

УДК 669.054:669.071

Академик АН Республики Таджикистан Х.Сафиев, Ш.О.Кабилов,

Б.С.Азизов, Дж.Р.Рузиев, А.Х.Сафиев, З.Т.Шукурова

**РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА
ПОКРОВНО-РАФИНИРУЮЩЕГО ФЛЮСА ДЛЯ ЛИТЬЯ АЛЮМИНИЯ***Государственное учреждение «Научно-исследовательский институт металлургии»**ГУП «ТАЛКО»*

В статье приведены результаты исследований по разработке рецептуры и технологии производства покровно-рафинирующего флюса для транспортировки расплавленного алюминия и его литья с использованием промышленных отходов, содержащих хлориды натрия и кальция, которые выпадают в виде осадков переменного состава при естественном выпаривании растворов шламовых полей в летний период.

Ключевые слова: рафинирование, литьё алюминия, рецептура флюса, производство флюса, покровно-рафинирующий флюс, хлориды натрия и кальция, отходы шламовых полей.

Флюсы, используемые при литьё алюминия, можно разделить на два основных вида – покровные и рафинирующие. Покровные флюсы – это сравнительно легкоплавкие флюсы, которые, покрывая поверхность жидкого алюминия в процессе литья и транспортировки, защищают его от окисления. Рафинирующие флюсы предназначены для очистки расплавленного алюминия от нематаллических и газовых включений, а также от примесей щелочных и щелочноземельных металлов.

В последние годы широкое применение находят покровно-рафинирующие флюсы, сочетающие в себе как защитные, так и рафинирующие свойства. Примером такого флюса является флюс ФПР-23, поставляемый ООО «Стройбис» Российской Федерации. При сравнительно низком удельном расходе флюс ФПР-23 обладает хорошими защитными и рафинирующими свойствами. Однако его высокая цена отражается на себестоимости производимого алюминия и ограничивает возможности его использования на Государственном унитарном предприятии «Таджикская Алюминиевая Компания» (ГУП «ТАЛКО»). Поэтому на предприятии, в основном, использовался изготавливаемый в литейном производстве рафинирующий флюс из криолита и галенита, имеющий более низкую себестоимость, но, ввиду высокой температуры плавления, не предотвращающий потери (угар) алюминия.

Исходя из вышеизложенного, перед ГУ «Научно-исследовательский институт металлургии» (ГУ «НИИМ») ГУП «ТАЛКО» была поставлена задача по разработке рецептуры и технологии производства сравнительно недорогого покровно-рафинирующего флюса с использованием местных сырьевых ресурсов.

Адрес для корреспонденции: Сафиев Хайдар. 734003. Республика Таджикистан, г. Душанбе, ул. Х.Хакимзаде, 17, ГУ «Научно-исследовательский институт металлургии» ГУП «ТАЛКО». E-mail: inmet.talco@mail.ru, h.safiev@mail.ru

Анализ физико-химических свойств флюса ФПР-23 и обзор литературных источников [1-7] показал, что основными компонентами покровно-рафинирующих флюсов, обычно, являются криолит или тетрафторалюминат натрия, а также хлориды щёлочных и щёлочноземельных металлов.

Согласно диаграмме состояния системы $\text{NaF}-\text{AlF}_3$ [1], тетрафторалюминат натрия образуется при молярном соотношении: $\text{NaF}:\text{AlF}_3 = 1:3$ или $\text{Na}_3\text{AlF}_6:\text{AlF}_3 = 1:2$, то есть его можно получить путем смешивания и спекания используемых в электролизном производстве Na_3AlF_6 и AlF_3 при массовом их соотношении равном 2.5:1.

Изучение составов промышленных отходов предприятий страны показали, что дешевым источником хлоридов щёлочных и щёлочноземельных металлов могут быть шламовые поля ОАО «Таджикхимпром», содержащие значительные количества хлоридов кальция и натрия.

