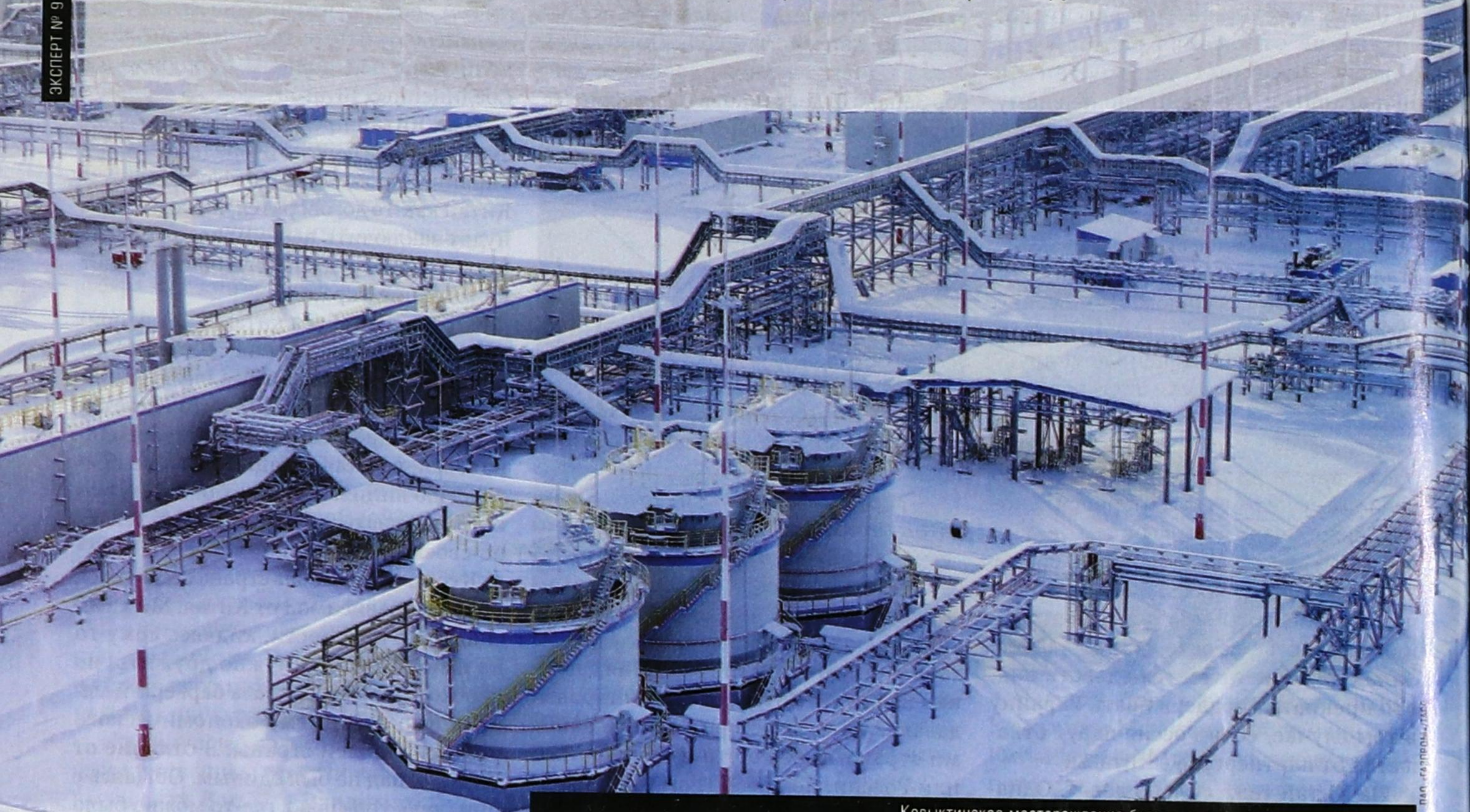


Александр Астапов, Сергей Кудияров Литий тоже будет наш

Россия возвращается к добыче собственного лития. Это позволит избавиться от политических и экономических рисков многие отрасли, от авиастроения и энергетики до производства ядерного оружия



Ковыктинское месторождение богато не только газом, но и литием

Мир обуяла литиевая лихорадка. Если в феврале 2021 года в Китае — крупнейшем потребителе этого металла — тонна карбоната никеля в пересчете на доллары стоила 11 тыс., то в феврале этого года — 63,4 тыс. А в ноябре 2022 года цена и вовсе подскочила до 87 тыс. долларов за тонну.

