

УДК 669

Н.Е. Гильц, А.В. Агалакова

Сибирский государственный университет науки и технологий им. академика
М.Ф. Решетнева, Красноярск, email: negilts@mail.ru

ТЕХНОЛОГИИ ДОСТАВКИ ГЛИНОЗЕМА НА АЛЮМИНИЕВЫЕ ЗАВОДЫ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

Ключевые слова: глинозем, алюминиевая промышленность, инновационные технологии, перевозка, вкладыш вагонный мягкий разовый.

Обозначены причины изменений в алюминиевой промышленности России в последние годы. Выделены главные направления технического развития предприятий компании РУСАЛ: снижение себестоимости продукции, решение вопросов экологии, создание новых технологий производства алюминия. Рассмотрены плюсы и минусы организации доставки глинозема на алюминиевое производство железнодорожным транспортом различной модификацией вагонов: вагон хоппер, комбинированные вагоны, полувагоны для перевозки сырья в различной таре, мягких контейнерах, биг-бэгах, вкладышах вагонных разовых. Показаны преимущества использования инновационных технологий перевозки глинозема с использованием вкладышей вагонных мягких разовых (ВВМР) и организации доставки глинозема в промышленных масштабах в данной таре.

N.E. Gilts, A.V. Agalakova

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk,
email: negilts@mail.ru

TECHNOLOGIES FOR THE DELIVERY OF ALUMINA TO ALUMINUM PLANTS: PROBLEMS AND SOLUTIONS

Keywords: alumina, aluminum industry, innovative technologies, transportation, soft one-time carriage liner.

The reasons for the changes in the Russian aluminum industry in recent years are outlined. The main directions of technical development of RUSAL's enterprises are highlighted: reducing the cost of production, solving environmental issues, and creating new aluminum production technologies. The pros and cons of organizing the delivery of alumina to aluminum production by rail with various modifications of wagons: hopper wagons, combined wagons, gondola wagons for transporting raw materials in various containers, soft containers, big bags, single-carriage liners are considered. The advantages of using innovative technologies for transporting alumina using soft single-use wagon liners (VVMR) and organizing the delivery of alumina on an industrial scale in this container are shown.

Последние годы российская алюминиевая промышленность имела стабильные производственные показатели: в стране ежегодно производили примерно одинаковое количество алюминия. После февральских событий 2022 года во всей металлургической отрасли наблюдаются серьезные сдвиги, которые затрудняют сохранение баланса уровня производства и потребления. Перемены не обошли стороной и алюминиевую промышленность.

Государственная промышленная политика России рассматривает потребление алюминия на внутреннем рынке как стратегическую задачу. Высокотехнологичные конструкции и изделия из алюминия востребованы в различных сферах экономики: современный

транспорт и его инфраструктура; объекты строительной отрасли, здравоохранения, образования и др.

Цели и задачи исследования

Целью работы является исследование, ориентированное на выявление проблем, связанных с организацией технологии доставки глинозема на алюминиевые заводы и пути их решения. Для того, чтобы достичь указанной цели, необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ и оценку основных тенденций развития алюминиевой промышленности;
- провести анализ структуры затрат по доставке глинозема на завод АО «РУСАЛ Красноярск»;

- изучить способы доставки глинозема на алюминиевый завод АО «РУСАЛ Красноярск»;
- проанализировать внедрение инновационных инженерных решений по организации доставки глинозема в промышленных масштабах в мягких разовых вагонных вкладышах;
- обосновать эффективность применения вкладыша вагонного мягкого разового (ВВМР) на заводе АО «РУСАЛ Красноярск».

Материалы и методы исследования

Теоретической и методологической основой исследования послужили труды ведущих отечественных и зарубежных ученых в области инновационного развития металлургических предприятий, теории организации и управления производства алюминия, отраженные в соответствующих монографиях и публикациях периодической печати, а также в материалах и рекомендациях научных конференций, где обсуждалась данная проблема.

