

гические приемы, обеспечивающие высокую чистоту сплава, ускоренную разливку и кристаллизацию, и структуру благоприятную для прокатки. После этого слитки были переданы на прокатку, без операции ковки. При этом получены следующие результаты: потери при литье составили 0 %; при прокатке – 3,0 %. Выход годного от литья до волочения составил 97 %.

В результате выполненных экспериментов установлено, что структура и свойства слитков из сплава Х20Н80 в значительной степени зависят от чистоты сплава, скорости кристаллизации и температуры сплава при разливке, а также времени нахождения сплава в печи.

**И.А. Вайс, С.В. Брусницын,  
Д.В. Супрун, А.Н. Чирков**

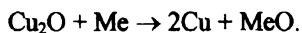
### **АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ РАФИНИРУЮЩЕГО ПЕРЕПЛАВА МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ ЛОМОВ ОТ ПРИМЕСЕЙ В ПРОЦЕССЕ ПЛАВКИ**

Производство цветных металлов и сплавов из ломов и отходов является актуальным в связи с дефицитом чистых материалов и их высокой стоимостью. Ранее переработкой ломов занимались заводы Вторцветмета, в настоящее время эта проблема стоит перед заводами по обработке цветных металлов. На переработку поступает сырье XIII группы класса Б (ГОСТ 1639–78) – несортированная низкокачественная стружка различных медных сплавов. Лом должен пройти предварительную подготовку (измельчение) и промежуточный переплав с рафинированием от примесей с целью повышения содержания меди в расплаве. При этом отливают шихтовую болванку, которую в дальнейшем используют при выплавке качественного слитка.

Анализ химического состава расплава, полученного при переработке стружки, показал, что в нем присутствуют следующие элементы: Al, Fe, Sn, Ni, Pb, Zn. Наиболее трудноудаляемыми примесями являются Sn, Pb и Ni, так как они имеют близкий к меди стандартный потенциал, а к тому же обладают высокой плотностью. Алюминий и железо можно удалить из расплава переводом их в тугоплавкие оксиды и выведением в шлак. Цинк при температурах плавки возгоняется, так как обладает высокой упругостью паров. Таким образом, максимально удалив алюминий и железо, можно получить сплав, пригодный для выплавки свинцовых и оловянных латуней.

Известно, что большинство вредных примесей в медных сплавах удаляется путем подачи в расплав медной окислы или его продувкой воз-

духом или паром с образованием соединений, не растворяющихся в расплаве, с переводом их в шлак по следующей реакции:



Медная окалина служит источником кислорода, ее расход составляет 0,5–1,0 % от массы расплава [1]. Для ускорения процесса рафинирования окалина должна замешиваться в расплав.

Окислительное рафинирование проводят при температуре 1100–1160 °С. Продувка жидкого расплава воздухом и паром приводит к интенсивному окислению и возгонке цинка, в меньшей степени олова. Поэтому этот способ применяется при содержании в медных сплавах цинка менее 3 %.

Проведенный промышленный эксперимент по рафинирующему переплаву стружки алюминиевой бронзы показал, что при использовании медной окалины в количестве 30–50 % от массы стружки позволяет получить шихтовые болванки, которые по химическому составу могут быть использованы для подшихтовки при производстве латуней следующих марок: ЛО 60–1, ЛО 62–1, ЛС 74–3, ЛС 64–2, ЛС 63–3, ЛС 59–1. Содержание меди в расплаве повысилось на 10 %.

В предыдущем эксперименте использовалась окалина, образовавшаяся при горячей обработке давлением медных слитков. В случае, когда отходами, предназначенными для переплавки, является стружка медных сплавов, например, алюминиевая бронза, рационально провести ее предварительную обработку (окисление).

Известно, что взаимодействие меди с кислородом начинается уже при комнатной температуре [2]. При низких температурах (100 °С) на поверхности меди образуется оксид меди черного цвета  $\text{CuO}$ , скорость образования которой пропорциональна логарифму времени. Таким образом, процесс окисления растягивается на очень продолжительное время.

С утолщением оксидной пленки логарифмическая закономерность нарушается. С повышением температуры (400 °С и выше) скорость окисления меди приближенно описывается параболическим уравнением:

$$X^2 = k t,$$

где  $X$  – масса оксидной пленки, г/см<sup>2</sup>;

$k$  – константа, зависящая от температуры;

$t$  – продолжительность выдержки, с.

