

Перспективы импортозамещения в алюминиевой отрасли России

Анализ состояния сырьевой базы алюминиевой промышленности России показывает, что при существующих объемах производства алюминия проблема дефицита глинозема не может быть решена за счет отечественных бокситов, нефелиновых руд (традиционные для нашей страны виды сырья), сынныритов, анортозитов, зол и каолинов из-за низкого их качества, относительно малых запасов и отсутствия эффективных и экологически безопасных технологий переработки. Бесперспективным является и вариант его импорта. Будущее российского алюминия — в минералах группы силлиманита (МГС) и в электротермии. Разведанные запасы данного вида сырья в пересчете на конечный продукт — алюминий превышают 400 млн т. Если его производить в тех объемах, в которых он производился до сих пор, то руд хватит более чем на столетие. Нашей стране не повезло с высококачественными бокситами, но ей повезло с минералами группы силлиманита и было бы крайне неразумно не воспользоваться этим преимуществом. В работе представлены данные о составах руд, содержащих МГС, их концентратов и продуктов электротермии, полученных с использованием плазменного нагрева.

Ключевые слова: бокситы, нефелиновые руды, сынныриты, анортозиты, золы, каолины, глинозем, минералы группы силлиманита, электротермия, силумин, алюминий.

Введение. В России до последнего времени функционировали двенадцать алюминиевых заводов (Волховский — ВАЗ, Волхов, 1932; Уральский — УАЗ, Каменск-Уральский, 1939; Новокузнецкий — НКАЗ, Новокузнецк, 1943; Богословский — БАЗ, Красноуральск, 1943; Кандалакшский — КАЗ, Кандалакша, 1951; Надвоицкий — НАЗ, Надвоицы, 1954.; Волгоградский — ВОЛАЗ, Волгоград, 1959; Иркутский — ИРКАЗ, Шелехово, 1962; Красноярский — КРАЗ, Красноярск, 1966; Братский — БРАЗ, Братск, 1966; Саяногорский — САЗ, Саяногорск, 1986; Хакасский — ХАЗ, Саяногорск, 2006). В сумме они получили порядка 4 млн т алюминия в год, но глиноземом отечественного производства были обеспечены менее чем на 30%.

Специалисты, знакомые с состоянием дел в алюминиевой отрасли нашей страны, констатируют факт дефицита глиноземного сырья, но, как правило, не предлагают путей решения этой проблемы. С целью повышения рентабельности производства алюминия и снижения его себестоимости даются рекомендации:

- 1) создавать вертикально и горизонтально интегрированные структуры от добычи сырья до изготовления изделий из алюминия;
- 2) заключать долгосрочные соглашения с поставщиками глинозема;



Г. Г. Лепезин,
д. геол.-мин. н., профессор,
ведущий научный сотрудник,
Институт геологии и минералогии СО РАН,
заслуженный геолог России
 lepezin@igm.nsc.ru

- 3) внедрять энерго- и ресурсосберегающие технологии;
- 4) строить в рамках крупных компаний собственные энергопроизводящие предприятия;
- 5) автоматизировать и компьютеризировать производство и т. д.

Рекомендации полезные, но носят общий характер, и их реализация в лучшем случае приблизит организацию и технологию производства на российских заводах к организации и технологии производства на передовых заводах зарубежных стран. В перспективе можно увеличить и внутреннее потребление алюминия, но где брать сырье и что делать с высокими затратами на его транспортировку?

Эффективность работы любого перерабатывающего предприятия определяется:

- 1) наличием сырьевой базы;
- 2) транспортными издержками;
- 3) энергетическими затратами;
- 4) технологией производства;
- 5) внутренним потреблением производимой продукции.

Сырьевая база. Теоретически глинозем и алюминий можно получать из многих природных и техногенных продуктов. Вопрос состоит лишь в том каковы их ресурсы, насколько они доступны, каковы затраты

на освоение (себестоимость, рентабельность, окупаемость), известна ли технология добычи, обогащения и переработки, а также каковы будут экологические последствия от создания соответствующих производств. Именно с этих позиций и следует подходить к бокситам, нефелиновым рудам, сынныритам, анортозитам, каолинам, промышленным золам. Названные виды сырья либо уже используются в производстве глинозема (бокситы, нефелиновые руды), либо считаются перспективными сырьевыми источниками (все остальные).

Для получения 1 т алюминия требуется 2 т глинозема. Сопоставив объемы их производства, получаем годовой дефицит последнего более чем в 5 млн т и приходится он в основном на сибирские алюминиевые заводы. Недостающее его количество поставляется из стран ближнего (Украины, Казахстана) и дальнего (Австралии, Бразилии, Гвинеи и др. страны) зарубежья. После завершения строительства Богучанского алюминиевого завода в Нижнем Приангарье и завода «Алюком-Тайшет» в Иркутской области объемы выпуска алюминия возрастут до 4,5-5 млн т, до 8-9 млн т возрастет и дефицит глинозема.

Традиционные сырьевые источники. Мировая практика производства глинозема базируется на бокситах. В нашей стране они сконцентрированы преимущественно в европейской части России (91%). Их добывают рудник «Бокситы Тимана», а также Южноуральский и Североуральский рудники, причем два последних извлекают руды подземным способом с глубины 1000-1100 м. Бокситы Северо-Онежского бокситорудного района низкого качества, низкого качества и бокситы Сибири (Чадобецкое, Барзасское, Татарское, Боксонское и др. месторождения).

Помимо бокситов традиционным видом сырья являются и нефелиновые руды. В настоящее время эксплуатируются Хибинские месторождения (Кольский полуостров) и Кия-Шалтырское месторождение уртитов (Сибирь). Последнее эксплуатируется более 40 лет, запасы истощены, качество руд низкое. На них работают Пикалевский глиноземный завод и Ачинский глиноземный комбинат. В среднем для получения одной тонны глинозема требуется 2,5-3 т бокситов или около 5 т нефелиновых руд.

Нетрадиционные сырьевые источники. Помимо бокситов и нефелиновых руд в качестве перспективных видов сырья для производства глинозема и алюминия часто рассматриваются сынныриты, анортозиты, каолины и золы.

Сынныриты. Содержание Al_2O_3 в них низкое (20-22 масс. %), а поэтому создать масштабное производство глинозема на их базе невозможно. Они представляют интерес, прежде всего, с точки зрения получения бесхлорных калийных удобрений, а глинозем, если и будет извлекаться, то только как попутный продукт и в небольших количествах.

Анортозиты. Ресурсы анортозитов измеряются миллиардами тонн. Существует много запатентованных технологий получения из них глинозема и алюминия, большая часть которых базируется на кислотном выщелачивании (H_2SO_4 , HNO_3 , HCl), но все они не конкурентоспособны. Основными причинами

неэффективности производств являются коррозия оборудования и большой выход хвостов (до 15 т на 1 т алюминия).

