

Очистка алюминия от примесей щелочных и щелочноземельных металлов на установке Roto-Jet ОАО «НКАЗ»

А. В. Падалка
Д. В. Пискарёв, к.т.н
А. В. Кухаренко
Д. В. Кузубов

Ещё в конце XIX века Ч. Холл предложил использовать электролит с содержанием фторида лития для электролитического получения алюминия. Значительно позднее появился ряд патентов в США, Франции, ФРГ и Великобритании. Известно, что промышленное освоение литиевых электролитов за рубежом было начато в шестидесятых-семидесятых годах XX века. Определяющим фактором стала более доступная стоимость литиевого продукта. На практике в качестве добавки, в основном, применяют карбонат лития Li_2CO_3 , при погружении которого в расплав, происходят реакции с образованием фтористого лития.

Основные преимущества использования литиевых электролитов следующие: снижение температуры ликвидуса, снижение температуры ванны, повышение электропроводности, снижение расхода угольного анода, снижение расхода криолита, снижение выбросов фторидов. Однако, имеется ряд недостатков, таких как, снижает растворимость глинозема, высокий уровень загрязнения алюминия литием до 20 ppm, снижение срока службы печных огнеупоров.

В рамках НИОКРа «Литиевые электролиты» совместно с компанией «Стройбис – XXI» проведена работа по очистке алюминия от лития методом газоплюсового рафинирования на установке «Roto-Jet». Специально были разработаны гранулированный флюс для эффективного рафинирования от лития и других щелочных и щелочноземельных металлов, отработаны технологические режимы обработки алюминия в зависимости от температуры, типа ротора, в условиях лаборатории «Стройбис – XXI» и в промышленных условиях на ОАО «НКАЗ».

Установка «Roto-Jet» была смонтирована на ОАО «НКАЗ» в декабре 2004 г. немецкой компанией HOESCH в рамках инвестиционного проекта производства поршневых сплавов (рис. 1).

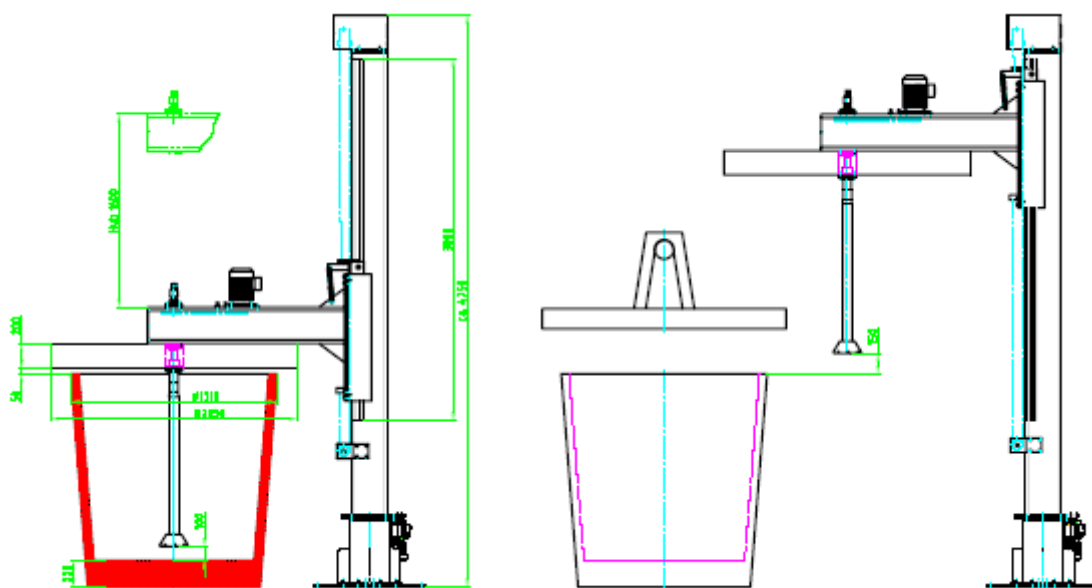


Рис. 1 Устройство очистки металла Rotojet

В основе установки используется схема ТАС (Treatment of Aluminium in Crucible – обработка алюминия в ковше) компании ALCAN. Предварительно схема ТАС была апробирована в условиях лаборатории.

