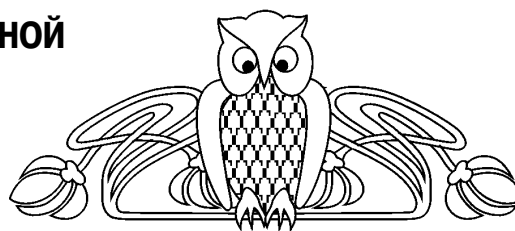




УДК 553.98.061.4(571.1)

## ОБ УЧАСТИИ РАССОЛОВ В ГИДРОТЕРМАЛЬНОЙ АЛЬБИТИЗАЦИИ, СОПРОВОЖДАЮЩЕЙ ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ЧЕХЛА (Западная Сибирь)



А. Д. Коробов, Л. А. Коробова, А. Т. Колотухин,  
В. М. Мухин, Р. И. Гордина

Саратовский государственный университет  
E-mail: korobad@yandex.ru, korob@info.sgu.ru

Установлены коррозионный и регенерационный типы альбитизации плагиоклазов терригенного комплекса продуктивных коллекторов чехла, что является отражением двух обстановок тектоно-гидротермальной активизации рифтогенного осадочного бассейна. В условиях пульсирующего стресса (геодинамические аномалии) все плагиоклазы испытывают коррозию и, как следствие, деанортизацию с формированием дырчатых кристаллов аутигенного альбита. В относительно спокойной тектонической обстановке развивается регенерационный альбит, как правило, по обломкам терригенного альбита (альбита-олигоклаза). Процесс деанортизации плагиоклазов происходит за счет внутренних ресурсов элементов минералов, а возникновение регенерационного (прожилкового) альбита требует приноса извне Na, Al, Si.

**Ключевые слова:** коррозионный и регенерационный альбит, рассолы, коллекторы, углеводороды, гидротермы, тектоническая активность.

### Brine Contribution to Hydrothermal Albitization Concomitant to Productive Reservoir Formation within the Cover (West Siberia)

A. D. Korobov, L. A. Korobova, A. T. Kolotukhin,  
V. M. Mukhin, R. I. Gordina

Corrosion and regeneration types of plagioclase albitization have been determined in a terrigenous complex of productive reservoirs within the cover; this reflects two settings of tectonic-hydrothermal activation in a riftogenic sedimentary basin. Under the pulsating stress conditions (geodynamic anomalies), all plagioclases experience corrosion and, consequently, deanorthitization, with formation of authigenic albite foraminated crystals. In relatively quiescent tectonic settings, regeneration albite develops, generally over the fragments of terrigenous albite (albite-oligoclase). The process of plagioclase deanorthitization is accounted for by the internal resources of the mineral elements, while origination of regeneration (vein) albite requires Na, Al, and Si inflow from the outside.

**Key words:** corrosion and regeneration albite, brines, reservoirs, hydrocarbons, hydrothermal springs, tectonic activity.

### ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на значительные достижения в развитии теоретических основ нефтегазовой геологии за последние десятилетия, причины резкой избирательности размещения месторождений углеводородного (УВ) сырья в литосфере все еще

не находят своего однозначного объяснения. В 70-х и первой половине 80-х гг. XX в. появилась достаточно стройная теория стадийности нефтегазообразования, основу которой составляет представление о нефтегазоносности как закономерном явлении, возникающем на определенных стадиях развития осадочных бассейнов. На первом месте в понимании механизма генерации УВ оказалась температура как основной фактор катагенетического преобразования пород. Температурные границы и отвечающие им глубинные интервалы, как правило, определяют вертикальную зональность нефтегазообразования и размещения залежей. При этом важно подчеркнуть, что тепловые поля (кондуктивный теплоперенос), контролирующие границы главных фаз и главных зон нефте- и газообразования, в понимании Н. Б. Вассоевича, практически не изменяются во времени, т. е. остаются в статическом состоянии и характеризуют геостатический режим генерации УВ. Последний складывается из двух факторов: давления, которое в осадочной толще контролируется силами гравитации, и температуры, которая определяется установившимся тепловым (кондуктивным) полем. В условиях активного тектогенеза, который переживает большинство седиментационных бассейнов на пути их превращения в бассейны нефтегазоносные, распределение давлений и температур в осадочном чехле значительно усложняется. Поэтому закономерности, установленные для геостатической обстановки, существенно нарушаются и приходят в противоречие с новым фактическим материалом, полученным, в частности, на нефтяных и газовых месторождениях рифтогенных осадочных бассейнов.

Начавшийся со второй половины 80-х гг. прошлого столетия флюидодинамический этап, призванный устранить вышеотмеченные противоречия, успешно развивается в настоящее время. Его особенность заключается в признании геологами эволюционно-динамических факторов генерации УВ и установлении генетических связей между динамикой трех процессов: а) мощного осадконакопления, б) интенсивного прогрева, протекающего в условиях как растяжения, так и сжатия, в) активного нефтегазообразования. Принципиально новым является понимание исследователями того, что прогрев осадочных пород связан не только с кондукционной передачей



тепла, но и с конвективным тепломассопереносом. Если первый механизм создает общий тепловой фон, то конвективные процессы являются, в частности, серьезными ускорителями генерации углеводородов [1]. Свидетельством конвективного прогрева бассейнов мощного осадконакопления может служить широкое развитие гидротермальных (гидротермально-метасоматических) процессов, а также обогащенность залежей нефти и газа металлами и глубинными газами. Такой подход к проблеме чрезвычайно важен для молодой Западно-Сибирской плиты (рифтогенного седиментационного бассейна), так как установлена [2] прямая генетическая связь между рифтогенезом и возникновением осадочных бассейнов, с одной стороны, и формированием в них крупных скоплений нефти и газа – с другой.