Каолины. Потенциальным видом сырья для производства глинозема и алюминия считаются и каолиновые глины. Месторождения находятся в Челябинской, Свердловской, Оренбургской, Томской, Амурской областях и в Красноярском крае.

В газете «Ведомости» от 23.03.2012 г. приведена информация о том, что UC Rusal подписал меморандум о взаимопонимании с канадской компанией Orbite Aluminae о создании совместного предприятия разработки месторождения глин в Гранд-Вале в канадской провинции Квебек и готов вложить в это мероприятие \$25,1 млн. Компания владеет технологией производства глинозема из бедных руд. Представители РУСАЛа, посетив опытный участок Orbite в Кап-Ша, высоко оценили потенциал технологии. По их мнению, она может иметь большое значение для Сибирского региона России, где сосредоточены огромные ресурсы нетрадиционных для производства глинозема и алюминия видов сырья.

В связи с низким содержанием в глинах Al_2O_3 (21-22%, в концентратах до 34%) и относительно небольшими их запасами, крупномасштабное производство глинозема, силюмина и алюминия на базе каолинов перспектив не имеет.

Золы ТЭЦ. Глинозем можно извлекать и из зол ТЭЦ. Содержание Al_2O_3 в них достигает 30-35%. Разработаны кислотные технологии переработки. Несмотря на то, что они апробированы, практическая их реализация затруднительна, прежде всего, из-за сложности работы с кислотами, так как требуется дорогостоящее оборудование из кислотостойких материалов. Затратным является и приобретение самих кислот. Поэтому масштабное производство глинозема и алюминия из зол на настоящий момент не реально.

Проблема дефицита глинозема в России обсуждается на протяжении многих десятилетий. При существующих объемах производства алюминия она не может быть решена за счет отечественных бокситов, нефелиновых руд (традиционные для нашей страны виды сырья), сынныритов, анортозитов, зол и каолинов из-за низкого их качества, относительно малых запасов и отсутствия эффективных и экологически безопасных технологий переработки. Бесперспективным является и вариант импорта глинозема.

Транспортные издержки. Нехватка глинозема вынуждает «Русал» заниматься поиском источников за пределами России. Они поставляются из-за рубежа в виде глинозема или бокситов. Покупать глинозем в Австралии, Бразилии, других далеких стран и возить его в Братск, Красноярск экономически никак не оправдано.

Энергетические затраты. Производство алюминия энергоемкое. В России для выплавки 1 кг металла расходуется в среднем 16-16,5 кВт·ч, у зарубежных производителей — 14-15 кВт·ч.

Технология производства. Выпуск алюминия с использованием мощных электролизеров и обожженных анодов с сухой очисткой газа на российских заводах составляет порядка 15%, в то время как в странах с

развитой алюминиевой промышленностью он достигает 80-100%.

Внутреннее потребление. По данным Alcan, из общего количества производимого алюминия, более половины потребляется в странах-производителях. В России потребление металла составляет порядка 15%, все остальное идет на экспорт.

По всем перечисленным выше пунктам российские производители крылатого металла уступают зарубежным. Высококачественных бокситов у нас нет, транспортные издержки и энергетические затраты более высокие, технология производства отсталая, внутреннее потребление алюминия низкое. Естественно возникает вопрос, а как же они выживают? А выживают они благодаря дешевой рабочей силе, толлинговым схемам и различного рода льготам со стороны государства на транспортные перевозки, электроэнергию, кредиты и др. Примером тому является недавнее разрешение кризиса на Богословском алюминиевом заводе. Пикалево и Краснотурьинск — это только начало. Не в лучшем положении находятся и другие предприятия алюминиевой отрасли страны. Государству и их придется спасать.

Минералы группы силлиманита (МГС). Естественно, напрашивается вопрос, а есть ли у нас сырье, которое могло бы заменить бокситы и нефелиновые руды, существует ли технология его переработки и можно ли отказаться от импорта глинозема и коренным образом изменить сложившуюся структуру затрат? Да, в России есть альтернативный вид сырья для создания крупномасштабного производства, силумина и алюминия — это минералы группы силлиманита (МГС), есть и технология их переработки — электротермия.

Минералы группы силлиманита (андалузит, силлиманит, кианит) с общей формулой Al_2SiO_5 и теоретическим содержанием $Al_2O_3=62,9$ мас. %, $SiO_2=37,1$ % безводные, обладают хорошими огнеупорными свойствами, характеризуются высокой температурой плавления, кислотоустойчивые, не размягчаются при нагревании, не подвергаются химической коррозии и абразии. Области их применения: производство высокоглиноземистых огнеупоров, керамики, фарфора и др. На их основе можно получать силумин и алюминий.

Основными производителями концентратов МГС за рубежом являются ЮАР, США, Индия, Франция,

Бразилия, Испания. В нашей стране месторождения минералов группы силлиманита не разрабатываются, хотя по их ресурсам и разведанным запасам, Россия занимает первое место, а потребности в концентратах только по огнеупорной отрасли составляют 300-400 тыс. т в год.

Сырьевая база минералов группы силлиманита (табл. 1). Крупные месторождения и рудопроявления МГС сконцентрированы на Кольском полуострове (Кейвская группа), в Карелии (Хизовара), на Урале (Абрамовское, Карабашское, Борисовское, Михайловское и др.), в Сибири (Кяхтинское — Республика Бурятия; Китойское — Иркутская область; Базыбайское — Красноярский край, Тымбинское — Читинская область, рудопроявления Витимо-Патомского нагорья; Енисейского кряжа; Республике Тыва — Тарлашкинхемское, Мугурское, Моренское, Улорское), на Дальнем Востоке — Чимчанское, Вершинное, Аргаситское и др.

Кейвская группа месторождений (Новая Шуурурта, Тяпш-Манюк, Червурта и др.), Кольский полуостров. Балансовые запасы кианитовых руд составляют здесь 2,4 млрд т, прогнозные ресурсы — 10 млрд т. По заключениям специализированных организаций только на базе месторождения Новая Шуурурта можно построить горно-обогатительный комплекс производительностью кианитового концентрата до 7,5 млн т в год, при содержании Al_2O_3 в концентрате до 57 масс. %.

Месторождение Хизовара (Республика Карелия) расположено в 20 км от железной дороги недалеко от районного центра Лоухи. Руды состоят в основном из кварца и кианита. Разведанные запасы 25 млн т.

