

ПРАВИТЕЛЬСТВО ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА
КОМИТЕТ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ ПО ХМАО
КОМИТЕТ ПО НЕФТИ, ГАЗУ И МИНЕРАЛЬНЫМ РЕСУРСАМ ХМАО
ГУП ХМАО НАУЧНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
РАЦИОНАЛЬНОГО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ ИМ. В.И. ШПИЛЬМАНА

ПУТИ РЕАЛИЗАЦИИ НЕФТЕГАЗОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ХМАО

*Пятая
научно-практическая конференция*

Том 1

Под редакцией
КАРАСЕВА В.И.,
АХПАТЕЛОВА Э.А.— кандидата технических наук,
ВОЛКОВА В.А.— кандидата геолого-минералогических наук

Ханты-Мансийск
Издательство «Путиведъ»
2002

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ ФЛЮИДОВ РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА

М.Ю. ЗУБКОВ (ОАО «СибНИИНП»),
Г.Ю. ШВЕДЕНКОВ (ОИГГиМ СО РАН)

Анализ образцов керна, поднимаемых из скважин, пробуренных в пределах различных площадей и месторождений Западной Сибири, свидетельствует о том, что в породах, слагающих осадочный чехол и доюрский комплекс, наблюдаются значительные вторичные преобразования, которые, судя по составу новообразованных минеральных ассоциаций, вызваны воздействием гидротермальных флюидов, проникавших в них из недр земной коры.

Наиболее часто среди описываемых вторичных преобразований встречаются следующие: осветление пород, которое постепенно исчезает по мере удаления от кровельной части пород фундамента по направлению вверх в осадочный чехол, нередко достигающее 10 м и более, выщелачивание и/или растворение, окремнение, аргиллизация, карбонатизация и формирование специфических минеральных ассоциаций, включающих такие минералы, как цельзиан, кальцитобарит, родохрозит, барит, гипс, аргентит, самородный никель, турмалин, различные типы цеолитов [1, 3–5].

Поскольку глубинные флюиды привносят с собой главным образом тепло и летучие, сохраняя солевой состав поровых вод, присутствующих в осадочных породах, неизменным, то при моделировании состава гидротерм можно в качестве основы использовать данные о составе пластовых вод. Судя по полученным результатам анализов пластовых вод разновозрастных продуктивных горизонтов различных месторождений Западной Сибири, основные изменения в их составе касаются содержания в них углекислоты, кислотно-щелочного (pH) и окислительно-восстановительного (Eh) потенциалов, а также величины суммарной минерализации. Поэтому при проведении экспериментов по воздействию на различные типы пород гидротермальных флюидов, варьировались в основном следующие параметры: концентрация углекислоты, окислительно-восстановительный потенциал (путем добавления перекиси водорода и шихты пирита), кислотно-щелочной потенциал (с помощью задания различных концентраций соляной кислоты) и величина суммарной минерализации. Давление принималось близким к литостатическому на моделируемой глубине, а температура бралась по результатам немногочисленных исследований температур гомогенизации газово-жидких включений в кристаллах кварца, образовавшихся в этих условиях и на основе термодинамических оценок полей устойчивости рассматриваемых минеральных ассоциаций.

В качестве исходных пород для проведения экспериментов были выбраны следующие типы: из доюрского комплекса — сланцы и известняки (в том числе кремнистые и глинисто-кремнистые), из осадочного чехла — песчаники, алевролиты и глины (в том числе углистые разновидности).

Всего проведено около 100 экспериментов с гидротермальными флюидами различного состава и основными типами пород. Давление во всех экспериментах составляло 70 МПа, температура изменялась от 215 до 410°C. Содержание перекиси водорода (H_2O_2) варьировало от 0 до 3/5, углекислоты (χ_{CO_2}) от 0 до 0.5, концентрация кислоты (HCl) от 0 до 1N. В подавляющем большинстве опытов задавалось различное содержание углекислоты, так как именно она является основным (наряду с водой) компонентом, присутствующим в составе пластовых вод и газов, насыщающих разновозрастные отложения.

После проведения экспериментов отмечаются изменения во внешнем виде исходных образцов, происходит образование новых минеральных фаз, а в образцах, обогащенных органическим веществом, в результате воздействия на них гидротермальных флюидов фиксируется генерация углеводородов.

Наименее выражены изменения в глинистых сланцах, глинах и песчано-алевритовых типах пород, не содержащих карбонатного и органического материала. Напротив, карбонатные породы (в том числе кремнисто-глинистые известняки), алевролиты и глины, обогащенные керогеном, претерпевают интенсивные изменения под действием гидротермальных флюидов.

Песчаники вследствие воздействия на них гидротермальных флюидов, содержащих углекислоту ($\chi_{CO_2} = 0.105$), осветляются, их поверхность становится выщелоченной, а на углистых остатках (детрите) наблюдаются новообразования, представленные кристаллами серы, реже сульфатами, что зависит от величины окислительно-восстановительного потенциала, существовавшего в гидротермальном флюиде (рис. 1а).

