

И.С. Копылов

Пермский государственный национальный
исследовательский университет, г. Пермь

ГАЗОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ В НАДСОЛЕВОМ КОМПЛЕКСЕ НА ЗАПАДЕ СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Проведены газогеохимические нефтегазопроисковые исследования на западе Сибирской платформы в пределах Байкитской антеклизы. Изучался надсолевой комплекс в составе верхне-среднекембрийских, ордовикских отложений и частично силура. Отобрано более 5000 проб пород, представленных алевролитами, песчаниками, доломитами, известняками, мергелями. Установлены многочисленные аномалии по метану и тяжелым углеводородам. Как правило, они имеют небольшие размеры по площади, проявляются по тектоническим нарушениям, частично совпадают с локальными положительными структурами.

Ключевые слова: нефтегазопроисковая геохимия, газогеохимические показатели, аномалии, надсолевой комплекс Байкитская антеклиза.

DOI: 10.17072/chirvinsky.2023.129

Геохимические поисковые показатели основаны на явлениях взаимодействия углеводородных компонентов с геологической средой при их субвертикальной миграции из залежей нефти и газа. Одним из традиционных геохимических методов считается геохимическая съемка по литосфере (по почвам, грунтам, керну и др.). Они наиболее отработаны практически во всех ландшафтно-климатических условиях и освещены в литературе [1]. В отдельных районах эти съемки способствовали открытию месторождений нефти и газа (Комсомольского, Котовского, Коробковского в Волгоградской области; Кентукки, Коунти, Мидлэнд, Хансон в США) [8, 10].

На территории Байкитской антеклизы при проведении геохимических поисков нефти и газа (ГПНГ) на региональной и прогнозно-рекогносцировочной стадиях Северной и Геохимической партиями ГПП «Енисейнефтегазгеология» и ОМЭ ВНИИЯГГ за 30-ти летний период исследований выполнен значительный объем газогеохимических исследований [1, 4].

Изучался надсолевой комплекс в составе верхне-среднекембрийских, ордовикских отложений и частично силура. Отобрано более

5000 проб пород, представленных алевролитами, песчаниками, доломитами, известняками, мергелями. Опробование производилось в основном по керну неглубоких (до 25-50 м) скважин с интервалом опробования 1,5-5 м, реже шурфам и обнажениям.

Исследования носили главным образом профильный характер и были привязаны к долинам крупных рек района – Подкаменной Тунгуски, Вельмо, Оленчимо, Корды, Вайвиды, Камо, Тохомо, Тайги и др. В центральной части Байкитской антеклизы на Верхнетохомской, Куюмбинской, Оморинской, Юрубченской, Манкурской и Мадринской площадях проводились поисково-оценочные ГПНГ по структурно-коллекторным скважинам, вскрывшие отложения эвенкийской и ангарской свит кембрия [4].

Состав газов, сорбированных породами в верхней зоне осадочного чехла (надсолевой комплекс), в целом кислородно-азотный с примесью, а иногда с повышенными концентрациями углекислоты, незначительным содержанием водорода, гелия, углеводородных газов (УВГ).

Содержание N_2 колеблется от 47 до 97, в среднем 80 %; содержание O_2 – от 1 до 21, в среднем 11%; CO_2 – 0,01–27, в среднем 5%, H_2 – от 0,00 до 0,8%, He – от 0,00 до 0,2%. УВГ в небольших количествах (0,0001–1%) присутствуют повсеместно. Общая газонасыщенность (по термовакuumной дегазации) изменяется от 20 до 1300, в среднем составляет 40–90 $см^3/кг$.