О развитии вторичной альбитизации в продуктивных коллекторах рифтогенных осадочных бассейнов (в первую очередь Западной Сибири) в разное время писали Г. Н. Перозидо [3, 4], В. А. Баженов с соавт. [5], Р. С. Сахибгареев и Б. С. Погорелов [6], Р. С. Сахибгареев и К. Х. Галикеев [7, 8], М. Ю. Зубков с соавт. [9], Ю. П. Казанский с соавт. [10], Е. А. Предтеченская с соавт. [11], О. В. Япаскурт [12], А. Д. Коробов и Л. А. Коробова [13] и др. Однако геологами не проводился анализ зависимости характера аутигенной альбитизации пород от особенностей тектонического режима территорий, на которых они залегают. Кроме того, не учитывался состав подземных вод в этом процессе. Для решения данной проблемы рассмотрим особенности вторичной альбитизации плагиоклазов терригенного комплекса продуктивных коллекторов в контрастных условиях – в области крупной геодинамической аномалии (Красноленинский свод), где локализовано Таллинское месторождение, и в относительно спокойной тектонической обстановке Мегионского месторождения (Нижне-Вартовский свод). Это даст возможность, с одной стороны, решать обратную задачу с помощью выявленной специфики альбитизации плагиоклазов: осуществлять районирование территории по степени геодинамической напряженности в периоды тектонической перестройки. Это, в свою очередь, позволит прогнозировать различные типы коллекторов в породах фундамента, переходного комплекса и чехла, а также вероятность их насыщения УВ и сохранения залежей. С другой – даст возможность более объективно проводить палеогеографические реконструкции.

## ТАЛЛИНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

### *Особенности изменения пород*

Нефтенасыщенные пласты ЮК<sub>10-11</sub> шеркалинской пачки (верхний лейас) Таллинского месторождения (Красноленинский свод) залегают в основании осадочного чехла Западно-Сибирской плиты. Они представлены главным образом мел-

ко-, средне- и крупнообломочными песчаниками с прослоями гравелитов [9].

Специальные исследования [9, 14, 15] показали, что породы шеркалинской пачки заметно улучшают свои фильтрационно-ёмкостные свойства (ФЕС) и становятся высококачественными коллекторами в результате глубокого гидротермального преобразования. Максимально переработанные терригенные (обычно разномерные и грубообломочные) породы представляют собой диккит-каолинит-кварцевые метасоматиты со сложно построенным пустотным пространством и широким развитием крупных пор и каверн.

Работы М. Ю. Зубкова с соавт. [9] указывают, что изначально пласты ЮК<sub>10-11</sub> были обогащены обломками кварца (78%), полевых шпатов (9%), глинистых минералов (9%); в них также присутствовали постдиагенетические карбонаты – сидерит, анкерит, доломит, кальцит (в сумме 4%). Полевые шпаты представлены микроклином, ортоклазом, средними и кислыми плагиоклазами; глинистые минералы – моноклинным структурно несовершенным каолинитом, гидрослюдой, хлоритом и смешанослойными образованиями. Ингредиенты этой ассоциации в процессе возникновения диккит-каолинит-кварцевых метасоматитов продемонстрировали неодинаковую устойчивость и характер изменений. Так, растворение калиевых полевых шпатов ограничивается формированием пустот, в которых, помимо аутигенных каолинит-диккитовых агрегатов, отмечаются карбонаты, хлориты, примазки битумов. В случае же выщелачивания плагиоклазов, которое нередко сопряжено с диккитизацией-каолинитизацией, наблюдается их альбитизация. Подробнее остановимся на рассмотрении процесса альбитизации.

При растворении плагиоклазов, которое начинается в центральных частях обломков, возникают каверны неправильной и ячеистой формы размером от тысячных долей миллиметра до 0,1 мм в поперечнике. В коррозионных пустотах (пустотах растворения) часто фиксируются аутигенные минералы группы каолинита: диккит и собственно каолинит. Появление каверн сопровождается развитием кислого плагиоклаза (альбита). Альбитизация в таких случаях отмечается также по краям плагиоклазов. Возникновение и наращивание новообразованного альбита во внешних и внутренних частях обломочных зерен приводят в конечном итоге к почти полной альбитизации более основного по составу терригенного плагиоклаза. При этом он приобретает типичный дырчатый облик. В кавернах, кроме каолинита и диккита, нередко развиваются вторичные кварц, хлорит и карбонаты. Местами пустоты заполнены твердыми битумами [10].

Дырчатый характер псевдоморфоз альбита по плагиоклазу, в соответствии с теоретическими представлениями С. И. Набоко [16], является отражением деанортизации плагиоклазов, что



чрезвычайно характерно для гидротермального минералообразования.

#### *Гидротермальный процесс и деанортизация плагиоклазов*

Явления, идентичные описанным, обнаружены А. В. Копелиовичем [17] в песчаниках Приднестровья и объясняются агрессивностью нагретых поровых растворов под давлением. При этом подчеркивается, что альбитизация плагиоклазов может протекать при невысоких температурах. Однако это противоречит физико-химическим условиям деанортизации плагиоклазов [16, 18].

