, зоны дезинтеграции, цементации, выщелачивания, тонкодисперсные минералы, коррозия, агрегаты, кластеры, глинистые минералы.

Крупнейшие нефтяные месторождения Волго-Уральской нефтегазонасной провинции приурочены к нижним горизонтам палеозойских отложений, перекрывающих породы кристаллического фундамента. Роль последнего в закономерностях размещения месторождений этой провинции достаточно широко освещена, особенно с точки зрения флюидодинамической модели (Ситдикова, Изотов, 2006; Ситдикова, 2005; 2007). Между фундаментом и осадочным чехлом в пределах Волго-Уральского региона локализована специфическая формация – древние коры выветривания, занимающие четкое геодинамическое положение по периферии крупнейших сводовых поднятий региона (Ситдикова, 1999), их можно отнести к погребенному типу. В пределах Татарского свода, крупнейшей структуры региона, выделяются два поднятия: Южно-Татарский и Северо-Татарский, где коры выветривания фундамента в пределах сводов распространены повсеместно, время формирования которых – верхний протерозой – нижний палеозой.

Проведенные исследования вещества коровой формации по данным глубокого бурения свидетельствуют, что мощности кор выветривания в центральных возвышенных участках Южно-Татарского свода составляют 1-2 м (в среднем не превышают 5 м). В периферийных частях и понижениях фундамента, на склонах выступов мощности кор постепенно возрастают и могут достигать 20 – 25 м. Такая разница мощностей обусловлена интенсивным размывом кор выветривания в сводовых частях поднятий фундамента и последующим их переотложением в пониженные участки фундамента. Верхние горизонты коры выветривания оказались смыты в результате интенсивного размыва, и на слабо измененных породах фундамента залегают терригенные отложения девона и местами рифея (Лапинская, 1967; Ситдииков, 1968).

Погребенные коры выветривания Южно-Татарского свода имеют зональное строение, что обусловлено длительным периодом их формирования и проработанностью кор выветривания. На основе различных классификаций зон кор выветривания, в частности, классификаций Гинзбурга И.И., Никитина К.К., Лапинской Т.А., можно со-

ставить обобщенную схему зональности погребенных кор выветривания. Снизу вверх выделяются следующие зоны выветривания Южно-Татарского свода: дезинтеграции (по классификации Никитина К.К. – просачивания), цементации, гидратации и выщелачивания, окисления (или наложных процессов) и зона вторичной гидратации (Гинзбург, 1963; Никитин, 1968).

Профиль погребенных кор выветривания района исследований в большинстве случаев является неполным, что связано с интенсивной эрозией и различием в обстановке формирования разновозрастных кор выветривания. Выделенные зоны древних кор выветривания показывают различную степень преобразования пород (Ситдикова, 1999).

Зона дезинтеграции является зоной, где происходят лишь начальные процессы выветривания породы. По сравнению с вышележащими зонами, зона дезинтеграции распространена наиболее широко и имеет наилучшую выраженность и сохранность.

В зоне дезинтеграции происходит интенсивное дробление пород, появляется сеть микротрещин, по которым активно циркулируют растворы, вызывая изменение по-

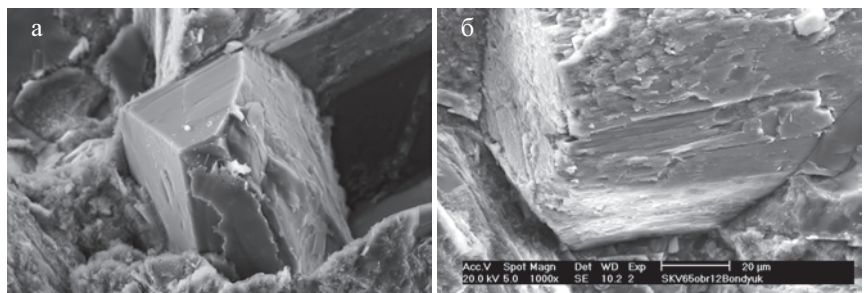


Рис. 1. Зона дезинтеграции. Бондюжская площадь, скв.65, обр.12. а) Плагноклаз, без следов выветривания, б) Начальная стадия выветривания минерала с образованием тонкодисперсных минералов.