Было установлено, что в летний период, вследствие интенсивного испарения воды, растворы шламовых полей концентрируются с последующим выпадением осадков переменного состава, состоящих в основном из хлоридов натрия и кальция.

Полученный при естественном выпаривании примерно половины объёма раствора шламового поля осадок после обезвоживания в среднем содержит 20.8 мас.% CaCl_2 и 79.2 мас.% NaCl , а осадок, полученный почти при полном выпаривании раствора, – 67.3 мас.% CaCl_2 и 32.7 мас.% NaCl .

Повышение содержание хлорида кальция в осадке связано с прямым высаливанием хлорида натрия хлоридом кальция, так как, согласно диаграмме растворимости NaCl в CaCl_2 (рис. 1), при увеличении концентрации CaCl_2 в растворе абсолютная растворимость NaCl уменьшается, а температурный коэффициент растворимости увеличивается [8,9].

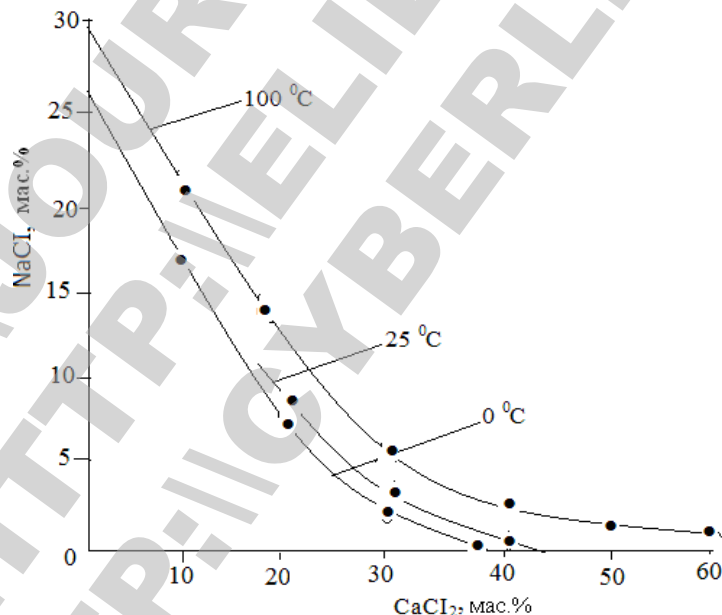


Рис. 1. Растворимость NaCl в растворах CaCl_2 [9].

С учетом вышеизложенного, в качестве исходных компонентов для получения флюса были выбраны следующие смеси:

- А – 20.8 мас.% CaCl_2 + 79.2 мас.% NaCl ,
- В – 67.3 мас.% CaCl_2 + 32.7 мас.% NaCl ,
- С – 55.5 мас.% Na_3AlF_6 + 44.5 мас.% NaF .

Исходя из того, что обязательным компонентом покровно-рафинирующих флюсов является наличие в них фторидов, рецептура флюсов разрабатывалась при смешивании смеси С со смесями А и В в различных массовых соотношениях, то есть в основном исследовались флюсы типов: АС (А+С) и ВС (В+С).

Учитывая, что одной из основных положительных характеристик флюса при транспортировке расплавленного алюминия и его литья являются его покровные свойства, то есть при расплавлении флюса при температуре ниже 720°C в первую очередь была исследована зависимость температуры плавления флюсов от содержания в них низкоплавкой смеси С.

Как видно из табл. 1, для флюсов типа АС с увеличением в них содержания смеси С температура плавления понижается, а для флюсов типа ВС – повышается.