По данным McKinsey, в 2021 году было произведено 540 тыс. тонн карбоната лития, на 32% больше, чем годом ранее. И снижения темпов добычи, обогащения и переработки литиевых руд и рассолов не предвидится. Полных данных за 2022 год еще нет, но уже известно, что одна только американская Albemarle Corp., имеющая литиевые активы в Чили, США и Австралии, выпустила, по предварительным оценкам, 130–140 тыс. тонн карбоната лития. Руководитель литиевых операций этой компании **Эрик Норрис** в интервью Financial Times отмечал, что еще в 2019 году литиевый рынок не показывал сколько-нибудь серьезного роста, увеличиваясь на 30–50 тыс. тонн в год. «Теперь рынок растет на 200 тысяч тонн в год», — заявил он.

И несмотря на это, по оценкам британской BP, неудовлетворенный спрос на литий оценивается сейчас на уровне примерно 4000 тонн в год в пересчете на чистый металл (коэффициент превращения карбоната лития в металлический литий — 5,3).

Эксперты прогнозируют, что к 2030 году спрос на литий вслед за развитием электротранспорта и электроники может вырасти почти в пять раз. Это хоронит прогнозы о скором снижении стоимости литий-ионных аккумуляторов, тешившие сердца и души энтузиастов электротранспорта. Более того, по данным BloombergNEF, впервые за многие годы в 2022-м литий-ионные батареи подорожали на 7% относительно прошлого года, до 151 долларов за киловатт-час.

Во глубине...

В России промышленная добыча лития в настоящее время не ведется (см. «Нам нужен свой литий», «Эксперт», № 40 за 2018 год). В 1997 году Забайкальский ГОК прекратил разработку Завитинского месторождения. Это был единственный в России освоенный источник лития. В 2017 году «Росатом» объявил о

намерении возобновить добычу лития на этом месторождении, в том числе из отвалов ГОКа. По плану, выход на полномасштабное промышленное производство ожидался в 2023–2024 годах, но пока никаких сообщений об этом в публичную плоскость не поступало.

Так что отечественная литиевая отрасль — это переработка импортного сырья. По данным Минпромторга, в отрасли представлены такие предприятия, как Химико-металлургический завод в Красноярске, Новосибирский завод химических концентратов (входит в «Росатом»), ТД «Халмек» в Тульской области. Потребление лития в России оценивается примерно в 2000 тонн.

Совсем недавно на Соликамском магниевом заводе (с конца января 2023 года контролируется «Росатомом») было запущено собственное производство метаниобата лития для отечественной электроники, но тоже на импортном сырье (см. «Соликамский магниевый: макропрорыв в микромире», «Эксперт» № 8 за 2023 год).

Литий до последнего времени российские потребители в основном покупали в Чили и Аргентине, а также в Китае.

Первые два поставщика прекратили отгрузку весной прошлого года: США продавали это решение под предлогом того, что литий, среди прочего, используется в производстве ядерного оружия.

В свою очередь, крупнейший производитель этого металла, Китай, на который приходится, по данным British Petroleum, 7,9% мировых запасов лития и до 60% мощностей по его переработке и очистке, не склонен экспортировать сырье, предпочитая продавать готовый продукт с его использованием, то есть накопители энергии, причем желательны в сборе с электромобилем или другим электротранспортом.

Зато продолжила поставки дружественная нам Боливия — крупнейшая в мире страна по запасам лития: 21 млн тонн. Однако пока там добывается не так много этого металла, развитие этого сектора промышленности в стране только начинается. Причем в планах Боливии не добывать и продавать собственно литий, а экспортировать аккумуляторы, изготовленные из местного сырья.

