

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДГОТОВКИ СТРУЖКИ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ К ПЛАВКЕ

Мирович И.Э., Мирович Е.А.

Донецкий государственный научно-исследовательский и проектный институт цветных металлов

*Порівняльними дослідженнями встановлено, що підготовка до плавлення стружки алюмінієвих і мідних сплавів з високим вмістом вологи та масла, яка складається з центрифугування та термічного знежирювання, є найбільш ефективною. Вона дозволяє під час переплавлення шихти одержати метал високої якості та з найбільшим металургійним виходом.*

Значительный объем отходов цветных металлов представлен стружкой, поверхность которой обычно покрыта смазочно – охлаждающими жидкостями (СОЖ) различного типа: синтетическими, полусинтетическими, масляными и эмульсиями [1]. При хранении и транспортировке стружки на ней дополнительно происходит адсорбция влаги. Суммарное содержание влаги и СОЖ достигает 20 %.

Прямой переплав такой стружки приводит к большим потерям металла за счет его окисления и загрязнению атмосферы продуктами сгорания СОЖ. Поэтому влажную, покрытую СОЖ стружку подвергают обезжириванию.

В настоящее время основным методом подготовки стружки, покрытой СОЖ, к плавке является термическое обезжиривание (сушка), осуществляемое в барабанных сушильных установках различной производительности (1,5...3,5 т/ч) при температуре 400...450 °С [2]. Однако большие колебания содержания СОЖ (более 2,5 % между максимальным и минимальным значениями) приводят к неустойчивой работе сушильной установки в автоматическом режиме.

Перспективным направлением стабилизации работы сушильных установок и повышения их производительности является предварительное удаление СОЖ в поле центробежных сил. [3].

В институте ДонНИПИЦМ были проведены исследования по центрифугированию стружки медных, алюминиевых сплавов и плавке стружки после центрифугирования. В результате исследований установлены оптимальные параметры центрифугирования: продолжительность и фактор разделения центрифуги, изучено влияние содержания СОЖ на извлечение металла при плавке.

Для определения влияния содержания СОЖ в стружке на извлечение металла при плавке плавил исходную сырую стружку, содержащую 15 % СОЖ (режим 1), и стружку, подготовленную по режимам 2 и 3. Режим 2 предусматривал термическое обезжиривание исходной стружки в сушильном шкафу при температуре 400...450 °С до остаточного содержания СОЖ 0,15 %, режим 3 – центрифугирование исходной стружки в лабораторной центрифуге при найденных ранее оптимальных условиях (фактор разделения  $F_r=150$ , продолжительность центрифугирования 60 с [4]) до содержания СОЖ 0,5...4,2 % с последующим термическим обезжириванием до остаточного содержания СОЖ 0,15 %.

В качестве объектов исследования использовали стружку литейного алюминиевого сплава марки АК5М2 и стружку медных сплавов - бронз: алюминиевой марки БрА9Ж3Л и оловянной марки БрО3Ц12С5, латуней: свинцовой марки ЛС59 и марганцевосвинцовой марки ЛМцС 58-2-2 с насыпной массой, кг/м<sup>3</sup>: 460, 1730, 2590, 1790, 864 соответственно и фракционным составом, приведенным в табл. 1. В качестве СОЖ использовали индустриальное масло И-12А (при центрифугировании стружки хуже всего отделяются масляные СОЖ).

Подготовленную по режимам 1...3 стружку (каждая партия массой 5000 г) плавил в тигельной электропечи сопротивления под слоем предварительно расплавленного флюса. Стружку сплава АК5М2 плавил при температуре 780 °С с использованием флюса состава NaCl-KCl в соотношении 1:1. При плавке стружки сплавов ЛС59, ЛМцС 58-2-2 и БрО3Ц12С5 в качестве флюса использовали буру, а для стружки сплава БрА9Ж3Л – криолит. Температура плавки составляла, °С: 1000 – для сплавов ЛС59, ЛМцС 58-2-2; 1100 – для сплава БрО3Ц12С5, 1150 – для сплава БрА9Ж3Л.

