

УДК 551.211: 553.981 (571.1)

И.М. Симанович¹, О.В. Япаскурт², В.И. Горбачев³**ТРАППОВЫЙ МАГМАТИЗМ И МОБИЛИЗАЦИЯ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ФЛЮИДОВ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)⁴**

Исследован керновый материал сверхглубоких скважин СГ-6 и СГ-7 (Колтогорско-Уренгойский грабен). Установлены нелинейность и дискретность температурного режима преобразования осадочных пород. Подстилающие их базальты метаморфизованы и метасоматически преобразованы под воздействием высокотемпературных флюидов, связанных с суперплюмом. Подбазальтовые туфы имеют фреатическое происхождение. Предполагается, что внедрение базальтовых силлов в подтуфовую угленосную пермо-карбоновую толщу вызвало термоллиз углей и генерацию углеводородных газов метанового состава.

Ключевые слова: суперплюм, траппы, фреатические процессы, углеводородные газы.

Kernel material of super deep wells SG-6 and SG-7 (Kotlogorsko-Urengoiskyi graben) was investigated. Non-linearity and discontinuity of temperature modification of sedimentary rocks was established. Underlying basalts are metamorphized under the force of high-temperature fluids that are connected with superplum. Under-basaltic tufts gave freatic nature. It is assumed that intrusion of basaltic sills into under-tuffaceous Carboniferous-Permian unit caused thermolysis of coals and generation of hydrocarbonaceous gases of methane composition.

Key words: super plum, trapps, freatic processes, hydrocarbonaceous gases.

Введение. В.Е. Хаин и М.Г. Ломизе [Хаин, Ломизе, 2005] разделяют нефтегазоносные бассейны на континентах на две основные группы — надплитные (платформы) и межплитные (подвижных поясов). На платформах они выделяют две группы бассейнов — итракратонные и перикратонные. Интракратонные бассейны в структуре платформ представлены крупными впадинами (синеклизами), развитие которых связано с предыдущим этапом рифтогенеза. Над рифтами находятся многие крупные осадочные нефтегазоносные бассейны: Западно-Сибирский, Тимано-Печорский и др. В Западной Сибири развитие рифтогенных грабенов, заполненных в основном пресноводно-континентальными толщами с вулканитами, пришлось на позднепермское и триасовое время [Бурлин, 2008]. Цитируемый автор, судя по тексту, не придает большого значения вулканитам, вероятно, воспринимая их как осложняющий фактор. Однако изучение траппов в основании Колтогорско-Уренгойского рифтогенного грабена на севере Западно-Сибирской плиты (по материалам параметрических скважин СГ-6 и СГ-7) позволяет пересмотреть роль траппового вулканизма в генерации углеводородных газов. По современным представлениям [Добрецов, 1997], пермо-триасовый магматизм и осадконакопление в Сибири определяются воздействием суперплюмов (рис. 1): «...центры плюмов в северной, трапповой области предпо-

лагаются <...> в центре Тунгусской синеклизы и в центре Западно-Сибирской плиты, в районе тройного сочленения Колтогорско-Уренгойского и других триасовых грабенов» [Добрецов, 1997, с. 221]. Можно предположить, что излияние базальтовых лавовых потоков происходило примерно на одном и том же гипсометрическом уровне, однако «область распространения траппов на Сибирской платформе осталась приподнятой и не сопровождалась заметным накоплением осадков <...> после траппового магматизма. Трапповый магматизм в троговых прогибах Западно-Сибирской плиты привел к ее стабильному опусканию и формированию крупного Западно-Сибирского нефтеносного бассейна» [там же, с. 222].

Некоторые результаты изучения материалов сверхглубоких скважин СГ-6 и СГ-7 (Колтогорско-Уренгойский грабен). Бурение сверхглубоких Тюменской СГ-6 (7502 м) и Ен-Яхинской СГ-7 (8250 м) параметрических скважин проводилось с целью изучения глубинного геологического строения северной части Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (рис. 2), а также для оценки нефтегазоносности глубоководно погруженных юрских, триасовых и палеозойских отложений. По керновым материалам были изучены вещественный состав и вторичные преобразования вскрытых скважинами терригенных и вулканогенных пород юры и триаса, проведено детальное изучение шлифов терригенных и вулканогенных пород, а так-

¹ Геологический институт РАН, лаборатория литогенеза, докт. геол.-минер. н., вед. науч. с., e-mail: simanovich@ginras.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра литологии и морской геологии, докт. геол.-минер. н., профессор, зав. кафедрой, e-mail: yapaskurt@geol.msu.ru

³ ОАО НПЦ «Недра», Ярославль, канд. геол.-минер. н., генеральный директор, e-mail: geol@nedra.ru

⁴ Работа выполнена по Программе президиума РАН № 14, раздел 1.3.2.

