

УДК 338.242.2

¹Ю.А. Скоробогатова, ²А.А. Шагунова, ³Чжэн Вэй, ³Сюе Шуай

¹ Байкальский государственный университет, Иркутск, email: skorobogatovaya@bgu.ru

² ООО SMARTDATA, email: anna.masovecz.98@mail.ru

³ Иркутский национальный исследовательский технический университет, Иркутск, email: 1021055529@qq.com, shuaixue521@gmail.com

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ РЫНКА ЛИТИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО РАЗВИТИЯ

Ключевые слова: литий, литиевое сырье, литиевая продукция, сегментация рынка.

По значимости литий является одним из важнейших редких элементов. Литий – самый легкий металл. Благодаря малому объемному радиусу, он обладает наиболее прочной кристаллической решеткой, а, следовательно, и наибольшей твердостью среди щелочных металлов. Благодаря малому объемному радиусу, он обладает наиболее прочной кристаллической решеткой, а, следовательно, и наибольшей твердостью среди щелочных металлов. Литий легко образует сплавы почти со всеми металлами – алюминием, медью, свинцом, цинком, оловом и другими. Литий отличается большим разнообразием соединений, которые востребованы во многих областях применения. Отмечается растущее использование его в сфере высоких технологий: в составе сверхлегких сплавов, пьезо- и сегнетоэлектриков, оптических стекол и оптических кристаллов для сверхчастотной техники, батарей для компьютеров, мобильных и сотовых телефонов. В статье рассмотрены основные тенденции рынка, цены на литий, области его применения, источники сырья и базовые технологии получения.

¹Yu.A. Skorobogatova, ²A.A. Shagunova, ³Zheng Wei, ³Xie Shuai

¹ Baikal State University, Irkutsk, email: skorobogatovaya@bgu.ru

² SMART DATA LLC, email: anna.masovecz.98@mail.ru

³ Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, email: 1021055529@qq.com, shuaixue521@gmail.com

ANALYSIS OF LITHIUM MARKET DEVELOPMENT AND PROSPECTS FOR ITS DEVELOPMENT

Keywords: lithium, lithium raw materials, lithium products, market segmentation.

Lithium is one of the most important rare elements in terms of importance. Lithium is the lightest metal. Due to its small volumetric radius, it has the strongest crystal lattice, and, consequently, the highest hardness among alkali metals. Due to its small volumetric radius, it has the strongest crystal lattice, and, consequently, the highest hardness among alkali metals. Lithium easily forms alloys with almost all metals – aluminum, copper, lead, zinc, tin and others. Lithium has a wide variety of compounds that are in demand in many applications. There is a growing use of it in the field of high technologies: as part of ultralight alloys, piezo and ferroelectrics, optical glasses and optical crystals for high-frequency equipment, batteries for computers, mobile and cellular phones. The article discusses the main market trends, lithium prices, its applications, sources of raw materials and basic production technologies.

На сегодняшний день литий является одним из наиболее востребованных металлов в промышленности. Его соединения используются в металлургии, медицине, электронике и атомной отрасли. В природе литий не распространен в виде чистого элемента и содержится в стабильных минералах или солевых растворах соленых озер, в морской воде или солях геотермальных источников. В большинстве случаев содержание лития, как правило, крайне невелико, поэтому количество ресурсов, из которых добыча лития

является экономически выгодной, ограничено. Рассмотрим рынок лития более подробно.

Результаты исследования

В промышленных месторождениях рапы литий присутствует, в основном, в виде хлорида. Основной продукт производства лития из рапы – карбонат лития (Li₂CO₃), который и является главным потребляемым продуктом. Кроме того, он служит исходным материалом для получения других соединений, в том числе гидроксида лития.