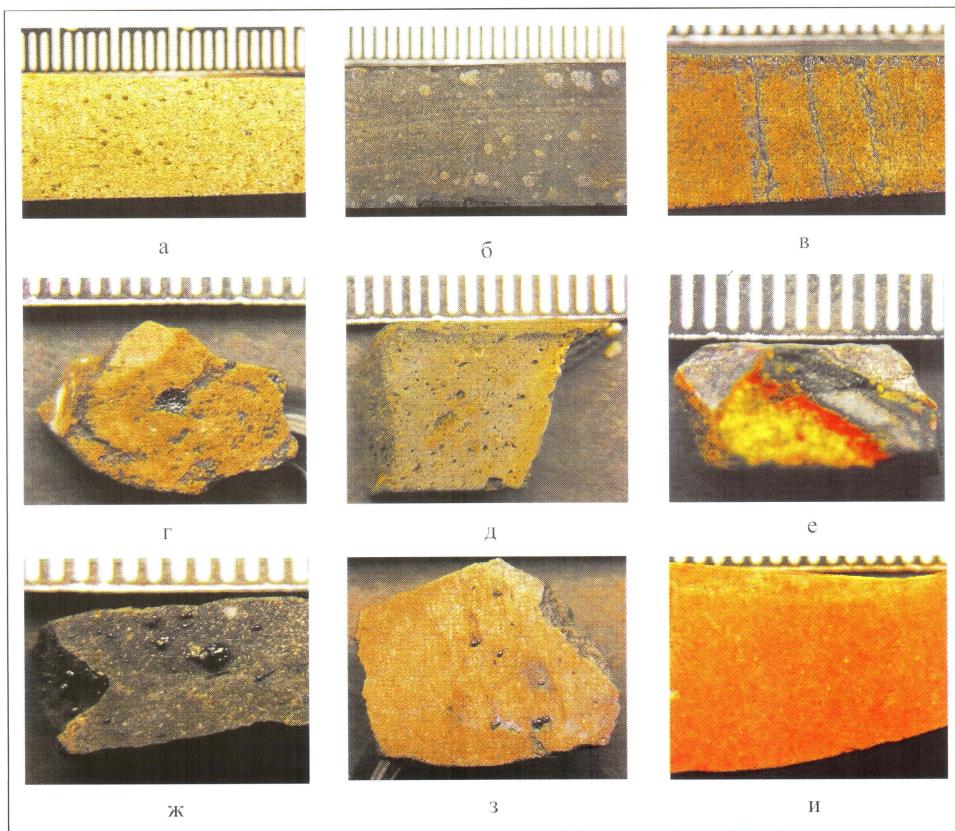


Рис. 1. Образцы мелкозернистого песчаника (а), углистой глины (б, г, ж-и), углисто-глинистого алевролита (в) и кремнистых известняков (д, е), после воздействия на них гидротермальных флюидов различного состава при давлении 70 МПа и температурах от 290 до 410°C (пояснения в тексте)

Гидротермальный флюид, не содержащий углекислоты, слабо изменяет внешний вид исходных образцов. То же самое справедливо и по отношению к флюидам с низкой мольной долей углекислоты. Углистые глины, подвергшиеся воздействию гидротермального флюида с невысокой мольной долей углекислоты ($\chi_{\text{CO}_2} = 0.079$) при температуре 290°C, претерпели следующие изменения: произошло очень слабое осветление и выщелачивание их поверхности, а также в местах с повышенной концентрацией органических остатков (керогена) образовались «выпоты» битумоидов, которые хорошо видны на рис. 1б.

В эксперименте с более высокой концентрацией углекислоты в гидротермальном флюиде ($\chi_{\text{CO}_2} = 0.120$) наблюдалось интенсивное осветление и выщелачивание поверхности глинисто-углистого алевролита, а также образование буроватых маслянистых битумоидов, покрывших краевые части образца (рис. 1в). Кроме того, по углистым прослойкам, присутствующим в образце, сформировались микрокаверны за счет превращения исходных углей в битумоиды.

Увеличение температуры гидротермального флюида до 360°C даже при низкой мольной доле углекислоты ($\chi_{\text{CO}_2} = 0.006$) приводит к интенсивному осветлению углисто-алевритистой глины, «вытапливанию» битумоидов из керогена, что лучше всего заметно на крупных углистых включениях (рис. 1г).

Действие кислых ($\text{HCl} = 0.2\text{N}$) довольно высокотемпературных ($T = 410^\circ\text{C}$) гидротермальных флюидов на исходные породы лучше всего проявляется при их взаимодействии с известняками, причем кремнистого и глинисто-кремнистого состава. Эти гидротермы интенсивно растворяют и выщелачивают неустойчивые минеральные компоненты (главным образом кальцит и доломит), вследствие чего формируется вторичная микрокавернозная емкость (рис. 1д). Кроме того, происходит их осветление, поэтому кремнистые известняки, имевшие первоначально темно-серый, почти черный цвет приобретают светло-серую окраску. Известняки, сложенные только карбонатными минералами (обычно это кальцит и доломит) без существенной примеси кремнезема и алюмосиликатов, претерпевают равномерное растворение и перекристаллизацию, а формирования дополнительной микрокавернозной емкости в них не наблюдается. После экспериментов образцы приобретают овальную форму из-за растворения остроугольных участков.