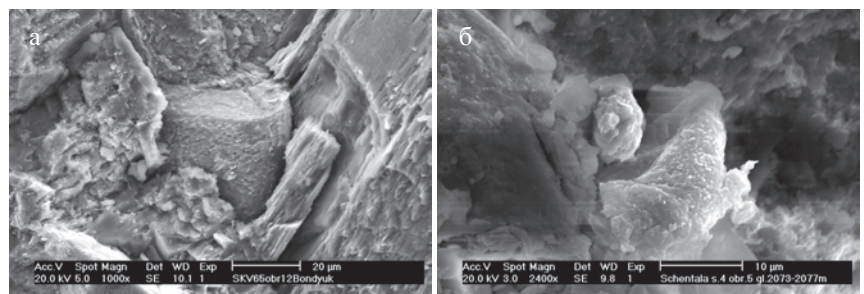


Рис. 2. Зона дезинтеграции. а) Бондюжская площадь, скв.65, обр.12. Тонкодисперсные минералы в порах и каналах. б) Шенталинская площадь, скв.4, обр.5, гл.2073-2077м. Образование агрегата вторичных минералов.

родообразующих минералов. В результате происходящих процессов образуются тонкодисперсные глинистые минералы: каолинит, хлорит, гидрослюды, вермикулит и другие (Ситдикова, 2000). Формирование глинистых минералов происходит по отдельным породообразующим минералам, в частности, по калиевым полевым шпатам, плагиоклазам, пироксенам, гранатам. Процессы химического выветривания приводят к частичному разложению, изменению основных минералов, слагающих породы. В результате этих процессов по породообразующим минералам возникает комплекс тонкодисперсных минералов – слоистых силикатов, сгруппированных в агрегаты.

Вновь образованные тонкодисперсные минералы представляют собой нанокристаллы и нанокластеры (Соколов и др., 2010). По силикатным минералам чаще всего образуются пластинчатые, слоистые наночастицы, которые представляют собой агрегаты или кластеры. Несмотря на то, что новообразованные минералы находятся в форме агрегатов или кластеров, их свойства будут такими же, как для исходных наноминералов, т.е. они являются «зародышами» для агрегатов и микроструктур, форма и размеры которых зависят от минерального состава, условий их образования.

Этапы формирования тонкодисперсных минералов в породах, в частности, зоны дезинтеграции профиля коры выветривания можно проследить, например, по плагиоклазам, широко развитым в метаморфических породах (Рис. 1). В слабо измененных, или практически неизменных исходных породах зерна плагиоклаза идиоморфной, панидиоморфной структуры, практически без следов выщелачивания, коррозии и без новообразованных минералов (Рис. 1а). В результате начальных процессов выветривания, зерна плагиоклазов начинают покрываться сетью микротрещин, участками подвергаются процессам коррозии, появляются микропоры с чешуйками серицита (Рис. 1б).

Дальнейшие процессы приводят к формированию узких, удлиненных каналов, в которых происходит формирование новообразованных минералов, которые частично могут быть сгруппированы в микроагрегаты, при этом сам минерал «хозяин» участками может быть практически без следов изменений (Рис. 2а, б).

