

В.И. Гель
Д.В. Пискарев
В.Б. Родионов
А. В. Падалка

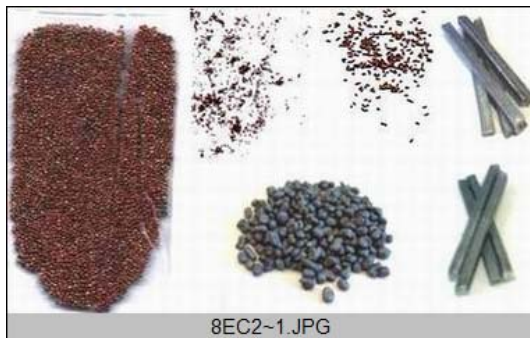
РАФИНИРОВАНИЕ И МОДИФИЦИРОВАНИЕ АЛЮМИНИЯ И ЕГО СПЛАВОВ С ПОМОЩЬЮ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ И РЕАГЕНТОВ

Рафинирование и модифицирование алюминия и его сплавов – это технологические операции, без которых, так или иначе, не обходится ни одно металлургическое предприятие или литейное производство. Необходимость их применения вызвана, в первую очередь, склонностью расплавленного алюминия к насыщению вредными примесями и включениями, как в процессе производства металла, так и его переплавки. Достижение же специальных служебных свойств алюминия не мыслимо без использования легирующих добавок и связанную с этой необходимостью применения модификаторов, в первую очередь для измельчения зерна кремния в отливках.

На нашем предприятии разработана технология производства гранул и порошков фосфида меди, содержащих от 15 до 30% фосфора.

Эти препараты могут вводиться в расплав алюминия, как с помощью колокольчика, так и в составе порошковой проволоки с алюминиевой оболочкой.

Ниже, на фотографиях показаны гранулы фосфида меди, компактированные прутки и процесс введения прутков в расплавленный алюминий.



Проведенные нами исследования по модифицированию алюминиевого сплава марки АК18 показали, что при использовании гранул модификатора МФ-20 в количестве не более 80 ppm (по содержанию фосфора в конечном сплаве) показали удовлетворительные результаты как по степени измельчения зерна кремния (фотографии микрошлифов сплава до и после модифицирования приведены ниже, фото1-4).



рис.1 Исходный сплав, рафинированный фторсодержащими реагентами.



рис.2 Модифицированный сплав, проба отлита сразу после модифицирования гранулами фосфида меди.



рис.3 Модифицированный сплав, проба отлита через 5 часов после модифицирования.



рис.4 Модифицированный сплав, проба отлита после 5 часов выдержки при температуре расплава 780 °С

Повторный переплав модифицированного сплава показал, что эффект модифицирования сохраняется удовлетворительно даже после переплава и 4-ёх часовой выдержки сплава в раздаточной печи (см. фото 5 – 7 ниже).



рис.5 Модифицированный сплав после переплава, проба отлита после расплавления слитка и доводки температуры сплава до 780 °С



рис.6 Модифицированный сплав после переплава, проба отлита через 1 час после расплавления слитка и доводки температуры расплава до 780 °С



рис.7 Модифицированный сплав после переплава, проба отлита через 4 часа после расплавления слитка и доводки температуры сплава до 780 °С

Рафинирование первичного алюминия от примесей щелочных металлов и лития приобретает в настоящее время существенное значение в связи с повышенными требованиями прокатчиков.

Ещё в конце XIX века Ч.Холл предложил электролит для электролитического получения алюминия, содержащий фторид лития. Значительно позднее появился ряд патентов в США, Франции, ФРГ, Великобритании. Известно, что промышленное освоение литиевых электролитов за рубежом начато в шестидесятых-семидесятых годах XX века. Определяющим фактором стала более доступная стоимость литиевого продукта.

В качестве модифицирующей добавки для электролита алюминиевого электролизёра, используют фтористый литий LiF. Введение лития в электролит обусловлено физико-химическими свойствами элемента: литий имеет наименьший атомный радиус, наибольший ионизационный потенциал, наибольший коэффициент поляризации, ионы лития имеют высокую электропроводность и наиболее отрицательный электродный потенциал в расплаве.