По аналогии с ТАС был изготовлен экспериментальный стенд на базе тигельной электропечи (рис. 2).

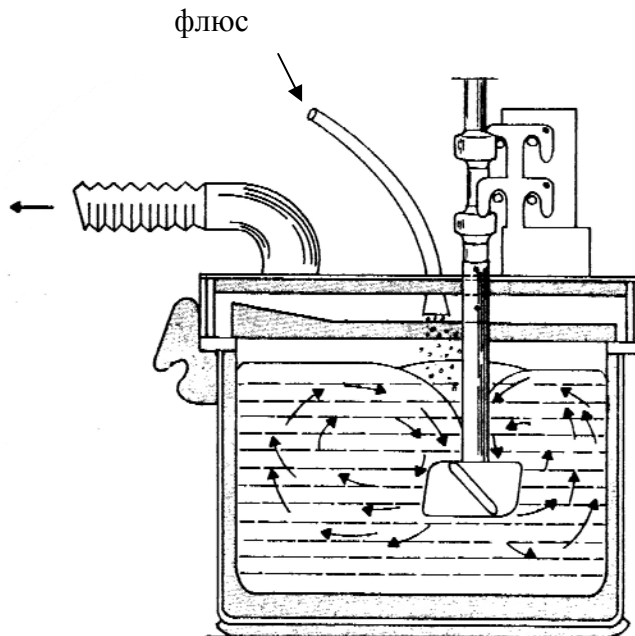


Рис. 2 Лабораторная установка

Флюс подавался непосредственно в расплавленный алюминий, в котором преднамеренно создаются завихрения с помощью вращающегося графитового ротора. Для замешивания флюса в расплав применялись два вида графитовых импеллеров (с лопатками и гладкий) со специальной пропиткой. В качестве шихтовых материалов использовался алюминиевый электротехнический лом I гр. и смесь фтористого лития с хлоридами натрия и калия для повышения содержания лития в расплаве. Определение химического состава алюминия до и после рафинирования проводилось на спектрометре ARL 3660. Результаты испытаний в лаборатории представлены на рис. 3.

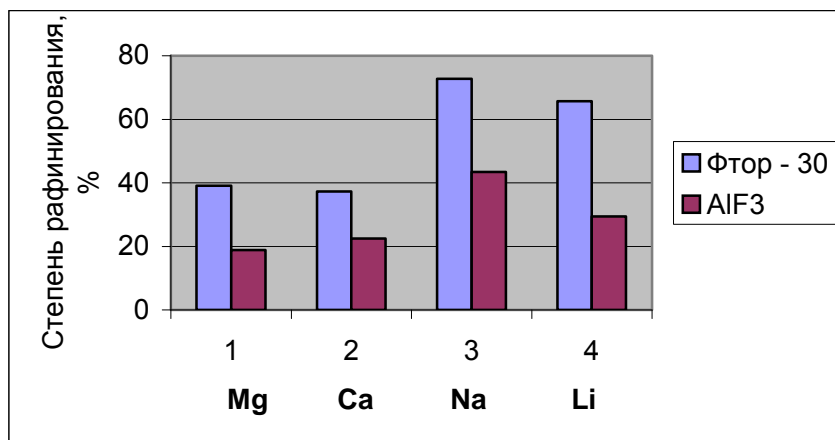


рис. 3 Сравнение эффективности рафинирования флюсом «Фтор – 30» и AlF₃ по результатам лабораторных исследований

Лабораторные данные подтверждаются промышленными испытаниями на установке «Roto-Jet» (рис. 3, 4).