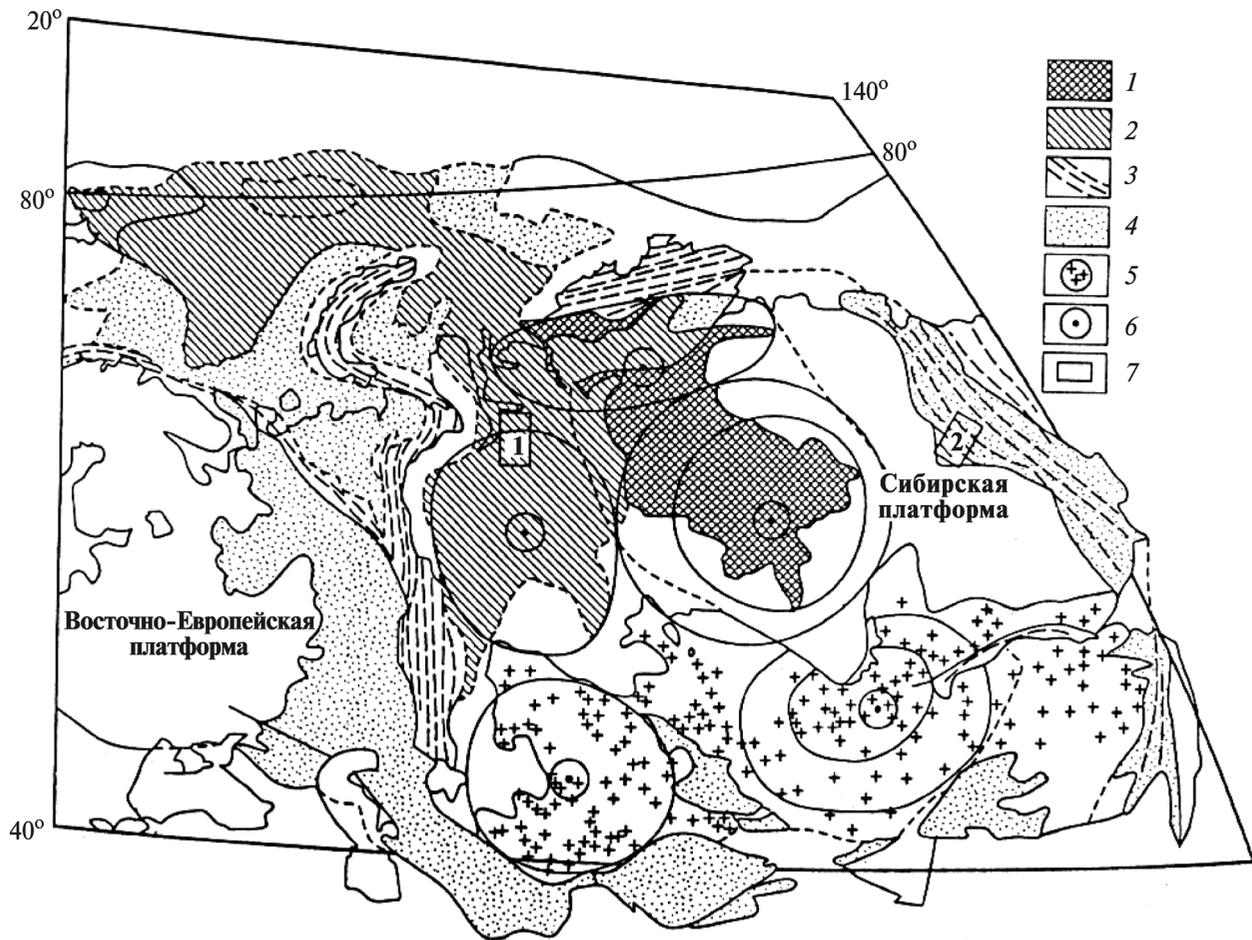


Рис. 1. Ареалы пермо-триасовых магматизма и осадконакопления в Евразии [Добрецов, 1997]: 1 — траппы Сибирской платформы и Таймыра; 2 — траппы под чехлом мезозойско-кайнозойских отложений; 3 — складчатые области по обрамлению Русской плиты и Сибирской платформы; 4 — бассейны пермо-триасового мощного (>1 км) осадконакопления; 5 — ареалы гранитоидного, щелочного и бимодального магматизма; 6 — вероятные центры мантийных плюмов; 7 — место работы

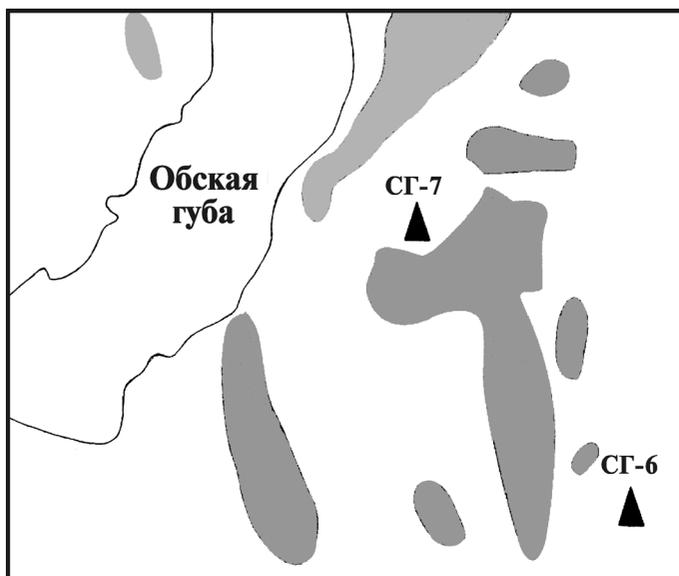


Рис. 2. Схема расположения Тюменской (СГ-6) и Ен-Яхинской (СГ-7) параметрических скважин. Серые поля — нефтегазоносные структуры

же рентгеноструктурное исследование глинистых минералов. При этом решалась задача выявления соотношения катагенеза и метаморфизма глубокопогруженных толщ.