Результаты исследования и их обсуждение

По объему мировых поставок на внешние рынки доля РФ является довольно значительной, поскольку составляет около 12% с объемом производства около 3,9 млн тонн в год. Несмотря на то, что производство алюминия в Европе сокращается, спрос на него не снижается. По данным экспертов общее потребление алюминия в 2040 году может вырасти с текущих 86 млн до 148 млн тонн в год (+72%). [1].

Показателем роста внутреннего потребления алюминия является развитие в стране высокотехнологичных отраслей таких, как «зеленое» строительство, энергетика, автопром и машиностроение в целом, современная перерабатываемая упаковка и др. Согласно стратегическим целям Алюминиевой Ассоциации, потребление алюминия на внутреннем рынке должно вырасти более чем на 400 – 500 тыс. тонн и составить 1,5 млн тонн ежегодно к 2026 году. Эти утверждены в Перспективной программе стандартизации алюминиевой промышленности на 2022-2026 годы [2].

Алюминиевая промышленность России в последние годы претерпела значительные изменения. Российская алюминиевая компания РУСАЛ не стала исключением. Причинами изменений явились как кумулятивный эффект санкций, так и ограничения в поставках сырья.

Тем не менее, за последние годы компания РУСАЛ запустила новые Тайшетский и Богучанский алюминиевые заводы, оснащенные новейшим оборудованием и передовыми технологиями. Наряду с этим проводится модернизация таких гигантов как Красноярский и Братский алюминиевые заводы. На предприятиях переводят старый парк электролизеров на более экологичные. Компания освоила выпуск продукции различных модификаций. Высокая премия от продаж достигается за счет увеличенной добавленной стоимости и расширения рынков сбыта [3].

При этом одной из основных задач развития предприятия является снижение затрат на производство. Сделать его более эффективным и менее затратным можно за счет инновационных технических и технологических решений. Поэтому главными направлениями технического развития предприятий компании РУСАЛ остаются снижение себестоимости продукции, решение вопросов экологии, создание новых технологий производства алюминия [4].

Все расходы сырья, материалов, электроэнергии, затраты на капитальный ремонт, заработная плата зависят от типа основного оборудования, технологии производства, качества сырья и обслуживания электролизеров. Превышение предельно допустимых концентраций пыли в воздухе рабочей зоны, отсутствие эффективной аспирации воздуха при разгрузке сырья также требуют инновационных преобразований в способах транспортировки сырья, его доставки от склада до электролизеров. На ряде предприятий отрасли еще используют устаревшие технологии, оказывающие значительное влияние на себестоимость продукции.

Особенности производства алюминия таковы, что большая доля затрат в себестоимости приходится на сырье, организацию его доставки до предприятия и внутрипроизводственные пере-

мещения. Закономерно, что снижение себестоимости производства должно начинаться со складских помещений, где важно правильно организовать приемку, перевалку, хранение поступающего сырья. Такое сырье как глинозем и фтористые соли являются самыми дорогостоящими, при этом они сыпучи, легко распыляются и рассыпаются при складировании, транспортировке, загрузке в ванны. Расход глинозема мало зависит от типа электролизеров, куда он поступает. В основном он определяется потерями при организации транспортировки, доставки от склада до электролизеров в корпусе электролиза, содержанием мелких фракций, значительная часть которых распыляется [5,6].

Мощности РУСАЛа по производству глинозема на начало 2022 года, за счет географии расположения заводов по всему земному шару, были очень обширны. Глиноземные предприятия Компании обеспечивали свыше 100% от общих потребностей алюминиевых заводов в глиноземе. Компания использовала только не много более 77% своих запасов, а около 23% закупала у других компаний производителей, учитывая логистическую выгоду доставки. 25% запасов РУСАЛ продавал, чтобы не тратить средства на доставку сырья из дальнего зарубежья в Россию. По состоянию на февраль 2022 г. Компании принадлежали десять глиноземных заводов: 1 завод в Ирландии, 2 завода в Ямайке, 1 завод в Украине, 4 завода в России, 1 завод в Гвинее. Так же, Компания владела 20% доли участия в глиноземном заводе QAL, расположенном в Австралии [6].

