

Определение балла пористости осуществлялось по ГОСТ 1583–93 с использованием компьютерной макрометаллографии, разработанной в НИЛ «Ресурсосберегающие технологии» БГПА. Исследования показали, что при небольших затратах на рафинирование предложенный метод позволяет стабильно снижать пористость во вторичном алюминии с 5 до 2 баллов. При этом стойкость керамической пробки составляет от 2000 до 2500 заливок.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Хоменко Л. Е., Дидкевич В. М., Недодаева М. И. Производство алюминиевых сплавов из лома и отходов за рубежом. — М.: Металлургия, 1985. — 76 с.
2. Леках С. Н., Римошевский С. Л., Трибушевский В. Л., Ушерович Б. И. Оборудование для динамических процессов плавки на выставке GIFA 99 // Литейное производство. — 1999. — № 5. — С. 5.
3. Казанцев Е. И. Промышленные печи. — М.: Металлургия, 1975. — 386 с.
4. Леках С. Н., Трибушевский В. Л., Шейнерт В. А., Шуранков С. Е. «Микс-Мелт»-процесс переработки окисленных алюминиевых отходов // Металлургия и литейное производство: Сб. научн. тр. — Мн.: Беларуская навука. — 1998. — С. 6.

УДК 621.74: 669.715

В. Л. ТРИБУШЕВСКИЙ, канд. техн. наук,  
О. Н. КАЛЕНИК, С. Л. РИМОШЕВСКИЙ,  
И. И. БАЕШКО (БГПА)

### ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ АЛЮМИНИЕВЫХ ОТХОДОВ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ЦИНКА

Качество литейных алюминиевых сплавов, выплавляемых из лома и отходов производства, зависит прежде всего от структуры и чистоты вторичного сырья, химического состава сплавов как по содержанию основных легирующих элементов, так и по концентрации примесей. Согласно ГОСТ 1583–89, содержание цинка ограничивается 1,8 % (АК10Су), 1,5 % (АК5М2, АК5М4), 1,2 % (АК8М3, АК9М2), а для остальных сплавов еще более низкими концентрациями.

Это ограничение приводит к значительному сокращению сырьевой базы при производстве указанных сплавов на ряде предприятий вторичной цветной металлургии, где отсутствуют установки по рафинированию от цинка, дополнительному расходу

электроэнергии на рафинирование и безвозвратным потерям цветных металлов, так как сплавы с повышенным содержанием цинка (до 3,3 %) переводятся в раскислители.

Увеличивающаяся номенклатура деформируемых алюминиевых сплавов систем Al—Zn—Mg и Al—Zn—Mg—Cu, а также литейных алюминиевых сплавов, содержащих в своем составе цинк, использование на ряде предприятий Республики Беларусь одних плавильных агрегатов для плавки цинковых и алюминиевых сплавов разных марок приводят к загрязнению цинком образующихся плавильных шлаков и съемов. При этом содержание последнего в окисленных отходах может достигать 10—15 %, что значительно усложняет их дальнейшую переработку.

Для решения возникшей проблемы можно предложить следующую схему. Во-первых, установить более высокие допустимые пределы по цинку в чушковых сплавах и, во-вторых, разработать эффективные способы удаления избыточной концентрации цинка из расплава при производстве раскислителей.

В зарубежных сплавах-аналогах содержание цинка доведено до 1—2 % (Великобритания — сплав LM21, Япония — C2BC и AC2B, Франция — AS50Z-Y, США — 208.0, 208.1, 308.0, 308.1, 319.0, 319.1) [1].

Установлено [2], что повышение содержания цинка в сплаве АК5М7 до 2,0 % способствует росту жидкотекучести и прочности сплава, а длительная прочность при растяжении и горячая твердость начинают уменьшаться лишь при концентрации цинка более 1,5 %.

Авторы [2—4] при изучении свойств силуминов из вторичного сырья АК7, АК5М2, АК5М7 установили увеличение твердости и прочности этих сплавов при изменении концентрации цинка от 0,3 до 1,7 %. Цинк в изученном интервале концентраций не влияет на жидкотекучесть и линейную усадку сплава. При увеличении содержания цинка в малокремнистом силумине усиливается положительное влияние кремния на твердость, горячеломкость и предел текучести. Самостоятельных фаз в исследуемом диапазоне концентраций цинк ни с одним из элементов сплавов не образует и полностью находится в твердом растворе сплава как в литом состоянии, так и после термообработки. Очевидно, повышение прочностных характеристик сплавов АК7, АК5М2 и АК5М7 при введении цинка обусловлено увеличением степени легированности твердого раствора. Следовательно, в чушковых сплавах можно поддерживать концентрацию примеси цинка на верхнем предельном уровне без ущерба для качества производимых отливок.