В составе углеводородных газов преобладающим компонентом является метан, который обнаружен во всех пробах. В подавляющем большинстве проб, его относительное содержание составляет 70–98% от суммы УВ. Концентрация метана изменяется от 0,4 до 9224×10^{-4} $см^3/кг$, в среднем 700×10^{-4} $см^3/кг$ (медианные значения составляют $15–90 \times 10^{-4}$ $см^3/кг$). Тяжелые углеводороды (ТУ) обнаружены в 70% проб (в центральной части Байкитской антеклизы – до 95%). В их составе установлены гомологи метана от этана до гексана, в единичных пробах присутствуют гептан и октан. Содержания их изменяется от 0,00 до 610×10^{-4} $см^3/кг$, в среднем 24×10^{-4} $см^3/кг$ (медианные значения $3–20 \times 10^{-4}$ $см^3/кг$). Для ТУ характерно превышение предельных ТУ над непредельными, что указывает на преобладание в них эпигенетических газов. Об этом также может косвенно свидетельствовать прямая корреляционная связь между содержаниями ТУ и He. С другой стороны часто встречаются изомеры, превышающие нормальные ТУ, что свидетельствует о различной степени участия сингенетических и эпигенетических газов в составе УВГ.

Анализ распределения средних концентраций УВГ в породах различного литологического типа показал, что в карбонатных породах они обычно в 1,5–2 раза выше, чем в терригенных, с другой стороны повышенная газонасыщенность УВГ отмечается в глинистых отложениях, что можно объяснить различными сорбционными свойствами грунтов. Также на газонасыщенность оказывает влияние промороженность пород. В мерзлых пробах средние концентрации УВГ в 2–3 раза выше, чем в талых. О.В. Барташевич, Л.М. Зорькин и др. [1] объясняют это наличием в мерзлых породах газа в кристаллогидратном состоянии.

Анализируя распределение УВГ по глубине можно отметить следующее. В целом, с глубиной по разрезам скважин происходит нарастание концентраций CH_4 и ΣTU , при этом, до глубины 10–20 м часто, наблюдается их снижение, затем – стабилизация, а затем постепенное их увеличение. Средние содержания метана в отложениях солевого комплекса по данным В.М. Старовойтова [9], выше, чем в отложениях надсолевого комплекса в 6,3 раза, а по ΣTU – в 12 раз, при этом с глубиной отмечается снижение доли метана в составе УВГ за счет увеличения роли гомологов. В карбонатных отложениях ангарской свиты она снижается до 81–59%. В отложениях подсолевого комплекса по данным Р.А. Муроговой [7] средние содержания CH_4 и ΣTU составляют соответственно 1,74 и 0,55 $\text{см}^3/\text{кг}$. Сложное строение пород солевого комплекса накладывает своеобразный отпечаток на распределение газообразных и парообразных УВГ. В подсолевых отложениях на продуктивных площадях концентрируются парообразные УВГ $\text{C}_5\text{--C}_8$, а в надсолевых – более легкие УВГ $\text{C}_1\text{--C}_3$. Это объясняется селективной экранирующей ролью солей, которые не являются непреодолимым экраном при миграции УВГ и обладают определенной диффузионной и фильтрационной проницаемостью, однако сильно ослабляют поток УВГ и изменяют соотношение между отдельными компонентами благодаря эффекту хроматографической и диффузионной дифференциации.

Анализ полей концентраций УВГ по площадям показывает, что в надсолевых отложениях сформированы многочисленные углеводородные аномалии, как по CH_4 , так и по ΣTU . Как правило, они имеют высокую контрастность, но небольшие размеры и фиксируются чаще всего по 1–3 скважинам, затем прерываются.

В структурно-тектоническом отношении большинство из них приурочено к участкам тектонических нарушений в пределах геодинамических активных зон [6]. Некоторые аномалии пространственно совпадают или пересекают контуры локальных положительных структур: Верхнетохомской, Оленчиминской, Усть-Курумбинской

брахиантиклиналей; Поляковской плакантиклинали. В отдельных скважинах по профилю рек Тохомо – Камо, пересекающего Юрубченское нефтегазовое месторождение также отмечены повышенные средние значения ΣTU .

