

**Повышение рафинирующей способности серы в алюминиевых сплавах**

Студенты группы 10405220 Микулич А.Д., Оленцевич А.А., Фармонова Г.Б.

Научные руководители: Неменёнок Б.М., Румянцева Г.А.

Белорусский национальный технический университет  
Республика Беларусь, г. Минск

Важнейшей технологической операцией при производстве качественного алюминиевого литья является рафинирование. Анализ технической и патентной литературы показывает, что в составах препаратов для рафинирования алюминиевых сплавов широко используется сера [1-3], которая относится к 4 классу опасности и имеет ПДК  $6 \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}$ . Температура кипения серы составляет 445 °С, поэтому при вводе ее в расплав она переходит в газообразное состояние и реализуется классическая схема адсорбционного рафинирования [1]. Расчеты показывают, что обработка 500 кг алюминиевого расплава добавкой 0,05 % серы вызывает образование газообразного продукта (паров серы), объем которого в 1,5-2,9 раза превышает объем аргона, продуваемого через расплав той же массы в течение 7-10 минут [2].

Особенностью рафинирующего действия серы является тот факт, что при вводе ее в расплав в нижних слоях металла образуются мельчайшие пузырьки химически активных паров серы, в которые диффундирует водород, как в вакуум с большой вероятностью образования химического соединения  $\text{H}_2\text{S}$ . По мере молизации и повышения парциального давления водорода внутри пузырьков скорость их подъема будет расти и тем самым сократится время контакта с расплавом. С увеличением количества образующегося газа пузырьки меняют свою форму от близкой к шарообразной через сплюснутый эллипсоид и шаровой сегмент до неправильной цепочки.

Для улучшения дегазации данным методом необходимо создать условия медленного подъема пузырьков и разрыва возникающей цепочки, а также добиваться наибольшей поверхности контакта их со сплавом. Это достигается пропусканием через расплав возможно более мелких пузырьков газа. Зависимость между размерами и поверхностью пузырьков можно проиллюстрировать следующими цифрами. Например, общая поверхность заключенных в литре пузырьков газа при их диаметре 1 мм равна 6 м<sup>2</sup>, а при диаметре 10 мм составляет лишь 0,6 м<sup>2</sup>.

Поэтому для разрыва потока парообразной серы, выделяющегося из расплава, в составе препаратов предусматривают наличие наполнителей, которые, с одной стороны, прерывают сплошность потока паров серы, а с другой стороны, замедляют ее испарение из расплава, увеличивая время контакта, способствующее более полному протеканию диффузионных процессов [1]. При выборе таких наполнителей необходимо учитывать их стоимость, экологическую безопасность, возможность химического взаимодействия с компонентами сплава и примесями, вероятность воздействия на вязкость расплава и их модифицирующую способность в отношении структурных составляющих сплава.

В результате исследований установлено, что карбонат натрия снижает скорость испарения серы и делает процесс ее выделения в виде небольших газовых пузырей длительным и спокойным. Это позволяет повышать эффективность ее рафинирующего действия и безопасность проведения данной операции. Повышению рафинирующей способности препарата способствует также частичная термическая диссоциация  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , протекающая с выделением  $\text{CO}$  и  $\text{CO}_2$ . Для выбора оптимального количества наполнителя в составе препарата варьировали содержание  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  от 5 до 85 % и определяли время разложения таблетки, за которое принимали промежуток времени от ввода препарата в расплав до момента прекращения процесса газовой выделения. Таблетки изготавливали при постоянном усилии прессования на прессово-разрывной машине в цилиндрической пресс-форме с внутренним диаметром 60 мм.

С увеличением содержания в таблетке наполнителя с 20 % до 85 %, время ее разложения возросло с 4 до 25 мин, при этом на поверхности расплава образуется достаточно большое количество вязкого шлака с повышенным содержанием алюминия. Учитывая это нежелатель-

ное явление, в качестве наполнителя был опробован криолит ( $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ ), который имеет высокую температуру плавления ( $\sim 1100\text{ }^\circ\text{C}$ ) и способен поглощать оксиды алюминия. Время разложения таблеток с криолитом при содержании последнего до 80 % также не превышало 20 минут, хотя в промежуточных интервалах таблетки срабатывали медленнее, чем с карбонатом натрия.

Более интенсивное разложение таблетки с  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  связано с тем, что процесс термической диссоциации  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  сопровождается выделением пузырьков  $\text{CO}$  и  $\text{CO}_2$ , которые и способствуют разрушению в расплаве рафинирующей таблетки и испарению из нее серы. В случае использования криолита в качестве наполнителя образуется меньшее количество шлака, который хорошо снимается и практически не содержит королек алюминия.

Учитывая, что в производственных условиях операция рафинирования занимает 10-15 минут, была определена концентрация наполнителя в рафинирующем препарате для 12-минутной продолжительности разложения таблетки.

При использовании в качестве наполнителя  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  получили состав 30 % серы + 70 %  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , а для криолита это соотношение составило 50 % серы + 50 %  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$ .

Запрещение использования гексахлорэтана ( $\text{C}_2\text{Cl}_6$ ) для рафинирования и высокая токсичность хлоридов алюминия, образующихся при вводе в расплав  $\text{MnCl}_2$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$  и других хлоридов, остро ставят проблему разработки малотоксичного рафинирующего реагента. Поэтому сера может быть использована с этой целью, как менее токсичное и эффективное рафинирующее средство.

#### Список использованных источников

1. Неменёнок, Б. М. Теория и практика комплексного модифицирования силуминов / Б.М.Неменёнок. – Минск: Технопринт, 1999. – 272 с.
2. Влияние серы на структуру и свойства алюминиевых сплавов / Б.М.Неменёнок [и др.] // Литъё и металлургия. – 2005. - № 4. – С. 106-108.
3. Повышение экологической безопасности процессов плавки и рафинирования алюминиевых сплавов / С.П.Задруцкий [и др.]. – Минск: БНТУ, 2012. – 231 с.