Стратиграфия и литологическое строение терригенной толщи, вскрытой скважиной СГ-6, показаны на рис. 3 (на глубине 6422 м скважина вошла в базальты). В работах [Япаскурт и др., 1997; Япаскурт, 2005] детально рассмотрена последовательность преобразования осадочного вещества песчаных пород разреза. В кратком изложении эта последовательность такова: 1) частичная коррозия терригенных зерен; 2) начало развития структур гравитационной коррозии между соприкасающимися обломочными зернами и регенерации обломочного кварца; 3) кристаллизация разобщенных агрегатов кальцита, коррозия кальцитом аутигенного кварца; 4) формирование швов гидроразрыва; 5) рекристаллизационный бластез на контактах песчаных зерен кварца (в некоторых литотипах — интервал, пограничный между триасом и юрой); 6) кристаллизация вростков слюд поздней генерации; 7) повсеместное присутствие порфиробластических ромбоэдров доломита либо анкерита. Минеральные

новообразования характеризуют последовательные этапы литогенеза погружения (катагенеза). Новообразования трех последующих генераций имеют явно наложенный характер, обусловленный импульсивными активизациями палеотемпературного режима недр [Япаскурт, Шиханов, 2007].

Ю.И. Галушкина с соавторами [Тюменская..., 1996, с. 286] осуществили численное моделирование эволюции катагенеза органических компонентов по массовым замерам отражательной способности витринита из керна скв. СГ-6. Главный вывод этих исследователей — доказательство нелинейного характера палеотемпературного режима по мере увеличения глубины погружения пород. Согласно их данным, раннему этапу развития Колтогорского осадочного бассейна был свойствен высокий начальный тепловой поток (около 100 мВт/м²); этот раннетриасовый тепловой импульс релаксировал через 50–60 млн лет. В течение всего триаса тепловой поток был достаточно высоким (около 75 мВт/м²); в средне-позднеюрскую эпоху тепловой поток также был повышенным (58–62 мВт/м²). Имеются также веские литологические доказательства воздействия локальных источников тепла на ранней стадии погружения триасовых и нижнеюрских пород (внедрение силлов, стимулировавшее гидротермальные процессы). Петрографические и прецизионные исследования стадийности аутигенного минералообразования в породах из керна СГ-6, приведенные в [Япаскурт и др., 1997], показали сначала возрастание всех признаков измененности осадочных пород сверху вниз по разрезу, вплоть до интервала 4,6–5,6 км, где в песчаниках установлены структуры рекристаллизационного бластеза кварца и другие образования стадии метагенеза, а затем — явные признаки ослабления вторичных преобразований пород до глубины 6,4 км (рис. 3). Нижележащие базальты и вмесившие их вулканогенно-терригенные породы вновь метаморфизованы.

Вторичные преобразования терригенных комплексов мелового, юрского и триасового возрастов, вскрытых скважиной СГ-7, проявлены несколько по-иному. Они изучены с глубины 3620 м и до 6920 м (кровля базальтов). До глубины ~6770 м наблюдается постепенное нарастание интенсивности катагенетических преобразований песчаных пород: формирование структур растворения под давлением и регенерация кварца. Увеличение степени преоб-