После полного расплавления стружки металл с флюсом тщательно перемешивали и отстаивали в течение 2 мин. Затем шлак снимали, а металл сливали в подогретую изложницу. Контроль химического состава сплавов проводили с помощью рентгеновского

спектрометра марки РW-1600. Металлургический выход (%) рассчитывали по формуле:

$$M = \frac{m_u}{m_n} \cdot 100,$$

где  $m_u$ ,  $m_n$  – соответственно масса металла, извлеченного из изложницы, и масса исходной навески, г.

Таблица 1 - Фракционный состав стружки

Класс крупности, мм	Выход класса, %				
	Медные сплавы				Алюминиевые сплавы
	ЛС59	ЛМцС58-2-2	БрОЗЦ12С5	БрА9ЖЗЛ	
+20	-	-	-	2,00	-
-20 +10	0,65	2,50	-	20,80	15,20
-10 +5	3,20	34,95	2,10	44,60	43,90
-5 +2,5	7,55	27,36	23,20	10,80	28,90
-2,5 +1,25	12,60	17,00	9,30	11,50	8,70
-1,25	76,00	18,19	65,40	10,30	3,30
Итого:	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Полученные результаты (средние значения трех параллельных опытов) приведены в таблице 2.

Таблица 2. Металлургический выход при плавке стружки алюминиевых и медных сплавов

Марка сплава	Режим подготовки стружки к плавке, %		
	1	2	3
АК5М2	80,36	85,30	90,60
ЛС59	84,85	86,51	90,85
ЛМцС58-2-2	83,83	86,03	91,02
БрОЗЦ12С5	82,20	85,46	90,30
БрА9ЖЗЛ	83,62	85,98	91,64

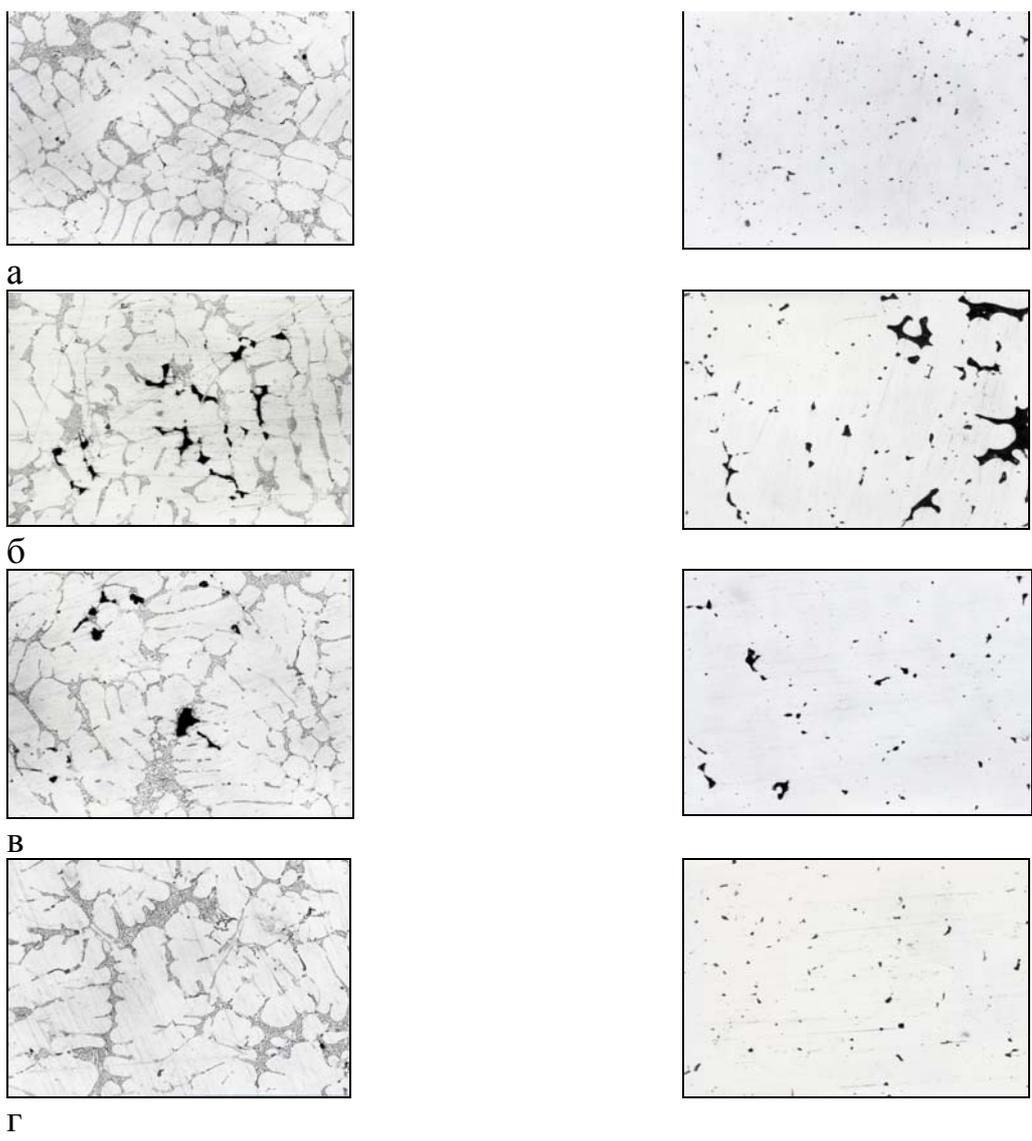
Как следует из данных табл. 2, металлургический выход для всех сплавов увеличивается как при плавке стружки после термического обезжиривания (режим 2), так и при плавке