А. В. Копелиович [17] отмечает отчетливо проявляющуюся взаимосвязь альбитизации периферии зерен плагиоклазов с замещением каолинитом и диккитом центральных частей кристаллокластов. Такая избирательность в замещении плагиоклаза глинистыми минералами, вероятно, связана с влиянием анизотропии состава плагиоклазов [19]. Установлено [17], что минералами группы каолинита легче замещается центральная (более основная по составу) часть кристаллов плагиоклаза и труднее их более кислые периферические зоны.

Особый интерес представляет тот факт, что наряду с каолинизацией в этом процессе широким распространением пользуется диккитизация. Нами доказано [13], что совместное развитие каолинита и диккита свидетельствует о минералообразовании, протекавшем в обстановке пульсирующего стресса. Этот вывод в чем-то переключается с заключением А. В. Копелиовича [17] о ведущей роли постоянно действующего давления в развитии альбитизации плагиоклазов.

По мнению А. В. Копелиовича, описываемый процесс протекает путем замещения в кристаллической решётке плагиоклаза ионов  $\text{Ca}^{+2}$  и  $\text{Al}^{+3}$  соответственно ионами  $\text{Na}^{+}$  и  $\text{Si}^{+4}$ , в результате компонента анортита в кристалле замещается альбитом. В условиях сжатия такой процесс должен являться энергетически выгодным, поскольку радиусы ионов  $\text{Ca}^{+2}$  и  $\text{Al}^{+3}$  (1,04 Å и 0,57 Å соответственно) больше радиуса ионов  $\text{Na}^{+}$  и  $\text{Si}^{+4}$  (0,95 Å и 0,39 Å), занимающих их место в решётке. Выделение альбита происходит без видимого привноса натрия, т.е.  $\text{Na}^{+}$  для новообразованного альбита заимствуется из исходного плагиоклаза. Отсюда можно прийти к заключению, что в химических реакциях принимает участие главным образом анортитовая часть разлагающихся плагиоклазов. Высвобождающиеся в процессе альбитизации плагиоклаза ионы кальция и алюминия частично поступают в раствор, что ведёт к изменению состава поровых вод и вызывает появление дырчатого облика аутигенного альбита. В то же время кальций, переходящий при этом в гидротермы, может участвовать в образовании кальцита или других карбонатов, которые осаждаются в пористом аутигенном альбите или метасоматически замещают терригенные минералы.

В предлагаемой модели А. В. Копелиовича отсутствует механизм мобилизации (удаления) Al, Ca и других продуктов разложения минералов за пределы пластовой системы. Как известно, обязательным условием развития минералов группы каолинита является растворение значительной части компонентов твердой фазы терригенных пород. Эти компоненты должны выноситься на заметные расстояния, иначе реакция прекратится. В геостатических условиях (обстановке постоянно действующего сжатия), о чём пишет А. В. Копелиович [17], оттока вещества не происходит. В лучшем случае имеет место лишь его локальное перераспределение с ухудшением коллекторских свойств.

Наши исследования [13] показали, что в период тектоно-гидротермальной активизации в районе Краснеленинского свода существовала геодинамическая аномалия с разноинтенсивным пульсирующим стрессом. Именно она создавала необходимую для каолинизации-диккитизации проточную систему с постоянно обновляемыми под действием  $\text{SO}_2$  и  $\text{CO}_2$  кислыми водами. При этом диккит является индикатором одностороннего бокового давления, а каолинит – антистресс-минералом. Остановимся кратко на выяснении вопроса, какое место деанортизация плагиоклазов занимает в общем ряду гидротермальных преобразований пород Талинского месторождения.

Под влиянием циркулировавших высоконагретых растворов в крупнозернистых песчаниках и гравелитах шеркалинской пачки произошла полная замена терригенной ассоциации минералов на гидротермальную. Она осуществлялась последовательно и носила зональный характер (в порядке нарастания кислотности): альбит + хлорит + карбонаты → альбит + каолинит + диккит + кварц → каолинит + диккит + кварц → диккит + кварц + опал → кварц ± опал [13]. Причем переход от свежих полимиктовых песчаников и гравелитов до зон их максимальной гидротермальной переработки, по данным В. И. Белкина и А. К. Бачурина [20], колеблется в интервале от десятков сантиметров до первых метров.

В этом ряду свое четкое место занимает деанортизация (альбитизация) плагиоклазов. Аутигенный альбит шеркалинской пачки представляет собой пористый или полый монокристалл, пустоты которого, как уже отмечалось, заполнены вторичными минералами. Среди них с учетом новообразованного минерала-хозяина необходимо различать две ассоциации, типичные, с точки зрения Д. С. Коржинского [18] и Н. И. Наквника [21], для двух генетически взаимосвязанных гидротермально-метасоматических формаций: пропилитовой (альбит + хлорит + карбонаты) и сернокислотного выщелачивания или вторичных кварцитов (каолинит + диккит + кварц). Следовательно, отмеченные минеральные ассоциации определяют пограничные условия двух процессов



– пропилитизации и сернокислотного выщелачивания, которые существовали на Таллинском месторождении в период тектоно-гидротермальной активизации. Это подтверждается тем, что альбитизация (деанортизация) происходит под действием слабых (рН 6) растворов [16], имеющих температуру 290° С и выше [22]. При этом процессы пропилитизации в породах шеркалинской пачки носят эмбриональный характер, а сернокислотное выщелачивание проявлено чрезвычайно широко.