Литий широко применяют во всём мире как добавку при производстве первичного алюминия. Однако в Северной Америке литий применяют более широко, чем в России и Китае. В качестве добавки, в основном, применяется карбонат лития. В России известен положительный опыт ввода лития в электролизёр в виде лома алюминий - литиевых сплавов. Однако добавка лития вносит и негативную сторону:

- снижается скорость растворения глинозёма;
- происходит загрязнение первичного алюминия, (содержания лития возрастает до 15-25 ppm, вместо 1 – 3 по требованию прокатчиков).

В связи с этим актуальным направлением в области рафинирования алюминия сегодня является разработка технологии удаления лития и других примесей ЩМ и ЩЗМ. Коммерческий уровень содержания лития и натрия предъявляемый алюминиевым заводам составляет 1 ppm. В алюминии-сырце приходящем из электролизеров в литейное производство концентрации примесей находятся на следующем уровне:

Элемент	Концентрации, ppm
Li	15 – 20
Na	20 - 35
Ca	2 - 5
Mg	25 - 35

За рубежом несколько компаний предлагают для очистки алюминия использовать технологию ввода активного флюса в расплав через импеллер, используя в качестве газа-носителя аргон или азот. Среди них можно отметить процесс ТАС (Обработка Алюминия в Ковше), разработанный фирмой Alcan ещё в начале 80-ых годов, Система Nucast RAM (Removal of Alkaline Metals — удаление щелочных металлов) фирмы «Hydro Aluminium» и установку Rotojet компании HOESCH. Принципы рафинирования этих фирм весьма похожи и незначительно отличаются в конструкции ротора и техническом обслуживании установок. Характеристики и экономические показатели отличаются незначительно.

Характеристики основных процессов очистки алюминия в ковшах сведены в таблице (по данным компании HOESCH и НТЦ «Лёгкие металлы», Алюминий Сибири 2003, Сборник докладов).

Сравнение процессов очистки алюминия в ковшах

Параметр	ТАС	Hydro H- RAM	RotoJet
Время цикла с учетом транспортировки ковша, мин	12,0	20,0	20,0
Кол-во ковшей в смену (8 час)	40	24	24
Емкость ковша, тAl	3,6	4,5	4,5
Производительность расчетная, т Al/год	157 243	118 260	118 260
Начальная концентрация Li, ppm	15,0	15,0	15,0
Время очистки до 2,0 ppm, мин	12		
Время очистки до 1,0 ppm, мин		15	15
Время очистки менее 1,0 ppm		20	20
Капитальные затраты, \$/ tAl	3,00	2,66	1,23
Экология			
Эксплуатационные расходы, \$/tAl	3,97	1,51	1,46

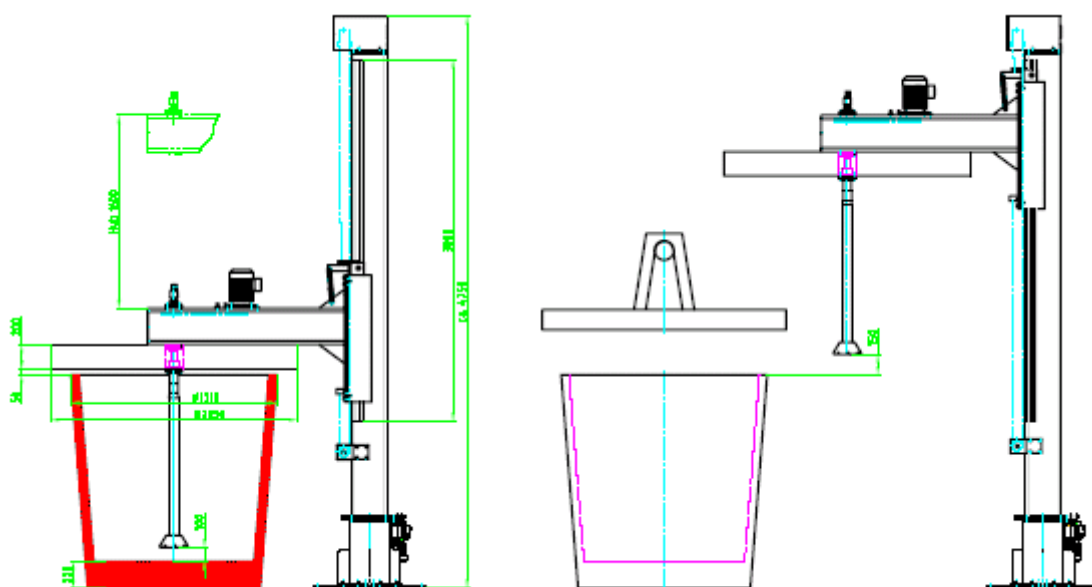
Обращает на себя внимание то, что по разным данным оценки результативности того или иного способа рафинирования не всегда идентичны. Видимо, в рекламных целях, результаты рафинирования могут быть завышены разработчиками этих компаний или представлены только наилучшие результаты.