В конце января в Боливии были подведены итоги конкурса на реализацию проекта в этой сфере. К сожалению для «Росатома», дочерняя компания которого Uranium One участвовала в этом конкурсе наряду с компаниями из Китая, США и Аргентины, выбор сделан в пользу китайского консорциума CBC во главе с крупнейшим в Китае производителем аккумуляторов компанией CATL. Консорциум инвестирует в проект более миллиарда долларов.

Собственно говоря, «Росатом» и Uranium One тоже были готовы построить в Боливии полноценную литиевую промышленность с производством аккумуляторных батарей.

Впрочем, еще не все потеряно: как заявил посол России в Боливии **Михаил Леденев**, Россия продолжает переговоры о разработке литиевых месторождений в этой стране.

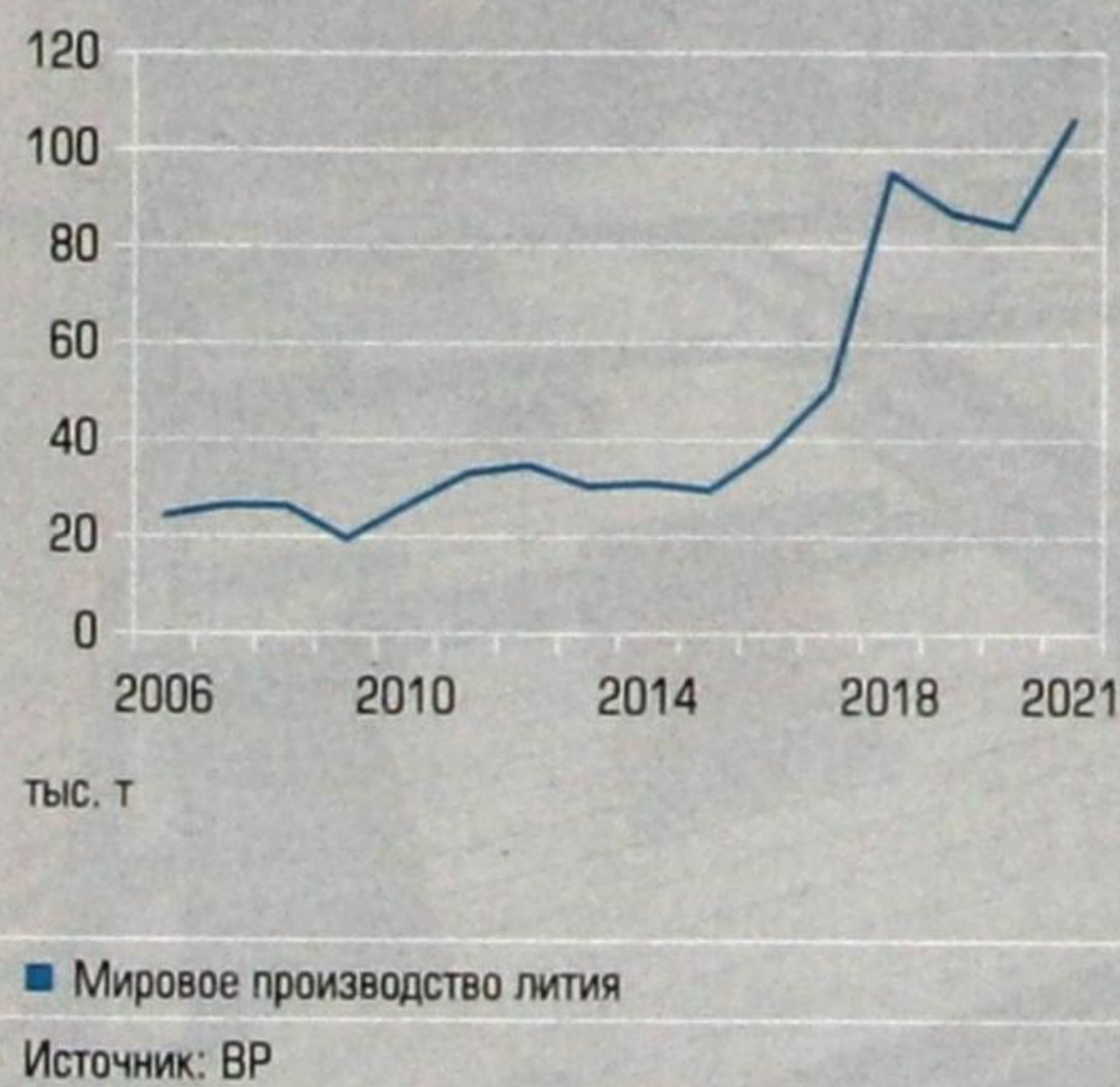
«Дочерняя компания «Росатома» Uranium One Group активно вовлечена в развитие литиевой отрасли Боливии, ведутся переговоры на этот счет, которые находятся на завершающей стадии. Победа китайской компании в конкурсе не означает, что Россия выбыла. Переговоры продолжаются. Они находятся на завершающей стадии», — рассказал он.

