

УДК 621.762

ПРИМЕНЕНИЕ TiH_2 ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗБЫТОЧНЫХ ОКСИДОВ МЕДИ В МОДИФИЦИРУЮЩИХ ЛИГАТУРАХ

Ф. Г. ЛОВШЕНКО, И. А. ЛОЗИКОВ

Белорусско-Российский университет

Могилев, Беларусь

Одним из недостатков наноструктурных модифицирующих лигатур, получаемых методом реакционного механического легирования, является повышенное содержание в их составе кислорода, что обусловлено применением при их производстве в качестве основы порошка меди ПМС-1. Согласно ГОСТ 4960–2009 *Порошок медный электролитический* содержание кислорода в нем составляет 0,3 %, а при длительном хранении эта цифра увеличивается. При введении лигатуры в расплав меди кислород вступает во взаимодействие с легирующими элементами, вызывая их окисление и переход в шлак. Особенно это характерно при плавке хромовых и хромоциркониевых бронз, т. к. хром и цирконий обладают значительно большим сродством к кислороду, чем медная основа.

Частично данную проблему можно решить проведением дегазирующе-восстановительного отжига холоднопрессованных брикетов лигатуры в среде водорода. Но при этом восстанавливаются только кислородосодержащие соединения, находящиеся на поверхности гранул, в то время как области, находящиеся во внутреннем сечении, имеющие плотность, близкую к 100 %, в восстановительных процессах не участвуют.

Одним из вариантов снижения содержания кислорода в лигатуре может быть использование при ее производстве геттеров, играющих роль восстановителей избыточных оксидов меди и вводимые на стадии механического сплавления [1].

Целью данной работы являлось исследование возможности использования в качестве геттера порошка гидрида титана TiH_2 и его влияние на химический состав и физико-механические свойства выплавляемых модифицированных хромовых бронз.

В качестве исходных компонентов для получения лигатуры применялись порошки меди ПМС-1, хрома ПХ-1С и гидрида титана TiH_2 . Для замедления процесса грануляции и получения гранул оптимального размера в качестве ПАВ использовался изопропиловый спирт. Процесс механического легирования проводился без применения защитных атмосфер.

Реакционное механическое легирование проводилось по ранее разработанной методике в лабораторном механореакторе – вибротельнице гирационного типа с водоохлаждаемыми помольными камерами объемом 1 дм³.

Брикетирование получаемой в механореакторе гранулированной композиции проводилось в стаканах из медной фольги холодным двухсторонним прессованием по упору в стальных пресс-формах до плотности 70...75 % от теоретической. Дегазирующе-восстановительный отжиг проводился в атмосфере водорода при $t = 800$ °С в лабораторной печи СУОЛ 044/12М2У42. Для достижения плотности лигатуры, близкой к 100 %, применяли горячее выдавливание с большими степенями обжатия. Коэффициент обжатия составлял 95 %, что обеспечивало коэффициент вытяжки 20 [2].

Для получения литой бронзы скомпактированная лигатура вводилась в расплавленную медь, нагретую до ~1300 °С. Время выдержки для формирования сплава составляло 6 мин. Литье бронзы осуществлялось в водоохлаждаемый стальной кокиль.

Результаты химического состава и физико-механических свойств полученных бронз представлены в табл. 1.

Табл. 1. Состав и физико-механические свойства бронз

Лигатура	Состав бронз, %			Физико-механические свойства бронз			
	Cr	Fe	Ti	σ_B , МПа	НВ, МПа	δ , %	$\rho \cdot 10^{-8}$, Ом·м
Cu + Cr	0,65	0,043	–	410	135	13	2,11
Cu + Cr + TiH ₂	0,70	0,040	0,003	450	145	13	2,11

Анализ полученных результатов показывает перспективность использования порошковых геттеров, и в частности гидроксида титана, для повышения комплекса физико-механических и эксплуатационных свойств модифицированных бронз. Применение TiH₂ приводит к снижению угара хрома, что положительно сказывается на прочностных характеристиках сплава, в то же время содержание Ti настолько незначительно, что его влияние на физические свойства, и в первую очередь на электропроводность, не наблюдается.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Способ получения дисперсно-упрочненного композиционного материала на основе меди: пат. РФ 2117062 / С. Д. Куимов [и др.]. – Оpubл. 10.08.1998.
2. **Ловшенко, Ф. Г.** Механически легированные субмикроструктурные модифицирующие лигатуры для производства хромовых бронз / Ф. Г. Ловшенко, И. А. Лозиков // *Металлургия. Машиностроение.* – 2018. – № 5. – С. 31–38.