В последующем зерна минералов пород интенсивно корродируются, при сохранении отдельных неизменных участков без следов изменений и наличия вторичных минералов (Рис. 3а). Более интенсивные процессы выветривания формируют в минералах пустоты, каналы, каверны, которые постепенно выполняются тонкодисперсными минеральными агрегатами, в частности, каолинита (Рис. 3б). В других минералах (пироксенах), также формируется комплекс вторичных минералов – хлорита, который образует тонкие пластинчатые выделения в микрокавернах, или веерообразные выделения в от-

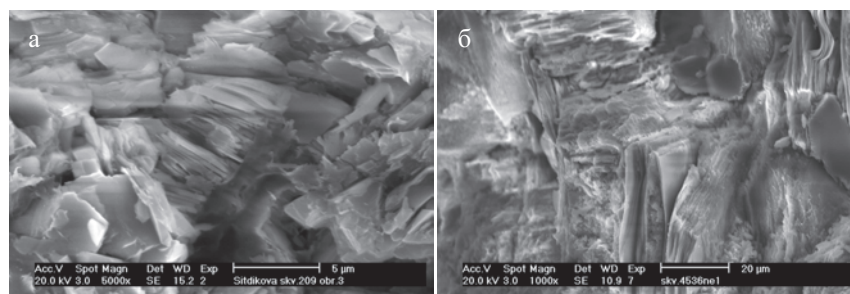


Рис. 4. Зона дезинтеграции. а) Елабужская площадь, скв.209, обр.3. Расщепление, деформация пакетов биотита. б) Ново-Елховская площадь, скв.4536, обр.1. Процесс замещения биотита вермикулитом.

дельных участках узких и длинных каверн (Рис. 3в).

Типичным минералом профиля коры выветривания является кварц, как более устойчивый минерал к процессам выветривания. Он широко представлен в зоне дезинтеграции, но может являться одним из основных компонентов наряду с глинистыми минералами и в вышележащих зонах профиля коры выветривания. Процессы выветривания формируют гладкие, округлые, извилистые формы кварца со следами газовой-жидких включений (Рис. 3г). Межзерновое пространство и пустоты газовой-жидких включений интенсивно выполняются вторичными минералами (каолинитом).

В процессе выветривания пород происходит расщепление, деформация чешуек биотита (Рис. 4а, б) с последующим формированием хлорита, мусковита, или вермикулита. Между деформированными пакетами биотита происходит интенсивная циркуляция растворов, приводящие к процессам гидратации биотита. В начальную стадию образуется гидробиотит, а последующие процессы выветривания приводят к появлению хлорита или вермикулита, которые могут выполнять межпакетное пространство биотита, вызывая дальнейшее расщепление и деградацию пакетов (Рис. 4б).