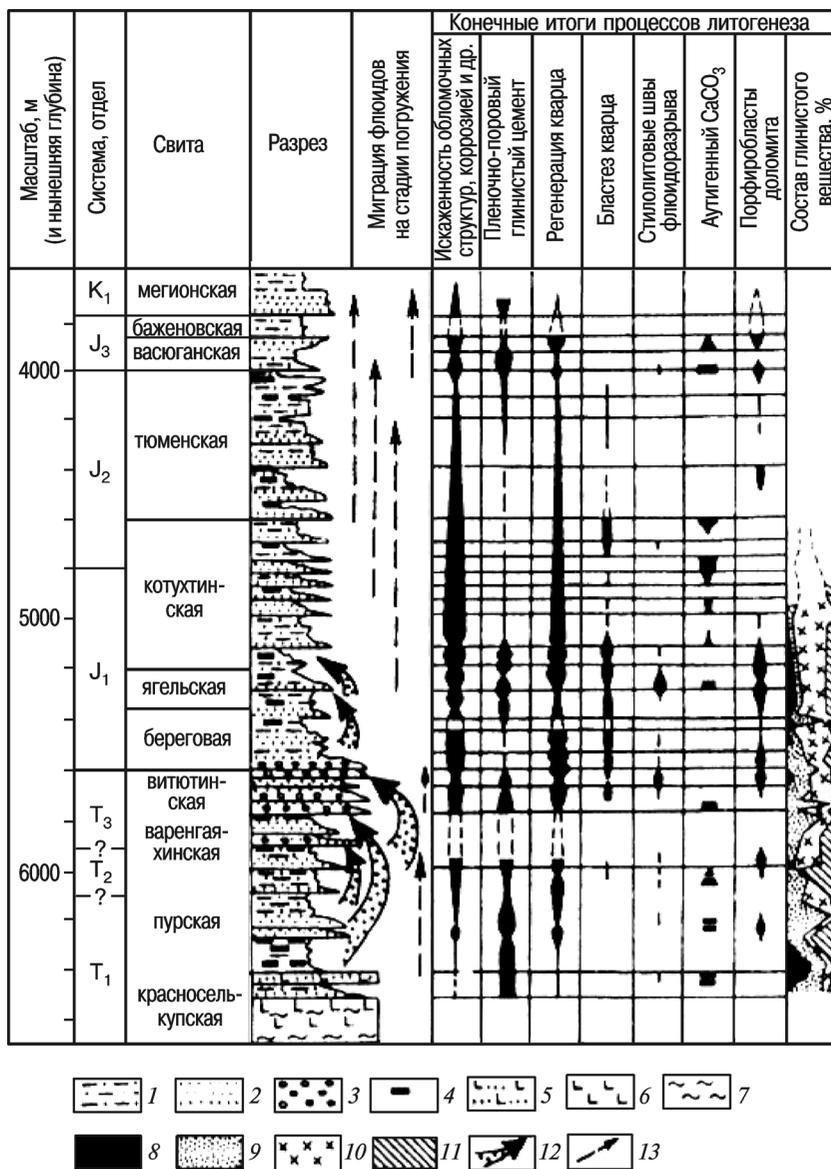


Рис. 3. Схема интенсивности постседиментационных преобразований песчаников в разрезе СГ-6: 1–7 — литотипы (на стратиграфической колонке): 1 — алевролиты, 2 — песчаники, 3 — конгломераты и гравелиты, 4 — угли, 5 — туфы, 6 — базальты, 7 — продукты латеризации; 8–11 — состав глинистой фракции: 8 — каолинит, 9 — иллит, 10 — хлорит, 11 — смешанослойный минерал; 12 — миграция элизинных вод; 13 — миграция CO₂ и других флюидов [Япаскурт, 2005]

разования глинистых минералов в этом интервале не отмечено; колебания процентного содержания иллита, гидрослюд, смешанослойных минералов, хлорита и каолинита на разных глубинах вскрытого разреза связаны с изменением областей сноса по мере накопления осадочных комплексов. Крупнозернистые песчаные породы среднего триаса (надбазальтовая толща) преобразованы значительно интенсивнее: в них появляются микростилолитовые структуры растворения под давлением, рекристаллизационный бластез обломочных зерен кварца, а также обнаружены новообразованные выделения цоизита. Изменяется также состав глинистых минералов: слюды представлены серицитом, отмечены железистый хлорит и каолинит. Эти признаки указывают на отсутствие

линейного увеличения температуры и давления (T и P) по мере погружения осадочных комплексов. Интенсивный (до 200–300 °С) прогрев надбазальтовых отложений среднего триаса обусловлен, скорее всего, температурным воздействием долгоживущего суперплюма.

Тектурные и структурные типы базальтов. Одновозрастность и генетическая близость базальтов, вскрытых скважиной СГ-7, и лавовых потоков (покровов) Тунгусской синеклизы представляют уникальную возможность учесть постэруптивные процессы, определившие текстурный и структурный облик базальтов, а также инициальные (постэруптивные) вторичные изменения.

Нами было показано [Симанович, Кудрявцев, 1981], что различные фациальные типы эффузивных траппов сформировались под влиянием палеогеографических условий. Их текстурное разнообразие обусловлено обводненностью палеоландшафта. Изучение и документация многочисленных обнажений в южной части плато Путорана, а также по р. Нижняя Тунгуска позволило выявить сложное строение потоков базальтов (в разрезе), которое обусловлено фреатической продувкой парами воды, вскипавшей в обводненных осадках под потоками лавы. В результате этих процессов наиболее распространенное строение потоков базальтов (их мощность достигает 40–50 м) следующее: в основаниях потоков — мандельштейновые купола, в их прикровлевых частях — мандельштейновые воронки, в центральных частях — массивные базальты, пронизанные многочисленными газовыми трубками, которые соединяют мандельштейновые купола и воронки (рис. 4).

Некоторые петрологи, например [Дмитриев, 1973], связывают миндалекаменность базальтов с

изначально высоким содержанием воды и газов в базальтовых лавах. Однако результаты экспериментов А.А. Кадика с соавторами [1971] показали низкую растворимость воды в базальтовом расплаве даже при высоком давлении. Экстраполируя данные этих исследователей к давлению ~10 атм (что соответствует реальному давлению в основании мощного потока базальтовой лавы), мы рассчитали, что содержание воды в растворенном виде в расплаве не превышает 0,04% [Симанович, Кудрявцев, 1981]. Таким образом, можно считать, что в движущейся лаве с момента излияния до остановки потока присутствует постоянно небольшое количество воды в растворенном состоянии, несмотря на внедрение в расплав из подстилающих пород значительных масс воды в виде пара.