Эксперименты с гидротермальными флюидами, имеющими высокий окислительный потенциал за счет присутствия в их составе перекиси водорода, позволили установить следующее. В том случае, когда исходной породой являются известняки с очень низкой концентрацией в них восстановителя (обычно это органическое вещество), на их поверхности возникает новообразованная минеральная ассоциация, представленная гематитом, самородной серой и гипсом с примесью экзотических минералов (в основном сульфидов), образовавшихся за счет элементов, входящих в состав автоклавов, в которых проводятся опыты.

Напротив, когда в составе исходных образцов содержится большое количество восстановителя, как, например, в углистых глинах, по мере увеличения окислительного потенциала гидротермального флюида наблюдаются следующие закономерности.

После опыта с гидротермальным флюидом, не содержавшим перекиси водорода ($T = 390^\circ\text{C}$, $\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O} = 0/8$), исходная углистая глина практически не изменила свой первоначальный темно-серый цвет, а на ее поверхности образовались многочисленные мелкие и крупные капельки битумоидов и их агрегаты (рис. 1ж). В эксперименте с небольшой концентрацией в гидротермальном флюиде перекиси водорода ($T = 390^\circ\text{C}$, $\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O} = 1/7$) поверхность той же углистой гли-

ны приобрела светло-серый цвет, мелкие капельки битумоидов исчезли (окисились), сохранились лишь редкие наиболее крупные из них, наблюдается интенсивное выщелачивание и микрокавернообразование, причем основная часть микрополостей возникла за счет термической перегонки (пиролиза) и окисления растительного дегрита и углистых микрослойков (рис. 1з). После проведения эксперимента с еще более высоким окислительным потенциалом ($T = 390^{\circ}\text{C}$, $\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O} = 2/6$) наблюдалось осветление и слабое побурение поверхности углистой глины, а также образование многочисленных микрополостей, возникших главным образом за счет полного окисления имевшегося в ее составе растительного дегрита и углистых прослойков (рис. 1и). Буроватый оттенок глине придали образовавшиеся окислы железа, первоначально присутствовавшего в углистой глине в виде рассеянного пирита.

Использование растрового электронного микроскопа (РЭМ) с микрозондом позволило более детально исследовать морфологию и размеры возникших в результате воздействия гидротермальных флюидов вторичных пустот в различных литологических типах исходных пород, а также изучить элементный состав новообразованных минеральных ассоциаций.

Взаимодействие глинисто-кремнистого известняка с кислым гидротермальным флюидом ($C_{\text{HCl}} = 1\text{N}$) привело к интенсивному растворению карбонатного материала, входившего в его состав, и формированию ажурной пористой структуры (рис. 2а). Судя по результатам элементного анализа, приведенного под снимком, оставшаяся часть образца представлена кварцем, алюмосиликатами (включая гидрослюду) и сидеритом.

Даже небольшое содержание углекислоты в гидротермальном флюиде ($\chi_{\text{CO}_2} = 0.0038$) вызывает интенсивное выщелачивание неустойчивых компонентов и растворение карбонатного материала, что приводит к формированию микропористой структуры на поверхности исходных кремнисто-глинистых известняков (рис. 2б). Судя по элементному спектру, полученному с поверхности этого образца, он, как и ранее рассмотренном случае, сложен в основном кварцем и алюмосиликатами (каолинит, гидрослюдя) с небольшой примесью карбонатов магнезиально-кальциево-железистого состава.

Взаимодействие углисто-алевритистой глины с гидротермальным флюидом, имеющим высокий окислительный потенциал, привело к интенсивному выщелачиванию и «разрыхлению» ее поверхности, а также образованию многочисленных довольно крупных полостей, возникших главным образом в результате окисления растительного дегрита и углистых прослоев, присутствовавших в ней (рис. 2в). В результате окисления органического материала образуется окись и двуокись углерода, а также вода. Сера, присутствующая в углистом дегрите, также окисляется и, взаимодействуя с водой, дает в результате серную кислоту, которая, реагируя с кальцитом, приводит к образованию гипса. Судя по элементному спектру, полученному с площади снимка, присутствующие на нем исходные компоненты представлены в основном кварцем и глинистыми минералами, а новообразования — это гипс и окислы железа. Хром, марганец и никель — продукты растворения автоклава, в котором протекал эксперимент.

Гидротермальные флюиды с высокой мольной долей углекислоты в их составе напоминают таковые с высоким окислительным потенциалом по производимому ими результату на органическое вещество. В результате взаимодействия таких флюидов с углисто-алевритистой глиной происходит осветление породы, выщелачивание ее поверхности и формирование микрополостей по раститель-