Проведенные исследования свидетельствуют, что ко-

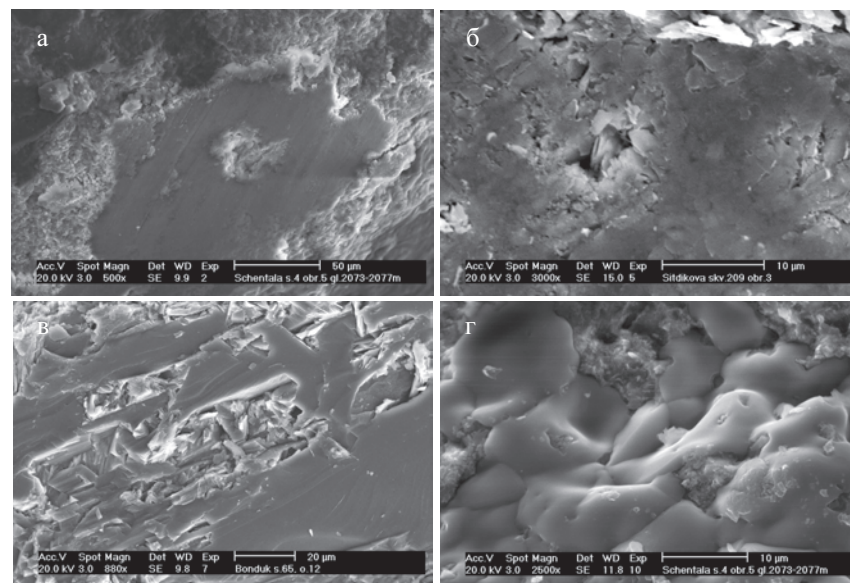


Рис. 3. Зона дезинтеграции. а) Шенталинская площадь, скв.4, обр.5, гл.2073 – 2077м. Измененное, корродированное зерно плагиоклаза. б) Елабужская площадь, скв.209, обр.3. Сильно измененное зерно плагиоклаза с микроагрегатами тонкодисперсных минералов. в) Бондюжская площадь, скв.65. Процесс формирования вторичных минералов в кавернах пироксенов. г) Кварц со следами газовой-жидких включений.

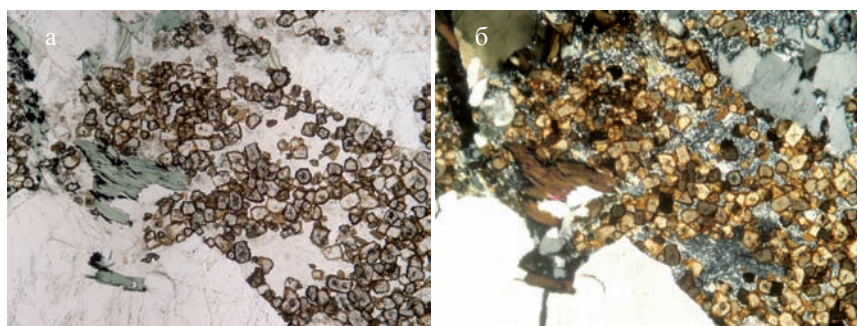


Рис. 5. Зона дезинтеграции. Крупные чешуйки хлорита и выделения сидерита. а) николи II, б) николи +.

Коровая формация является специфическим объектом, перспективным на поиски месторождений углеводородов. В первую очередь, ее образования характеризуются повышенными фильтрационно-емкостными свойствами. Однако зоны повышенных величин коллекторских свойств этой формации распределены неравномерно и локализованы в двух горизонтах: в зоне механической дезинтеграции пород фундамента и зоне выщелачивания. Зона дезинтеграции обычно характеризуется развитием потенциальных коллекторов трещинного типа. Породы этой зоны обладают повышенной кусковатостью, брекчированностью, участками залечены карбонат-сидеритовым цементом.

Зона дезинтеграции перекрыта зоной цементации, играющей роль флюидоупора, с интенсивным развитием вторичных карбонатов по трещинам и выполнением последних комплексом глинистых минералов, состав которых изменчив в зависимости от пород субстрата.

Второй перспективный горизонт коровой формации связан с зоной выщелачивания, перекрывающей зону цементации. Эта зона характеризуется глубокими изменениями пород субстрата формированием пустотного пространства трещинно-порового типа. В этой зоне широким развитием пользуются тонкодисперсные глинистые минералы, представленные смешанослойными фазами на базе смектита, гидрослюды, хлорита и вермикулита с различным количеством каолинита. Неупорядоченные структуры агрегатов этих минералов обеспечивают высокие величины коллекторских свойств. Зона выщелачивания, как правило, перекрыта достаточно плотной зоной, представленной охрами и наложенной на них зоной вторичной цементации типичных для погребенных кор.

Существенным компонентом второй зоны повышенных фильтрационно-емкостных свойств являются сингенетичные выделения графит-битумных смесей, которые локализованы в виде мелких до 1,5-2 мм макро чешуек, имеющих сложную внутреннюю структуру, характеризующуюся сложными взаимоотношениями тонких до 0,01 мм микровыделений графита в битумном веществе. Сами макро чешуйки локализованы обычно по плоскостям спайности биотита, агрегатов глинистых минералов, особенно смешанослойного типа.