Рис. 1. Запасы литиевого сырья по странам

Таблица 1

Потребление и прогноз потребления лития по группам продукции по оценкам компании SignumBOX, в тоннах LCE [1]

Продукт	2011 г.	2015 г.	2020 г.	2025 г. (прогноз)
Карбонат лития	68 445	95 068	149 743	253 739
Гидроксид лития	25 824	49 889	99 297	183 303

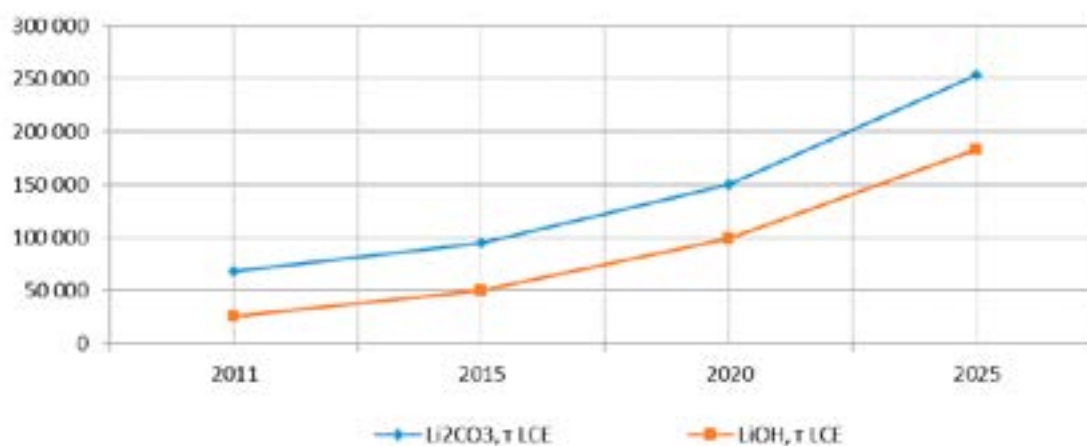


Рис. 2. Потребление и прогноз потребления лития по группам продукции по оценкам компании SignumBOX

В суммарном мировом производстве литиевого сырья лидируют Чили – 37% и Австралия – 34%; в КНР и Аргентине добывается соответственно 15% и 10% лития; по 1–2% общего объема добычи приходится

на Португалию, Зимбабве и Бразилию. В производстве лития из рапы доминируют Чили, Аргентина и КНР. На рисунке 1 представлена диаграмма разведанных запасов литиевого сырья по странам.



Рис. 3. Сегментация потребления литиевой продукции

До 1995 г. в мировой промышленности литий в большинстве случаев добывался из пегматитового сырья. В Российской Федерации подобным источником была сподуменовая руда, которая находилась в Завитинском месторождении в Восточной Сибири. Переработка данной руды осуществлялась на «Забайкальском горно-обогатительном комбинате» (ЗаБГОК), откуда сподуменновый концентрат поступал на «Красноярский химико-металлургический завод» (ХМЗ), а затем в виде гидроксида лития – на ПАО «НЗХК».

В начале 90-х годов на мировом рынке появились поставщики дешевого карбоната лития, производимого из гидроминерального сырья: Чили (рапа салара Атакама), Аргентина (салары Омбре Муэрто, Ринкон, Оларос) и Китай (минерализованные соляные озера Тибета). Дешевый карбонат лития заменил литий, который производился из сподуменовой руды ЗаБГОКа.

Оценка рынка лития производится на основе ввода специальной единицы измерения $1 \text{ кг «LCE»} = 1 \text{ кг Li}_2\text{CO}_3 = 0,648 \text{ кг LiOH} = 1,136 \text{ LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O} = 0,188 \text{ кг Li}$ металлического. Мировое потребление лития к 2023 году по данным информационных агентств компаний Chemetall и Roskill Information Services Ltd. составило чуть более 120,3 тыс. т LCE, тогда

как в 2000–2001 гг. оно не превышало 74,5 тыс. т. [1].

По прогнозам ведущего эксперта литиевого рынка – международной компании TRU Group мировой спрос на соединения лития увеличивается и в 2025 г. увеличится более чем в 2,5 раза (до 270 тыс. т LCE и более); а через 20 лет, как прогнозирует компания Western Lithium, потребление лития может возрасти вчетверо [2].