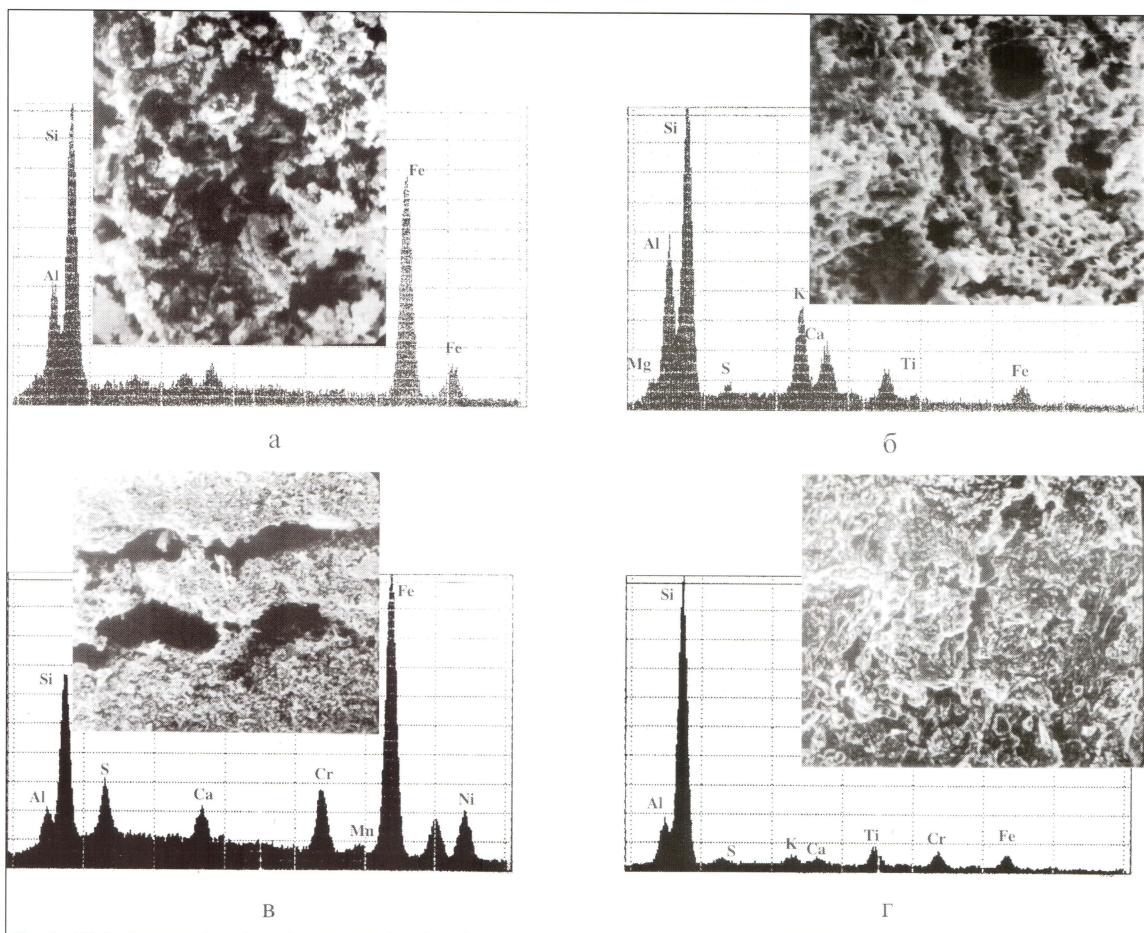


Рис. 2. Выщелоченная поверхность глинисто-кремнистого известняка (а, б) и следы выщелачивания, а также полости и каверны, образовавшиеся в углисто-алевролитистой глине (в, г) вследствие воздействия на них гидротермальных флюидов различного состава при давлении 70 МПа: а — $T = 410^\circ C$, $C_{HCl} = 1N$; б — $T = 315^\circ C$, $\chi_{CO_2} = 0,0038$; в — $T = 360^\circ C$, $H_2O_2/H_2O = 3/5$; г — $T = 360^\circ C$, $\chi_{CO_2} = 0,5$, РЭМ, увеличение: а, б — в 500 раз; в — в 150 раз; г — в 200 раз, под снимками приведены элементные спектры, полученные с их площади

ным остаткам и углистым слойкам (рис. 2г). Капли или пятна битумоидов, которые возникают за счет пиролиза органических остатков под действием флюидов с низким окислительным потенциалом или невысокой мольной долей углекислоты в описываемых экспериментах полностью отсутствуют. Если в экспериментах с флюидом, обладающим высоким окислительным потенциалом, можно предположить, что происходит окисление органического вещества, то в опытах с высокой мольной долей углекислоты необходимо иное объяснение феномена, связанного с исчезновением органического материала. В последнем случае, вероятно, мобильная часть керогена в результате «мокрого» пиролиза превращается преимущественно в газообразные углеводороды, а оставшаяся инертная часть графитизированного остатка «окисляется» углекислотой по упрощенной схеме:



Лучше всего образовавшиеся вследствие пиролиза под действием гидротермальных флюидов битумоиды сохраняются в таковых, имеющих чисто водный состав или с небольшой примесью углекислоты. Например, в опыте с мольной долей углекислоты, равной всего 0.006, при температуре $360^\circ C$ и давлении 70

МПа наблюдается образование полостей за счет исходных растительных остатков, входящих в состав углисто-алевритистой глины, причем образовавшиеся битумоиды покрывают участки окружающие эти полости (рис. 3а). Судя по довольно высокому пику серы, отмечающемуся на элементном спектре, полученному с площади снимка, можно заключить, что битумоиды, присутствующие на нем, обогащены серой.