стружки, подвергнутой предварительному центрифугированию с последующим термическим обезжириванием (режим 3), по сравнению с плавкой сырой стружки (режим 1). Возрастание металлургического выхода при плавке стружки, подготовленной по режиму 3, по сравнению с подготовкой ее по режиму 2, несмотря на одинаковое остаточное содержание СОЖ в обоих случаях, обусловлено уменьшением окисления металла при сгорании во время сушки стружки гораздо меньшего количества СОЖ.

Пористость литого металла, выплавленного из стружки, подготовленной по режимам 1...3, сравнивали с пористостью металла, выплавленного из шихты вторичных материалов, не содержащей стружку (класс А, сорт 1 по ГОСТ 1639 «Лом и отходы цветных металлов и сплавов»). Исследования структуры проводили на шлифах поперечного сечения пробных слитков сплавов АК5М2 и ЛС59 с использованием фотомикроскопа отраженного света «Neophot-30» На рис. 1 представлены структуры сплава АК5М2 и ЛС59 (в нетравленном состоянии).

В структуре обоих сплавов, выплавленных из стружки и подготовленных по режиму 1, наблюдается большое количество пор, рыхлот и включений оксидов. Значительно меньшая пористость зафиксирована у металла, выплавленного из стружки, прошедшей термическое обезжиривание (режим 2). И, наконец, структура металла, выплавленного из стружки, подвергнутой последовательно центрифугированию и сушке (режим 3), характеризуется наличием лишь отдельных мелких пор и практически не отличается от структуры металла, взятого для сравнения и выплавленного из шихты, не содержащей стружку.

Таким образом, проведенные исследования показали, что предварительное (перед термическим обезжириванием) центрифугирование позволяет получить при переплаве стружки металл плотной структуры с минимальной пористостью и высоким металлургическим выходом. Кроме того, применение центрифугирования обеспечивает стабильную работу сушильных установок в автоматическом режиме и повышение их производительности, а также позволяет утилизировать СОЖ, удаленную при центрифугировании.



AK5M2

LC59

Рис. 1. Структура сплавов АК5М2 и ЛС 59 в нетравленном состоянии  
 а - режим плавки лома без стружки; б - режим плавки № 1;  
 в - режим плавки № 2; г - режим плавки № 3

## Литература:

1. Бердический Е. Г. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки материалов: Справочник. – М.: Машиностроение, 1964. – 223 с.
2. Колобов Г. А., Бредихин В. Н., Чернобаев В. М. Сбор и обработка вторичного сырья цветных металлов: Учебник для вузов. – М.: Metallurgia, 1992. – 288 с.
3. Афанасьев А. А. Обезжиривание металлической стружки в центробежном поле // Вестник машиностроения. – 1980. - № 1. – С. 54-56.
4. Миревич И. Э., Колобов Г. А. Оптимизация процесса центрифугирования стружки цветных металлов // Теория и практика металлургии. – 1998. - № 3. – С. 31-32. Март 2006 г.