На сегодня ситуация изменилась. В начале марта текущего года события на Украине перекрыли для предприятия один из источников поставок сырья – Николаевский глиноземный завод (местоположение – село Галицыново Витовского района Николаевской области). В середине марта предприятие было национализировано правительством Украины, а в конце же марта РУСАЛу пришлось держать другой удар: Австралия запретила экспорт в Россию глинозема и алюминиевых руд, тогда как около 20 % поставок глинозема в РФ приходились именно на нее. В Австралии РУСАЛ производил 742 тыс. тонн

глинозема (9 % от общего производства) на предприятии Queensland Alumina (QAL) [1].

Сложившаяся ситуация требует новых инновационных решений, в том числе в способах транспортировки глинозема как до предприятия, так и между складом и производственными цехами.

При перевозке глинозема железнодорожным транспортом используется различная модификация вагонов. При этом вагон хоппер имеет неоспоримые плюсы. Перевозимое в таких вагонах сырье закрыто от воздействия окружающей среды. При разгрузке просто открываются люки и сырье ссыпается самотеком, практически не требуя зачистки вагона. При этом самым большим минусом является, что от потребителя до поставщика вагон едет порожним и может использоваться только под сыпучие грузы.

Полувагоны, самые универсальные передвижные средства используются для перевозки сырья в различной таре, мягких контейнерах, биг-бэгах, вкладышах вагонных мягких разовых. Плюсом такой перевозки является то, что полувагон универсален, может быть использован для перевозки товарной продукции, либо других материалов. Минусом то, что при недостаточном контроле за чистотой полувагона со стороны поставщика сырья, у потребителя при разгрузке тары с сырьем, возникают проблемы с остатками сырья перевозимого до этого, такими как железная руда, уголь, щебень.

Универсальными для алюминиевой промышленности являются комбинированные вагоны. В них можно перевозить глинозем, а в обратном направлении товарную продукцию. При этом они легко зачищаются. Минусом такого выбора является их небольшое количество и узкая направленность при перевозке.

Существуют и другие альтернативные способы доставки глинозема, например автотранспортом. Но такие способы используются в исключительных случаях при возникновении непредвиденных обстоятельств, либо аварийных ситуациях, так как это очень затратное мероприятие.

Используя различные способы доставки глинозема от поставщика до потребителя, последний имеет риск полу-

чить сырье с измененным качеством, либо с измененными свойствами, что в конечном итоге может повлиять на технологию производства. Глинозем по своим свойствам очень гигроскопичен, имеет способность вбирать в себя и поглощать влагу. Важным является условие сохранения целостности упаковки и герметичности тары при его погрузке и транспортировке до потребителя.

Организуя доставку необходимо учитывать, что основной массой заводы компании находятся на отдаленном расстоянии от морских портов, доставка до конечной точки занимает значительное время. Перевозка же осуществляется круглосуточно и круглогодично, а за время пути не исключены перепады температур и осадки, оказывающие воздействие на перевозимый глинозем.

Компании, работающие в морских портах и оказывающие услуги по перегрузке глинозема из морских судов в железнодорожный состав, не всегда качественно принимают порожние вагоны. Так как подвижной состав используется для перевозки различных грузов, в том числе железной руды, угля, щебня, то при недостаточном контроле за чистотой вагонов потребитель глинозема в лице алюминиевых заводов получает посторонние включения в поступившем сырье.

Данные отклонения свойств и качеств негативно сказываются на технологии производства алюминия, а также качестве выпускаемой продукции.

Глинозем хорошего качества является одним из главных условий для обеспечения наибольшей производительности электролизера и залогом высокой эффективности работы электролизера Главной задачей для растворения и стабилизации концентрации глинозема в электролите с изменением качеств вовлекаемого глинозема является создание оптимальных условий [7,8].