Месторождения и рудопроявления Свердловской и Челябинской областей, Урал: Мало-Бруснянское, Абрамовское, Сосновское, Косулинское, Карабашское, Мало-Каслинское, Борисовское, Михайловское, техногенные пески Андрее-Юльевского прииска. Все они находятся в регионе с развитой инфраструктурой и недалеко от железных дорог. Суммарные ресурсы в пересчете на кианит составляют порядка 25 млн т.

Рудопроявления Витимо-Патомского нагорья (Сан-Пуричи, Ченги-Сиена, Комсомольское, Согринское, Алексеевское и другие), Забайкалье: прогнозные ресурсы кианита по категории РЗ оцениваются в 1,5 млрд т. Рудопроявления расположены в зоне БАМ.

Таблица 1

Разведанные запасы и прогнозные ресурсы минералов группы силлиманита и содержащих их руд [8-13]

Район	Руда	Al_2SiO_5	Al_2O_3	Al
Разведанные запасы (категории С2, С1, В, А)				
Кольский полуостров	3400000	1186879	676518	358556
Карелия	116820	25000	14250	7553
Урал	66684	11710	6675	3537
Сибирь	511750	13109	74732	39608
Итого разведанных запасов	4095254	1236698	772175	409254
Прогнозные ресурсы (категории Р2, Р3)				
Кольский полуостров	11000000	3840000	2188230	1159762
Урал	109890	30000	17100	9063
Сибирь	8138400	2588517	1475455	781991
Итого прогнозных ресурсов	19248290	6458517	3680785	1950816

Рудопроявления Заангарской части Енисейского кряжа (Панимбинское, Тейское, Куюмбинское, Верхне-Енашинское и др.), Красноярский край. Суммарные прогнозные ресурсы МГС по категории РЗ превышают 500 млн т. Рудопроявления находятся недалеко от строящегося Богучанского алюминиевого завода.

Тымбинское месторождение расположено в Читинской области в 160 км к северу от Читы. Разведанные запасы руд, содержащих андалузит и силлиманит, по категории С2 равны 423,6 млн т.

Китойское месторождение находится в Иркутской области, запасы силлиманитовых руд по категории С2 – 150 млн т.

Кяхтинское месторождение (Республика Бурятия) включает 20 рудопроявлений силлиманита. Среди них наиболее изученным является «Черная сопка». Запасы руд утверждены в ГКЗ. По категориям А2, В и С1 они составляют 4,1 млн т (силлиманита 916 тыс. т).

Базыбайское месторождение (Красноярский край) расположено в 150 км от станции Курагино. Прогнозные ресурсы силлиманитовых руд по категории Р2 – 283,2 млн т, по категории РЗ – 129,2 млн т.

Рудопроявления нагорья Сангилен (Республика Тыва: Тарлашкинхемское, Улорское, Мугурское, Моренское) содержат андалузит, силлиманит, кианит, располагаются компактно на расстоянии в десятки километров друг от друга. Ресурсы МГС по категории РЗ в пересчете на Al_2SiO_5 составляют порядка 1,5 млрд т, на алюминий – 420 млн т).

Месторождения и рудопроявления Хабаровского края – Чимчанское, Вершинное, Аргаситское и др.

Известны рудопроявления в Горном и Рудном Алтае, в Восточных Саянах и других регионах Сибири.

Перед всеми остальными видами глиноземного сырья данный вид имеет следующие преимущества:

- 1) практически все месторождения можно разрабатывать открытым способом;
- 2) состав руд, как правило, простой и они пригодны для создания безотходного производства концентратов;
- 3) технология обогащения включает гравитацию, флотацию, электромагнитную и электрическую сепарацию;
- 4) количество глинозема в концентратах достигает 60-62 масс. % (табл. 2, 3).

За исключением высококачественных бокситов никакие другие виды сырья и способы их обогащения не могут дать таких содержаний Al_2O_3 . По данному параметру МГС следуют за корундом – $Al_2O_3=100\%$, муллитом – $Al_2O_3=71,8\%$, диаспором (бемитом) – $Al_2O_3=85\%$, гидрагиллитом (гиббситом) – $Al_2O_3=65,3\%$. Поскольку корунд и муллит не дают крупных скоплений, а бемит, диаспор и гидрагиллит (гиббсит) характерны для бокситов, то МГС по своей значимости для алюминиевой промышленности приобретают первостепенное значение.

Месторождения МГС равномерно распределены на территории России и находятся недалеко от действующих и строящихся алюминиевых заводов.

Производство силумина. Силумин – это сплав кремния и алюминия. Он имеет низкую плотность (2,4-2,7 г/см³), высокую удельную прочность при нормаль-

Таблица 2

Среднестатистические составы минералов группы силлиманита из наиболее крупных месторождений и рудопроявлений России, масс.%

№ пп	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	MnO	MgO	n	Месторождения и рудопроявления
1	37,1	62,9	–	–	–	–	–	Теоретический состав Al_2SiO_5
2	36,44	62,12	0,22	0,02	–	–	4	Кейвская группа месторождений (Кольский полуостров)
3	36,62	62,73	0,06	0,02	0,01	0,01	8	Хизовара (Карелия)
4	37,05	63,02	0,15	0,01	0,01	–	6	Мало-Бруснянское (Урал)
5	37,06	63,15	0,07	0,01	0,00	–	8	Абрамовское (Урал)
6	36,60	62,42	0,32	0,00	0,01	0,01	27	Карабашское (Урал)
7	36,63	62,30	0,30	0,03	–	–	2	Борисовское (Урал)
8	36,85	62,51	0,41	–	0,01	0,01	8	Золотоносные пески Андрее-Юльевского прииска (Урал)
9	36,87	62,38	0,47	0,01	0,01	0,01	4	Рудопроявления Сангилен (республика Тыва)
10	37,02	61,93	0,54	0,02	–	–	10	Кяхтинское (республика Бурятия)
11	35,91	61,98	0,19	–	0,01	0,01	3	Китойское (Иркутская область)
12	36,44	62,72	0,20	0,01	0,01	0,01	4	Базыбайское (Красноярский край)
13	36,77	62,03	0,87	0,01	0,01	–	9	Рудопроявления Сангилен (республика Тыва)
14	36,71	62,47	0,40	0,01	0,01	0,01	17	Рудопроявления Сангилен (республика Тыва)
15	36,59	62,88	0,24	0,01	0,01	0,03	11	Рудопроявления Заангарья (Красноярский край)

Примечание: (2-9) – кианиты, (10-13) – силлиманиты, (14-15) – андалузиты, n – число проб, по которым производилось усреднение.

