

УДК 621.745.552: 669.3/5

- А.Н. Коновалов, С.В. Матвеев
- A.N. Konovalov, S.V. Matveyev

## Особенности окислительного рафинирования оловянно-свинцовистых бронз авиационного назначения от примеси цинка

## Features of the oxidizing refining of the bronze alloyed with a tin and lead for the aviation application from the impurity of zinc

В авиационном широком распространении получили Sn-Pb-бронзы, которые используют в разных узлах, работающих на трение. При этом, требования к таким бронзам по содержанию Zn намного жестче, чем по ГОСТ 613-79 (таблица), в связи с чем актуальна очистка этих сплавов от примеси Zn. Наиболее легко реализуемый на производстве способ очистки от Zn – окисление воздухом.

Однако, при этом, окисляются и легирующие компоненты, особенно, Sn. Происходящие при этом процессы изучены недостаточно.

Можно предполагать, что, так как давление пара у Zn выше, чем у Cu, Sn или Pb, то при выдержке он должен испаряться интенсивнее, при этом, имеется возможность защитить сам расплав от окисления, применив покров из древесного угля.

Однако было установлено, что при 1100°C при  $\leq 1,5\%$  Zn интенсивность его испарения крайне низка, либо оно отсутствует. Это обстоятельство хорошо согласуется с теоретическими расчетами на основании сведений, представленных в работе<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Куликов И.С. Раскисление металлов. – М.: Металлургия, 1975. – С. 504.

В статье исследован процесс удаления Zn из оловянно-свинцовистых бронз. Проведен термодинамический анализ удаления Zn из бронзы испарением. Определена зависимость скорости удаления Zn от его содержания в расплаве. Показана возможность получения бронзы авиационного назначения как из сплавов, загрязненных Zn, так и бронзы, выплавленной в соответствии с требованиями государственного стандарта.

### Ключевые слова

Бронза, цинк, олово, свинец, плавка, рафинирование, окисление, испарение, термодинамика.

### АННОТАЦИЯ

### SUMMARY

In article the process of removal of zinc from the bronze alloyed with a tin and lead has been researched. Thermodynamic analyze of the zinc removal from bronze by evaporation has been performed. Addition of the removal speed of zinc from its concentration in melt has been determined. Opportunity of preparation of bronze for aviation application as from alloys polluted by zinc so as from bronze melted in conformity with requirements of state standards.

### Key words

Bronze, zinc, tin, lead, melting, refining, oxidation, evaporation, thermodynamics.

| Норматив       | Sn         | Pb         | Примесей, не более <sup>1</sup> |      |     | Σ примесей, не более |
|----------------|------------|------------|---------------------------------|------|-----|----------------------|
|                |            |            | P                               | Fe   | Zn  |                      |
| ОСТ 1 90054-72 | 8,0...10,0 | 6,0...11,0 | 0,30                            | 0,25 | 0,2 | 0,8                  |
| ГОСТ 613-79    | 9,0...11,0 | 8,0...11,0 | 0,05                            | 0,20 | 0,5 | 0,9                  |

Примечание. Cu – ост.

<sup>1</sup> По 0,02% Bi; Al; Si; 0,3% Sb.

Из расчетов следует, что при наличии над расплавом паров Zn с давлением 1 атм. будет происходить не удаление этого элемента из Cu-расплава, а наоборот, насыщение. Дальнейшие расчеты по известным формулам показали, что в наблюдаемых условиях процесс испарения Zn из Cu-расплава протекать не может.

В ходе опытной плавки бронзы БрО10С10, загрязненной Zn в количестве 1,5%, была определена скорость выгорания Zn и Sn из расплава при открытом зеркале расплава с перемешиванием и без него.

Определение изменения их химсостава от времени показало, что Zn при выдержке не испаряется, хотя ожидалось обратное, а угорает в отсутствии защитного покрова со скоростью ~ 0,01%/мин. Таким образом, для удаления 1,3% Zn потребуется > 2 ч, что неприемлемо для условий производства.

В то же время при перемешивании расплава графитовой

мешалкой скорость удаления Zn возрастает в 8 раз, уменьшаясь, по мере снижения его концентрации в расплаве.

Как показали эксперименты, скорость удаления Zn из расплава линейно зависит от его концентрации в расплаве.

Расчетом получили время, равное 35 мин, что достаточно близко к экспериментальным результатам. Но, по мере снижения концентрации Zn в расплаве, начинает превалировать реакция окисления Sn.

Поэтому следует точно определить, когда произойдет снижение концентрации Zn до допустимой отраслевым

стандартом, что необходимо для предотвращения дальнейшего окисления Sn в расплаве, что требует точного определения времени, необходимого для окисления Zn.

Для Pb скорость окисления интенсивно снижается по мере уменьшения его концентрации. Расчет показал, что при достижении концентрации 8,9% окисление не будет происходить в случае содержания в сплаве в достаточном количестве Sn и Zn.

Таким образом, пока в расплаве имеется достаточное количество Zn, скорость снижения его концентрации будет линейно уменьшаться. По мере его окисления, зависимость будет применима сначала к содержанию Sn, а затем и Pb.

Полученные экспериментальные результаты можно применять при получении прецизионных Cu-сплавов и экономии ценных легирующих компонентов, таких, как Sn.

## Сведения об авторах

**Матвеев С.В.** – канд. техн. наук, начальник Технологического отдела ИЦ «АТМ» НИТУ «МИСиС».

**Коновалов А.Н.** – канд. техн. наук, начальник Центральной лаборатории, там же.