Что касается базальтов, вскрытых скважинами СГ-6 и СГ-7, следует отметить, что общая мощность вскрытой толщи (>1000 м) соизмерима с мощностью эффузивных траппов Тунгусской синеклизы (1500–2000 м). Однако мощность отдельных потоков базальтов (скв. СГ-7) была, по-видимому, значительно меньше. Об этом свидетельствует отсутствие относительно крупнозернистых пойкилоофитовых структур, столь характерных для центральных (массивных) частей потоков базальтов в Тунгусской синеклизе. Базальты, вскрытые скв. СГ-7, как правило, имеют тонкозернистое сложение (интерсертальные и гиалопилитовые структуры, редко вариолитовые), а главное, почти все описанные различия — миндалекаменные. Формы миндалин, их количество и соотношение (часто встречаются цепочки миндалин неправильной формы, ориентированные в одном направлении) таковы, что не остается сомнений в том, что текстурный и структурный облик базальтов, вскрытых скважиной, обусловлен интенсивной продувкой парами воды, вскипавшей в обводненных осадках (болотах, озерах), на которые изливались лавовые потоки.

Постэруптивный минералогенез. Вторичные минеральные изменения, возникшие на ранней, постэруптивной стадии (которые изучены нами в базальтах Тунгусской синеклизы [Симанович и др., 1988]), в значительной мере определили минералогенез базальтов, вскрытых скв. СГ-7, на стадии метаморфизма. Изучение мандельштейнов и газовых трубок в потоках базальтов Тунгусской синеклизы показало, что чаще всего миндалины выполнены черным или темно-зеленым веществом, иногда стекловатым (изотропным), которое, как нам удалось установить, представлено хлорофеем и продуктами его раскристаллизации —

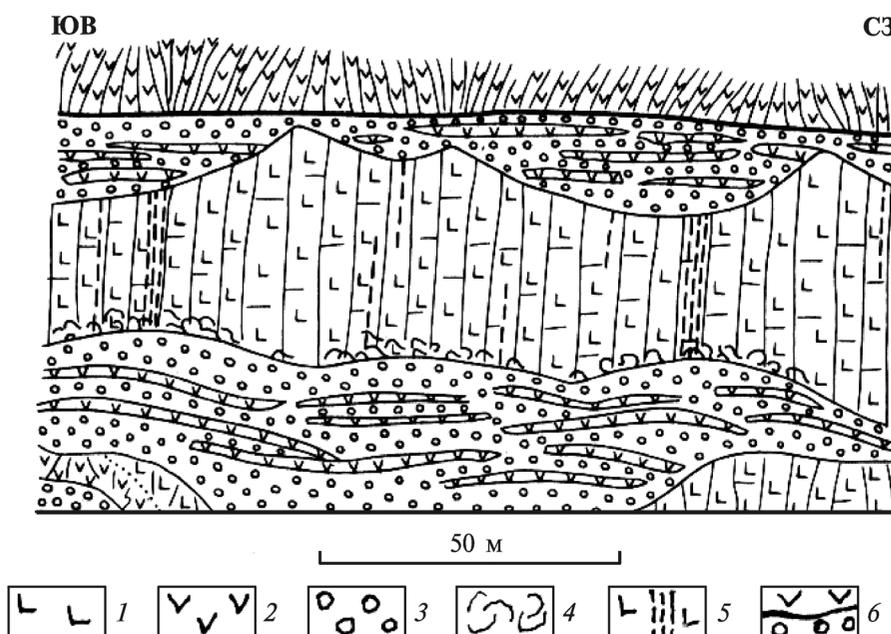


Рис. 4. Строение базальтового потока (разрез), Тунгусская синеклиза: 1 — долериты; 2 — мелкозернистые базальты; 3 — мандельштейны; 4 — шаровая отдельность; 5 — газовые трубки; 6 — границы потоков [Симанович, Кудрявцев, 1981]

Fe^{3+} -триоктаэдрическими смектитами [Симанович и др., 1986]. Хлорофеит — стеклоподобное вещество с крипстокристаллической структурой триоктаэдрического смектита — формируется во время постэруптивного процесса за счет рестита (остаточной фазы кристаллизации базальтов). Хлорофеит почти всегда в той или иной степени раскристаллизован. Мы полагаем, что хлорит, выполняющий значительное количество миндалинов в метаморфизованных базальтах скв. СГ-7, возник за счет хлорофеита и триоктаэдрического смектита, образовавшихся на постэруптивной стадии изменения этих базальтов.

Хлорофеит, триоктаэдрический смектит, а также другие минералы, образовавшиеся на постэруптивной стадии: цеолиты, кальцит, минералы кремнезема, а также вкрапленники и основная масса базальтов замещены метаморфическими минералами, среди которых диагностированы альбит, эпидот, цоизит, хлорит, актинолит, тремолит, пренит, пумпеллиит, кальцит, серицит, скаполит, хлоритоид, гематит, иддингсит, лейкоксен, сфен, кварц и халцедон. Пренит и пумпеллиит отмечены в верхней части разреза базальтов до глубины 7664 м. Ассоциация метаморфогенных минералов в нижней части разреза базальтов соответствует среднетемпературной субфации фации зеленых сланцев [Добрецов и др., 1972]. Следует отметить, что метаморфизм базальтов не был изохимичным. Присутствие таких вторичных минералов, как альбит, кальцит, скаполит, тремолит, кварц, вероятно, свидетельствует об ограниченном действии метасоматических процессов. Метасоматические процессы (пропилитизация) играли заметную роль при преобразовании базальтов в скв. СГ-6 [Коробов, Коробова, 2008]. Эти авторы выделяют среднетемпературную (330–280 °С) — эпидот, кварц, альбит, хлорит, кальцит, а также низкотемпературную стадии (300–200 °С), в верхней части разреза базальтов широко развиты цеолиты (ломонтит).