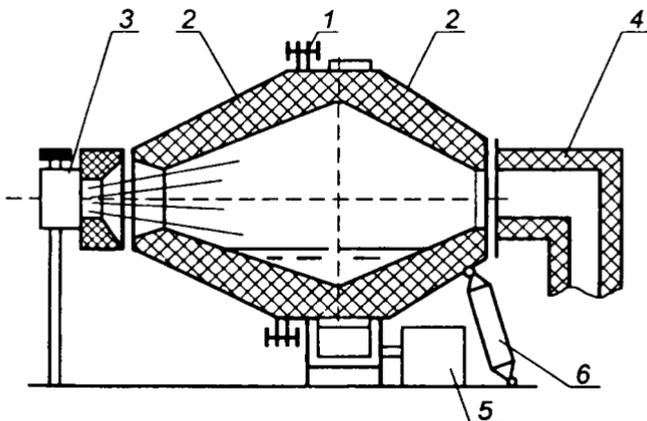


Рис. 1. Схема вращающейся роторной печи для переплава алюминиевых отходов

Для переработки окисленных шлаков и съемов с высоким содержанием цинка использовали вращающуюся роторную печь с горизонтальной осью вращения (рис. 1). Корпус печи представляет собой жесткую сварную металлоконструкцию грушевидной формы, состоящую из двух футерованных усеченных конусов 2, сочлененных по основаниям 1. По наибольшему ее диаметру укреплено зубчатое колесо, с помощью которого происходит вращение печи от привода 5, обеспечивающего реверс и ступенчатое изменение скорости вращения в широком диапазоне. Печь оснащена также горелочным щитом 3, гидроцилиндром 6 для наклона печи в сторону выпускного отверстия при сливе металла и скачивания шлака и дымовым окном 4, переходящим в боров для удаления дымовых газов.

Переработка высокоцинковистых съемов по обычной технологии плавки шлаков обеспечила снижение концентрации цинка от исходного на 5—8 %. Увеличение продолжительности и температуры плавки незначительно активизировало процесс удаления цинка из расплава, который постоянно находился под слоем флюса; последний, по-видимому, и препятствовал испарению цинка.

Для нарушения сплошности флюсового покрова были проведены опыты по барботажу расплава продувкой его серой в струе аргона. Термодинамический анализ химической реакции между цинком и серой показал возможность ее протекания при температуре ведения плавки. Данные расчетов представлены в таблице 1.

Результаты термодинамического анализа взаимодействия цинка и серы

Уравнение реакции	$T, K$	$\Delta_r H^0 (298 K),$ кДж/моль	$\Delta_r S^0 (298 K),$ Дж/(моль · К)	$\Delta_r G^0 (298 K),$ кДж
$Zn_K + S_K \rightarrow ZnS_K$	823	-201,0	-15,77	-188,02
	923			-186,44
	1023			-184,87
	1123			-183,29

Примечание:  $\Delta_r H^0 (298 K)$  — изменение энтальпии;  $\Delta_r S^0 (298 K)$  — изменение энтропии;  $\Delta_r G^0 (298 K)$  — изменение энергии Гиббса, равное  $\Delta_r H^0 (298 K) - T \Delta_r S^0 (298 K)$ ;  $T$  — температура, К.

В результате комплексной обработки расплава в печи серой и аргоном содержание цинка в выплавленном сплаве снизилось на 40 %, что свидетельствует об эффективности предложенной технологии. Следует отметить, что удаление цинка из расплава происходит не только за счет его химического взаимодействия с серой, но и благодаря бурлению расплава, что также способствует испарению цинка. Учитывая данный факт, операцию по удалению избыточного цинка можно продолжить и в разливочном ковше, где обычно производится рафинирование расплава продувкой аргоном.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кожанов В. А., Селезнев Л. П., Бычков Ю. Б. Влияние меди и цинка на свойства доэвтектических силуминов из лома и отходов // Цветные металлы. — 1984. — № 9. — С. 78—79.
2. Использование вторичного алюминиевого сплава с повышенным содержанием цинка / Н. А. Баланаева, Ю. Б. Бычков, М. И. Голубятников и др. // Цветные металлы. — 1985. — № 6. — С. 92—93.
3. Влияние цинка на свойства силуминов из вторичного сырья / Л. П. Селезнев, В. С. Золоторевский, Ю. Б. Бычков и др. // Цветные металлы. — 1983. — № 4. — С. 81—83.
4. Селезнев Л. П. Совершенствование литейных алюминиевых сплавов, приготавливаемых из лома и отходов // Цветные металлы. — 1990. — № 6. — С. 83—88.