Подробности предстоящей сделки по понятным причинам представители «Росатома» не разглашают.

Но главная надежда все-таки на собственные 17 разведанных еще в конце 1950-х месторождений, которые ждут своих добытчиков. И некоторые дождались. Тот же «Росатом» в СП с «Норникелем», названным «Полярный литий»,

Мировое производство лития в последние 10 лет бумирует

График 1



получил лицензию на разработку крупнейшего в стране Колмозерского месторождения в Мурманской области. На проектную мощность — 45 тыс. тонн карбоната лития в год — СП намерено выйти к 2030 году. Другая компания, «Арктический литий», уже в этом году начнет разработку Полмостундровского месторождения в той же Мурманской области. Пока в режиме опытной эксплуатации компания планирует добывать 1000 тонн лития в год, а к 2026 году выйти на 20 тыс. тонн ежегодно.

В начале февраля «Газпром», Минпромторг и Иркутская нефтяная компания (ИНК) подписали трехсторонний план по реализации проекта добычи лития из минерализованных подземных вод Ковыктинского газового месторождения. Кроме того, в планах ИНК — промышленная добыча лития из литийсодержащих вод Ярактинского нефтегазоконденсатного месторождения. Ранее сообщалось, что промышленная добыча металла начнется здесь уже 2022 году, однако затем сроки старта были перенесены.

Член совета директоров ИНК, бывший министр природных ресурсов РФ **Сергей Донской** сообщил о планах начать добычу лития в 2024 году. Планируемую мощность добычи Донской оценил в 1000 тонн солей лития в год. Пока потребности страны в солях лития составляют 8000 тонн в год, а для строящейся гигафабрики «Росатома» потребуется с осени 2025 года около 3,44 тыс. тонн карбоната лития в год. Минпромторг России оценивает общие запасы лития в стране в 1 млн тонн — немного, но это исключительно старые данные: разведка новых месторождений прекращена еще в начале 1960-х.

Но откуда взялась литиевая лихорадка — и что за «новая нефть», этот литий?

От смазки до коляски

Литий — один из самых легких металлов. Собственно, он «открывает» таблицу

Менделеева сразу после водорода и гелия. Этот металл был открыт еще в начале XIX века, но промышленное применение получил только более ста лет спустя.

Существует несколько способов добычи лития. При гидроминеральном способе минерализованные воды закачиваются в специальные бассейны, где происходит выпаривание. Из образующегося концентрата получается карбонат лития. Другой способ — рудный, когда металл добывают в шахтах или карьерах из пегматитов — горных пород, содержащих разные металлы, включая литий. Получаемый продукт здесь тоже карбонат лития, который затем используется для создания различных соединений этого металла, а также собственно металлического лития.

Литий также можно получать из отходов отработанной руды, где металл сохранился, поскольку устаревшие технологии не позволяли извлекать его полностью, и из вышедших из употребления аккумуляторов.

