

1.2.2.4. Миграция углеводородов

(Сибирский филиал ФГУНПП «Росгеолфонд»)

Проявления углеводородов фиксируются на Байкале уже на протяжении 250 лет. Наиболее активно изучение углеводородных систем Байкала проводилось в 30-х, 50-х и в 90-х годах XX-го столетия, преимущественно с целью поиска месторождений нефти и газа. В XXI веке изучение углеводородов на Байкале выполняется, в основном, научными организациями.

Углеводородные системы в Прибайкалье представлены:

- горючим газом;
- нефтью;
- нефтяными битумами;
- газовыми кристаллогидратами;
- «грязевыми» вулканами;
- углеводородными газами, растворёнными в воде;
- углеводородными газами донных осадков.

Образование углеводородов обусловлено благоприятным сочетанием всех геологических факторов нефтегазоносности: тектонических, литологических, стратиграфических, геохимических, гидрогеологических и термодинамических.

Подробная информация об углеводородных системах Байкала, в том числе характеристика их изученности и опасности приведена в докладе за 2007 год (с. 151-153). Сведения об исследовании углеводородных систем в рамках проведения Международной научно-исследовательской экспедиции «Миры на Байкале» приведены в докладах за 2008 (с. 148-150), 2009 (с. 124-128), 2010 (с. 145-146) годы.

В 2013 году в области изучения углеводородных систем Байкала продолжался анализ данных, полученных в результате проведения в 2008-2010 годах Международной научно-исследовательской экспедиции «Миры» на Байкале». Исследовались микробные сообщества и химический состав образцов, отобранных в районах естественной разгрузки нефти и битумных построек на дне Байкала вблизи мыса Горевой Утес, а также изучению результатов обследования участков дна Байкала на которых были обнаружены газовые гидраты.

В результате химических и микробиологических исследований в местах естественных выходов нефти выяснено, что структура микробного сообщества в придонном слое воды представлена 149 208 уникальных последовательностей гена 16S rRNA. Большинство бактериальных последовательностей, обнаруженных в битумных постройках в местах естественных выходов нефти на дне Байкала вблизи мыса Горевой Утес, относятся к протеобактериям. Выявлены денитрифицирующие бактерии, которые способны выполнять деградацию углеводородов, что согласуется с низким содержанием нитрата и сульфата в воде. В анаэробной зоне битумных построек процессы разложения поступающих углеводородов вероятно осуществляются при отсутствии альтернативных акцепторов электронов. Аналитические исследования показали, что количество диатомовых связанных бактерий в поверхностном слое донных отложений уменьшаются с глубиной. Выяснено, что из многих микроорганизмов, которые способны перерабатывать нефть, только один *Rhodococci* показал эту способность на неактивной (без дебита нефти) битумной постройке.

Исследования выполнялись специалистами Лимнологического института СО РАН, и Центра «Биоинженерия» РАН (Москва). Результаты исследований опубликованы в научных журналах «Microbiology», 2013, Vol. 82, No. 3, pp. 373–382 (на английском языке), журнале «Geomicrobiology», том 30, выпуск 3, 2013 (на английском языке), открытом Интернет-журнале PLOS ONE, April 2013, Volume, 8, Issue 4 (на английском языке), изда-

тельстве Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nagele u. Obermiller), 2013, Arch. Molluskenkunde, 142 (2), pp. 257-278, Frankfurt on Main (на английском языке).

В части изучения залежей газовых гидратов на дне Байкала в 2013 году были обобщены результаты, полученные в последние годы. Всего изучен 21 участок, где были обнаружены газовые гидраты. 15 участков приурочены к грязевым вулканам, а остальные шесть - возле мест разгрузки газа на дне Байкала. Выявлено, что визуальные отличия залежей газовых гидратов связаны с особенностями разгрузки газа.

Также в результате исследований предложена физико-химическая модель, объясняющая образование залежей газовых гидратов на Байкале. Модель предполагает, что изначально в районе отбора проб находился только гидрат кубической структуры I. Какое-либо геологическое событие (тектонические подвижки, оползень и т.д.) привели к прекращению выделения природного газа из грязевого вулкана либо увеличению теплового потока в месте скопления гидрата. В результате гидрат кубической структуры I начал растворяться в окружающей поровой воде. Таким образом, авторы исследования предположили, что обогащенный этаном газовый гидрат кубической структуры II является промежуточным продуктом, образующимся при разложении (растворении) гидрата кубической структуры I.

Исследования выполнялись специалистами Лимнологического института СО РАН, Института геохимии им. Виноградова СО РАН (Иркутск), Института неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН (Новосибирск), Ренард Центра морской геологии, Гентского университета (г. Гент, Бельгия), Научным центром «Новые энергетические ресурсы» Китамакского технологического института (Япония), Технологического института Shimizu Corporation (Япония). Результаты опубликованы в научных журналах *Journal of Asian Earth Sciences*, 2013, № 62, pp. 162–166 (на английском языке) и «Геология и геофизика», 2013, т. 54, № 4, с. 615—625.

Важность и необходимость геологического изучения опасных процессов, связанных с миграцией углеводородов на Байкале, нашли отражение в Федеральной целевой программе «Охрана озера Байкал и социально-экономическое развитие Байкальской природной территории на 2012-2020 годы», которая была утверждена Постановлением Правительства РФ от 26 декабря 2013 г. № 1295. В период с 2015 по 2020 годы программой предусмотрено выполнение мероприятия № 56 «Геологическое изучение опасных процессов, связанных с миграцией углеводородов в центральной экологической зоне Байкальской природной территории». Для этих целей в программе предусмотрено 250 млн. рублей.

Выводы

1. Углеводородные системы Байкала изучены недостаточно и могут представлять опасность. Необходимо усилить работы по геологическому изучению и мониторингу опасного проявления процессов, связанных с миграцией углеводородов.

2. Опубликованные в 2013 году результаты научных исследований в области углеводородных систем Байкала посвящены изучению видового состава фауны участков дна с естественными выходами нефти, изучению территориального распределения углеводородокисляющих микроорганизмов в акватории Байкала и их способности перерабатывать нефтяные углеводороды, которые поступают в озеро из естественных нефтепроявлений, а также изучению распространения и механизмов образования залежей газовых гидратов на дне озера Байкал.