

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА РАФИНИРУЮЩИХ ФЛЮСОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕРЕРАБОТКИ АЛЮМИНИЕВОГО ЛОМА И СТРУЖКИ В ПЛАМЕННЫХ ПЕЧАХ

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

Применяемые технологии плавки и рафинирования алюминиевых сплавов определяют уровень негативного воздействия на окружающую среду, который характеризуется существенными объемами и высокой токсичностью выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. При выборе аспирационных систем и газоочистки необходимо учитывать тот факт, что до настоящего времени не существует экономичного универсального способа очистки, который обеспечивал бы одновременное удаление из дымовых газов всех вредных примесей.

Так как требования к допустимому содержанию вредных веществ в воздухе населенных пунктов постоянно ужесточаются, то для их соблюдения существующие способы очистки становятся экономически неоправданными и необходимо использовать более сложные и энергоемкие очистные сооружения, потребляемая мощность которых достигает до 6 кВт·час на 1000 м³ отходящих газов. На лучших зарубежных предприятиях на охрану окружающей среды уже сегодня приходится от 10 до 20 % стоимости производства. Вместе с тем установлено, что при использовании флюса 47 % KCl+30 % NaCl+23 % Na₃AlF₆ в рафинировании активно участвует не более 40 % используемого солевого флюса. Остальная его масса, видоизменяя свое агрегатное состояние, испаряется, переходит в шлак и реагирует с футеровкой печи, в целом заметно ухудшая технологические и экологические условия плавки. Кроме того, в известных универсальных флюсах при температуре 720-800 °С растворяется всего 0,3-0,5 % Al₂O₃, а в ряде оксидных и карбонатных систем – до 6 % при 700 °С. Поэтому переход на такие рафинирующие составы обеспечит не только более высокое качество расплава, но и позволит отказаться от энергоемких очистных систем.

При выплавке чушкового поршневого

сплава АК12М2МгН из лома алюминиевых сплавов в пламенных печах для защиты расплава от окисления используют рафинирующие флюсы. При этом следует учитывать, что слой флюса затрудняет передачу тепла от факела сжигаемого топлива к расплаву. В результате взаимодействия флюса с расплавом образуется шлак, который является хорошим теплоизолятором. Так, при толщине шлака 100 мм на плавление алюминия затрачивается на 30 % больше энергии, чем при слое шлака в 25 мм. Поэтому с экономической и экологической точек зрения невозможно иметь излишек флюса, поскольку его стоимость увеличивает производственные затраты, как и утилизация солевого шлака, удаляемого из печи в конце плавки.

Для проверки эффективности рафинирующих препаратов и оценки объемов пылегазовых выбросов, образующихся при вводе их в расплав, проводили исследования в условиях литейного цеха Научно-производственного общества с ограниченной ответственностью «Время-V» при производстве чушкового поршневого сплава АК12М2МгН из лома алюминиевых сплавов. Плавку проводили по принятой на предприятии технологии в пламенной печи ёмкостью 2,0 т. Отличие опытных плавков заключалось только в составе применяемого флюса. По существующей технологии для защиты расплава от окисления использовали флюс 47% KCl+30 % NaCl+23 % Na₃AlF₆ в количестве 0,5 % от массы расплава. Опытные плавки проводили с применением карбонатного флюса оптимизированного состава (13 % KCl+55 % NaCl+17 % Na₃AlF₆+10 % Na₂CO₃+5 % CaCO₃+MgCO₃) в количестве 0,5 % от массы расплава. Предварительный нагрев шихтовых материалов осуществляли жидкотопливными горелками на оплавочном столе для удаления из алюминиевого лома закладных стальных элементов. После расплавления

металл стекал в камеру выдержки, где под слоем флюса его нагревали до температуры 700-720 °С. Закладные элементы скребком снимали с оплавленного стола, чтобы они не попадали в ванну с расплавом и не насыщали его железом. После отбора пробы на химанализ и корректировки химического состава, расплав перетекал в приямок и далее передавался на фильтрацию для удаления неметаллических включений. Отфильтрованный расплав разливали в изложницы для получения стандартной чушки массой примерно

15 кг.

При проведении опытных плавов анализировали балл пористости по шкале ВИАМ, химический состав сплава АК12М2МгН, соответствие ГОСТу 1583-93, количество и состав образующегося шлака, металлургический выход, количество и состав пылегазовых выбросов, выделяющихся в процессе плавки. Усредненные значения по результатам трех опытных плавов приведены в таблицах 1, 2 в сравнении с существующей на предприятии технологией.

Таблица 1 – Результаты опытных и серийных плавов сплава АК12М2МгН в отражательной пламенной печи на НПООО «Время-V»

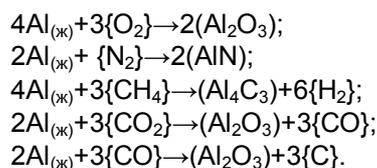
Варианты технологий	Балл пористости по шкале ВИАМ	Металлургический выход, %	Количество образующегося шлака, %	Содержание алюминия в шлаке, %	Количество извлеченных закладных, %
Серийная	2	87,3	1,77	9,23	0,45
Опытная	2	89,5	1,04	6,15	0,46

Таблица 2 – Результаты анализа пылегазовых выбросов при плавке сплава АК12М2МгН в отражательной пламенной печи на НПООО «Время-V»