На поверхности образца углисто-алевритистой глины после опыта, проводившегося при тех же термобарических условиях, что и ранее рассмотренный эксперимент с флюидом, имеющим чисто водный состав, отмечаются многочисленные капельки битумоидов разнообразной формы (рис. 3б, в). Над отдельными изометрическими обломками растительных остатков образуются капли довольно правильной (округлой) формы, размеры которых зависят от величины этих остатков (рис. 3в). Вдоль углистых слойков формируются продолговатые капли метаморфизованных битумоидов (рис. 3б). На сколе при больших увеличениях хорошо видна пузырчатая микроструктура этих капелек метаморфизованных битумоидов (рис. 3г). Судя по элементному спектру, полученному с рассматриваемого скола битумоида, он обогащен серой.

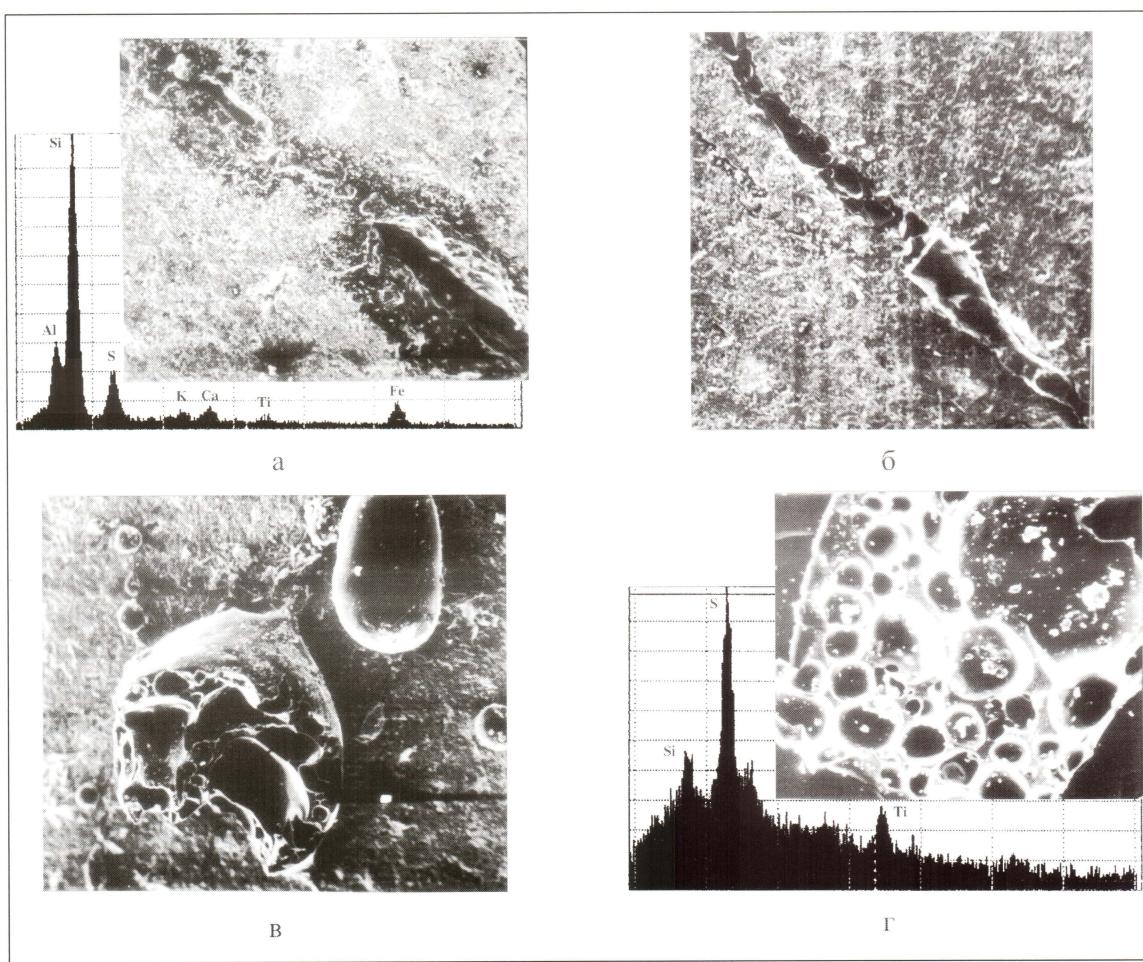


Рис. 3. Полости, образовавшиеся по углистым слойкам (а, б), капельки битумов, вытопившиеся из прослоев углей (б, в) и пузырчатая микроструктура внутренней части этих капелек (г) на поверхности углисто-алевритистых глин, подвергшихся воздействию гидротермальных флюидов различного состава при давлении 70 МПа и температуре 360° С: а — $\chi_{\text{CO}_2} = 0,06$; б, в — $\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O} = 0/8$; г — $\chi_{\text{CO}_2} = 0$. РЭМ, увеличение: а — в 30 раз; б — в 150 раз; в — в 33 раза; г — в 100 раз, под снимками приведены элементные спектры, полученные с их площадки

