

СОКРАЩЕНИЕ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ РАФИНИРОВАНИИ СИЛУМИНОВ ФЛЮСАМИ

Б. М. Немененок, Г. А. Румянцева, С. П. Задруцкий
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Белоруссия

Применяемые технологии плавки и рафинирования алюминиевых сплавов, переработка алюминиевых отходов, а также свойства используемого сырья (наличие вредных примесей, влаги, фтористых соединений) определяют уровень негативного воздействия на окружающую среду, который характеризуется существенными объемами и высокой токсичностью выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. При рецилинге отходов алюминия особую опасность представляет загрязнение атмосферного воздуха диоксинами и фуранами, поступающими в окружающую среду при различных термических процессах. Основными источниками возникновения взвешенных веществ являются флюсы, испаряющиеся в процессе плавки и рафинирующей обработки, алюминиевая пыль, образующаяся при завалке шихты, и частицы сажи, получаемой при неполном сгорании некоторых органических веществ в печи.

Необходимо признать, что экологические проблемы решаются в литейном производстве чрезвычайно медленно и отдельные технические решения не сказываются коренным образом на оздоровлении условий труда литейщиков. В этом случае нужен комплексный подход, обеспечивающий как использование пылегазоочистного оборудования, так и совершенствование технологических процессов.

Существует несколько направлений сокращения выбросов загрязняющих веществ, выделяющихся при плавке и рафинировании алюминиевых литейных сплавов, комплексная реализация которых обеспечит экологическую безопасность производства:

1. Снижение в составе шихты потенциально опасных для окружающей среды компонентов путем их предварительной подготовки (сушка, прокатка, снятие лакокрасочных покрытий).

2. Совершенствование технологии плавки и рафинирующей обработки с целью уменьшения количества образующихся вредных веществ и объемов отходящих газов.

3. Применение эффективной газоочистки.

При выборе аспирационных систем и газоочистки необходимо учитывать тот факт,

что до настоящего времени не существует экономичного универсального способа очистки, и удаление почти каждого из вредных компонентов дымовых газов представляет собой самостоятельную задачу, которая сводится к снижению до допустимых норм содержания в газах основных специфических для плавки и рафинирования алюминиевых сплавов вредных примесей.

Значительный вклад в загрязнение окружающей среды вносят процессы дегазации расплава хлорсодержащими соединениями и обработка силуминов флюсами системы $\text{NaCl-KCl-Na}_3\text{AlF}_6$. Поэтому постоянно ведется поиск экологически чистых флюсов, содержащих малое количество фторидов и хлоридов.

Для выбора рафинирующих флюсов в качестве основы использовали солевую систему $\text{NaCl-KCl-Na}_3\text{AlF}_6$ с добавками карбонатов, а также флюс на основе SiO_2 .

При определении соотношения ингредиентов в рафинирующих флюсах исходили из того условия, чтобы при температурах обработки расплавов реагенты находились в жидком состоянии или спокойно разлагались в расплаве.

Эффективность действия рафинирующих препаратов во многом определяется способом их ввода. При использовании препаратов в виде флюса, его летучесть при рабочих температурах должна быть минимальной, а рафинирующая способность – по возможности высокой. В этом случае обеспечивается постоянство состава флюса и его можно использовать достаточно долго без опасности зарастания аспирационных систем испаряющимися компонентами. Высокая летучесть рафинирующих реагентов исключает их применение в качестве флюсов и предполагает ввод в расплав при помощи колокольчика.

Оценку рафинирующего действия выбранных препаратов и определение их оптимальной добавки проводили на сплаве АК9 следующего состава: 9,0 % Si; 0,2 % Mg; 0,25 % Mn; 0,43 % Fe; Al – остальное.

В качестве шихтовых материалов использовали чушковый силумин АК12пч, алюминий А5, магний Мг96, лигатуру алюминий –

10 % марганца и пресс-остатки сплава АК9 в количестве 30 %.

Плавку вели в силитовой печи сопротивления в графитошамотном тигле марки ТГ30. При флюсовой обработке навеску рафинирующего препарата высыпали на зеркало металла, выдерживали 5 минут, и после его расплавления, замешивали в расплав. Спустя 10 минут с поверхности металла снимали шлак и при 720 °С заливали в кокиль образцы для определения механических свойств и пробы для оценки формозаполняемости по пробе Энглера-Эллерброка и балла пористости. Эффективность процесса рафинирования оценивали также по остаточному содержанию в отливках оксида алюминия. Добавка рафинирующих флюсов составляла 0,5–3,0 % от массы обрабатываемого расплава.

Учитывая небольшие объемы расплава и добавки рафинирующих препаратов, определение объемов и состава пылегазовых выбросов не представлялось возможным, поэтому в процессе рафинирующей обработки визуально оценивали интенсивность бурления, цвет и запах выделяющихся газов.

Показатели свойств для оптимальных добавок исследуемых составов приведены в таблице 1.

Установлено, что лучший комплекс свойств обеспечивается при обработке расплава флюсом с карбонатами. При этом ос-

таточное содержание оксида алюминия уменьшается с 0,043 % до 0,028 %, в то время как после добавки флюса системы NaCl-KCl-Na₃AlF₆ этот показатель составил 0,037 %.

Для оценки объемов пылегазовых выбросов, образующихся при обработке расплава были проведены исследования в условиях литейного участка на печах сопротивления емкостью 100 кг при плавке сплава АК5М2. Пробы выбросов отбирали в течение 2 минут на горизонтальном участке вытяжной вентиляции с диаметром воздуховода 0,15 м при динамическом давлении 90 Па. Скорость отходящих газов составляла 9,5 м/с с температурой 80 °С. Все исследуемые флюсы в количестве 0,5 кг высыпали на зеркало металла массой 80 кг и замешивали в расплав, что соответствовало добавке 0,6 % от массы расплава. Результаты замеров приведены в таблице 2.

При пересчете на оптимальную концентрацию рафинирующих флюсов минимальные выбросы пыли в процессе обработки характерны для флюсов с кремнеземом и карбонатами, которые снижают объем выделяющейся при обработке пыли по сравнению с традиционным флюсом в 4,6 и 3,3 раз соответственно. Использование новых составов в условиях литейного производства существенно улучшит условия труда на плавильных и заливочных участках.

Таблица 1 – Влияние рафинирующей обработки на свойства сплава АК9

Способ рафинирующей обработки	Оптимальная добавка, %	σ_b , МПа	δ , %	Балл пористости по шкале ВИАМ	Формозаполняемость при 720 °С и напоре металла 110 мм, мм ⁻¹
Исходный расплав	–	190,9	5,2	3	1,2
30 % NaCl+47 % KCl+23 % Na ₃ AlF ₆	1,0	193	5,5	2,6	1,5
Флюс с карбонатами	1,0	216,8	7,6	2	1,4
Флюс с SiO ₂	1,0	202,5	6,9	2,6	1,1

Таблица 2 – Объемы пылегазовых выбросов при рафинировании сплава АК5М2

Способ рафинирующей обработки	Результаты замеров при добавке 0,6 % флюса		Расчетные значения для добавки флюса 1,0 %	
	Средняя концентрация пыли, г/м ³	Выброс пыли в процессе обработки, г	Средняя концентрация пыли, г/м ³	Выброс пыли в процессе обработки, г
30 % NaCl+47 % KCl+23 % Na ₃ AlF ₆	1,283	10,010	2,053	16,033
Флюс с карбонатами	0,383	2,990	0,613	4,787
Флюс с SiO ₂	0,278	2,171	0,445	3,475