Химические анализы концентратов минералов группы силлиманита из российских месторождений, масс. %

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
Теоретический состав МГС – Al ₂ SiO ₅								
37,1	–	62,9	–	–	–	–	–	–
Среднестатистический состав МГС из российских месторождений (n=186)								
37,01	–	62,72	0,29	0,01	0,03	0,01	0,00	0,00
Выборочные химические анализы концентратов МГС из российских месторождений								
40,06	0,55	57,07	0,61	0,10	0,01	0,06	0,40	0,06
39,01	0,25	59,47	0,10	0,00	0,03	0,03	0,22	0,10
37,47	0,67	60,45	0,37	0,10	0,00	0,03	0,09	0,05
36,78	0,35	62,64	0,00	0,10	0,00	0,03	0,00	0,06
37,21	0,23	60,20	0,26	0,10	0,09	0,54	0,00	0,53
37,57	0,66	60,40	0,49	0,10	0,05	0,06	0,00	0,30

ной температуре и хорошие литейные свойства. Более половины всех литейных цветных сплавов, широко применяемых в авиационной технике, транспортном машиностроении и других отраслях промышленности получают на основе силумина. В настоящее время его производят сплавлением кристаллического кремния и алюминия в электрических или пламенных печах. Этот способ требует электролитического производства алюминия, характеризуется высокими затратами на получение глинозема, анодной массы, криолита, фтористого алюминия, электроэнергии, а также на капитальное строительство крупных цехов с электролизерами и преобразовательных подстанций. Альтернативой данной технологии является электротермия.

История становления электротермии. Детальный обзор становления и развития электротермии в России и Мире в целом дан в статье А. М. Салтыкова и А. Ю. Баймакова [17]. Большой опыт исследований в этой области имеет ОАО ВАМИ [1-7].

Электротермический алюминий в виде сплава впервые получен в 1880-х гг. в США. Технология активно разрабатывалась в 1920-1930-х гг. в Германии, Швейцарии и во Франции.

Исследования велись и в Советском Союзе. В 1934 г. на Днепровском алюминиевом заводе силикоалюминий был синтезирован в результате восстановления каолина древесным углем, в 1939 г. количество алюминия в сплаве доведено до 70%. В промышленность технология внедрена в 1964 г. За разработку проекта и строительство цеха по производству алюминийно-кремниевых сплавов методом рудотермической плавки природных алюмосиликатов группа специалистов ВАМИ и ДОЗА в 1975 г. была удостоена премии Совета Министров СССР в области науки и техники.

В 1948 г. на Уральском алюминиевом заводе из флотационных кианитовых концентратов Абрамовского месторождения (Свердловская область) в лабораторных условиях получали силумин. В конце 1950-х – начале 1960-х гг. на Иркутском алюми-

ниевом заводе на базе силлиманитовых концентратов Кяхтинского месторождения велись испытания в опытно-промышленном масштабе двухстадийного метода производства силумина. Объемы его выпуска планировалось довести на ИРКАЗе до 100-150 тыс. т в год.

Преимущества электротермии. По многочисленным экспертным оценкам специалистов электротермический способ получения силумина и алюминия имеет следующие преимущества:

- 1) из производственного цикла исключается сложное и дорогостоящее производство глинозема, необходимое для электролитического получения алюминия;
- 2) мощность рудотермической печи намного выше мощности электролизера (например, одна печь производительностью в 10 тыс. т алюминия в год может заменить 30 электролизеров);
- 3) нет надобности преобразовывать переменный ток в постоянный, а это сокращает потери электроэнергии;
- 4) отпадает необходимость использовать фтористые соединения;
- 5) расход электроэнергии на единицу получаемой продукции снижается до 20%, а ее себестоимость до 30%;
- 6) силико-алюминий может производиться из МГС сравнительно дешевыми и распространенными восстановителями (древесный уголь, древесная зола, нефтяной кокс, природный газ);
- 7) капитальные затраты на строительство цеха с рудотермической печью на 30-40% ниже капитальных затрат на строительство глиноземного и электролитического цехов.

Производство силумина даже с использованием электролитического алюминия для разбавления дает значительный экономический эффект.

Электротермия ведет к снижению удельных и капитальных затрат. При этом доля их снижения напрямую зависит от единичной мощности рудотермической

печи. Широкие перспективы ее увеличения открывает плазменный нагрев, который к предлагаемому способу производства алюминия и его сплавов позволяет:

- 1) получать высокие температуры при большой концентрации энергии в реакционном пространстве;
- 2) стабилизировать электрический режим работы печи при его независимости от электрических свойств шихты;
- 3) создавать высокое напряжение на плазменной дуге, позволяющее привлекать плазмотроны большей мощности при сравнительно небольшой силе тока;
- 4) работать в широком диапазоне температур в любой среде.

В качестве плазмообразующих могут использоваться аргон, водород, воздух, природный газ и их смеси.

Показательный пример преимущества электротермии приведен в работе А.М.Салтыкова и А. Ю Баймакова [17]. Ими проведены сравнительные расчеты экономической эффективности получения кремний-алюминиевых сплавов марок АК12М2МН и АК18 традиционным способом сплавления алюминия А0, А7 и кристаллического кремния и электротермическим методом из каолина и силлиманита. Рассмотрены следующие варианты:

- 1) для предприятий, имеющих собственное производство алюминия и кремния, снижение себестоимости одной тонны сплавов, полученных электротермическим способом, в сравнении с синтетикой составит \$90;
- 2) для предприятий, имеющих собственное производство алюминия, но приобретающих кремний на рынке, аналогичный расчет дает снижение себестоимости на \$150;
- 3) для производителей сплавов, не имеющих собственных производств алюминия и кремния, электротермический способ является наиболее

предпочтительным и позволяет снизить себестоимость 1 т сплавов по сравнению с синтетикой на \$213.

Эти примеры наглядно показывают об экономических преимуществах электротермического способа производства силикоалюминия по сравнению с ныне действующей технологией получения силумина сплавлением электролитического алюминия и кремния.

Исследования в СО РАН по плавлению минералов группы силлиманита и содержащих их кварцитов в восстановительных условиях с использованием плазменного нагрева [15, 16]. В 2013-2014 гг. Институт геологии и минералогии, Институт теплофизики и Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН провели опыты по плавлению концентратов МГС и содержащих их руд в восстановительных условиях с применением плазмотрона [14-16]. Исходные продукты (табл. 4): № 1 — кианитовый концентрат из техногенных песков Пластовского района, № 2 и № 3 — кианитовый концентрат и кианитосодержащий кварцит Карабашского месторождения, № 4, № 5 — силлиманитовый концентрат и силлиманитовый кварцит Кяхтинского месторождения. В качестве восстановителей использовались древесный уголь, древесные опилки, графит, плазмообразующим был аргон.