До недавнего времени АО "РУСАЛ Красноярск" для доставки глинозема использовал в основном специализированные вагоны – хопперы, наличие которых в Компании очень дефицитно, а стоимость значительно выше обычного подвижного состава, используемого для перевозки. Используются также мягкие контейнеры (МК-14-10), которые

представляют собой мешки вместимостью до 14 тонн. Данную тару легко загружать и выгружать, она водонепроницаемая и достаточно прочна. Но наряду с положительными характеристиками перевозки таким способом, у нее имеется и ряд недостатков: эти контейнеры не предназначены для разгрузки в складах глинозема, требуют дополнительной перетарки и строительства дополнительных перегрузочных устройств, а также их техническое обслуживание.

Внедрение в производство многих инновационных инженерных решений стало возможным благодаря Инженерно-технологическому центру (РУСАЛ ИТЦ) созданному в 2002 году в Красноярске и являющимся основной научно-технической базой Компании. ИТЦ реализует проекты НИОКР по технологии электролиза, литья, сплавов, разработки инновационного оборудования, экологии и утилизации отходов производства.

Специалистами алюминиевого завода Красноярска совместно с инженерно-технологическим центром (ИТЦ) разработан проект по замене МК-14-10 на вкладыш вагонный мягкий разовый и организации доставки глинозема в промышленных масштабах в данной таре.

Все алюминиевые заводы компании планируют перейти на новую технологию перевозок, используя расширенное применение ВВМР. В портах отгрузки глинозема имеются порожние универсальные вагоны. В них могут быть свободно размещены ВВМР. Цена на доставку глинозема в ВВМР имеет огромное преимущество перед другими способами доставки, что позволяет снизить издержки на перевозку и положительно влиять на себестоимость производства. Важным преимуществом такой доставки является и то, что после разгрузки глинозема и извлечения ВВМР, подвижной состав можно использовать под товарную продукцию.

Еще один положительный фактор использования ВВМР это то, что практически все морские порты перешли на применение новой технологии погрузки глинозема в вагоны. Разработан и внедрен комплекс, состоящий из универсального передвигного мобильного бункера. Данный комплекс используется

для перевалки при помощи грейфера навалочного глинозема из морских судов на железнодорожный транспорт – в полувагоны, оборудованные мягкими герметичными вкладышами, которые применяются для перевозок гигроскопических грузов, таких как глинозем до алюминиевых заводов.

Отличительной характеристикой бункера стала его постоянная мобильность. Данный бункер может перемещаться и располагаться около определенного трюма, что соответствует плану разгрузки судна. Бункер установлен на опорные рельсы, благодаря чему он может перемещаться по всему фронту погрузки, что облегчает процесс перегрузки.

Важным фактором является сохранность целостности вкладыша при погрузке глинозема, для того чтобы гарантировать сохранность самого груза, не ухудшить его качественные характеристики при перевозке. Для осуществления данной задачи применили новую технологию погрузки. Вкладыш перед наполнением предварительно раздувают и подключают к регулируемой аспирации.

Данная инновация помогла решить вопрос по загрузке вагона до полной грузоподъемности и исключить возврат вагонов, что позволило увеличить пропускную способность терминала. Ранее используемые технологии погрузки в вагонные вкладыши не исключали образование повреждений тары. При погрузке глинозема образовавшиеся складки заваливались, уменьшали внутренний объем вкладыша, часто тот повреждался до обрыва. Данные дефекты приводили к намоканию сырья атмосферными осадками при транспортировке до потребителя.

Для определения точности загрузки вкладыша сейчас в бункер устанавливается расходомер. Принцип работы этого в преобразовании динамического движения в электрический сигнал при протекании через него глинозема. На блоке управления можно увидеть как массу перегруженного сырья в килограммах, так и скорость потока в килограммах в час.

