

И. И. Юрчик

Литий в рассолах Сибирского солеродного бассейна

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, г. Новосибирск,
Российская Федерация
e-mail: YurchikII@ipgg.sbras.ru

Аннотация. Литий является одним из важнейших стратегических металлов, потребности промышленности в котором всё возрастают. Потенциальным источников его добычи, могут стать уникальные литиеносные рассолы Сибирской платформы. Однако широкий спектр изменения концентрации лития в рассолах, слабая изученность гидродинамических условий значительно повышает экономические риски добычи лития. В связи с чем возникает необходимость уделить более пристальное внимание вопросам геохимии лития.

Ключевые слова: гидроминеральное сырьё, литий, рассолы, Сибирская платформа.

I. I. Yurchik

Lithium in brines of the Siberian salt basin

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of Siberian Branch Russian Academy of
Sciences, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: YurchikII@ipgg.sbras.ru

Annotation. Lithium is one of the most important strategic metals, the needs of the industry for which are increasing. The unique lithium-bearing brines of the Siberian platform can become a potential source of its extraction. However, the wide range of changes in lithium concentration in brines and the poor knowledge of hydrodynamic conditions significantly increases the economic risks of lithium mining. Therefore, there is a need to pay closer attention to the issues of lithium geochemistry.

Keywords: hydromineral raw materials, lithium, brines, Siberian platform

Введение

Возросшая потребность современной промышленности в литии и сложная политическая обстановка, делают независимую добычу на собственных месторождениях стратегической задачей. На сегодняшний день существуют три основных источника лития [1]: магматические горные породы, гидроминеральные воды (рассолы, салары) и, в незначительной степени, вулканогенно-осадочные глины (литолевый рудник Такер-Пасс) [2]. Одним из перспективных источников лития в России могут стать высокоминерализованные рассолы Сибирской платформы [3]. Большой вклад в изучение рассолов сибирской платформы внесли Пиннекер Е.В., Анциферов А.С., Басков Е.Л., Валяшко М.Г., Вожов В.И., Букаты М.Б., Шварцев С.Л., Алексеев С.В., Вахромеев А.Г. и др. Несмотря на довольно длительный период изучения и большое количество исследователей мно-

гие вопросы геохимии и гидродинамики рассолов остаются не до конца раскрытыми и дискуссионными. В этой работе предпринята попытка проследить геохимический цикл лития, способствовавший формированию уникальных литиеносных рассолов.

Методы и материалы

В основу работы легла база данных, созданная Букаты М.Б. по опубликованным и фондовым материалам СНИИГГиМС, ВостСибНИИГГиМС, АООТ "Енисейнефтегаз", КГУ, ВСГУ, ВНИГРИ, ОИГГиМ, ИЗК и ИМ СО РАН, дополненная современными анализами ИНГГ СО РАН. Проведен анализ научных источников литературы, посвященной тематике геохимии лития.

Результаты и их обсуждение

Расчленение осадочного чехла Сибирской платформы на водоносные комплексы основано на работе А.В. Пиннекера [4], который выделил три гидрогеологические формации: подсолевую, соленосную и надсолевую. С точки зрения оценки подземных вод, как потенциального источника лития, интерес представляют подсолевая и соленосная формация.

Наиболее изучены рассолы подсолевой формации, что обусловлено перспективности вендских терригенных отложений для поисков нефти и газа. В подсолевой формации выделяются два водоносных комплекса (снизу-вверх): тирско-непский и даниловский. Водовмещающими породами тирско-непского горизонта являются терригенные отложения венда, породы, слагающие даниловский водоносный комплекс, относятся к венду и нижнему кембрию и отличаются значительной фациальной изменчивостью, как по латерали, так и с глубиной. Преимущественно терригенные отложения постепенно сменяются терригенно-сульфатно-карбонатными.

Рассолы соленосной формации изучены значительно хуже, что связано с объективными причинами сложности испытания межсолевых, карбонатных горизонтов соленосной формации и низкой их перспективностью для поисков углеводородов. В разрезе соленосной формации выделяются (снизу-вверх): усольский, эльгянско-толбочанский, урицко-олекминский и чаский водоносные комплексы.

Концентрация лития в рассолах подсолевой и соленосной формации колеблется в широких пределах от 0,00036 до 0,745 г/дм³. Наибольшие концентрации лития приурочены к хлоридным кальциевым и кальциево-магниевым рассолам, которые наиболее характерны для даниловского и усольского водоносных комплексов. Это, как правило кислые рассолы с рН от 2,5 до 5,5.

Литий является литофильным элементом. Большая часть литиевых минералов образуется на пневматолитовой стадии развития постмагматического процесса (будь это конечные стадии развития пегматитового процесса или пневматолито-гидротермальные образования) [5]. В условиях гипергенеза литиевые минералы (за исключением слюды) легко разрушаются с выносом лития из минералов. Как показали исследования [6] при выветривании магматических пород происхо-

дит освобождение лития из породообразующих минералов (выносятся от 34 до 50% его исходной массы). Возникают новые формы его нахождения и новые связи с породообразующими элементами кор выветривания, которые наследуются впоследствии осадочными породами. Основная масса лития захватывается новообразованными минералами коры выветривания и осадочных пород, а некоторая ее часть выносится в растворенном состоянии речным стоком в моря и океаны [6].