Продукты плазмохимической обработки исходных смесей представлены в виде своеобразных шариков и полых сфер, их взаимоотношения и количественные соотношения показаны на рис. 1. Среди них присутствуют свободный кремний — (Si), (Al + Si) — сплав и железосодержащая фаза (FeSiAl). На треугольнике Al-Fe-Si (рис. 2) они располагаются компактно, поля составов не перекрываются.

Силикоалюминий, кремний и другие фазы анализировались на рентгеновском микроанализаторе Jeol JXA-8100. В качестве эталонов использовались алюминий Красноярского и Саяногорского алюминиевых

Таблица 4

Химические анализы исходных продуктов, масс. %

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Сумма	Ки, Сил	Кв
Теоретический состав МГС											
37,1		62,9	—	—	—	—	—	—	100,0	100,0	0
№ 1, Кианитовый концентрат (техногенные пески Пластовского района, Челябинская область)											
40,06	0,55	57,07	0,61	0,10	0,01	—	0,40	0,06	98,86	90,7	6,4
№ 2, Кианитовый концентрат (Карабашское месторождение, Челябинская область)											
36,78	0,35	62,64	0,00	0,10	0,00	0,03	0,00	0,06	99,96	99,6	0,1
№ 3, Кианитосодержащий кварцит (Карабашское месторождение)											
78,24	0,56	18,5	1,69	0,03	0,1	0,05	0,3	0,28	99,75	29,4	67,3
№ 4, Силлиманитовый концентрат (Кяхтинское месторождение, Республика Бурятия)											
48,33	2,0	46,34	1,03	—	0,67	0,18	0,02	0,09	98,66	73,7	21
№ 5, Силлиманитосодержащий кварцит, Кяхтинское месторождение											
75,04	1,11	18,80	1,49	<0,03	<0,01	0,26	<0,03	0,13	96,9	29,9	64,0

Примечание: Ки — кианит, Сил — силлиманит, Кв — кварц.

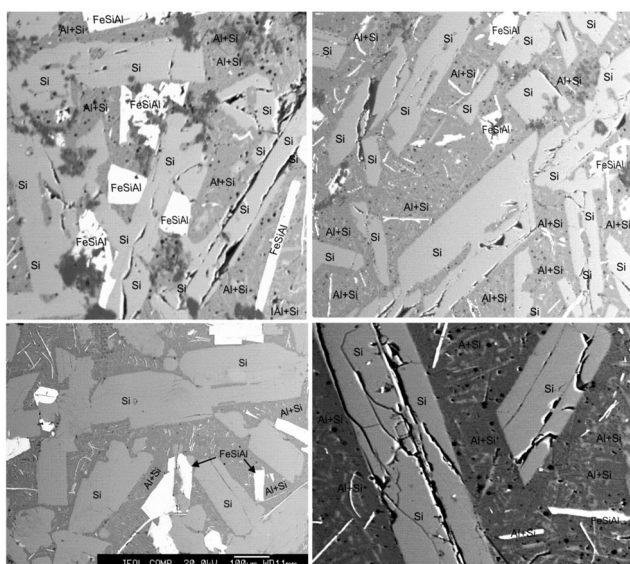


Рис. 1. Состав и структура «металлических капель» в продуктах электротермии: Si – кремний, (Al + Si) – силумин, FeSiAl – фаза, содержащая Fe, Si, Al

заводов и кремний высокой чистоты. Всего проведено 29 опытов.

Среднестатистические составы продуктов электротермии МГС. Силумин: Al = 92,76 ($X_{\max} = 99,9$; $X_{\min} = 71,83$); Ti = 0,09; ($Ti_{\max} = 0,22$; $Ti_{\min} = 0,01$); Fe = 0,16 ($Fe_{\max} = 0,91$; $Fe_{\min} = 0,01$); Si = 7,04 ($Si_{\max} = 27,88$; $Si_{\min} = 0,44$); $n = 65$; n – число анализов, по которым производилось усреднение. Из общего количества анализов ($n = 429$) в 57% ($n = 245$) содержание алюминия превышает 98 масс. % ($\bar{X} = 99,12$). При этом (Si, Ti, Fe) в сумме составляют менее 2%. Валовый состав сплава в целом: Al = 93,36; Si = 6,73; Fe = 0,14; Ti = 0,05. Он отвечает сортам (ГОСТ 1583-93) АК12ч (Сил-1), АК12пч (Сил-0) и АК12оч (Сил-00).

Кремний: Si = 99,77 ($Si_{\max} = 99,98$; $Si_{\min} = 99,0$); Ti = 0,0 ($Ti_{\max} = 0,02$; $Ti_{\min} = 0,0$); Fe = 0,11 ($Fe_{\max} = 0,51$; $Fe_{\min} = 0,0$); Al = 0,10 ($Al_{\max} = 0,69$; $Al_{\min} = 0,0$); $n = 44$. Среднее содержание Si по выборке в целом ($n = 122$) составляет 99,65 масс. %. Суммарное количество микропримесей (Al+Ti+Fe) равно 0,36 масс. %. Кремний отвечает маркам Кр2, Кр1, Кр00 (ГОСТ 2169).

AlFeSi фаза встречается в продуктах всех опытов, даже в тех, в которых исходным был предельно чистый кианит. Ее появление, по-видимому, связано с засорением шихты железом при ее дроблении в металлической мельнице. Среднестатистический состав фазы, масс. %: Al = 44,13; Ti = 0,01; Fe = 28,46; Si = 26,68.

Результаты исследований однозначно свидетельствуют о принципиальной возможности получения силумина, а попутно и кремния, из МГС с применением плазменного нагрева.

Опыты реализованы на концентратах и рудах конкретных месторождений Урала и Сибири. При этом, независимо от качества исходного сырья ($Al_2O_3 = 57, 62, 46, 18\%$) на выходе получают одни и те же продукты, но в разных количественных соотношениях. Естественно, чем больше оксида кремния в исходном сырье, тем больше и кремния в получаемых продуктах. С практической точки зрения данный факт заслужи-

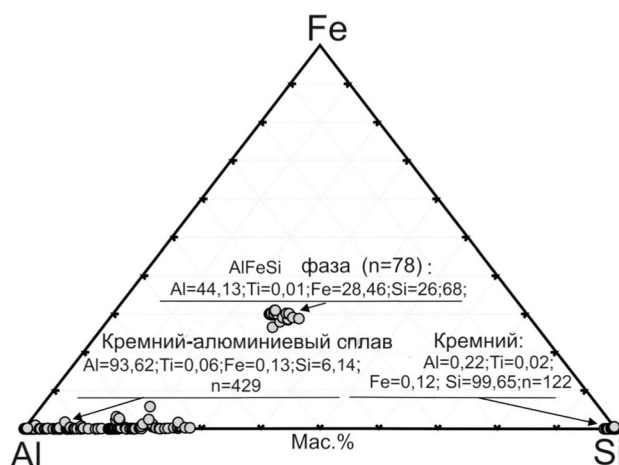


Рис. 2. Положение продуктов электротермии в координатах Al-Fe-Si

вает особого внимания. Дело в том, что затраты на производство концентратов МГС сильно зависят от технологии обогащения, самый дешевый и экологически безопасный способ – это гравитация. Она особенно эффективна применительно к кианитовым кварцитам из-за большой разницы в удельных весах кианита – 3,5 г/см³ и кварца – 2,5 г/см³. Гравитационный метод позволяет получать концентраты с содержанием глинозема до 52-54 масс. % (проверено опытом). Для дальнейшего увеличения в них количества Al_2O_3 необходимо привлекать флотацию, а это неизбежно приведет к росту их себестоимости.