Из сказанного следует принципиальный вывод о том, что деанортизация и возникновение дырчатого альбита протекали в процессе частичного кислотного выщелачивания (коррозии) всех более основных плагиоклазов терригенного комплекса под влиянием агрессивных нагретых растворов в обстановке пульсирующего стресса. Последний характеризует зоны высокой геодинамической напряженности рифтогенного осадочно-го бассейна в периоды тектонических перестроек.

Чтобы посмотреть, как развивается альбитизация в тектонически более спокойной обстановке, обратимся к материалам Мегийского месторождения.

## МЕГИЙСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

### *Особенности изменения пород*

Процесс, протекавший вне зоны активного растворения, характеризуется развитием регенерационного альбита. Этот процесс в разное время описывался Р. С. Сахибгареевым с соавторами в продуктивных песчано-алевролитовых породах пласта БС<sub>8</sub> (К<sub>1</sub> v-g) Мегийского месторождения нефти (Нижне-Вартковский свод).

В составе песчано-алевритовых пород пласта БС<sub>8</sub> преобладают полевые шпаты (51–63 %), подчиненное значение имеют кварц (21–29 %) и обломки пород (11–18 %). Среди последних наибольшее распространение имеют эффузивы (4–6 %), обломки кремнистых (4–8 %) и глинистых (2–3 %) пород. В переменных количествах отмечаются слюды, главным образом биотит (1–9 %).

Глинистый цемент в основном представлен железистым хлоритом. В качестве постоянной примеси присутствуют диоктаэдрическая гидрослюда и иллит-сметитовое смешаннослойное образование с доминирующей (80–85 %) гидрослюдистой компонентой. Отмечается незначительная примесь каолинита, фиксируемая только на электронно-микроскопических снимках фракции < 0,005 мм [6].

Новообразованный альбит развит в виде прерывистой регенерационной каймы. В процессе возникновения каймы разрастания оси Ng, Nm и Nr индикатрисы альбитовой оторочки совпадают с соответствующими осями терригенного альбита или олигоклаз-альбита. Вследствие сказанного в шлифах при скрещенных николях обломочный альбит и его регенерационная кайма погасают

одновременно. В отличие от кристаллокластического альбита альбитовая оторочка бывает двойникована реже. Кроме того, она как наиболее позднее образование, как правило, не затронута гидрослюдизацией и не пелитизирована. Поэтому новообразованные прерывистые каёмки альбита остаются свежими по сравнению с их терригенными аналогами (ядрами). Толщина каёмки составляет 0,008–0,070 мм [6].

Характернейшей особенностью является избирательность процесса. Регенерации подвергались только обломки кислых плагиоклазов: альбит и альбит-олигоклаз (№ 9–16), хотя в терригенном комплексе присутствуют обломки и более основных плагиоклазов – от олигоклаза № 25 до лабродора № 53. При этом отмечается, что плагиоклаз регенерационной каймы всегда максимально обогащен натрием, т. е. является наиболее кислым (№ 3–7, отвечающим по составу альбиту) по сравнению с обломочным ядром [6]. Это говорит о том, что состав растворов был почти идентичен составу альбита. Альбит (Na [AlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>]), как известно, относится к числу кальций-натровых плагиоклазов, в которых Na является доминантным элементом. Сказанное заставляет усомниться в правильности представлений А. В. Копелиовича (1965 г.) об обычной генерации всех полевых шпатов в зоне глубинного катагенеза, которая осуществляется в тесной связи с их массовым растворением.

Петрографические наблюдения показывают, что содержание в различной степени регенерированных обломочных зерен альбита достигает 40 %. При этом количественное распределение их контролируется изначальной проницаемостью пород-коллекторов: оно значительно ниже в алевролитах по сравнению с песчаниками. Кроме того, установлен тектонический контроль в распределении регенерационного альбита. На отдельных участках, совпадающих с выявленными разрывными нарушениями, количество таких зерен сильно возрастает, а площадь каймы разрастания увеличивается, и она начинает выполнять функцию регенерационного цемента. Аналогичным образом ведет себя и кварц [7, 8].

По мнению А. В. Копелиовича (1965 г.), Г. Н. Перозо [3, 4] и О. В. Япаскурта [12], такие явления характерны для эпигенеза (глубинного катагенеза), протекающего при кондуктивном теплопереносе. Катагенез – стадия преобразования осадочных горных пород под воздействием глубинных температур (20–25° – 200 ± 25°С) и давлений (10–200 МПа) при участии флюидной фазы, генерируемой самими породами и лишь отчасти привнесённой из нижележащих геосфер. В соответствии с нашими исследованиями [13] приведенные данные говорят об особых условиях гидротермального минералообразования, обусловленного конвективным теплопереносом. Регенерация альбита свидетельствует о весьма высокой активности натрия в гидротер-



мальных растворах. Связано это, скорее всего, с появлением в периоды тектонических перестроек в породах осадочного чехла концентрированных и достаточно нагретых натрийсодержащих вод, так как главным условием регенерации является подток извне необходимого вещества к поверхности зерна. В этой связи возникает закономерный вопрос: каков источник подвижного натрия, необходимого для синтеза аутигенного альбита? Чтобы ответить на этот вопрос, необходимо сначала кратко остановиться на рассмотрении состава подземных вод Западной Сибири.