Особенности локализации выделений графит-битумных смесей позволяют предположить, что их формирование протекало за счет синтеза тяжелых углеводородов и графита на подложке глинистых минералов при прохождении через коровое вещество потоков флюидов, обогащенных простыми углеводородами, наличие которых констатируется в зонах глубинной гидротермальной прора-

ботки пород кристаллического фундамента по данным материалов глубокого бурения (Ситдикова, 2005).

Литература

- Гинзбург И.И. Типы древних кор выветривания, формы их проявления и классификация. *Сб. тр.: «Кора выветривания»*. Вып.6. М: Издательство Академии наук СССР. 1963. 320.
- Лапинская Т.А., Журавлев Е.Г. Погребенная кора выветривания фундамента Волго-Уральской газонефтеносной провинции и ее геологическое значение. М: Недра. 1967. 174.
- Никитин К.К. Классификация кор выветривания и связанные с ними месторождения полезных ископаемых. *Сб.: «Кора выветривания»*. Вып.10. М: Издательство Академии наук СССР. 1968. 312.
- Ситдикова Б.С. Петрография и строение кристаллического фундамента Татарской АССР. Казань: Изд-во КГУ. 1968. 436.
- Ситдикова Л.М. Потенциальные коллекторские зоны глубоких горизонтов Татарского свода. *Сб. тр.: «Нефтегазовая геология на рубеже веков. Прогноз, поиски, разведка и освоение месторождений»*. «Стратиграфия, общая геология, региональный прогноз». Санкт-Петербург: Изд-во ВНИГРИ. Т.2. 1999. 296-297.
- Ситдикова Л.М. Минералого-геохимическая инверсия профиля погребенных кор выветривания зоны Камских разломов Республики Татарстан. *Сб. тр.: «Геология и современность»*. Казань: Изд-во КГУ. 1999. 123-124.
- Ситдикова Л.М. Коровая формация фундамента древних платформ – перспективный объект на поиски месторождений углеводородного сырья. *Сб. тр. всерос. съезда геологов и науч.-практ. конф.: «Геологическая служба и минерально-сырьевая база России на пороге XXI века»*. Санкт-Петербург. 2000.
- Ситдикова Л. М. Зоны деградации кристаллического фундамента Татарского свода. Казань: Изд. КГУ. 2005. 146. 12,44 п. л.
- Ситдикова Л.М. Особенности флюидного режима кристаллического фундамента Татарского свода. *Георесурсы*. 3(22). 2007. 26-28.
- Соколов В.Н., Осипов В.И., Чернов М.С. Минеральные наноструктуры глинистых покрышек. *Мат-лы II междунар. конф.: «Наноявления при разработке месторождений углеводородного сырья: от наноминералогии и нанохимии к нанотехнологиям»*. Москва. 2010. 213-220.
- Sitdikova L.M. Formation of hydrocarbon reservoirs in the deep Earth's crust. *Journal of Geochemical Exploration*. N5343. Vol.89. 1-3. 2006. 373-375.

L.M. Sitdikova, E.Yu. Sidorova. Mineralogical-petrographic features of crustal rock formation in the South-Tatar arch crystalline basement.

The work is dedicated to the topical problem – weathering crust formation on the crystalline basement and sedimentary boundary of South-Tatar arch. The mechanism of fine-dispersed minerals formation and features of its distribution in weathering profile zones are considered.

Key words: weathering crust, zones of rock breaking, cementation, leaching, fine-dispersed minerals, corrosion, aggregate, clusters, clay minerals.

Ляля Мирсалиховна Ситдикова

к.геол.-мин.н., Заслуженный геолог РТ, Почетный работник высшего и профессионального образования РФ, доцент каф. региональной геологии и полезных ископаемых.

Елена Юрьевна Сидорова

аспирант кафедры региональной геологии и полезных ископаемых.

Казанский (Приволжский) федеральный университет. 420008, Россия, Казань, ул. Кремлевская, 18.

Тел./Факс (843)238-84-71.