Первая промышленная добыча лития состоялась ровно сто лет назад и составила 46 тонн. До того были почти сто лет экспериментов по применению этого металла в разных отраслях, в основном для производства огнестойкого стекла, а также пиротехники (красный цвет в фейерверках и сигнальных ракетах дают именно соли лития). Чуть позже были открыты свойства лития как загустителя нефтяных масел для получения пластичных смазок. С каждым годом свойства лития оказывались все более востребованы. В текстильной промышленности — для отбеливания тканей, для покрытия фарфоровых изделий, от изоляторов до сантехники... В пищевой промышленности его используют в качестве консерванта, в производстве косметики — как краситель. Карбонат лития используется в электролите при производстве алюминия, изотопы лития (литий-6 и литий-7) — в термоядерной и ядерной энергетике и, соответственно, в оружии соответствующего принципа действия.

Отдельно стоит упомянуть литий как легирующую добавку к алюминию. Разработки алюминиево-литиевых сплавов советский ВИАМ (Всесоюзный институт авиационных материалов) и американская ALCOA начали почти одновременно, в 1950-е. Очень легкий (удельная плотность — самая низкая из металлов, почти вдвое ниже воды) литий в добавлении к алюминию и магнию позволил получить сплавы, превосходящие механическими свойствами дюралюмины — и при этом с удовлетворительной свариваемостью, в отличие от дюралюминов. В результате сварное крыло самолета из алюминий-литиевого сплава получалось на 12–24%



«Рэнера» уже собирает батареи на опытном производстве для российских потребителей. Но пока из корейских элементов. Такие же отечественные появятся в августе 2025 года

легче аналогичного, сделанного по традиционной технологии, то есть клепаного дюралевого, и потому утяжеленного нахлестами листов и заклепками. Например, отечественный сплав 1420, содержащий 2% лития, 5,5% магния и 0,1% циркония, разработанный еще в 1970-е, может конкурировать даже с современным углепластиком в качестве конструкционного материала.

Но в силу разных причин распространение сплавов с применением лития в России ограничилось фрагментарным использованием в гражданских самолетах (Як-42, Бе-200), а самым крупным элементом стала передняя часть фюзеляжа истребителя МиГ-29М. По данным ВИАМ, потребление алюминий-литиевых сплавов в России не превышает 1500 тонн в год. И лития здесь используется всего 30 тонн. Мировое потребление этих сплавов — 75 тыс. тонн в год. В числе потребителей — авиакомпания Airbus и Bombardier. В принципе, есть куда расти, и не только в авиапроме, но и в других отраслях транспортного машиностроения.

Но если о перспективности лития в качестве легирующей добавки для производства сплавов говорят больше полвека, то об аккумуляторах с его «участием» даже в узком инженерном кругу еще в 1980-е говорили с большим сомнением. А нужда в таком накопителе энергии была уже тогда. Очередная волна потенциального спроса на электротранспорт разбивалась о громоздкость никель-кадмиевых и железо-никелевых батарей. В мощных и компактных аккумуляторах нуждалась и лавинообразно миниатюризовавшаяся носимая аппаратура. Военных же имевшиеся серебряно-цинковые батареи не устраивали ценой и малым сроком службы. А потому все 70-е и 80-е годы прошлого века корпорации финансировали лаборатории по

созданию альтернативных источников тока, включая литий-ионные. Повезло японской Kawasaki, чьи сотрудники во главе с **Акирой Ёсино** в 1983 году создали первый работоспособный прототип с использованием оксида лития-кобальта. Впоследствии, в 2019 году, ученый получил Нобелевскую премию по химии вместе с двумя учеными — первооткрывателем в 1970 году литий-ионного типа батарей **Майклом Стэнли Уиттингемом** и изобретателем литий-полимерной батареи **Джоном Гуденафом**.

На основе лицензии Kawasaki другая японская корпорация, Sony, к 1991 году довела конструкцию до массового производства. Поначалу очень дорогие, кратно дороже никель-кадмиевых, литий-ионные батареи с каждым годом становились все более дешевыми: в 1991 году 7500 долларов за 1 кВт·ч., в 2020-м — уже 157 долларов. То есть цена аккумулирования и сохранения энергии упала за 30 лет в 47 раз. В том числе благодаря тому, что все больше компаний по лицензии включались в производство

литий-ионных батарей и параллельно совершенствовали их в собственных лабораториях.