#### *Состав подземных вод и синтез гидротермального альбита*

В Западно-Сибирском артезианском бассейне, по данным В. А. Нуднера и А. Д. Резника [23], выделено пять гидрогеологических комплексов, объединенных в два гидрогеологических этажа. Второй гидрогеологический этаж, включающий третий, четвертый и пятый (самый глубокий) комплексы, находятся в условиях затрудненного и весьма затрудненного, а местами почти застойного режима. Для вод этого этажа характерна относительно высокая (до слабых рассолов) минерализация. Пятый комплекс объединяет песчано-глинистые континентальные образования нижней и средней юры, а также песчаные морские верхнеюрские отложения.

На разрабатываемых нефтяных месторождениях Западной Сибири пятый гидрогеологический комплекс включает в себя не только осадочные толщи юры, но и разуплотненную зону пород фундамента. Мощность этого комплекса в среднем составляет 300–340 м. Подземные воды хлоридные натриевые. Минерализация их обычно не превышает 20–27 г/л, достигая в отдельных случаях (Колпашевское Приобье, район между Уватом и Сургутом и т. д.) 80 г/л. Воды доюрского комплекса в большей степени минерализованы. Так, в пределах Нюрольской впадины их минерализация может составлять 94 г/л [5, 23, 24].

В артезианском бассейне наблюдается пестрая картина распределения вод слабоминерализованных и рассольных, а также довольно резкий переход между ними с образованием специфической гидрогеохимической зональности. Ярким примером такой современной гидрогеохимической зональности является район Красноленинского свода – крупной гидродинамической аномалии Западно-Сибирской плиты [25]. Здесь геодинамические накоперенные напряжения, приуроченные к Восточно-Уральскому краевому шву, сформировали гидродинамические аномалии – чередование линейно вытянутых участков сверхгидростатических давлений (+4,0–5,0 МПа) с участками давлений ниже гидростатических (дефицит давлений 6,0–9,0 МПа). При этом отмечается четкая связь гидродинамической и гидрогеохимической зональностей. Зона вод гидрокарбонатно-натриевого типа (по В. А. Сулину)

приурочена к восточной части Красноленинского свода, примыкающего к области распространения глин фроловской серии. На западе свода развита зона хлоркальциевых вод. В пределах же гидродинамических минимумов распространены воды разнообразного ионно-солевого состава с повышенным содержанием углекислоты [25].

По мнению В. В. Нелюбина с соавт. [26], а также А. А. Розина [27], сказанное служит прямым доказательством миграции рассольных флюидов из палеозойского фундамента Западно-Сибирской плиты в мезозойский осадочный чехол. Важно подчеркнуть, что в настоящее время наиболее масштабно вертикальные и горизонтальные флюидоперетоки осуществляются в полосе тектонически активных зон. Характернейшей особенностью последних является наличие рассолов в юрско-неокомских породах неэвапоритового облика, а также проявления углекислых вод, высокие концентрации микроэлементов в растворах и напряженное термическое поле [25].

Следовательно, можно уверенно говорить, что в периоды тектонической перестройки, когда резко возрастала температура, содержание  $\text{CO}_2$  и других летучих компонентов, эти флюиды могли трансформироваться в агрессивные высоконагретые рассолы, обогащенные не только натрием, но и выщелоченными из вмещающих пород кремнием и алюминием, т. е. теми элементами, которые необходимы для синтеза альбита. Это, в частности, подтверждается развитием альбита в прожилках, секущих гидротермальные аргиллиты по кислому кристалло-лито-витрокластическому алевро-псаммитовому туфу ( $T_{1-2}$ ) Сыморянского месторождения (Шаимский район). Неглинистые минералы прожилка (скв. 10640, глуб. 2109,0 м) представлены наряду с альбитом (13 %) кварцем (13 %), тальком (2 %) и сидеритом (2 %). Слоистые силикаты сложены смектитами (60 %), и каолинитом (10 %). Минералы прожилка диагностировались с помощью рентгенографического фазового полуколичественного анализа (исследования проводились в лаборатории структурного и фазового анализа ФГУП ВИМС (г. Москва) под руководством Г. К. Кривоконовой).

Альбит также нами встречен в многочисленных белых прожилках, секущих черные углито-мусковит-кварцевые палеозойские сланцы на Толумском месторождении (Шаимский район) в зоне контакта с кислым интрузивом. По данным рентгенофазового анализа, неглинистые компоненты прожилка (скв. 10515, глуб. 1739,0 м) сложены альбитом (18 %) и кварцем (40 %). Слоистые силикаты прожилков представлены крупнокристаллическим структурно совершенным триклинным каолинитом (22 %), иллитом (9 %), серицитом (6 %) и метагаллуазитом (5 %). Наличие в нагретых водах высоких концентраций натрия подтверждается большой засоленностью проанализированного нами керна: присутствием кристаллов галита в гидротермально измененных



вулканитах туринской серии и палеозойских породах фундамента Шаимского района. В этой связи интересны наблюдения А. Г. Бетехтина [28], установившего, что в процессе регионального метаморфизма при образовании жил альпийского типа развивается преимущественно альбит, так как богатые кальцием плагиоклазы менее устойчивы. В жилах альпийского типа прекрасно ограненные кристаллы альбита, выросшие на стенках трещин, ассоциируют с кварцем, хлоритом и другими минералами.

