

Студентка гр.104126 Козлова О.Е.

Научный руководитель – Немененок Б.М.

Белорусский национальный технический университет

г.Минск

Анализ объемов и составов пылегазовых выбросов, образующихся при плавке и рафинировании алюминиевых сплавов в различных плавильных агрегатах, показал, что основную экологическую опасность представляют процессы плавки неподготовленного возврата и рафинирующей обработки. В большинстве случаев для рафинирования используют флюсы системы $\text{NaCl-KCl-Na}_3\text{AlF}_6$, что и объясняет присутствие в отходящих газах значительного количества хлоридов и фторидов, относящихся ко второму классу опасности. Из анализа патентной литературы следует, что в составе рафинирующих флюсов также используются карбонаты, оксиды, сульфаты и другие соединения щелочных и щелочноземельных металлов.

Для выбора оптимального содержания карбонатов в рафинирующем флюсе использовали метод математического планирования экспериментов. В качестве независимых переменных были выбраны: содержание Na_3AlF_6 (X_1), Na_2CO_3 (X_2) и доломита (X_3). Зависимыми переменными являлись: предел прочности при растяжении в литом состоянии (Y_1), относительное удлинение (Y_2), балл пористости по шкале ВИАМ (Y_3), объем выделяющейся пыли при флюсовой обработке (Y_4). Основу рафинирующего флюса составляли хлориды натрия и калия. Для снижения стоимости флюса в качестве хлорида натрия использовали галит – побочный продукт, образующийся при производстве калийных удобрений. Содержание Na_3AlF_6 варьировали в интервале 10,0–20,0 %, а Na_2CO_3 и доломита – от 5,0 до 15,0 %. Для построения математических моделей был реализован линейный план полного факторного эксперимента 2^3 . Исследования проводили на сплаве АК9. Плавку вели в печи сопротивления с емкостью тигля 80 кг. Исследуемые составы флюсов в количестве 1,0 % от массы расплава наносили на зеркало металла, выдерживали 5 минут и после расплавления флюса его 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 пористости. Пробы выбросов пыли отбирали на горизонтальном участке вытяжной вентиляции в течение 2 минут после нанесения флюса на расплав. После обработки результатов исследований, проверки статистической значимости коэффициентов регрессии и адекватности математических моделей, были получены следующие зависимости:

$$Y_1 = 204,625 + 18,375 \cdot x_2 + 4,625 \cdot x_3;$$

$$Y_2 = 7,8 + 0,65 \cdot x_2;$$

$$Y_3 = 2,175 - 0,475 \cdot x_1 - 0,125 \cdot x_2;$$

$$Y_4 = 4,592 + 0,209 \cdot x_1 + 0,304 \cdot x_2 + 0,196 \cdot x_3 - 0,046 \cdot x_1 \cdot x_2 + \\ + 0,148 \cdot x_1 \cdot x_3 - 0,048 \cdot x_2 \cdot x_3 - 0,099 \cdot x_1 \cdot x_2 \cdot x_3$$

Используя полученные математические модели, проводили минимизацию уравнения по выбросам пыли при заданных ограничениях балла пористости по шкале ВИАМ ($Y_3 \leq 2$), предела прочности при растяжении ($Y_1 \geq 200$ МПа), относительного удлинения ($Y_2 \geq 7,0$ %). Данные ограничения при минимальных выбросах пыли 4,4 г реализуются для флюса, содержащего 17 % Na_3AlF_6 , 10,0 % Na_2CO_3 , 5 % доломита, 13

% KCl, 55 % NaCl. Для оценки пылегазовых выбросов, образующихся при обработке расплава, были проведены исследования в условиях литейного участка на печах сопротивления, емкостью 100 кг при плавке сплава АК5М2. Сравнивали выделения пыли, после флюсовой обработки оптимизированным составом и стандартным рафинирующим флюсом 30 % NaCl, 47 % KCl, 23 % Na₃AlF₆ в количестве 1,0 % от массы расплава. Результаты замеров приведены в таблице.

Таблица – Пылегазовые выбросы при флюсовой обработке сплава АК5М2

Рафинирующий флюс	Средняя концентрация пыли, г/м ³	Удельный выброс пыли, кг/т	В том числе		
			Хлориды, кг/т	Фториды, кг/т	СО, кг/т
Стандартный	2,053	2,584	0,17	0,09	–
Оптимизированный	0,613	0,771	0,096	0,048	0,32

Учитывая, что образующиеся выбросы отличаются по составу и объему, при оценке их степени вредности рассчитывали сумму экологического налога для предприятия при выплавке 1000 т сплава. Поскольку большинство предприятий по производству алюминиевого литья оборудованы только циклонами, то образующиеся газы полностью выбрасываются в окружающую среду, а очистка от пыли не превышает 90 %. Согласно налогового кодекса Республики Беларусь хлориды и фториды относятся к веществам II класса опасности и для них ставка налога составляет 1635215 руб./т, выделяющаяся пыль относится к III классу опасности (540580 руб./т) и СО – к IV классу опасности (268610 руб./т). В случае использования стандартного рафинирующего флюса экологический налог составит 564842 руб./т против 363105 руб./т для оптимизированного состава, что в 1,55 раза выше.

Таким образом, зная максимальное количество выбросов того или иного вредного вещества, размеры платежей, основанных на определении наносимого вреда окружающей среде, можно выявить оптимальные для производства инвестиции, которые необходимо направить на совершенствование технологического процесса или строительство очистных сооружений.

УДК 621.74.043+621.7.079

Исследование влияния разделительных покрытий на усилие извлечения стержня из отливки при литье под давлением алюминиевых сплавов

Студенты гр. 104127 Чайковский Я.С., гр. 104117 Кульбей Е.В.

Научный руководитель – Пивоварчик А.А.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Нанесение разделительных покрытий (смазок) при литье алюминиевых сплавов под высоким давлением является неотъемлемой частью технологического процесса получения качественной отливки. Разделительные покрытия способствуют более лёгкому извлечению отливок, предотвращает появление задиров на ее поверхности.

Разделительные покрытия условно можно разделить на: жировые, масляные и порошкообразные.

В зависимости от исходного состояния покрытия формируют защитный изоляционный слой, между литейной формой и кристаллизующейся отливкой.

Толщина слоя покрытия, как правило, колеблется в пределах 5–40 мкм, и зависит, прежде всего, от способа нанесения [1]. При механизированном и автоматизированном процессе нанесения покрытия (пистолеты, блоки форсунок и т.п.)