Если на производство одного сотового телефона расходуется 5–10 г лития, то для батарей гибридных автомобилей – до 20 кг, а для электромобилей – до 150 кг на 1 МВт мощности. Ожидается, что на фоне внимания общества к «зеленой энергетике» уже к 2025 г. электромобили с литиевыми аккумуляторами могут стать основным видом транспорта. Например, КНР планирует произвести более 5 млн электромобилей к 2025 г.

По данным компании SignumBOX уже в 2011 г. наибольшим потреблением характеризовалась следующая литиевая продукция: карбонат, гидроксид (рис. 2, табл. 1). Объемы производства и потребления которой продолжают расти.

Ключевые свойства лития и его соединений, которые обосновывают их широкое распространение в большом количестве промышленных отраслей, следующие:

1. наивысший электрохимический потенциал из всех металлов;
2. чрезвычайно высокий коэффициент теплового расширения;
3. хорошие каталитические характеристики;
4. способность действовать в качестве модификатора вязкости в расплавах.

Литий и его соединения характеризуются широким спектром областей промышленного использования, основные из которых представлены на Рис. 3.

Традиционно литий применяется как в обычных секторах потребительского рынка – производстве специального упаковочного стекла для фармацевтических и косметических изделий, сверхпрочных стекол и керамики, катализаторов, консистентных смазок, так и в сфере высоких технологий – в составе сверхлегких сплавов, пьезо- и сегнетоэлектриков, оптических стекол и оптических кристаллов для сверхвысокочастотной техники, батарей для компьютеров, мобильных и сотовых телефонов и т.д.

В связи с ростом цен на традиционные энергоносители и усилением мер по защите окружающей среды, которые год от года становятся все более актуальными в современном мире, наиболее активно развиваются химические источники тока (ХИТ), среди которых первое место по качественным характеристикам занимают литиевые [3].

Рынок перезаряжаемых ионных литиевых батарей имеет в настоящее время феноменальные скорости роста – по 25% в год и более. Еще более быстрыми темпами растут продажи литиевых полимерных батарей, которые пока в относительно небольшом количестве используются в производстве аккумуляторов для солнечных батарей и источников питания для электростанций.

Относительно высокая способность изотопа ${}^6\text{Li}$ захватывать нейтроны легла в основу использования его в качестве регулятора интенсивности реакций, протекающих в ядерных реакторах, он нашел применение также в защитных экранах против радиации в атомных батареях с большим сроком службы. В термоядерном реакторе литий является источником топлива и защитным веществом от нейтронов, которые порождаются в термоядерных реакциях.

В России применение лития и его соединений до сих пор ограничивалось в основном оборонной промышленностью. Крупные потребительские рынки, которые успешно развивались и развиваются за рубежом, в нашей стране практически отсутствуют. По всей вероятности, перейдя на путь инновационных технологий, который является, как отмечают специалисты, основой стабильного экономического роста деятельности хозяйствующих субъектов и территорий, Россия также будет использовать литий в различных отраслях в возрастающих количествах как в форме соединений, так и в минеральной форме [4].

Первые симптомы возможности реализации этой перспективы уже наблюдаются. В «Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 г.», утвержденной распоряжением Правительства РФ среди ключевых задач значатся снижение вредного воздействия транспорта на окружающую среду, в частности, за счет применения экологически безопасных видов транспортных средств; расширение применения транспортных средств с высокой топливной экономичностью, соответствующих мировому уровню; стимулирование использования транспортных средств, работающих на альтернативных источниках (литиевых батареях). К 2030 г. предлагается перевести 50% автомобильных парков крупных городов на альтернативные виды топлива [5].