Таблица 1

Составы и температуры плавления смесей и флюсов, полученных на их основе

№ п/п	Наименование смеси и флюса	Na ₃ AlF ₆	AlF ₃	CaCl ₂	NaCl	Температура плавления, °С
1	Смесь А	-	-	20.8	79.2	755
2	Смесь В	-	-	67.3	32.7	505
3	Смесь С	55.5	44.5	-	-	680
4	Флюс АС 9010	5.5	4.5	18	72	735
5	Флюс АС 8020	11	9	16	64	725
6	Флюс АС 7030	16.5	13.5	14	56	700
7	Флюс ВС 9505	2.8	2.2	63.6	31.4	560
8	Флюс ВС 9010	5.6	4.4	60.3	29.7	610
9	Флюс ВС 8515	8.4	6.6	56.9	28.1	655
10	Флюс ВС 8020	11.2	8.8	53.6	26.4	670

Примечание: цифры после наименования флюса показывают соотношение массовых долей смесей во флюсе (например, для флюса АС 7030 соотношение %А : %С = 70:30).

Исходя из величины температуры плавления и минимального содержания CaCl₂ во флюсе, наибольший интерес для дальнейших исследований и производства представлял флюс АС 7030, рецептура которого была защищена патентом на изобретение [10].

В начале, по разработанной рецептуре в лабораторных условиях были изготовлены 100 кг флюса АС 7030, которые были испытаны на одном из миксеров литейного производства.

С учетом положительных результатов этих испытаний была разработана технологическая схема производства флюса (рис. 2) и выпущена опытно-промышленная партия флюса АС 7030 в количестве 3 т.



Рис. 2. Принципиальная технологическая схема производства флюса АС 7030.

В период проведения испытаний было переплавлено 1987.260 т алюминия и израсходовано 1900 кг флюса, то есть удельный расход флюса составил 0.96 кг/т. При этом было получено 1947.750 т товарного металла в виде Т-образных слитков массой 750 ± 37.5 кг. Масса образовавшегося шлака составила 8903 кг, а удельная масса шлака – 4.48 кг/т. Содержание алюминия в шлаке составляло менее 30%, то есть удельная масса алюминия в шлаке составляла 2.49 кг/т. Общие удельные потери металла составляли 13.04 кг/т, в том числе безвозвратные потери металла – 6.56 кг/т, безвозвратные потери металла с отходами – 3.45 кг/т и прочие безвозвратные потери (угар) – 3.11 кг/т, то есть выход товарного алюминия с учетом общих потерь составил 98.71%, а с учетом безвозвратных потерь – 99.35%.

Сравнение технико-экономических и экологических показателей флюсов: ГУП «ТАЛКО», ФПР-23 и АС 7030 (табл. 2) выявило, что по этим показателям флюс АС 7030 превосходит флюс ГУП «ТАЛКО» и тождествен флюсу ФПР-23, хотя более чем в 3.5 раза дешевле его.

Таблица 2

Технико-экономические и экологические показатели флюсов

Тип флюса	Температура плавления, °С	Уд. расход, кг/т Al	Уд. масса шлака, кг/т	Содержание металла в шлаке, мас.%	Себестоимость 1т флюса, \$	Уд. затраты на 1т Al, \$	Содержание в воздухе у миксера, мг/м ³		
							HFгаз	Пыль	Фтор-соли
«ТалКо»	725	1.1	6.26	31.3	600	0.66	0.34	2.5	0.31
ФПР-23	690	0.96	5.60	27.9	2000 (цена)	1.92	0.41	2.8	0.33
АС 7030	700	0.96	4.48	29.1	560	0.54	0.36	3.7	0.52

Примечание: ПДК_{HF} = 0.5 мг/м³, ПДК_{Пыли} = 6.0 мг/м³, ПДК_{Фторсолей} = 1.0 мг/м³.

Результаты опытно-промышленных испытаний показали, что флюс АС 7030 имеет хорошие покровно-рафинирующие свойства, при его использовании на внутренних стенках миксеров не наблюдается образования наростов, не происходит разрушения футеровки, а содержание вредных веществ в воздухе у миксера не превышает их предельно-допустимые концентрации (ПДК).

Исходя из этого на ГУП «ТалКо» был создан участок по производству флюса АС7030, который в настоящее время полностью обеспечивает потребность предприятия во флюсе.