При испытании вулканогенной толщи в скв. СГ-6 в интервале 6622–6650 м установлено, что открытая пористость достигает 20% при высокой проницаемости; получена пластовая вода с дебитом более 100 м³/сут, с газовым фактором 8–10. Температура пластового флюида составляет 176 °С. Покрышкой служит 200-метровая толща интенсивно гематитизированных и цеолитизированных базальтов.

Был исследован коллекторский потенциал вскрытой скважиной СГ-7 вулканогенной толщи [Сиротенко, Горбачев, 2008]. В частности, установлено, что наилучшими фильтрационно-емкостными свойствами обладают базальты в интервале 7124–7163 м. В результате испытаний этого интервала получен приток углеводородного газа с водой (48 м³/сут).

Туфы, подстилающие эффузивные траппы. Скважина СГ-7 подсекла основание эффузивных траппов на глубине 8245 м. Последние 5 м перед забоем скважины представлены гиалокластическими туфами. Эти породы изначально были сложены рогульчатыми и

пузырчатыми осколками базальтового вулканического стекла, но в результате метасоматических процессов полностью замещены клиноцоизитом. Однако «теневая» структура гиалокластов различается вполне отчетливо, несмотря на псевдоморфное замещение клиноцоизитом. Проводя аналогию между вскрытыми скважиной базальтами и эффузивными траппами Тунгусской синеклизы, мы вправе предполагать, что мощность туфов под базальтами Колтогорско-Уренгойского грабена значительно больше, вероятно, сотни метров.

Мощность туфогенных толщ под эффузивными траппами Тунгусской синеклизы, по разным оценкам [Боручинкина и др., 1974; Белов и др., 2008], составляет от 400 до 800 м.

Северо-запад Сибирской платформы — область грандиозного развития трапповых покровов мощностью до 2–2,5 км. Туфы траппов образуют широкую полосу обрамления траппового плато. Однообразная туфогенная толща мощностью 400–800 м залегает преимущественно на континентальных угленосных отложениях карбона и перми. Интрузивные траппы развиты на большей площади, чем туфы. Пластовые интрузии траппов образуют пояса по окраинам Тунгусской синеклизы. Мощность трапповых интрузий достигает 500–800 м, в среднем ~250 м [Белов и др., 2008].

Время внедрения и излияния траппов охватывает конец палеозоя и начало мезозоя (распад Гондваны, конец пермского оледенения). Туфогенная толща сформировалась в результате размыва и переотложения пирокластического материала, поступавшего на поверхность из многих центров извержения. Как уже отмечалось, базальтовая магма содержала крайне незначительное количество воды в растворенном состоянии, поэтому извержения гавайских вулканов (современная «горячая точка») сопровождаются лишь слабым лавовым фонтанированием.

Трудно допустить, что базальтовые туфы значительной мощности образовались в результате извержений без участия грунтовых и поверхностных вод. В.Л. Масайтис [1983] предположил, что накопление туфогенных толщ Сибирской платформы обусловлено взаимодействием внедрившейся в виде пластовых тел базальтовой магмы с насыщенными водой осадками, что привело к интенсивным фреатомагматическим извержениям. Как показал этот автор, давление паров воды в экзоконтактах внедрившихся силлов могло достигать 0,1–0,35 ГПа, чего достаточно для их трансвапоритизации, так как в камере силла превышает гидростатическое давление. При этом В.Л. Масайтис считает, что для фреатических извержений достаточно вхождение лишь 1 вес.% воды в расплав. В Тунгусском артезианском бассейне в этот процесс могло быть вовлечено только 2% воды, содержащейся в осадочных породах.

При взаимодействии воды с магмой происходило образование колонны пузыристого расплава, давление

в котором могло превышать 30–50 МПа, что вело к разрушению кровли силла и возникновению вертикального канала в вышележащих толщах. По каналу поднимался пузыристый расплав, который вследствие дегазации и адиабатического расширения подвергался фрагментации. Обломки брекчированного застывшего расплава выносились струями перегретого пара, образуя трубки взрыва и гидроэксплозивные вулканы. Вероятно, именно такие трубки взрыва П.Е. Оффман [1959] описал в обнажениях по р. Подкаменная Тунгуска под названием «кривлякиты». Многократные внедрения силлов привели к накоплению мощной толщи туфов, подстилающих эффузивные траппы Тунгусской синеклизы.

Гипотеза В.Л. Масайтиса была подтверждена петрографическими исследованиями А.Р. Гептнера и В.А. Наумова [1986], которые обнаружили большое количество сидеромелановой гиалокластике в составе туфовой толщи Тунгусской синеклизы, что несомненно указывает на гидроэксплозивное происхождение трубок взрыва и фреатический генезис туфовой толщи в целом.