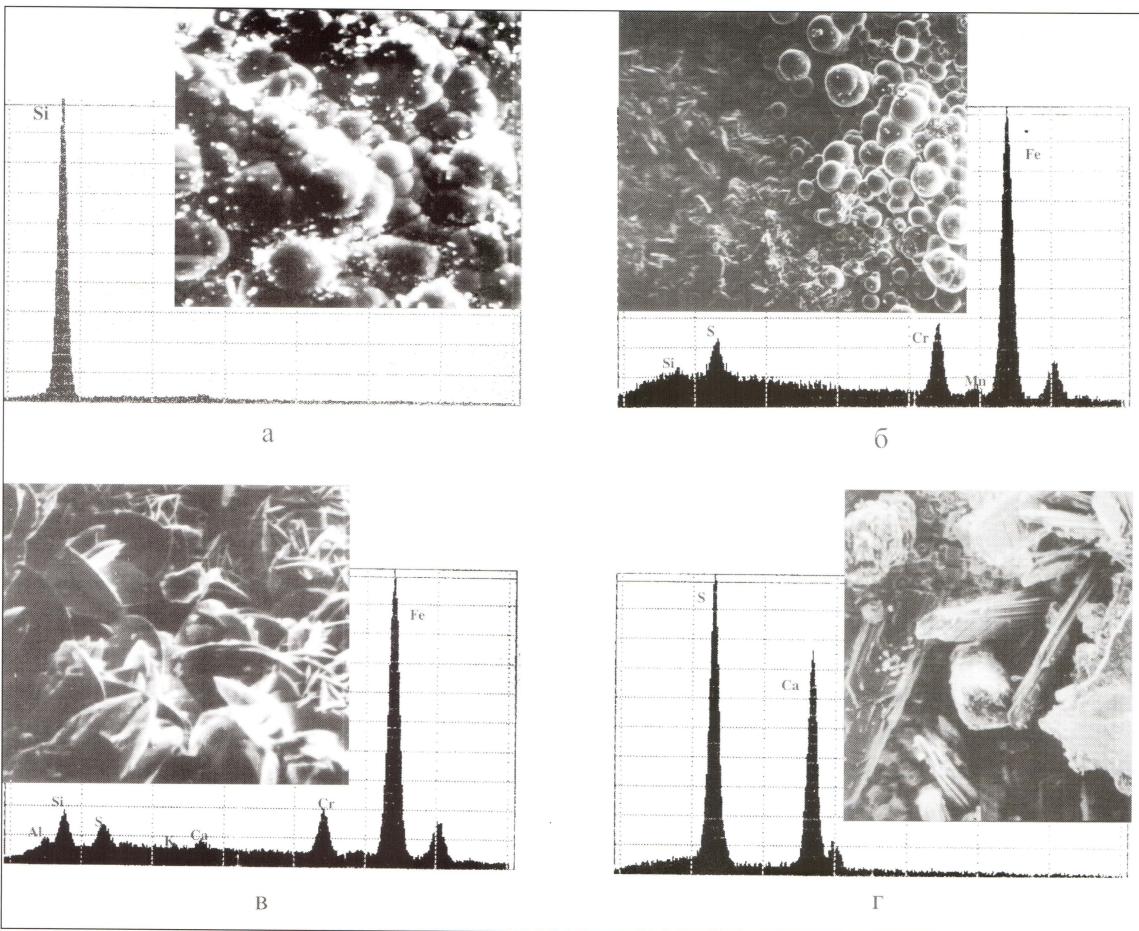


Рис. 4. Новообразованные минералы и их агрегаты, возникшие вследствие воздействия на кремнистый известняк гидротермальных флюидов различного состава при давлении 70 МПа и температуре от 295 до 410°C: а — шаровидный кремнезем, образовавшийся в кислой среде ($C_{HCl} = 0,8\text{N}$); б — шаровидный и в — пластинчатый гематит, сформировавшийся в окислительной среде (3 мл H_2O_2); г — кристаллы гипса, также возникшие в окислительной среде (2 мл H_2O_2); РЭМ, увеличено: а — в 300 раз; б — в 85 раз; в — в 500 раз; г — в 200 раз; под снимками приведены элементные спектры, полученные с их площади

В результате взаимодействия исходных пород различного состава с гидротермальными флюидами отмечается образование новых минеральных фаз. Так, например, на поверхности кремнистого известняка под действием кислого гидротермального флюида возникают тонкие белые корочки, сложенные округлыми агрегатами кремнезема (рис. 4а). Больше всего вторичных минеральных новообразований отмечается в экспериментах, проводившихся с флюидами, имевшими высокий окислительный потенциал. Гематит, образовавшийся в этих экспериментах, имеет несколько генераций, которые отличаются своей морфологией. Наряду с довольно крупными шаровидными агрегатами гематита (рис. 4б) встречаются мелкие чешуйвидные или пластинчатые его кристаллы (рис. 4в). В этих же условиях образуются кристаллы и даже микродрузы гидротермального гипса (рис. 4г). Следует обратить внимание на тот факт, что наиболее интенсивно образование новых минералов протекает на двухфазной границе (газ-жидкость), существовавшей в автоклаве.

Отмечается также образование сульфатов и сульфидов разнообразного состава, иногда за счет элементов, входящих в состав автоклавов, в которых проводились эксперименты. Кроме того, среди новообразованных минералов встрече-

ны как довольно обычные, такие как кварц, альбит, каолинит, гидрослюдя, кальцит, сидерит, пирит, так и довольно экзотичные минералы: кристаллы самородной серы, пирротин, силикат железа, кальциевый силикат (бредигит), хлорит чисто железистого состава, различные типы цеолитов (фожазит, филипсит), щелочные карбонаты (натриево-кальциевого состава). Образование этих фаз показывает, что гидротермальный раствор насыщен кремнием и алюминием.