Однако, не смотря на значительный объем газокерновых исследований, выполненных на территории Байкитской антеклизы, результаты этих работ показывают, что они носят в большей мере опытно-методический характер. Профильный характер их и приуроченность к крупным водотокам (которые редко пересекают перспективные структуры) не позволяет давать площадную оценку перспектив нефтегазоносности рассматриваемой территории. Проведение же их в площадном варианте приведет к значительному увеличению стоимости работ, что на наш взгляд будет неоправданно с учетом невысокой эффективности этого метода.

Наиболее эффективным методом региональных и прогнозно-рекогносцировочных ГПНГ, как отмечали раньше [2, 3, 5], является комплекс площадной гидрогазобиохимической (подземные воды) и битуминологической (горные породы) съемки. Масштаб работ 1:100 000 – 1:200 000 позволяет выполнять оценку перспектив (по равнозначным грациям информативных геохимических показателей) практически любых структур и объектов на площадях нефтегазопоисковых работ.

Библиографический список

1. Геохимические методы поисков нефтяных и газовых месторождений / О.В.Баргашевич, Л.М.Зорькин, С.Л.Зубайраев и др. М.: Недра. 1984. 300 с.
2. *Копылов И.С.* Биогеохимические показатели, аномалии и их нефтегеологическое значение (Тунгусский бассейн) // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского. 2021. № 24. С. 106-112.
3. *Копылов И.С.* Битуминологические показатели перспектив нефтегазоносности на западе Сибирской платформы // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского. 2022. № 25. С. 133-140.
4. *Копылов И.С.* Геоэкология нефтегазоносных районов юго-запада Сибирской платформы. Пермь: Перм. гос. нац. иссл. ун-т. 2013. 166 с.
5. *Копылов И.С.* Гидрогеохимические показатели зоны гипергенеза Тунгусского бассейна и их нефтегеологическое значение // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского. 2022. № 25. С. 141-147.
6. *Копылов И.С., Козлов С.В.* Неотектоническая модель нафтидогенеза и минералогическая роль геодинамических активных зон // Вестник Пермского университета. Геология. 2014. № 1 (22). С. 78-88.
7. *Мурогова Р.А.* Распределение углеводородных газов в соленосных отложениях юго-запада Сибирской платформы в связи с геохимическими поисками месторождений нефти и газа. Автореф. дисс. на соиск. учен. степ. канд. геол.-минер. наук. М., ВНИИЯГТ, 1982. 20 с.
8. *Стадник Е.В.* Новые прямые методы геохимических поисков нефти и газа. Вып. 7 (66), М., ВНИИОЭНГ., 1984. 52 с.

9. *Старовойтов В.М.* Условия формирования углеводородных аномалий в верхних частях разреза древних платформ в связи с поисками нефтегазовых залежей (на примере Тунгусского НГБ и Мезенской впадины). Автореф. дисс. на соиск. учен. степ. канд. геол.-минер. наук. М., ВНИИЯГГ, 1981. 20 с.
10. *Duherer W.L.* Geochemical methods of prospecting for hydrocarbons. «Oil and Gas J». 1981. Vol. 78. № 48.

GAS-GEOCHEMICAL INDICATORS OF OIL AND GAS CONTENT
IN THE ABOVE-SALT COMPLEX IN THE WEST OF THE
SIBERIAN PLATFORM

I.S. Kopylov

georif@yandex.ru

Gas-geochemical oil and gas prospecting studies have been carried out in the west of the Siberian platform within the Baikal antecline. The above-salt complex was studied as part of the Upper-Middle Cambrian, Ordovician deposits and partly Silurian. More than 5000 samples of rocks represented by siltstones, sandstones, dolomites, limestones, marls were selected. Numerous anomalies in methane and heavy hydrocarbons have been established. As a rule, they are small in area, manifest themselves by tectonic disturbances, partially coincide with local positive structures.

Keywords: oil and gas prospecting geochemistry, gas-geochemical indicators, anomalies, the above-salt complex of the Baykit antecline.