Фреатический генезис установлен нами [Симанович, Костылева, 1990] и для ксенотуфов нижнефранских отложений Среднего Тимана. В разрезах рек Печорская Пижма и Цильма ксенотуфы перекрыты туфогенными глинисто-алевролитовыми и песчаными отложениями франского яруса мощностью около 20 м. Эта толща перекрыта базальтами Валсовского покрова. Следовательно, ксенотуфы не являются эксплозивной фацией этих базальтов, так как разобщены с ними в разрезе. В обнажениях ксенотуфы имеют довольно единообразный облик и представлены в основном псефитовыми, реже грубопсефитовыми разностями; гранулометрическая слоистость, как правило, отсутствует. Выше по разрезу толща представлена тонкоплитчатыми горизонтально-слоистыми псаммитовыми ксенотуфами. Еще выше тонкоплитчатые туфы постепенно, но на небольшом расстоянии (10–15 см) переходят в тонколистоватые черные битуминозные сланцы, расщепляющиеся на пластины толщиной в доли миллиметра, которые и венчают разрез туфов. Вероятно, фреатоматический процесс вызывал перераспределение флюидов органического происхождения, содержащихся во вмещающих породах.

В верховьях р. Верхняя Валса, а также в среднем течении Печорской Пижмы описаны агломератовые ксенотуфы, являющиеся эруптивными аппаратами. Они также сложены в основном обычными ксенотуфами, часто с шаровой отдельностью, однако не менее 20% их объема составляют беспорядочно распределенные крупные и глыбовые обломки пород размером от 10 до 80 см. Среди них преобладают песчаники с регенерационным кварцевым цементом, реже встречаются сильно преобразованные обломки минералогических базальтов и глинистых сланцев.

Мобилизация углеводородов из угленосной пермокарбоновой толщи, подстилающей базальтовые туфы.

По данным С.В. Белова с соавторами [2008], в вертикальном разрезе пермо-карбонового осадочного чехла, судя по данным бурения, местами встречается 10–20 пластовых интрузий базальтов, составляющих до 50% мощности разреза. П.Е. Оффман [1959] привел фотографию обнажения, в котором горизонтальные слои осадочных пород мощностью 10–30 см многократно перемежаются с соизмеримыми по мощности пластовыми внедрениями интрузивных траппов.

Совершенно очевидно, что осадочные породы подвергались интенсивному прогреву, а заключенные в них флюиды, главным образом вода, находились в надкритическом состоянии. При таком температурном воздействии могла происходить генерация углеводородов при метаморфизме угольных пластов [Голицын, Голицын, 1993]. В статье М.В. Голицына и Н.В. Прониной [2002] приведен график, на котором отражены зоны генерации углеводородов различными микрокомпонентами углей. Анализ этого графика показывает, что в угленосных осадочных толщах, перекрытых эффузивными траппами и подстилающей их мощной туфогенной толщей, при воздействии тепла от еще не остывшего плюма, была возможна генерация лишь метановых газов. И вполне можно предположить, что если бы не была остановлена проходка СГ-7, то под толщей траппов могла быть вскрыта газовая залежь.

Заключение. Вполне вероятно, что вместе с известными уникальными месторождениями углеводородных газов на севере Западно-Сибирской плиты существуют залежи иного генетического типа, которые обусловлены трапповым магматизмом. Магматические очаги, связанные с суперплюмами, вероятно, сохраняли высокую температуру на протяжении миллионов лет, о чем, в частности свидетельствуют относительно высокотемпературные преобразования в надбазальтовой осадочной триасовой толще терригенных пород. Пермо-триасовые траппы распространены на территории Сибирской платформы, под чехлом мезозойско-кайнозойских отложений Западно-Сибирской плиты, на Оленекском поднятии Анабарской антеклизы, под Хатангской депрессией, на Таймыре и в юго-восточной части Карского моря (с вероятным продолжением в Баренцево море) [Добрецов, 1997]. Все перечисленные регионы перспективны на обнаружение крупных месторождений углеводородного сырья.

По поводу метанового газа, образовавшегося под траппами Колтогорско-Уренгойского грабена в результате термолитиза углей пермо-карбоновой продуктивной толщи, можно обсуждать три следующих варианта:

1) в результате вертикальной миграции весь газ, генерированный в триасе, перешел в более высокие горизонты (юрские, меловые);

2) при наличии флюидоупоров по крайней мере часть запасов генерированного газа могла остаться в коллекторах пермо-карбоновой толщи, под траппами. Такими флюидоупорами могли быть плотные долерит-

ты, прослои которых отмечены в базальтовой толще [Сиротенко, Горбачев, 2008], а также гиалокластиты туфов (последние 5 м перед забоем скважины СГ-7), полностью метасоматически замещенные клиноцоизитом. При наблюдении в шлифах пористость в этих породах не наблюдается. Следовательно, не исключено, что под траппами в пермо-карбонных коллекторах сосредоточены значительные запасы газов;

3) можно также предположить, что генерация метановых газов за счет термолитиза углей продолжается и поныне, с постепенной миграцией в более высокие горизонты. Температура в забое скважины СГ-7 составляет 150 °С, а температура флюида в вулканогенной толще скв. СГ-6 — 176 °С, вероятно, в подтуфовой угленосной пермо-карбонной толще она еще выше.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Белов С.В., Лапин А.В., Толстов А.В., Фролов А.А. Минерогения платформенного магматизма (траппы, карбонатиты, кимберлиты). Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. 537 с.

Боручинкина М.А., Кичкина С.С., Григорьев В.В. Стратиграфия вулканогенных отложений центральной части Тунгусской синеклизы // Тр. Томск. ун-та. 1974. Т. 232а. С. 74–79.