Выносимый водными растворами водорастворенный литий накапливается в процессе испарения морской воды в жидкой фазе [7]. Концентрация лития в морской воде составляет порядка 0,12 мг/дм³ [8]. Экспериментальное изучение поведения лития в процессе естественного солнечного испарения [9], показало, что в процессе осаждения галита, эпсомита, гексагидрита и калийных солей, литий из раствора практически не извлекается. Литий изоморфно не осаждается с галогенными минералами, что также подтверждается изучением состава галогенных отложений [10, 11]. Максимальное количество лития в продукте сгущения изначального раствора достигло 19 мг/дм³ [8]. Опираясь на эти исследования в работе [7] сделаны выводы, что наблюдаемые концентрации лития в рассолах подсолевой и соленосной формаций, могли сформироваться только при условии повышенного его содержания в солеродном бассейне. Таким источником может служить Присаяно-Енисейская редкоземельная провинция [12, 13].

Однако, даже повышенные концентрации лития в исходном кембрийском солеродном бассейне не объясняют высоких концентрация лития в рассолах.

Исключительное концентрирование подземных рассолов могут обеспечить процессы углекислотного разложения первичных алюмосиликатов [14, 15]. Что наряду с химическим разложением воды может привести к формированию столь высоких концентраций лития, наблюдаемых в рассолах подсолевой и соленосной формации.

Заключение

Литий уникальный элемент, который по своим кристаллохимическим свойствам резко отличается от остальных щелочных металлов. Несмотря на то, что теория формирования уникальных сверхкрепких рассолов Сибирской платформы считается более-менее устоявшейся, механизмы накопления в них лития до 700 г/дм³ всё ещё не раскрыты и требуют детальных исследований не только рассолов, но и вмещающих горных пород, проведения детальных палеогеографических реконструкций, литолого-минералогических и геохимических исследований потенциальных источников сноса.

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке проекта Министерства науки и высшего образования РФ FWZZ-2022-0014.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Миронов Ю.Б., Карпунин А.М., Фукс В.З. Эпохи формирования и типы месторождений лития зарубежных стран // Региональная геология и металлогения. – 2022. – № 92. – С. 105-116.

2. Bradley, D.C., Stillings, L.L., Jaskula, B.W., Munk, LeeAnn, and McCauley, A.D., 2017, Lithium, chap. K of Schulz, K.J., DeYoung, J.H., Jr., Seal, R.R., II, and Bradley, D.C., eds., Critical mineral resources of the United States – Economic and environmental geology and prospects for future supply: U.S. Geological Survey Professional Paper 1802, p. K1– K21, <https://doi.org/10.3133/pp1802K>
3. Боярко Г.Ю., Хатьков В.Ю., Ткачева Е.В. Сырьевой потенциал лития России // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2022. – Т. 333. – № 12. – С. 7–16
4. Пиннекер Е.В. Рассолы Ангаро-Ленского артезианского бассейна. – М.: «Наука», 1966. – 332 с.
5. Гинзбург А.И. Некоторые особенности геохимии лития. // Труды минералогического музея АН СССР. – 1957. – Вып. 8. – С. 29-41.
6. Ронов А.Б., Мигдисов А.А., Воскресенская Н.Т., Корзина Г.А. Геохимия лития в осадочном цикле // Геохимия. – 1970. – № 2. – С. 131-161.
7. Валяшко М.Г., Полинова А.И., Жеребцова И.К., Меттих Б.И., Власова Н.К. Геохимия и генезис рассолов Иркутского амфитеатра. – М.: Наука, 1965. – 160 с.
8. Гольдберг Э.Д. Геохимия моря. В сб.: Геохимия литогенеза. Изд-во иностр. лит. М., 1963.
9. Жеребцова И.К., Волкова Н.Я. Экспериментальное изучение поведения микроэлементов в процессе естественного солнечного испарения воды Черного моря и рапы. Сасык-Сивашского озера. // Геохимия. – 1966. – № 7.
10. Бойко Т.Ф. Распределение редких элементов в галогенных отложениях. – Доклад АН СССР. – 1966. – 171(2). – С. 457-460.
11. Лепешков И.Н., Шапошникова А.Н., Зайцева И.С. О распределении лития в природных солях. – Геохимия. – 1970. – № 11. – С. 1322-1328.
12. Владимиров А.Г., Загорский В.Е., Макагон В.М., Кузнецова Л.Г., Смирнов С.З., Анникова И.Ю., Алексеев С.В., Волкова Н.И., Шварцев С.Л., Колпакова М.Н. Геодинамические обстановки и физико-химические условия формирования гигантских литиевых месторождений // Флюидный режим эндогенных процессов континентальной литосферы: Материалы все-российского совещания (г. Иркутск, 6-9 октября 2015 г.) – Ин-т земной коры СО РАН – Иркутск – С. 51-52 – 2015
13. Алтухов Е.Н., Алтухов Е.Е., Вашурин А.И., Усова Т.Ю. Основы редкометальной металлогении. – М.: ИМГРЭ, 2005. – 170 с.
14. Пиннекер Е.В., Шварцев С.Л. Изотопы стронция в рассолах Сибирской платформы. // Доклады академии наук. – 1996. – Т. 351. - № 1. – С. 109-111.
15. Букаты М.Б. Механизмы формирования рудопроявлений стронция в пределах западной части Сибирской платформы. // Геология и геофизика. – 1995. – № 2. – С. 105-114.

© И. И. Юрчик, 2024