Что помешало созданию промышленных производств силумина и алюминия в нашей стране на базе минералов группы силлиманита с применением электротермии? Напрашивается вопрос: а почему электротермия не получила широкого распространения за рубежом? Исследования в этой области в 1930-х гг. проводились в Германии, Франции, Швейцарии и других странах и были успешными. Ответ прост. Во-первых, ресурсы МГС там ограничены. В основных добывающих странах – ЮАР, США, Индии, Франции в сумме они составляют порядка 450 млн т. Во-вторых, в Австралии, Бразилии и других западных странах имеются высококачественные бокситы, а поэтому зачем им на данном этапе этим заниматься.

Если технология получения силумина и алюминия из минералов группы силлиманита разработана, является эффективной, экономически оправданной и апробирована, то почему силумин в нашей стране продолжают получать путем сплавления электролитического алюминия и кристаллического кремния, а не путем электротермии МГС? У нас что, нет подобного вида сырья? Напротив, у нас нет высококачественных бокситов, но ресурсы минералов группы силлиманита измеряются миллиардами тонн. При этом разведанные запасы руд в пересчете на конечный продукт – алюминий, превышают 400 млн т (табл. 1). При производстве алюминия в тех объемах, в которых он производился в

последнее время Русалом, их хватит более чем на 100 лет. В таком случае, что мешало ранее и что мешает сейчас созданию промышленных производств силумина и алюминия на базе МГС с привлечением электротермии? Попытаемся ответить и на этот вопрос.

В 1950-х гг. геологи треста № 1 Минцветмета СССР открыли в Бурятии месторождение силлиманита «Черная сопка». Работы проводились с целью создания сырьевой базы для производства силумина и алюминия электротермическим способом на Иркутском алюминиевом заводе. В архивах хранятся следующие документы:

- 1) заключение комиссии по выбору площадки для строительства Кяхтинского силлиманитового РЭП от 3 мая 1957 г.;
- 2) задание по проектированию Кяхтинского силлиманитового РЭП от 13 мая 1957 г.;
- 3) протокол технического совещания при начальнике Главалюминия МЦМ за № 100 от 13 мая 1957 г.;
- 4) Постановление Совета Министров Бурят-Монгольской АССР за № 149 от 15 мая 1957 г.;
- 5) архитектурно-планировочное задание на проектирование жилого поселка Кяхтинского силлиманитового РЭП.

В проектном задании записано: «На основании приказа министра цветной металлургии СССР № 150 от 17 апреля 1957 г., Институту Сибцветметпроект МЦМ поручается выполнить проект комплексного разведочно-эксплуатационного предприятия на Кяхтинском месторождении силлиманитовых сланцев в составе рудника, обогатительной фабрики, комплекса сооружений промплощадки, жилпоселка и строительной базы».

Далее события развивались следующим образом. На «Черной сопке» заложен карьер, в Хоронхое построены рабочий поселок и обогатительная фабрика, в ВАМИ разработана технология получения силумина, на Иркутском алюминиевом заводе запущены опытно-промышленный цех электротермии и цех брикетирования. Несмотря на то, что проделан большой объем работ, промышленное производство силумина на ИРКАЗЕ, тем не менее, не состоялось. Карьер был заброшен, обогатительная фабрика в Хоронхое перешла на производство флюорита из монгольских руд, цех электротермии и цех брикетирования на ИРКАЗе — перефилированы на производство кристаллического кремния.

В 1993 г. у автора этих строк имел место телефонный разговор с бывшим в то время главным инженером Иркутского алюминиевого завода В. Н. Рагмановым, который принимал непосредственное участие в создании технологии электротермического получения кремнево-алюминиевых сплавов из Кяхтинского силлиманита. На мой вопрос, почему столь значимое для алюминиевой отрасли нашей страны событие не состоялось, он с горечью в голосе ответил: нас подвели геологи.

По моему мнению, промышленное производство силумина на ИРКАЗе сорвалось не по вине геологов, они здесь не причем. Со стороны высокопоставленного начальства допущена грубейшая ошибка: проектирование силлиманитового разведочно-

эксплуатационного предприятия и последующая реализация проекта выполнялись на неутвержденных запасах руд, что никто никогда не делает. Месторождение «Черная сопка» на той стадии изученности в принципе не могло удовлетворить потребности алюминиевой промышленности в сырье в планируемых объемах, хотя технология электротермического производства алюминия и его сплавов была обоснованной. Данный проект следовало рассматривать в то время всего лишь как пилотный.

Вернемся к телефонному разговору с В. Н. Рагмановым. В заключительной части нашей беседы он, тем не менее, уверенно заявил: и все-таки я считаю, что будущее сибирского алюминия в этих рудах. В. Н. Рагманов, как технолог-практик, был в деталях знаком с производством силумина и алюминия, а поэтому его высокая оценка минералов группы силлиманита, с точки зрения их технологической пригодности для электротермической переработки, является очень даже авторитетной. Автор данной статьи — геолог, работал практически на всех месторождениях рассматриваемого вида сырья бывшего СССР, располагает исчерпывающей информацией по нему, знаком с проблемами алюминиевой отрасли страны и свою позицию формулирует так: в минералах группы силлиманита не только будущее сибирского алюминия, но и российского в целом.

Несмотря на неудачу с Кяхтинским месторождением, электротермия в промышленных масштабах осуществлена все-таки впервые в бывшем СССР. Она реализована в 1964 г. на Днепровском (с 1990 г. Запорожский) алюминиевом заводе. Силумин здесь получают восстановительной плавкой брикетов, состоящих из кианит-силлиманитового концентрата, каолина, глинозема и восстановителей. В качестве восстановителей используются смеси из древесного угля, нефтяного кокса, каменного угля, древесной золы.

Социальная значимость импортозамещения. Приведем несколько конкретных примеров, подчеркивающих высокую социальную значимость наших предложений.