Бурлин Ю.К. Вещественный состав осадочных формаций в нефтегазоносных бассейнах переходных зон континент–океан // Литология и геология горючих ископаемых. Екатеринбург, 2008. Вып. 2 (18). С. 254–264.

Гептнер А.Р., Наумов В.А. Особенности состава вулканокластиков корвучанской серии Тунгусской синеклизы // Литология и полезные ископаемые. 1986. № 2. С. 75–89.

Голицын М.В., Голицын А.М. К вопросу о генерации углем нефти // Геология угольных месторождений. Екатеринбург: Изд-во УГИ, 1993. Вып. 3. С. 33–37.

Голицын М.В., Пронина Н.В. Нефть в угольных бассейнах // Геология угольных месторождений. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2002. Вып. 12. С. 19–30.

Дмитриев Ю.И. Мезозойский трапповый вулканизм в центре и на периферии Тунгусской синеклизы // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1973. № 10. С. 58–67.

Добрецов Н.Л. Пермо-триасовый магматизм и осадконакопление как отражение суперплюмов // Докл. РАН. 1997. Т. 354, № 2. С. 220–223.

Добрецов Н.Л., Соболев В.С., Хлестов В.В. Фации регионального метаморфизма умеренных давлений. М.: Недра, 1972. 288 с.

Кадик А.А., Лебедев Е.Б., Хитаров Н.И. Вода в магматических расплавах. М.: Наука, 1971.

Коробов А.Д., Коробова Л.А. Разуплотнение пород и фазовая зональность нефтидов Западно-Сибирской плиты как отражение гидротермально-метасоматических процессов // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. М.: ВНИИОЭНГ, 2008. № 9. С. 21–28.

Масайтис В.Л. Пермский и триасовый вулканизм Сибири: проблемы динамических реконструкций // Зап. ВМО. 1983. Ч. 112. Вып. 4. С. 412–425.

Оффман П.Е. Тектоника и вулканические трубки цент-

Все перечисленные варианты подлежат обсуждению. Определенную ясность может внести углубление СГ-7 или бурение в пределах Колтогорско-Уренгойского грабена новой сверхглубокой скважины (до 9,5–10 км). Учитывая большую стоимость работ по второму варианту, целесообразно сначала проанализировать геофизические данные о глубине залегания трапповых тел и выявить места, где к нынешней поверхности суши приближаются раннетриасовые базальты совместно с подстилающими траппы верхнепалеозойскими терригенно-угленосными отложениями, и здесь наметить участки для бурения.

Авторы статьи выражают искреннюю благодарность В.И. Горбачеву и Н.А. Мельниковой (ОАО НПЦ «Недра», г. Ярославль) за предоставленные материалы по сверхглубоким скважинам СГ-6 и СГ-7.

ральной части Сибирской платформы // Тектоника СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1959. Т. 4. С. 5–338.

Симанович И.М., Горбачев В.И. Катагенез и метаморфизм погружения терригенных и вулканогенных толщ (разрез, вскрытый параметрической скв. СГ-7, Ен-Яхинской) // Литология и полезные ископаемые, 2010 (в печати).

Симанович И.М., Дриц В.А., Дайняк Л.Г. Сметиты и изотропные фазы в базальтах Северного Тимана // Литология и полезные ископаемые. 1986. № 1. С. 86–103.

Симанович И.М., Костылева В.В. Ксенотуфы в нижнефранских отложениях Северного Тимана // Литология и полезные ископаемые. 1990. № 3. С. 56–64.

Симанович И.М., Кудрявцев Д.И. Текстуры типов эффузивных базальтов Тунгусской синеклизы // Тр. ГИН АН СССР. Вып. 362. М.: Наука, 1981. 64 с.

Симанович И.М., Кудрявцев Д.И., Сколотнев С.Г. Постэруптивные процессы в базальтах // Деп. ВИНТИ. 1988. № 3310 — В 88. 156 с.

Сиротенко Л.В., Горбачев В.И. Коллекторский потенциал и трещиноватость вулканогенно-осадочных образований на глубинах до 8250 м в Ен-Яхинской сверхглубокой параметрической скважине СГ-7 // Типы седиментогенеза и литогенеза и их эволюция в истории Земли. Екатеринбург, 2008. Т. 2. С. 268–271.

Тюменская сверхглубокая скважина // Научное бурение в России. Вып. 4. Пермь, 1996. 376 с.

Хаин В.Е., Ломизе М.Г. Геотектоника с основами геодинамики. М.: КДУ, 2005. 560 с.

Янаскурт О.В. Основы учения о литогенезе. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2005. 379 с.

Янаскурт О.В., Горбачев В.И., Косоруков В.Л., Золотарев Д.А. Особенности литогенеза дельтово-морских комплексов в бассейнах разных типов (север Сибири). Сообщ. 1. Бассейн с близкой к компенсационной седиментацией в Колтогорско-Уренгойском прогибе // Литология и полезные ископаемые. 1997. № 1. С. 36–47.

Янаскурт О.В., Шиханов С.Е. Модели процессов литогенеза в разнотипных синхронно развивающихся северо-сибирских палеобассейнах мезозоя. Ст. 1. Рифты и пострифтовые структуры // Бюл. МОИП. Отд. геол. 2007. Т. 82, вып. 1. С. 69–81.