Обнаружение альбита в прожилках, секущих черные палеозойские сланцы Толумского месторождения, перекликается с находкой В. А. Баженова и его коллег [5], сделанной в скв. 21 Северо-Калиновой площади среди палеозойских глинистых пород Нюрольского осадочного бассейна. Там установлены довольно крупные стяжения аутигенных полевых шпатов размером 3 x 8 мм с зёрнами удлинённой формы. Полевой шпат с полисинтетическими двойниками не несёт следов вторичного изменения или замещения, что позволяет с уверенностью говорить о его постседиментационном (постдиагенетическом) происхождении. Диагностика минерала, к сожалению, не проводилась. Однако, по аналогии с Шаимским районом и Мегионским месторождением, можно уверенно говорить, что это альбит. Наличие в растворах подвижного натрия, необходимого для его возникновения, доказывается скоплением галита в кремнистых палеозойских породах, а также высокой минерализацией (до 94 г/л) вод доюрского комплекса Нюрольского бассейна, имеющих хлоридно-натриево-кальциевый состав [5].

Таким образом, синтезированный из горячих растворов регенерационный альбит терригенных пород осадочного чехла имеет жильные аналоги в складчатом фундаменте и в вулканитах переходного комплекса зон разломов, секущих эти породы. Весьма любопытным в этой связи является присутствие новообразованного парагонита (натриевого аналога мусковита), обнаруженного нами в гидротермально аргиллизированных кислых витрокластических туфах и стекловатых эффузивах туринской серии ( $T_{1-2}$ ) Северо-Даниловского нефтяного месторождения (Шаимский район). Так, в скв. 6377 (глуб. 1790,5 м) слоистые силикаты фракции  $<0,001$  мм сложены парагонитом ( $d_{001} = 9,6; 4,8 \text{ \AA}$  и др.), иллитом и иллит-сметкитовым смешанослойным образованием (в сумме 23 %), серицитом (6 %) и каолинитом (42 %). В скв. 10160 (глуб. 1819,0 м) в той же фракции установлены парагонит (5 %), который ассоциирует с серицитом (12 %), иллит-сметкитовым смешанослойным образованием (16 %), иллитом (37 %), а также каолинитом (9 %) и метагаллузитом (2 %).

В соответствии с теоретическими соображениями Е. Г. Куковского с соавт. [29], формирование парагонита свидетельствует об аномально высокой активности натрия в гидротермальных растворах. В частности, в условиях Славянского

ртутного месторождения (Донбасс) такая аномальность обусловлена наличием штока поваренной соли в непосредственном контакте с гидротермальными аргиллизитами. Применительно к Западной Сибири образование синтезированного из растворов альбита и метасоматического парагонита, по всей вероятности, является результатом гидротермального аутигенеза, протекавшего в выделенном В. И. Елизаровым и Г. А. Толстиковым [24] В. А. Нуднером и А. Д. Резником [23] пятом гидрогеологическом комплексе нефтяных месторождений Западной Сибири, пережившем тектоно-гидротермальную активизацию. Этот комплекс, как уже отмечалось, характеризуется максимальной минерализацией подземных вод. В этой связи А. А. Мохнач (1989 г.) полагает, что при классификации процессов катагенеза (в нашем случае гидротермального эпигенеза) необходимо рационально учитывать тип водоносных систем, в которых они протекают. Однако при этом надо постоянно помнить, что гидротермальный эпигенез в первую очередь сопряжен с эпохами тектонической перестройки региона. Поэтому физико-химические параметры подземных вод, контролировавших стадийно-эпигенетические изменения пород (региональный фоновый эпигенез погружения), в новых условиях активизации существенно меняются. При таком подходе можно адекватно описывать только влияние ресургентных («вновь возникающих») горячих растворов на вторичные преобразования отложений. Ресургентные растворы обязаны своим происхождением смешению глубинных гидротерм с нисходящими пластовыми водами осадочного чехла.

Приведённые материалы позволяют уверенно предполагать, что в период тектонической перестройки на отдельных участках Западно-Сибирского артезианского бассейна возникали высоконагретые рассольные воды, которые создавали пересыщенную среду, соответствующую по химическому составу альбиту. Такая среда в пласте должна была сохраняться неизменной достаточно долгое время. Иными словами, необходима относительно спокойная тектоническая обстановка, исключая характерные для Краснелинского свода чрезмерное разбавление, загрязнение, покисление, циркуляцию и т. д. рассольных растворов, в которой при достаточно медленной кристаллизации могли бы возникать каймы разрастания альбита. Из этого следует принципиальный вывод о том, что рассолы в ряде случаев принимали непосредственное участие в гидротермальном минералогенезе, сопряженном с тектоническим оживлением рифтогенных бассейнов. При этом регенерационный альбит является индикатором зон разрывных нарушений, по которым рассольные воды просачивались в осадочный чехол в условиях отсутствия заметной тектонической напряженности. Появление такого альбита также знаменует собой начало периода



стабилизации очередного этапа тектонической перестройки Западно-Сибирской плиты.

В данном случае возникает полная аналогия с поведением кварца в пластах ЮК<sub>10-11</sub> Таллинского месторождения на позднем (завершающем) этапе тектоно-гидротермальной активизации. На этой стадии образуются многочисленные регенерационные каёмки, нарощенные на исходные разноокатанные и выщелаченные обломки кварца. Именно с данным этапом связано поступление УВ в пласты-коллекторы. Этому способствовал ослабевший стресс, который в таком состоянии выступал в роли «природного насоса», эвакуирующего нефти из нефтегазоматеринских пород в ловушки [13].