Опираясь на эти данные, был проведен эксперимент по окислению стружки медных сплавов случайного химического состава (латунь, бронза, медь) с целью выявления температурно-временного режима процесса окисления. Так как при нагреве до температуры ниже 400 °С процесс окисления протекает очень медленно (40–60 ч), то минимальная температура нагрева в эксперименте принята равной 500 °С. Установлено, что самое интенсивное окисление происходит при нагреве стружки с 550 до 750 °С и выдержке при последней температуре в течение одного часа.

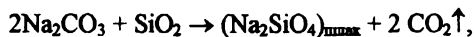
Такой способ подготовки стружки к рафинирующему переplаву возможен. Он обеспечивает образование необходимого количества окалины для окисления примесей, но является трудоемким, требует дополнительного оборудования и высоких энергетических затрат.

Для эффективной очистки медных сплавов от примесей наряду с окалиной возможно применение рафинирующих флюсов, в состав которых входят химически активные вещества, переводящие примеси в соединения, нерастворимые в жидком металле. Данные соединения затем ошлаковываются. Расход флюсов колеблется от 0,5–0,1 до 3–5 % от массы шихты.

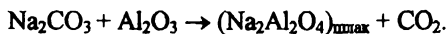
Состав флюсов зависит от вида перерабатываемого сырья. Так, железо из бронз удаляется обработкой расплавленного металла флюсом, состоящим из кварцевого песка и окалины. При продолжительном нагреве ванны до температуры выше 1250 °С происходит ошлаковывание железа:



Очистку бронз и латуней от включений  $\text{SiO}_2$  (силикатной мути) производят содой по реакции



а от включений оксида алюминия так же содой, но по реакции



Очистку бронз и латуней достигают и при рафинировании флюсами, содержащими  $\text{CaF}_2$  (пирролюзит) и  $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{F}_6$  (криолит).  $\text{CaF}_2$  хорошо растворяет оксиды металлов и разжижает флюсы.

Хлористая медь в смеси с поваренной солью в соотношении 1:1 применяется в качестве флюса для очистки меди и медных сплавов от алюминия и железа, но при этом происходит выделение хлора. Перекись

бария или натрия в смеси с кальцинированной содой в соотношении 1:1 применяют для очистки отходов медных сплавов от металлических загрязнений алюминием и сурьмой. Указанный флюс перемешивается с отходами до загрузки их в печь. Кальцинированная сода является эффективным средством очистки медных сплавов от серы.

Восстановление двуокиси олова в бронзах является трудоемким и длительным процессом, поэтому часть  $\text{SnO}_2$  удаляется из сплава шлакованием. Шлакование производят основными флюсами – кальцинированной содой или известняком, образующими со  $\text{SnO}_2$  станнаты. Для разжижения трудноплавких станнатов к флюсам добавляют борный ангидрид или буру.

В качестве рафинирующих флюсов для алюминиевых бронз и латуной применяют смеси, приведенные в таблице [3].

Составы рафинирующих флюсов

Номер флюса	Составляющие, %							Остаток
	$\text{Na}_2\text{AlF}_6$	$\text{CaF}_2$	$\text{NaF}$	$\text{NaCl}$	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	$\text{KCl}$	$\text{Na}_2\text{SO}_4$	
1	40	–	–	60	–	–	–	–
2	20	20	60	–	–	–	–	–
3	25	–	–	10	–	35	–	Буры – 28 Угля – 2
4	20	20	30	–	10	–	20	–
5	–	70	–	–	10	–	20	–
6	12	–	–	–	70	–	–	$\text{K}_2\text{CO}_3$ – 12 Буры – 6

Таким образом, при переработке низкосортных ломов различных медных сплавов целесообразно использовать технологию окислительного рафинирования расплава медной окалиной совместно с наведением рафинирующего флюса.

#### Библиографический список

1. Худяков И.Ф., Дорошкевич А.П., Кляйн С.Э. Производство меди, никеля и олова из вторичного сырья. Свердловск: Изд-во УПИ, 1981. 84 с.
2. Смирягин А.П. Промышленные цветные металлы и сплавы. М.: Металлургиздат, 1956. 559 с.
3. Леви Л.И., Мариенбах Л.М. Основы теории металлургических процессов и технология плавки литейных сплавов. М.: Машиностроение, 1970. 496 с.