Первый пример. На Урале есть город Карабаш. Его градообразующим предприятием является медеплавильный комбинат. Ни для кого не секрет, что экологическая ситуация там запредельная. В 6-10 км от окраины Карабаша на поверхность выходят кианитовые кварциты. Состав руд предельно простой и они пригодны для безотходного производства концентратов (на силумин, алюминий, огнеупоры, керамику и др.) и кварца для стекольной промышленности. Метод добычи руд открытый, способы обогащения разработаны. На базе Карабашского месторождения можно создать добычный и перерабатывающие комплексы: заложить карьер, построить обогатительную фабрику, организовать производство силумина, алюминия, стекла, огнеупоров, керамики и другой высокотехнологичной продукции.

Второй пример. Ранее упоминавшееся месторождение «Черная сопка» находится в 15 км, а обогатительная фабрика в 5 км от железной дороги, рядом протекает судоходная р. Селенга и проходит асфаль-

тированная трасса Улан-Удэ – Кяхта. Месторождение разведано и готово к эксплуатации. Работы проводились с целью создания сырьевой базы для производства силумина и алюминия на ИРКАЗе. Инфраструктуру, карьер, обогатительную фабрику, хвостохранилище можно достаточно быстро реанимировать. Руды состоят из кварца, силлиманита, рутила. Технология их обогащения известна, из силлиманитовых концентратов получали силумин. Условия во всех отношениях благоприятные. При производстве силлиманитовых концентратов в количестве 30-50 тыс. т в год (такова практика работы зарубежных фирм), руд хватит более чем на 20 лет. Недалеко от «Черной сопки» обнаружено 19 новых рудопроявлений силлиманита, а поэтому будет возможность наращивать запасы. Единственное о чем следует помнить – это о масштабах создаваемых производств. Они должны увязываться с реальными ресурсами сырья.

Третий пример. В Республике Тыва в пределах нагорья Сангилен в 1980-х гг. при непосредственном участии автора открыты Тарлашкин-Хемское, Мугурское, Моренское и Улорское рудопроявления. Они содержат андалузит, силлиманит и кианит. Рудопроявления располагаются в 10-30 км друг от друга.

Количество глинозема в отдельных пробах достигает 45 масс. %, а ресурсы МГС по категории РЗ на глубину 50м в пересчете на Al_2SiO_5 оцениваются в 1.5 млрд т ($Al_2O_3 = 840$ млн т, $Al = 450$ млн т). К сожалению, производство концентратов организовать здесь на данный момент времени сложно, так как рудопроявления находятся примерно в 500 км от железной дороги. Но ситуация коренным образом может измениться. В конце февраля 2009 г. подписаны документы о строительстве железнодорожной ветки Курагино–Кызыл. Задача проекта – освоение Элегестского месторождения коксующегося угля, Тереховского и Казырских железорудных месторождений, а также медных и золоторудных месторождений юга Красноярского края. В перспективе железную дорогу планируется протянуть до границы с Монголией и далее в Китай. Если эти планы будут реализованы, то она пройдет рядом от перечисленных выше рудопроявлений.

На Сангилене можно организовать добычу руд (способ добычи открытый), в районе пос. Эрзин построить обогатительную фабрику (вода и электроэнергия есть), получать концентраты МГС и доставлять их до железной дороги в г. Кызыл автомобильным транспортом. Можно пойти и дальше, здесь же создать производство силумина, огнеупоров, керамики и другой высокотехнологичной продукции.

Выводы. Переход алюминиевой промышленности России на переработку МГС позволит полностью избавиться от внешней сырьевой зависимости и в разы уменьшить транспортные издержки. Ресурсы минералов группы силлиманита таковы, что на их основе можно создать не только производство, силумина и алюминия, но и огнеупоров, керамики, фарфора и т. д.

В Интернете прошла информация, что Русал приостанавливает производство алюминия на Волховском, Кандалакшском, Надвоицком, Волгоградском, Богословском, Уральском и других алюминиевых заводах,

обосновывая это тем, что мировые цены на металл упали, и его производство на многих из них стало нерентабельным. В то же время планируется построить новые алюминиевые заводы. Но резонно задать вопрос: зачем их строить, когда не обеспечены глиноземом собственного производства ныне действующие заводы? Их продукция, при прочих равных условиях, не может быть конкурентоспособной, прежде всего, в силу высоких затрат на транспортные перевозки. Выход один – иметь свое относительно дешевое сырье и располагать экономически оправданной технологией его переработки. Если у нас избыток электроэнергии, то почему бы не вернуться к вопросу электротермического производства силумина и алюминия из минералов группы силлиманита и не построить завод (или заводы) по их переработке? Технология электротермии разработана и реализована в промышленных условиях, экономические показатели благоприятные, ресурсы МГС составляют миллиарды тонн, есть ряд разведанных и готовых к эксплуатации месторождений (Кейвская группа, Хизовара, Китойское, Кяхтинское, Тымбинское и другие).

Так, Волховский, Кандалакшский и Надвоицкий заводы могли бы перерабатывать кианитовые концентраты месторождения Хизовара; Богословский и Уральский – кианитовые концентраты Уральских месторождений (Абрамовского, Карабашского, Борисовского и других); Красноярский и строящийся Богучанский – силлиманитовые концентраты Базыбайского месторождения, а также МГС Заангарской части Енисейского кряжа; Иркутский и Туманшетский – силлиманитовые концентраты Кяхтинского и Китойского месторождений; Братский – кианитовые концентраты Витимо-Патомского нагорья. Сырьевой базой для производства силумина и алюминия на Саяногорском и Хакасском алюминиевых заводах могли бы быть руды МГС нагорья Сангилен.

Огромные ресурсы минералов группы силлиманита России, их доступность, потребность в концентратах, высокое качество получаемой продукции однозначно свидетельствуют о том, что освоение месторождений МГС является делом важным, перспективным и абсолютно беспроигрышным.

То, что мы предлагаем – это не косметический ремонт алюминиевой отрасли, а принципиально новое решение проблемы ее сырьевой базы. Нашей стране не повезло с высококачественными бокситами, но ей повезло с минералами группы силлиманита, и было бы крайне неразумно не воспользоваться этим преимуществом.

С переходом алюминиевой отрасли России на принципиально новый вид сырья и новые технологии его переработки отпадет необходимость сокращения производств на многих алюминиевых заводах, а соответственно и рабочих мест; город Карабаш будет спасен от экологической катастрофы; южные районы Бурятии и Тывы получат мощный импульс экономического развития.

В таком предложении совмещаются два принципиально важных фактора – новый вид сырья и новая технология его переработки. Именно в этом и состоит суть импортозамещения.