Цены на продукцию из лития являются договорными и во многом зависят от качества материала, особых требований заказчика и многих других факторов. В связи с этим ценовая информация зачастую недоступна. Однако в конечном итоге цену литиевого сырья определяет соотношение спроса и предложения. Долгосрочные тенденции этих показателей зависят от:

- 1) насыщенности рынков основных потребляющих центров;
- 2) насыщенности рынков развитых стран;
- 3) экспансии стран с динамично развивающейся экономикой;
- 4) наличия продуктов-аналогов и продуктов-заменителей;
- 5) специфики сырьевой базы;

6) зависимости от рынка сырья и от консолидации фирм-конкурентов.

В настоящее время одним из крупнейших потребителей гидроксида лития в России является ПАО «НЗХК» г. Новосибирск. ПАО «НЗХК» входит в состав Топливного дивизиона Госкорпорации «Росатом», является основным производителем лития металлического, солей лития и изотопов лития, осуществляет поставки лития отечественным потребителям и за рубеж. Собственное производство гидроксида лития отсутствует. В настоящее время данная компания осуществляет закупку гидроксида лития в АО «ХМЗ» (г. Красноярск). Ориентировочная потребность ПАО «НЗХК» в гидроксида лития составляет 2000 т/год. [6]

Среди прочих потребителей гидроксида лития в РФ можно отметить следующие компании:

1. ЗАО УК «Завод редких металлов» (г. Новосибирск) является одним из немногих предприятий в России, производящим широкую номенклатуру соединений лития, рубидия, цезия, иттрия и др. редких металлов высокой и особой чистоты в промышленных объемах. Компания не публикует объемы своего производства, в экспорте также объемы не замечены. Для производства солей лития закупает гидроокись лития ЛГО-1.

2. Компания ООО «Ланхит», которая также занимается производством соединений лития с 2003 г. Компания производит широкий спектр различных высокочистых соединений. В 2012 г. компания вывела на экспорт около 500 кг соединений лития.

3. компания АО «Литий-Элемент», которая является правопреемником НИИХИТ и фактически единственным предприятием подобного рода на территории России в области разработки и производства химических источников тока с литиевым анодом серий: МРЛ, ИЛ, ампульных и тепловых. Основным видом экономической деятельности предприятия является производство химических источников тока (аккумуляторов, первичных элементов и батарей из них).

4. АО «Корпорация Росхимзащита», которое выпускает средства индивидуальной и коллективной защиты

на основе адсорбентов углекислого газа, адсорбентов для регенерации воздуха на основе гидроксидов щелочных металлов. Также предприятие выпускает калиево-литиевый электролит для заправки щелочных аккумуляторов. Ориентировочная потребность в гидроксида лития составляет 5–10 т/год.

5. АО НК «Роснефть» – МЗ «Нефтепродукт» изготавливает литиевые смазки с использованием гидроксида лития (Смазки «Литол»). Ориентировочная потребность в год 5–8 т гидроксида лития.

Также потребителями литиевой продукции, осуществляющими разовые или постоянные закупки небольшого объема, являются следующие отечественные компании: ООО «Химсити», ЗАО «Экрос-Инжиниринг», ФГУП «РНЦ «Прикладная химия», ООО «Химприбор-СПБ», ООО НПП «Квант», ООО «Химприбор», ООО «Лаборатория Синар», ИАЗ – Филиал ОАО «Корпорация «Иркут», ООО «Леа», ООО «МСД Кемикалс Центр» и АО «УЭХК».

Следует отметить, что ряд крупных мировых производителей литиевой продукции работает по толлинговой схеме для осуществления поставок литиевой продукции, например, компания SQM, для которой конверсию из карбоната лития в гидроксид осуществляет АО «ХМЗ», г. Красноярск.

Среди мировых поставщиков гидроксида лития можно отметить следующие компании:

1. FMC – крупнейший поставщик гидроксида лития в мире. Поставляет около 7 тыс. т. гидроксида лития в год.

2. SQM поставила на мировой рынок около 5,7 тыс. т. гидроксида лития, включая конверсионный гидроксид лития, полученный по толлинговой схеме от АО «ХМЗ».