Компании ALCAN, HYDRO ALUMINIUM, HOESCH METALLURGIE предлагают использовать фтористый алюминий в чистом виде в процессе обработки роторными флотационными установками. В последнее время технология замешивания флюса, в том числе фтористого алюминия в расплав нашла широкое применение, особенно за рубежом.

Использование фтористого алюминия в чистом виде всё же не желательного по следующим соображениям. Фторид алюминия при температурах 720 – 850 °С не плавится (t возгонки 1279°C), а, следовательно, реакции протекают на границе раздела фаз – твердое - жидкость, что, очевидно, менее эффективно, чем протекание реакции на границе жидких фаз. По этой причине увеличение площади контакта фаз приводит к увеличению эффективности протекания реакции. Но мелкодисперсный фторид алюминия очень плохо дозируется, подаётся в расплав с помощью механических и пневматических питателей.

В испытательной лаборатории ЗАО «Меркурий» и промышленных условиях Новокузнецкого алюминиевого завода (компания «РУСАЛ») были проведены работы по очистке алюминия от лития и натрия гранулированным флюсом на основе калиевого криолита (с добавками катализаторов и разжижителей), разработанным компанией «Стройбис-XXI» специально для подачи флюса в расплав через систему импеллер в газо-флюсовой смеси. Испытания с использованием установки «Rotojet» компании HOESCH показали, что при некотором модифицировании предлагаемой технологии, с использованием отечественного гранулированного флюса, можно добиться снижения содержания примесей ЦМ и ЩЗМ до 1-3 ppm, что соответствует требуемому уровню. Кроме того, отечественный гранулированный флюс стоит вдвое дешевле импортного.

Ниже, приведена принципиальная схема установки «Rotojet»

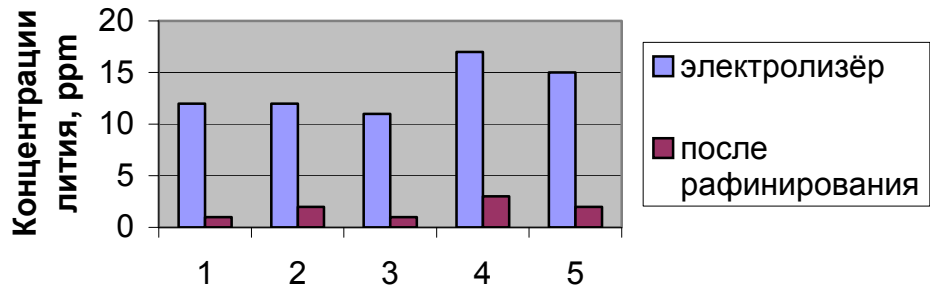


Устройство очистки металла Rotojet

Ниже, на фотографии, показан внешний вид отечественного гранулированного компании «Стройбис-XXI» флюса для удаления натрия, кальция, лития и магния из первичного алюминия, размер гранул 0,8 – 2,5 мм.



Результаты очистки алюминия от лития гранулированным флюсом на установке Rotojet



Результаты очистки алюминия от натрия гранулированным флюсом на установке Rotojet