Поступило 27.11.2015 г.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Беляев А.И., Рапопорт М.Б., Фирсанова Л.А. Электрометаллургия алюминия. - М.: Metallurgizdat, 1953, 720 с.
2. Москвитин В.И., Николаев И.В., Фомин Б.А. Metallургия легких металлов: учебник для вузов. - М.: Интернет Инжиниринг, 2005, 416 с.
3. Минцис М.Я., Поляков П.В., Сиразутдинов Г.А. Электрометаллургия алюминия. – Новосибирск: Наука, 2001, 368 с.
4. Фомин Б.А., Москвитин В.И., Махов С.В. Metallургия вторичного алюминия. – М.: Экомет, 2004, 238 с.
5. Курдюмов А.В. и др. Флюсовая обработка и фильтрование алюминиевых расплавов. – М.: Metallургия, 1980, 187 с.
6. Клаус Кроне и др. Рециклинг алюминия: от исходного материала до готового сплава. Учебное пособие. – М.: АСТШ, 2003, 702 с.
7. Новичков С.Б., Погодаев А.М., Порошкин А.В. Взаимодействие жидкого алюминия с растворами галогенидов. – Цветная metallургия, 2001, № 2-3.
8. Здановский А.Б. Галлургия. – Л.: Химия, 1972, 528 с.
9. Позин М.Е. Технология минеральных солей, ч. 1 и 2, изд. 3-е пер. и доп. – М.: Химия, 1970, 1558 с.
10. Кабиров Ш.О., Сафиев Х., Джураев А.Х., Азизов Б.С. и др. Способ получения флюса «НИИМ» для рафинирования алюминия-сырца. Малый патент Республики Таджикистан № ТД 516 14.03.2012, опубл. в Бюл. № 73, 2012 г., зарегистрировано в Госреестре 28.05.2012 г.

Х.Сафиев, Ш.О.Кабилов, Б.С.Азизов, Ч.Р.Рузиев, А.Х.Сафиев, З.Т.Шукурова
**КОРКАРДИ РЕСЕПТУРА ВА ТЕХНОЛОГИЯИ ИСТЕҲСОЛИ ФЛЮСИ
ҲИФЗУ ТОЗАКУНАНДА БАРОИ РЕХТАГАРИИ АЛЮМИНИЙ**

*Муассисаи Давлатии «Пажӯҳишгоҳи илмию таҳқиқоти металлургия»-и
КВД «Ширкати Алюминийи Тоҷик»*

Дар мақола натиҷаҳои тадқиқот оид ба коркарди ресептура ва технологияи истеҳсоли флюси ҳифзу тозакунанда барои ҳамлу нақл ва рехтагарию алюминийи гудохта бо истифода аз партовҳои саноатии дар таркибашон хлоридҳои калсийю натрийдошта, ки дар фасли тобистон дар натиҷаи бухоршавии табиӣ маҳлулҳои майдонҳои шламӣ дар намуди таҳшинҳои таркибашон тағйирёбанда ҳосил мешаванд, оварда шудаанд.

Калимаҳои калидӣ: тозанамоӣ, рехтагарию алюминий, ресептураи флюс, истеҳсоли флюс, флюси ҳифзу тозакунанда, хлоридҳои натрий ва калсий, партовҳои майдонҳои шламӣ.

H.Safiev, Sh.O.Kabirov, B.S.Azizov, J.R.Ruziev, A.H.Safiev, Z.T.Shukurova
**FORMULATION AND PRODUCTION TECHNOLOGY COATING-REFINING
FLUX ALUMINUM CASTING**

State Institution «Research Institute of Metallurgy» SUE «TALCO»

The results of research on the development of the formulation and production technology coating-refining flux for transporting molten aluminum and aluminum castings with industrial waste containing sodium and calcium chlorides, which comes in the form of variable composition of precipitation in the natural evaporation of the solution sludge fields in summer are presents.

Key words: refining, cast aluminum, recipe flux, flux production, coating-refining flux, sodium chloride and calcium, waste sludge fields.