3. Rockwood Lithium поставляет около 5 тыс. т. в год.

Крупнейшие конверсионные заводы Китая и Бразилии поставляют на мировой рынок остальную часть гидроксида лития. Ведущим предприятием, выпускающим гидроксид лития в РФ, является Красноярский химико-металлургический завод – АО «ХМЗ» (за исключением ПАО «НЗХК» выпускающим изотопно-чистый 7LiOH). Завод был основан в 1956 г.

На данный момент предприятие производит гидроксид лития, а также источники щелочных металлов натрия, калий, рубидий и т.д.

В настоящее время получение гидроксида лития в АО «ХМЗ» осуществляется по методу каустификации Li_2CO_3 известью. Он характеризуется низким выходом LiOH в раствор, громоздкостью оборудования для промывки и отстаивания объемных осадков CaCO_3 и, как следствие, большими потерями лития. Стоимость данного передела составляет около 100–120 р./кг. Также стоит отметить, что товары-заменители отсутствуют или не применяются в настоящее время в качестве полной замены гидроксида лития.

Выводы

Таким образом, отметим, что:

1. В настоящее время в химической отрасли наблюдается слабая инновационная активность. Согласно приказу Минпромторга РФ и Минэнерго РФ стратегия развития предприятий химической промышленности на период до 2030 г. предусматривает комплекс мероприятий по повышению конкурентоспособности и эффективности их деятельности.

2. На базе предприятия химической отрасли промышленности в Байкальском регионе есть возможность организовать собственное эффективное производство по выпуску гидроксида лития.

3. Гидроксид лития нашел применение во многих областях промышленности благодаря своим уникальным свойствам. В связи с этим наблюдается рост спроса со стороны стран, в которых отсутствует собственное производство.

4. Основными конкурентами на рынке литиевой продукции являются FMC, SQM, Rockwood Lithium и крупнейшие конверсионные заводы Китая и Бразилии. В России на сегодняшний день предприятием активно занимающимся выпуском гидроксида лития является АО «ХМЗ». Поскольку открытие новых и расширение существующих мощностей уже происходит или будет происходить в течение ближайшего времени, Roskill прогнозирует, что на рынке лития может наблюдаться повышенная конкуренция.

5. Товары-заменители отсутствуют или не применяются в настоящее время в качестве полной замены гидроксида лития.

6. Цены на продукцию из лития являются договорными и во многом зависят от качества материала, особых требований заказчика и многих других факторов. В связи с этим ценовая информация зачастую недоступна. Однако в конечном итоге цену литиевого сырья определяет соотношение спроса и предложения. По данным Roskill возможно давление на цену со стороны предложения, в результате чего может наблюдаться снижение цены на литиевую продукцию.

Библиографический список

1. Саркаров Р.А., Белан С.И., Гусейнов Н.М. Оценка современного состояния и перспективы добычи лития и его соединений в России // *Индустриальная экономика*. 2022. № 2. С. 57-68.
2. Робинсон М. В., Котлярова А. А., Шурлыгина А. В., Рачковская Л. Н., Летягин А.Ю. Механизмы действия соединений лития // *Сибирский научный медицинский журнал*. 2019. № 5. С. 19-28.
3. Потрывайло М.Н. Развитие производственной программы на предприятии химической промышленности // *Известия ИГЭА*. 2011. № 5. С. 49.
4. Бархатова Е.И. Инвестиционно-инновационная политика в химическом секторе экономики // *Известия ИГЭА*. 2011. № 1. С. 16.
5. Об утвержденной Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года: приказ Правительства РФ от 22 нояб. 2008 г. [с измен. на 12 мая 2018 г.]. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902132678> (дата обращения 02.12.2024).
6. Цвигун И.В., Суходолов Я.А. Современное состояние внешней торговли Иркутской области // *Известия ИГЭА*. 2013. № 2. С. 21.