Таким образом, гидротермальные флюиды, особенно кислого состава, а также содержащие повышенные концентрации углекислоты или обладающие высоким окислительным потенциалом, интенсивно растворяют и/или выщелачивают исходные породы, что приводит к формированию в них вторичных пустот, имеющих различную форму и размеры (от долей микрон до первых миллиметров). Определить величину вторичной пористости, возникшей в образцах, подвергшихся гидротермальному воздействию довольно сложно, так как она оценивается лишь исходя из изменений, наблюдаемых на поверхности образцов после экспериментов, а природные образцы оказываются проработанными полностью. Кроме того, в природе породы, подверженные воздействию гидротермальных флюидов, находятся под литостатической нагрузкой, препятствующей в известной мере сохранению возникающей вторичной пористости. Тем не менее, судя по полученным снимкам РЭМ, в некоторых опытах величина вторичной пустотности достигает 20–30 и даже 45% (кремнистые известняки и углистые глины). Поэтому в короткие с точки зрения геологического времени периоды тектоногидротермальной активизации, некоторые типы пород, подвергавшиеся воздействию гидротермальных флюидов, становились высокопористыми и проницаемыми и превращались в коллекторы, частично утратившими вследствие литостатического давления первоначально высокие фильтрационно-емкостные свойства, либо через некоторое время вновь уплотнялись и делались флюидоупорами. Первое относится к кремнистым известнякам, второе — к углистым глинам.

Высокотемпературное воздействие гидротермальных флюидов на породы приводит не только к формированию в них дополнительной вторичной емкости, но и интенсивной генерации нефти и газа. Особенно наглядно это продемонстрировали эксперименты, в которых в качестве исходной породы использовались образцы углистой и углисто-алевритистой глины (см. рис. 1б, д, ж, з, 3 а-в).

Чрезвычайно важным является тот факт, что в процессе преобразования керогена (углистого материала), присущего в глинах и глинистых алевролитах, происходит формирование вторичной емкости, которая может достигать значительной величины. Например, при исходном содержании керогена в глине около 10% и преобразовании его под действием гидротермальных флюидов в углеводороды, гетеросоединения и неуглеводородные летучие примерно на 70% от его первоначального объема [6, 7] в ней должна сформироваться дополнительная вторичная емкость, составляющая около 14% [4]. Так как генерация углеводородов, гетеросоединений и неуглеводородных летучих протекает с увеличением объема, то происходит флюидоразрыв породы, и она в период интенсивной нефтегенерации является проницаемой для них.

Обладая низкими прочностными свойствами, глинистые породы не способны сохранить возникающую в них вследствие нефтегенерации вторичную емкость, поэтому они довольно быстро уплотняются, теряя образовавшиеся в них углеводороды и гетеросоединения.

Гидротермальные флюиды не только активизируют процессы нефтегенерации, но и активно экстрагируют образовавшиеся в породах углеводороды и вы-

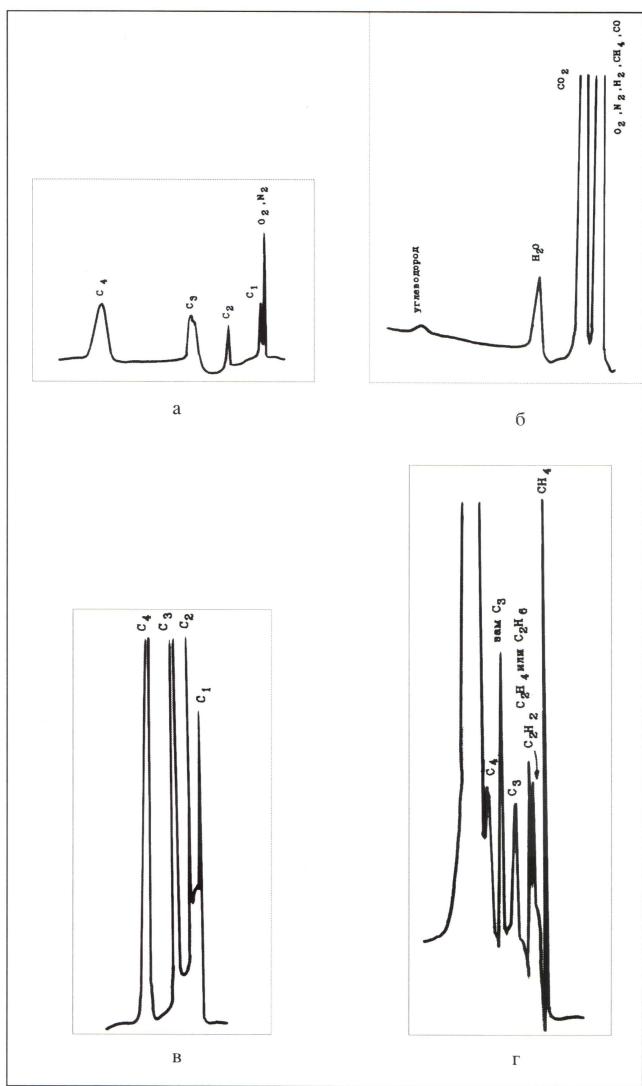


Рис. 5. Хроматограммы эталонных смесей (а, в) и газовых фаз после опытов (б, г), полученных при взаимодействии гидротермальных флюидов при давлении 70 МПа и температуре 295–300°C: а — с кремнистым известняком ($\chi_{\text{CO}_2} = 0,15$); г — углистой глиной ($\chi_{\text{CO}_2} = 0,075$)