Новая технология производства аккумуляторов стала возвращать к жизни уже отброшенную было за бесперспективностью идею электрификации автотранспорта. Немалое количество стартапов и экспериментов не могло не перейти в качество: сначала «попадание в рынок» Tesla Model S, а затем и ползучая электрификация Китая, власти которого решили обойти таким образом технологическую конкуренцию с Западом в двигателях внутреннего сгорания, задали тренд... Под наблюдением «старых» автоконцернов, возобновивших свои эксперименты с электроприводом в конце 2000-х в выжидании момента входа на рынок. А тем временем экоктивисты и их окопавшиеся в парламентах западных стран старшие товарищи прокачивали на публике запреты «этих ужасных ДВС» и лоббировали поддержку нового типа двигателя.

Лихорадка лечится рассолом

И грянул бум. Электромобилей выпускается до сих пор на порядки меньше, чем бытовой электроники. Но если емкость батареи, скажем ноутбука, — 30–60 ватт-часов, то легкового электромобиля — 30–100, но уже киловатт-часов. В результате суммарная емкость электромобильных батарей в 2017 году сравнялась с таковой у электроники и продолжила наращивать долю рынка, увеличивая потребление лития. Если в 2015 году на батареи всех типов приходилось около 30% рынка лития, то, по прогнозам McKinsey годичной давности, к 2030 году их доля в потреблении сверхлегкого металла вырастет до 95%. А спрос в целом — с 500 тыс. тонн (в пересчете на чистый литий) до 3,3–3,8 млн тонн, ежегодно прирастая на 25–26%. При этом, по тем же расчетам,

Мировая добыча лития в 2021 году

График 2



добыча и обогащение вырастут только до 2,7 млн тонн. Дефицит — а значит, предпосылки к ажиотажу — налицо.