Косвенным свидетельством сказанному служит сохранение в наше время эксфильтрационного режима, унаследованного от эпохи последней тектонической перестройки. Так, Ю. Г. Зимин [25] отмечает движение вод, способных транспортировать нефти, от Фроловской впадины (район расположения «природного насоса» периода тектоно-гидротермальной активизации) на восток в сторону Сургутского и Нижне-Вартовского сводов. В пределах последнего локализовано рассматриваемое в данной статье Мегионское нефтяное месторождение.

Следовательно, можно утверждать, что площади развития регенерационного (жильного) альбита маркируют пути миграции УВ, а также участки их вероятного накопления.

## Заключение

Подводя итог вышеизложенному, можно сделать следующие основные выводы.

1. В пределах Западной Сибири установлены коррозионный и регенерационный типы альбитизации плагиоклазов терригенного комплекса продуктивных коллекторов чехла. Аутигенный альбит является результатом минерагенеза, вызванного тектоно-гидротермальной активизацией рифтогенного осадочного бассейна.

2. В тектонически активных условиях (режим пульсирующего стресса) все без исключения плагиоклазы испытывают частичное кислотное выщелачивание (коррозию) и, как следствие, деанортизацию. В большей степени этому процессу подвержены основные, в меньшей – средние и особенно слабокислые плагиоклазы. Характерный облик коррозионного альбита – дырчатость кристаллов.

3. В относительно спокойной тектонической обстановке развивается регенерационный альбит, причём он формируется, как правило, по обломкам терригенного альбита или альбита-олигоклаза. Кроме того, в этих условиях из горячих растворов синтезируется прожилковый альбит.

4. Процесс деанортизации плагиоклазов происходит за счёт собственных (внутренних) ресурсов химических элементов минералов и не

требует привноса вещества извне. Возникновение же регенерационного и прожилкового альбита, напротив, предполагает поступление со стороны Na, Al, и Si. Их поставщиками, вероятно, в значительной мере являются рассольные флюиды, высачивавшиеся в зонах разломов из палеозойского фундамента Западно-Сибирской плиты и активно участвовавших в гидротермальном минералообразовании периодов тектонической перестройки.

5. Проведенные исследования позволяют прогнозировать положение участков нефтегазо-накопления по минералогическим показателям.

## Библиографический список

1. Соколов Б. А., Гусева А. Н. О возможной быстрой современной генерации нефти и газа // Вестн. Моск. ун-та. Сер. геологич. 1993. № 3. С. 39–46.
2. Хаин В. Е., Соколов Б. А. Рифтогенез и нефтегазоносность: основные проблемы / Рифтогенез и нефтегазоносность. М.: Наука, 1993. С. 5–16.
3. Перозио Г. Н. Эпигенетические преобразования в песчаниках и алевролитах юры и мела Западно-Сибирской низменности // Литология и полезные ископаемые. 1966. № 3. С. 58–71.
4. Перозио Г. Н. Эпигенез терригенных осадочных пород юры и мела центральных и юго-восточных частей Западно-Сибирской низменности. М.: Наука, 1971. 160 с.
5. Баженов В. А., Тищенко Г. И., Раев В. Г. Постседиментационные изменения выветрелых палеозойских пород Нюрольского осадочного бассейна (Томская область) // Геология и геофизика. 1983. № 11. С. 61–66.
6. Сахибгареев Р. С., Погорелов Б. С. О времени образования аутигенных плагиоклазов в продуктивных отложениях центральной части Западно-Сибирской низменности // Докл. АН СССР. 1969. Т. 189, № 3. С. 629–631.
7. Сахибгареев Р. С., Галикеев К. Х. Влияние разрывных нарушений на эпигенез глинистых минералов в нефтеносных отложениях неокома Западно-Сибирской низменности // Литология и полезные ископаемые. 1971. № 5. С. 108–119.
8. Сахибгареев Р. С., Галикеев К. Х. О выделении тектонических нарушений по аутигенным минералам (на примере пласта БВ<sub>8</sub> Мегионского месторождения нефти в Западной Сибири) // Докл. АН СССР. 1971. Т. 197, № 2. С. 427–430.
9. Зубков М. Ю., Дворак С. В., Романов Е. А., Чухланцева В. Я. Гидротермальные процессы в шеркалинской пачке Таллинского месторождения (Западная Сибирь) // Литология и полезные ископаемые. 1991. № 3. С. 122–132.
10. Литология коллекторов Таллинского нефтяного месторождения (Западная Сибирь) / Ю. П. Казанский, В. В. Казарбин, Э. П. Солотчина [и др.] // Геология и геофизика. 1993. Т. 34, № 5. С. 22–31.
11. Предтеченская Е. А., Шиганова О. В., Фомичёв А. С. Катагенетические и гидрохимические аномалии в нижне-среднеюрских нефтегазоносных отложениях Западной Сибири как индикаторы флюидодинамических процессов в зонах дизъюнктивных нарушений // Литосфера. 2009. № 6. С. 54–65.