лоты ($\chi_{\text{CO}_2} = 0,075$), показал, что она представлена практически одними углеводородами, причем главным образом легкими (рис. 5г).

Таким образом, проведенные хроматографические исследования подтвердили, что гидротермальные флюиды интенсифицируют процесс нефтегенерации, причем они непосредственно участвуют в нем и по сравнению с «сухим» пиролизом выход углеводородов в этом случае значительно выше [6].

Выходы

1. Гидротермальные флюиды, формирующиеся в тектонически активных зонах, поступают вместе с теплом в доюрский комплекс и породы осадочного чехла и взаимодействуют с ними.

2. Различные типы пород реагируют с гидротермальными флюидами неодинаково — часть из них слабо изменяется под их действием (различные типы глинистых метаморфических сланцев, глины и глинистые алевролиты с низким содержанием органического материала), другие претерпевают значительные изме-

носят их в коллекторы, в которых из них формируется залежь или месторождение. Поэтому при прочих равных условиях, чем масштабнее зона тектоногидротермальной активизации, тем значительнее запасы месторождения или группы месторождений, формирующихся в ее границах.

Хроматографический анализ газовой фазы, полученной после взаимодействия кремнистого известняка с гидротермальным флюидом, содержащим углекислоту ($\chi_{\text{CO}_2} = 0,15$), показал, что основные компоненты, присутствующие в ней представлены, неуглеводородными соединениями (рис. 5б). Углеводороды содержатся в следовых концентрациях. Это объясняется тем, что концентрация керогена, присутствующего в кремнистых известняках, не превышает 0,6–0,8% и, кроме того, он сильно метаморфизован, то есть в значительной степени уже реализовал свой исходный нефтегенерационный потенциал.

Напротив, хроматографический анализ газовой фазы, полученной из автоклава после взаимодействия углистой глины с гидротермальным флюидом с небольшим содержанием углекислоты ($\chi_{\text{CO}_2} = 0,075$), показал, что она представлена практически одними углеводородами, причем главным образом легкими (рис. 5г).

нения (известняки, включая кремнистые разновидности, углистые глины и углистые алевролиты).

3. В результате воздействия гидротермальных флюидов на породы происходит интенсивное выщелачивание, растворение и переотложение входящих в их состав компонентов, образуются новые минералы, формируется вторичная ёмкость, величина которой может достигать 20—30, а в редких случаях до 45%.

4. Наиболее активно с различными типами пород взаимодействуют гидротермальные флюиды, имеющие кислый состав, высокий окислительный потенциал и значительную долю углекислоты.

5. При взаимодействии гидротермальных флюидов с породами, богатыми керогеном, происходит интенсивная генерация углеводородов («мокрый» пиролиз), на поверхности образцов фиксируется появление многочисленных капелек битумоидов.

6. Под действием гидротермальных флюидов в породах происходит практически одновременная генерация нефти и формирование вторичной ёмкости, что приводит к возникновению залежей и месторождений нефти и газа, размеры и запасы которых зависят от величины зон тектоногидротермальной активизации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боровых М.Л., Зубков М.Ю. и др. Оценка запасов нефти в кровельной части доюрского комплекса Ханты-Мансийской площади методом материального баланса. // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО (Четвертая научно-практическая конференция).— Ханты-Мансийск.— 2001.— С. 268—283.
2. Геология нефти и газа Западной Сибири. // Конторович А.Э., Нестеров И.И., Салманов Ф.К. и др.— М.: Недра.— 1975.
3. Зубков М.Ю. Гидротермальные силициты — перспективный нефтегазопоисковый объект доюрского фундамента Западно-Сибирской плиты. // Геология и нефтегазоносность нижних горизонтов чехла Западно-Сибирской плиты.— Новосибирск.— СНИИГГиМС.— 1990.— С. 87—101.
4. Зубков М.Ю., Федорова Т.А. Гидротермальные вторичные коллекторы в черных сланцах. // Геология нефти и газа.— 1989.— № 6.— С. 26—30.
5. Зубков М.Ю., Дворак С.В. и др. Гидротермальные процессы в шеркалинской пачке Талинского месторождения (Западная Сибирь). // Литология и полезные ископаемые.— 1991.— № 3.— С. 122—132.
6. Конторович А.Э., Меленевский В.Н., Фомичев А.С., Шведенков Г.Ю. Пиролиз как метод изучения нефтегенерационного потенциала материнских пород. // Геология нефти и газа.— 1986.— № 12.— С. 36—41.
7. Тиско Б., Вельте Д. Образование и распространение нефти.— М.: Мир.— 1981.