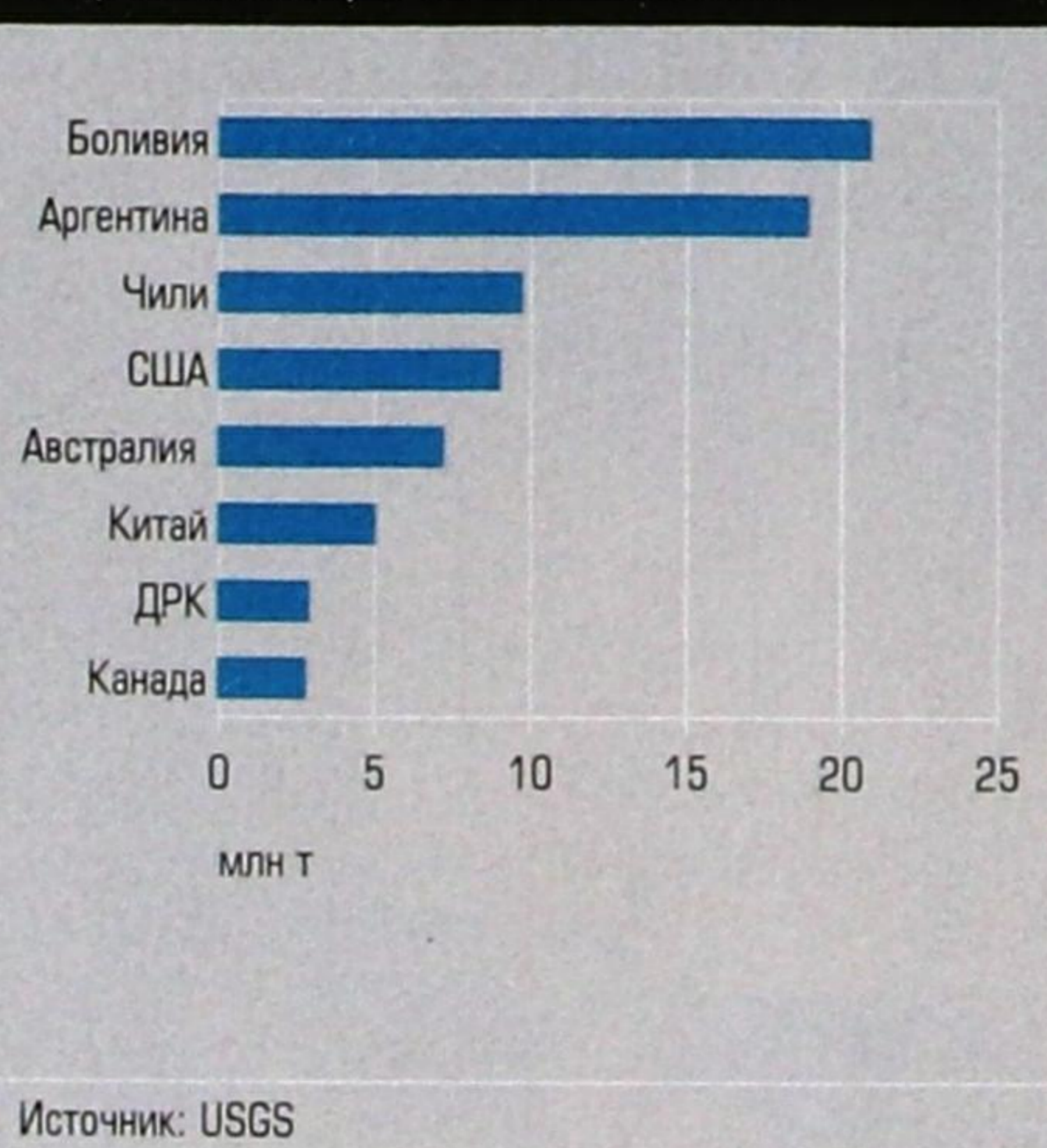
Но это McKinsey, чьи эксперты известны повышенным оптимизмом в области урбанистики и новых технологий. И по мировому рынку в целом, который отнюдь не равномерен. Например, если в Китае электрификация автомобилей продолжается прежними темпами, то в США «зеленая» эйфория стихает на глазах. Да и Евросоюз хоть и принял резолюцию о прекращении выпуска в продажу автомобилей с двигателем внутреннего сгорания, но только с 2035 года, нынешние же темпы электрификации у автоконцернов сильно замедлились относительно намеченных два-три года назад.

У Китая же масштабы хоть и впечатляющие (до половины мирового парка «батареечных» машин всех типов), но в отличие от Запада основной тип батарей у них — литий-железо-фосфатные, у которых содержание лития намного больше, чем в принятых в остальном мире (включая перспективные батареи «Рэнеры», «дочки» «Росатома») аккумуляторах на основе никеля, кобальта и марганца, где литий содержится лишь в электролите, а не в катоде и электролите одновременно. А поскольку разница в удельной стоимости между ними за последний год снизилась с 26 до 11% ввиду удорожания лития, это может ускорить переход китайцев к «евростандарту», смягчив дефицит лития. К тому же не автомобилями едиными жив рынок батарей: в электронике ожидается переход на двухнанометровые чипы, что резко снизит энергопотребление аппаратуры и, соответственно, потребную емкость аккумуляторов. Так, по утверждению представителей IBM, планирующих запуск производства этих процессоров в конце 2024 года, они на 75% производительнее чипов, созданных по технологии 7 нм при том же уровне потребления энергии.

И это перспектива ближайшая: в более отдаленной ожидается появление безлитиевых источников энергии. В том числе разрабатываемых в России в десятках лабораторий. И речь идет не только о пресловутой «атомной батарее», хотя и она перестает быть фантастикой. Куда важнее, что все ближе к внедрению другие типы аккумуляторов, еще недавно так же, как и литий-ионные в 1980-е, казавшиеся тупиковыми ветвями эволюции. Графеновые пока не актуальны в чистом виде, но начавшееся использование графена в литий-ионных аккумуляторах тоже снижает потребление лития в пересчете на единицу емкости.