Список использованных источников

1. А. Ю. Баймаков, А. Н. Глазатов, М. Р. Русаков, А. М. Салтыков. Электротермия в производстве алюминия и алюминиево-кремниевых сплавов//Цветные металлы. № 8. 2007. С. 68-73.
2. Ю. И. Брусаков, В. М. Веригин, А. И. Варюшенков, В. М. Челцов. Опыт-промышленные испытания и крупнолабораторные исследования по электротермическому изучению алюминиево-кремниевых сплавов и переработке их на силумин//Труды ВАМИ. № 54-55. Л.: ВАМИ. 1965. С. 242-256.
3. Ю. И. Брусаков, С. А. Ржавин, В. А. Чесноков. Сравнительная эффективность использования кремнезем-глиноземистого сырья при электротермическом производстве алюминиево-кремнистых сплавов//Труды ВАМИ. Литье и обработка алюминия. 1978. № 102. С. 64-70.
4. Ю. И. Брусаков, А. Н. Глазатов, И. С. Запщинский. Изучение условий шлакообразования при электротермическом производстве алюминиево-кремниевых сплавов//Труды ВАМИ. Интенсификация производства продукции из алюминия, кремния и их сплавов. 1987. С. 67-77.
5. В. Н. Веригин. Электротермический способ получения алюминия и его сплавов//Труды Вост.-Сиб. филиала АН СССР. Т. 2, вып. 13, 1958. С. 72-86.
6. Н. А. Калужский, В. М. Козлов, Ю. Д. Останин, Л. В. Черняховский. Использование плазменного нагрева для восстановления глиноземсодержащих материалов при получении алюминиевых сплавов//Труды ВАМИ. Литье и обработка алюминия. № 102. 1978. С. 59-63.
7. Н. А. Калужский, В. И. Добаткин, В. Г. Гопиенко и др. Перспективы электротермического производства алюминиевых сплавов//Цветные металлы. № 1. 1980. С. 40-50.
8. Г. Г. Лепезин, В. Д. Семин, С. А. Степанов, С. А. Медведев, З. Ф. Семина. Базыбайское месторождение силлиманитовых руд//Геология и геофизика. № 61. 1989. С. 35-43.
9. Г. Г. Лепезин, Э. В. Сокол, В. Ю. Жираковский, А. Э. Френкель, В. А. Осипов. Месторождения и рудопроявления кианита Среднего и Южного Урала//Огнеупоры и техническая керамика. № 2. 1997. С. 29-33.
10. Г. Г. Лепезин. Месторождения и рудопроявления минералов группы силлиманита России и перспективы создания на их базе промышленного производства концентратов//Огнеупоры и техническая керамика. № 8. 1997. С. 27-32.
11. Г. Г. Лепезин. Есть ли будущее у российского алюминия//ЭКО. № 5. 2003. С. 144-158.
12. Г. Г. Лепезин. Стратегия развития сырьевой базы алюминиевой промышленности России//Химия в интересах устойчивого развития. № 12. 2004. С. 485-499.
13. Г. Г. Лепезин. Состояние сырьевой базы алюминиевой промышленности России и стратегия ее развития//Маркшейдерия и недропользование. № 2. 2005. С. 19-24.
14. Г. Г. Лепезин. Минералы группы силлиманита — новый вид сырья для создания в России промышленных производств глинозема, силумина и алюминия//Сборник докладов третьего международного конгресса «Цветные металлы-2011», г. Красноярск, 7-9 сентября 2011 г. С. 28-36.
15. Г. Г. Лепезин, А. С. Аньшаков, В. А. Фалеев, Е. Г. Авакумов, О. Б. Винокурова. Плазмохимический способ получения силумина из минералов группы силлиманита//Доклады РАН, Т. 456. № 2. 2014. С. 676-679.
16. Г. Г. Лепезин, А. С. Аньшаков, В. А. Фалеев, Е. Г. Авакумов, О. Б. Винокурова. Получение силумина путем плазменно-дуговой переработки механически активированных минералов группы силлиманита//Химия в интересах устойчивого развития, Т. 22. № 2. 2014. С. 133-144.
17. А. М. Салтыков, А. Ю. Баймаков. Становление и развитие электротермического производства алюминиево-кремниевых сплавов//Цветные металлы. № 7. 2003. С. 101-104.

The prospects for import substitution in the aluminum industry of Russia

G. G. Lepezin, doctor of sciences, professor, leading researcher, Institute of Geology and Mineralogy SB RAS.

Analysis of raw materials base of the aluminum industry in Russia shows that at the existing level of aluminum production the problem of alumina deficiency cannot be solved at the expense of domestic bauxites, nepheline ores (traditional raw materials for our country), synnyrites, anorthosites, ashes, and kaolins due to their low quality, relatively low reserves and a lack of efficient and environmentally nonhazardous processing technologies. The alumina import also seems unpromising variant. Future of the Russian aluminum is the sillimanite group minerals (SGM) and electrothermics. The explored reserves of this raw material in terms of the final product (aluminum) exceed 400 million tons. If produce aluminum in the same amounts in which it was produced so far, the ores will be sufficient for more than one hundred years. Our country was not lucky with high-quality bauxites, but it was lucky with the sillimanite group minerals; and it would be reasonable to benefit from this case. The paper presents data on the compositions of SGM ores, their concentrates and products of electrothermics obtained using plasma heating.

Keywords: bauxite, nepheline ore, synnyrite, anorthosite, ash, kaolin, alumina, sillimanite group minerals, electrothermics, silumin, aluminum.

V ЕЖЕГОДНАЯ ПАРТНЕРСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ РВК

К участию приглашены венчурные инвесторы, бизнес-ангелы, технологические компании, институты развития, научные и образовательные учреждения, органы государственной власти, а также отраслевые и профессиональные ассоциации

Начало: 24 марта 2016 г. Окончание: 24 марта 2016 г.

24 марта 2016 года в Москве состоится V Ежегодная партнерская конференция ОАО «РВК».

Партнерская конференция РВК — это, прежде всего, место встречи. Место встречи всех тех, кто связан с венчурной отраслью.

К участию приглашаются венчурные инвесторы, бизнес-ангелы, технологические компании, институты развития, научные и образовательные учреждения, органы государственной власти, а также отраслевые и профессиональные ассоциации.

Конференция призвана сформировать единую коммуникационную площадку для обсуждения прогнозов развития венчурного рынка и реализации совместных проектов.

На конференции будут представлены успешные примеры программ поддержки продвижения технологических компаний от российских и зарубежных управляющих компаний и фондов. На площадке мероприятия будет функционировать зона для переговоров, у зарегистрированных участников будет возможность заранее назначить встречи.

Подробнее: <http://www.rusventure.ru>.