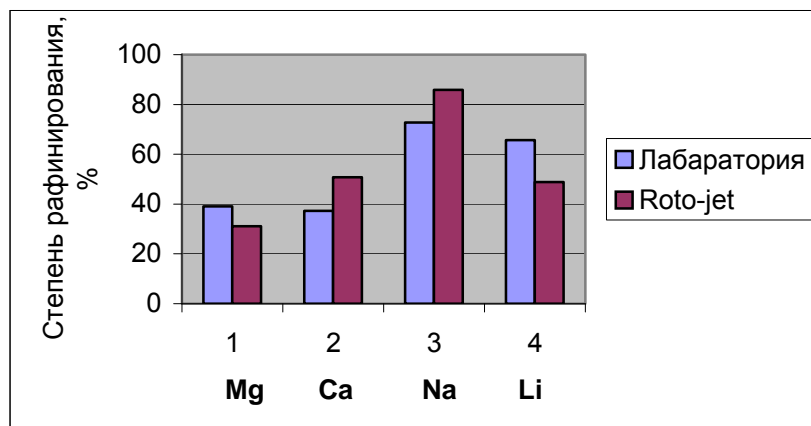


рис. 4 Сравнение эффективности рафинирования флюсом «Фтор – 30 по результатам лабораторных и промышленных испытаний

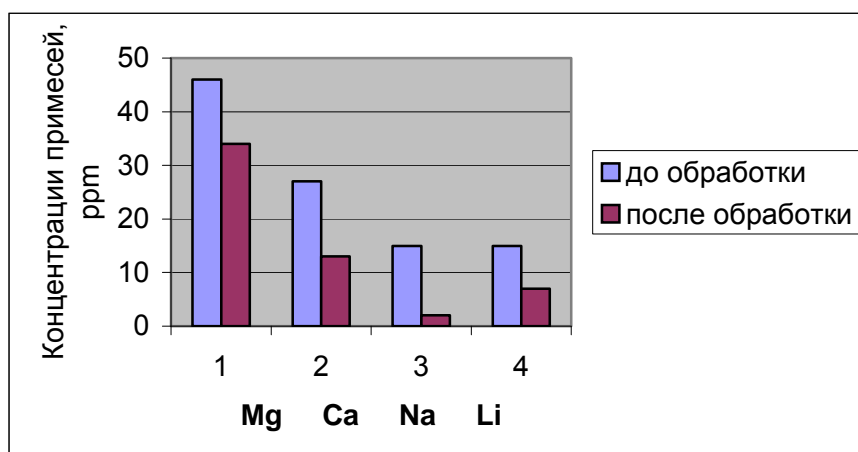


рис. 5 Эффективность рафинирования флюсом «Фтор – 30 на установке Roto-Jet по результатам промышленных испытаний, расход флюса 1 кг /т Al

В оригинальной технологии компании HOESCH предлагается использовать фтористый алюминий, однако установлено, что он обладает меньшими рафинирующими свойствами (рис. 3). Объясняется это, прежде всего следующими соображениями. Фторид алюминия при температурах 720 – 850 °С не плавится, а следовательно, мы имеем протекание реакции на разделе фаз не жидкость-жидкость, а твердое-жидкость, что менее эффективно. Это объясняется кинетическими закономерностями протекания реакций. Поскольку осуществляемая реакция относится к гетерогенным, как и большинство металлургических реакций, то она протекает на границе раздела фаз. В случае твердого вещества данная граница раздела (поверхность контакта) значительно меньше, чем в случае жидкости. По этой причине увеличение площади контакта фаз приводит к большей эффективности протекания реакции.

Поэтому на Новокузнецком алюминиевом заводе в качестве рафинирующего флюса использовался флюс фирмы «Стройбис XXI» марки Экораф 3.1.1 и Фтор 30 которые плавятся при температуре от 630 до 700 °С. Данные флюсы помещались в специальный бункер установки и подавались совместно с азотом в литейный ковш с жидким расплавом.

Такой метод очистки позволил снизить содержание лития, кальция и магния в среднем в два раза. А по натрию степень рафинирования составила до 80 %.

Внедрение данной системы дает возможность частичного отказа от использования хлора в литейном производстве. Это очень важный вывод, учитывая, что использование хлора требует дополнительных затрат по его применению и обеспечению безопасности в ходе работы с ним.