Использование суперконденсаторов, работающих в паре с аккумуляторами

Мировые лидеры по запасам лития График 3



и во многих случаях уменьшающих потребную емкость вторых, приводит к уменьшению размера батареи транспортного средства, а значит, и количества используемого лития в пересчете на машину.

На подходе и натрий-ионные аккумуляторы, до сих пор обладающие кратной меньшей емкостью, чем литиевые, но благодаря меньшей стоимости и возможности более быстрой зарядки перспективные как для тяжелой техники (грузовиков, автобусов), так и для стационарных накопителей электроэнергии, необходимость в которых резко выросла: распределенная энергетика — солнечная и ветровая — без них неэффективна.

А потому будущие производители натрий-ионных элементов готовы к конкуренции с деградировавшими (то есть подлежащими утилизации ввиду потери 30% емкости) литий-ионными батареями. Последние все чаще используются и в накопителях, и в общественном транспорте, включая шеринговые электросамокаты. Деградировавшие же более чем наполовину элементы предполагается утилизировать на специальных производствах (в том числе в России «Росатомом» с 2025 года), используя извлеченные металлы повторно.

Впрочем, вероятен и обратный тренд: в стадии индустриализации находятся так называемые твердотельные аккумуляторы (ASSB), обладающие большей удельной емкостью и несопоставимо более безопасные, чем нынешние литий-ионные. У них литий используется и в катоде, и в аноде, причем в последнем — в металлической, наиболее концентрированной форме. Такие батареи в случае широкого распространения, наоборот, способны повысить потребление лития. Кроме того, не следует забывать, что перспективной областью применения лития в будущем станет квантовая фотоника, с которой связывают будущее электроники и средств связи.

Тем не менее в декабре прошлого года BloombergNEF прогнозировал дефицит лития лишь до 2024 года, когда запустятся новые мощности по переработке. Так, Benchmark Mineral Intelligence предполагает рост производства уже в этом году на 36%. Да и в McKinsey уверены, что включение в игру новых игроков (в том числе из России и СНГ) и внедрение новых способов разработки способны изменить картину и даже привести к профициту.

А новые игроки появляются с каждым месяцем. Например, в Мексике полным ходом идет реформа горной добычи с монополизацией разведки, добычи и переработки литиевого сырья. Цель закона о горной добыче — помешать иностранным государствам эксплуатировать запасы лития. Американцы пребывают в спокойствии. Несмотря на то что и Мексика, и Южная Америка — официальная зона интересов Штатов, Госдеп спокойно взирает на выходы южного соседа и пускает на эту поляну китайцев: мол, не стратегическое сырье.

По данным USGS, значительные запасы лития — до 3 млн тонн — обнаружены в Демократической Республике Конго (ДРК), еще около 0,7 млн тонн лития найдено в Мали. К слову, обе страны обладают значительным ресурсным потенциалом, но до сих пор очень плохо исследованы геологами. Так что не исключено значительное увеличение их литиевых запасов.

ДРК в принципе дружелюбно настроена по отношению к России. Еще в 2019 году туда были направлены российские военные специалисты (западные источники связывают их с ЧВК «Вагнер»), «Росатом» заключил договоры о намерениях на освоение урановых месторождений. Местные официальные лица сами приглашают российских инвесторов активнее участвовать в освоении ресурсов ДРК.

В Мали в 2021 году произошел государственный переворот, следствием которого стало изгнание из страны французского военного контингента (это бывшая колония Франции) при заходе в страну российских военных специалистов, которых также связывают с ЧВК «Вагнер». Очевидно, сотрудничество может быть распространено и на литиевую отрасль.

В любом случае без лития не останемся. Даже если наконец добьемся технологического суверенитета в производстве современных алюминиевых сплавов и перейдем на отечественные батарейки. А тем более если «Росатом» порадует цивилизацию выпуском компактных ядерных батареек. Опрокинув, таким образом, весь нынешний рынок и энергонакопителей, и энергоносителей. ■