Варианты технологий	Расход флюса, %	Средняя концентрация пыли, г/м ³	Удельный выброс пыли, кг/т	Хлориды, кг/т	Фториды, кг/т	СО, кг/т	NO _x , кг/т
Серийная	0,5	2,247	3,81	0,25	0,12	3,77	0,48
Опытная	0,5	1,811	3,07	0,18	0,09	3,82	0,47

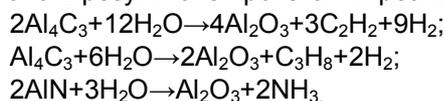
Из таблицы 1 следует, что использование предлагаемого состава флюса обеспечивает увеличение металлургического выхода на 2,2 %, снижение количества образующегося шлака на 0,73 % при уменьшении алюминия в нем на 3,08 % и практически постоянном извлечении закладных элементов из черных сплавов. При этом пористость по шкале ВИАМ соответствовала 2 баллу для всех плавов.

В процессе плавления алюминиевого сплава и выдержки его в пламенной печи он вступает в реакции с компонентами воздуха и печной атмосферы:



Из реакции следует, что для расплав-

ленного алюминия не существует защитной атмосферы и при рабочих температурах ведения плавки происходит образование нитрида алюминия при взаимодействии с азотом печной атмосферы, который при нормальных условиях считается инертным газом. Наличие значительного количества нитрида алюминия установлено при рентгеноструктурном анализе шлаков, при этом его содержание составляет около трети неметаллических включений шлака. Кроме нитрида алюминия в нерастворимой части шлаков обнаружены Al₂O₃; SiO₂; SiO₂·Al₂O₃; MgO·Al₂O₃; CaO·Al₂O₃ в сумме около 23 %. На практике наличие нитрида алюминия в алюминиевых шлаках подтверждается резким запахом аммиака в дождливую погоду, а присутствие карбидов дает специфический запах ацетилена или пропана в результате протекания реакций:



ВЛИЯНИЕ СОСТАВА РАФИНИРУЮЩИХ ФЛЮСОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПЕРЕРАБОТКИ АЛЮМИНИЕВОГО ЛОМА И СТРУЖКИ В ПЛАМЕННЫХ ПЕЧАХ

Поскольку данные реакции протекают с выделением большого количества тепла и нагревом шлака, то это приводит к значительным безвозвратным потерям алюминия. Поэтому важно минимизировать содержание алюминия в шлаке. т.к. в случае его содержания менее 11 % переработка алюминиевых шлаков становится нерентабельной и они подлежат захоронению как отвальные шлаки на специальных полигонах. Данные отходы имеют IV класс опасности и при их захоронении уплачивается соответствующий экологический налог.

Учитывая, что алюминий хорошо смачивает оксиды, то при съеме шлака вместе с ними замешивается большое количество металла (от 50 до 70 %). Отделение алюминия от шлака производится с помощью флюса, который в жидком виде смачивает шлак и увеличивает поверхностное натяжение между алюминием и шлаком. В результате облегчается коалесценция капель алюминия с помощью фтористой оставляющей флюса (Na_3AlF_6) и отделение алюминия от шлака.

Наличие в составе оптимизированного флюса оксида натрия, образующегося в результате диссоциации соды (Na_2CO_3), приводит к повышению его химической активности и более эффективному растворению оксида алюминия, что и облегчает процесс отделения капель алюминия и слияния их с расплавом. В результате содержание алюминия в шлаке по сравнению с серийной технологией снижается на 33 %, а металлургический выход увеличивается на 2,2 % (таблица 1).

Анализ пылегазовых выбросов показывает, что при проведении опытных плавки значительно снизились выбросы хлоридов и фторидов, а концентрация СО изменилась незначительно в связи с догоранием его в рабочем пространстве печи. По удельным выбросам пыли также произошло значительное снижение (почти на 20 %).

Использование карбонатного флюса при выплавке годового объема сплава АК12М2МгН позволит получить годовой экономический эффект около 165 млн.руб. за счет изменения затрат на флюсовую обработку, снижения расхода шихтовых материалов в связи с увеличением металлургического выхода, изменения величины экологического налога на образующиеся пылегазовые выбросы и уменьшения расходов на захоронение отвального шлака в связи с сокращением его объемов.

Использование карбонатного флюса при плавке алюминиевой стружки в короткопламенной роторной печи показало незначительное снижение значений удельных пылегазовых выбросов, поскольку их главным источником являются компоненты шихты. При этом следует отметить, что около 72 % выбросов выделяется при загрузке шихты. Замена стандартного флюса на карбонатный обеспечила увеличение металлургического выхода с 83,2 % до 85,0 % по сравнению с серийной технологией, а содержание алюминия в шлаке снизилось с 11,2 % до 7,6 % при уменьшении общего количества шлака с 29,2 % до 27,3 %.

Полученные результаты подтвердили целесообразность использования карбонатного флюса и при переплаве стружечных отходов алюминиевых сплавов в роторных печах. Однако для существенного повышения экологической безопасности участков, специализирующихся на переработке алюминиевой стружки, необходимо обратить внимание на более тщательную ее подготовку к плавке, включая ее обезжиривание и сушку. Следствием плохой подготовки стружки к переплаву является появление в выбрасываемых газах диоксида серы, метанола, толуола, уксусной кислоты, фенола, формальдегида и бензопирена, относящегося к I классу опасности.