Эта инновация позволила значительно ускорить разгрузку морских судов. Из-за правильного перемещения и расположения около определенного трюма судна исключаются потери при пере-

грузке. Бункер установлен на опорные рельсы, благодаря чему он может перемещаться по всему фронту погрузки, избирательно размещаясь у подвижного состава.

Параллельно с разработкой и внедрением инноваций в перегрузку глинозема в морских портах компании РУСАЛ приходится решать внутрипроизводственные задачи по доставке глинозема в производственные цеха.

Заводы, построенные в 60-70 е годы, имеют ограниченную возможность по разгрузке новой тары. Так на АО "РУСАЛ Красноярск" первый склад глинозема был построен и введен в эксплуатацию в далеком 1964г. Выгрузку глинозема производить в полной мере не представлялось возможным. В то время как сейчас ряд корпусов электролизного производства уже работает по технологии экологического Содерберга.

Применяя технологии перевозки сыпучих грузов, которая требует защиты от попадания атмосферных осадков, ВВМР в полувагонах обеспечивает возможность отказа не только от использования дефицитного и более дорого подвижного состава – хопперов и зерновозов, но и от полувагонов с мягкими контейнерами МК-14-10, что снижает стоимость перевозки.

Вкладыш вагонный мягкий разовый, размещается в полувагоне до начала погрузки сырья, он имеет несколько горловин, для загрузки груза; изготавливается он из пропиленовой ламинированной ткани и имеет габаритные размеры, соответствующие внутренним размерам универсального полувагона. Данная упаковка позволяет качественно защищать перевозимый груз не только от атмосферных осадков, но и избежать загрязнения, выдувания, просыпания перевозимого сырья.

Выводы

Расширенное использование новой технологии перевозок глинозема, замена мягких контейнеров МК-14-10 на вкладыш вагонный мягкий разовый позволяет снизить себестоимость выпускаемой продукции. Вагоны с ВВМР после их прямого назначения и выгрузки глинозема на предприятии можно использовать под доставку то-

варной продукции. Неоспоримым преимуществом использования ВВМР является и улучшение экологической составляющей за счет модернизации склада для работы с новой тарой. Внедрение инновационной технологии перевозки

сырья для производства алюминия позволит полностью исключить порожние пробеги вагонного парка, значительно сократить транспортные расходы компании, снизить себестоимость выпускаемой продукции.

Библиографический список

1. Аналитический сборник «Мировой рынок сырья: алюминий» [Электронный ресурс]. URL: <https://gazprombank.investments/blog/economics/aluminum/> (дата обращения: 20.03.2024).
2. Алюминиевая Ассоциация. Информационный портал [Электронный ресурс]. URL: <https://www.aluminas.ru/> (дата обращения: 22.03.2024).
3. Официальный сайт компании РУСАЛ [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rusal.ru> (дата обращения: 23.03.2024).
4. РУСАЛ: цена акции и потенциал компании на 12.01.2023. Информационный канал Дзене [Электронный ресурс]. URL: https://dzen.ru/a/Y7_PDiGMiXaLI1dd (дата обращения: 23.03.2024).
5. Зотков О.М., Беляев Е.С. Управление развитием и выживаемостью предприятий цветной металлургии в реалиях внешней среды // Bookofabstractsof the VIII International Congress «Non-ferrous Metals and Minerals». Красноярск, 2016. С. 120-121.
6. РУСАЛ – алюминиевый колосс на глиноземных ногах // Аналитика // Обзор рынка и прогнозы [Электронный ресурс]. URL: <https://www.finam.ru/publications/item/usal----alyuminievyy-koloss-na-glinozemnykh-nogakh-20221108-1737/> (дата обращения 10.03.2024).
7. Николаев И.В., Москвитян В.И., Фомин Б.А. Металлургия легких металлов. М.: Металлургия, 1997. 430 с.
8. Троицкий И.А., Железнов В.А. Металлургия алюминия. М.: Металлургия, 1977. 392 с.