12. Япаскерт О. В. Генетическая минералогия и стадийный анализ процессов осадочного породо- и рудообразования. М. : ЭСЛАН, 2008. 356 с.
13. Коробов А. Д., Коробова Л. А. Пульсирующий стресс как отражение тектоно-гидротермальной активизации и его роль в формировании продуктивных коллекторов чехла (на примере Западной Сибири) // Геология, геофизика, разработка нефтяных и газовых месторождений. 2011. № 6. С. 4–12.
14. Абдуллин Р. А. Природа высокой проницаемости пород-коллекторов шеркалинского горизонта Краснотеннинского района Западной Сибири // Докл. АН СССР. 1991. Т. 316, № 2. С. 422–424.
15. Лукин А. Е., Гарипов О. М. Литогенез и нефтеносность юрских терригенных отложений Среднеширотного Приобья // Литология и полезные ископаемые. 1994. № 5. С. 65–85.
16. Набоко С. И. Физико-химические условия гидротермальной калишпатизации и альбитизации // Проблемы петрологии и генетической минералогии : в 2 т. М. : Наука, 1970. Т. 2. С. 88–97.
17. Копелювич А. В. Явления эпигенетической альбитизации плагиоклазов в песчаниках древних толщ Приднестровья // Тр. Вост.-Сиб. геол. ин-та. Сер. геол. 1962. Вып. 5. С. 109–122.
18. Коржинский Д. С. Очерк метасоматических процессов // Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях. М. : Изд-во АН СССР, 1953. С. 332–452.
19. Григорьев Д. П. Основы конституции минералов. М. : Госгеолтехиздат, 1962. 327 с.
20. Белкин В. И., Бачурин А. К. Строение и происхождение высокопроницаемых коллекторов из базальных слоёв юры Талинского месторождения // Докл. АН СССР. 1990. Т. 310, № 6. С. 1414–1416.
21. Наковник Н. И. Вторичные кварциты СССР и связанные с ними месторождения полезных ископаемых. М. : Недра, 1968. 335 с.
22. История гидротермального минералообразования Паужетского месторождения парогидротерм и палеогидротермальных систем района / А. Д. Коробов, О. П. Гончаренко, С. Ф. Главатских [и др.] // Структура гидротермальной системы. М. : Наука, 1993. С. 88–120.
23. Нуднер В. А., Резник А. Д. Минеральные подземные воды Западно-Сибирского артезианского бассейна // Подземные воды Сибири и Дальнего Востока. М. : Наука, 1971. С. 118–124.
24. Елизаров В. И., Толстиков Г. А. Гидрогеологическая характеристика разрабатываемых нефтяных месторождений Сургутского свода // Подземные воды Сибири и Дальнего Востока. М. : Наука, 1971. С. 219–222.
25. Матусевич В. М., Рыльков А. В., Ушатинский И. Н. Геофлюидальные системы и проблемы нефтегазосности Западно-Сибирского мегабассейна Тюмень : Изд-во ТюмГНГУ, 2005. 225 с.
26. Нелюбин В. В., Обидин Н. И., Розин А. А., Ставицкий Б. П. Нижний гидрогеологический этаж // Гидрогеология СССР. Т. 26. Западно-Сибирская равнина (Тюменская, Омская, Новосибирская и Томская области). М. : Недра, 1970. С. 130–182.
27. Розин А. А. Роль вертикальной миграции глубинных флюидов в формировании солевого состава подземных вод Западно-Сибирского бассейна // Советская геология. 1974. № 2. С. 96–104.
28. Бетехтин А. Г. Минералогия. М. : Гостехиздат, 1950. 956 с.
29. Куковский Е. Г., Мовчан Н. П., Шевченко В. И., Щербань И. П. Роль натрия в процессе гидротермальной аргиллизации вмещающих пород Славянского ртутного месторождения в Донбассе // Докл. АН Укр. ССР. 1982. № 3. С. 18–21.

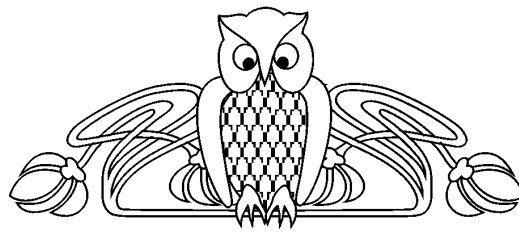
УДК 550.812:553.98:551.734.3/5(470.44)

## НАПРАВЛЕНИЯ ПОИСКОВЫХ РАБОТ НА НЕФТЬ И ГАЗ В ДЕВОНСКО- НИЖНЕКАМЕННОУГОЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ СТЕПНОВСКОГО СЛОЖНОГО ВАЛА

И. В. Орешкин, А. И. Орешкин

ФГУП Нижне-Волжский научно-исследовательский институт геологии и геофизики (НВНИИГГ), Саратов  
E-mail: oreshkin@nvniigg.san.ru

Обосновывается связь залежей девонско-нижнекаменноугольного и визейского нефтегазосных комплексов Степновского вала с зоной размыва (от тиманских до воробьевских отложений) нижежащего эйфельско-нижнефранского комплекса. На основе данных о составах нефтей и свободных газов показано наличие латерального миграционного потока от Прикаспийской впадины к южным и юго-западным районам Волго-Уральской нефтегазосной провинции. Рассмотрена приуроченность ловушек в эйфельско-нижнефранском комплексе к разрывным нарушениям,



экранирующим миграцию из Прикаспийской впадины. На этой основе выделены приоритетные направления поисковых работ в пределах Степновского сложного вала.

**Ключевые слова:** миграция, составы битумоидов и газов, зоны размыва, распределение залежей, тектонически экранированные ловушки, направления поисковых работ.

### Trends of Hydrocarbon Exploration in the Devonian-Lower Carboniferous Beds of the Stepnovskij Composite Swell

I. V. Oreskin, A. I. Oreskin

Arguments are provided to substantiate relationship between the beds from the Devonian-Lower Carboniferous and the Visean petroleum complexes in the Stepnovskij swell and the wash-out zone (from the