



*The article describes the advantages of technological procedure of reprocessing bronze waste, developed and implemented at this enterprise.*

А. Г. СОЛОВЕЙ, С. Р. ЧУДАКОВ, П. И. ЗИМОНИН, Ю. Л. СТАНЮЛЕНИС,  
ИТМ НАН Беларуси

## НЕПРЕРЫВНОЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ ЛИТЬЕ ЗАГОТОВОК МАЛОГО ДИАМЕТРА ИЗ ОТХОДОВ БРО5Ц5С5

УДК 621.74:669.14

Ежегодно в Беларуси образуется порядка 16—18 тыс. т отходов меди и ее сплавов. При перевозках и металлургическом переделе теряется до 15 % металла, что составляет ~ 3000 т. Решение проблемы рационального использования отходов могут обеспечить технологии, легко адаптирующиеся к условиям действующих литейных и металлургических цехов и позволяющие вести комплексную переработку отходов в готовые изделия и полуфабрикаты [1].

Как правило, поставщики отходов одновременно являются постоянными потребителями первичных материалов. Они заинтересованы в более быстрой и качественной переработке отходов и встречной поставке профилей нужного сортамента. В современной экономической ситуации объемы таких поставок часто невелики, а потребности по номенклатуре непостоянны. С этой точки зрения наиболее целесообразным представляется вариант использования относительно небольших производств, специализирующихся на переработке отходов сплавов однородных групп и обеспечивающих выпуск продукции по сортаменту, марочному составу и в объемах, согласованных с поставщиками отходов [2].

Одним из предприятий, имеющим государственную лицензию на переработку отходов черных и цветных металлов, является Институт технологии металлов НАН Беларуси. Производственная база института позволяет, в частности, выполнять переработку отходов антифрикционных бронз различной дисперсности, в том числе и стружки.

В ИТМ НАН Беларуси разработаны технологический процесс и оборудование для переработки отходов цветных металлов и сплавов в высококачественные непрерывнолитые заготовки. Технологический процесс включает в себя стадии первичной обработки отходов, металлургического переплава и непрерывного горизонтального литья. Достоинствами процесса являются компактность и малогабаритность оборудования, небольшие капитальные затраты на освоение производства. Техно-

логия позволяет производить заготовки цилиндрического и прямоугольного профиля, а также полуфабрикаты со сложной геометрией сечения, уменьшить в 1,5—2,0 раза потери металла при производстве слитков, экономить 20—30 % электроэнергии, довести выход годного литья до 90—92%. Производительность оборудования — от 0,5 до 10 т/ч.

Механические свойства непрерывнолитых заготовок из отходов механической обработки сплавов БрО5Ц5С5 в 1,2—1,4 раза выше механических свойств отливок из первичных металлов, отлитых в землю. При этом газовые поры, раковины и другие дефекты, распространенные при литье в непрерывных слитках, отсутствуют [3].

Получение непрерывнолитых заготовок малых диаметров (30—35 мм) из БрО5Ц5С5 связано с рядом особенностей, прежде всего со спецификой самого сплава, так как он имеет широкий интервал кристаллизации, а значит, и низкую прочность в горячем состоянии.

При обработке технологии плавку металла вели в индукционной печи ИСТ-0,16 с графитовым тиглем. Температуру расплава в печи доводили до 1350—1380°C и за 5 мин до выпуска из печи раскисляли фосфористой медью 0,15 % от массы расплавляемого металла. Металл заливали в неподогреваемый металлоприемник емкостью 150 кг с помощью раздаточного ковша, выдерживали 30—40 с и производили разливку металла. Периодически, по мере расхода металла, в металлоприемник подавали расплав порциями по 40—50 кг.

Для обеспечения стабильности процесса и увеличения скорости литья непрерывный слиток при выходе из кристаллизатора подвергают принудительному вторичному охлаждению водой или воздухом. В процессе исследований было установлено, что для заготовок такой номенклатуры принудительное вторичное охлаждение на механические свойства и стабильность процесса существенного влияния не оказывает (табл. 1). Отказ же от вторичного охлаждения дает ряд преимуществ и прежде всего повышает безопасность условий труда при разливке металла.

Для стабильного ведения процесса непрерывного литья БрО5Ц5С5, имеющей, как отмечалось выше, низкую горячую прочность, разработана технология вытягивания слитка с обратным ходом. Этим обеспечивается снятие внутренних напряжений в слитке и его упрочнение за счет подпрессовки самим же слитком при обратном ходе, в результате чего вероятность разрыва слитка существенно уменьшается. Технологические режимы для вытягивания слитка диаметром 30—35 мм из кристаллизатора с графитовой вставкой 220—225 мм и водоохлаждаемым кожухом 180 мм, обеспечивающие стабильное ведение процесса литья и производительность разливки 250—270 кг/ч при одноручевом непрерывном способе литья, приведены в табл. 2.

При отработке технологии переплава освоены технологические приемы, обеспечивающие переработку стружки без брекитирования и предварительной термической обработки. Потери на угар при индукционной плавке и разливке методом непрерывного горизонтального литья бронз БрО5Ц5С5 составляли: для чушковых шихтовых материалов — 8—10%; кусковых отходов — 9—11; стружки — 19—23 %.

Разработанная технология позволяет получать в условиях ИТМ НАН Беларуси 2—3 т непрерывнолитых заготовок диаметром 30—35 мм из отходов бронз ежемесячно, которые поставляются Борисовскому заводу агрегатов для изготовления подшипников скольжения турбокомпрессоров.

Таблица 1. Механические свойства непрерывного слитка диаметром 30—35 мм из бронзы БрО5Ц5С5

Вариант	Механические свойства		
	НВ	G <sub>b</sub> , МПа	δ, %
Принудительное охлаждение водой	80—83	220—240	10—12
Естественное остывание на воздухе	85—90	250—260	10—12
По ГОСТ 24301—93	65—70	200—240	15—20

Таблица 2. Режимы непрерывного литья бронзы (БрО5Ц5С5) диаметром 30—35 мм

Время движения дв, с	Время остановки бость, с	Шаг, мм		Температура металла в металлореципнике, °С
		прямого хода	обратного хода	
1,0—1,3	7,0—11,0	65—70	3—5	1080—1180

### Литература

1. Марукович Е. И., Дозмаров В. В., Чудаков С. Р. Непрерывное литье заготовок из отходов цветных металлов // Ресурсосберегающие и экологически чистые технологии: Тез. докл. науч. конф. Гродно, 25—26 июня 1998 г.
2. Марукович Е. И., Бодяко А. М., Галагаев С. В., Соловей А. Г. К вопросу переработки отходов антифрикционных бронз // Вклад вузовской науки в развитие приоритетных направлений производственно-хозяйственной деятельности, разработку экономичных и экологически чистых технологий и прогрессивных методов обучения: Тез. докл. науч. конф. Мн., 22—24 ноября 2000 г.
3. Марукович Е. И., Дозмаров В. В., Чудаков С. Р. Получение полуфабрикатов из отходов цветных металлов и сплавов // Металлургия, литейное производство, экология и охрана труда: Материалы междунар. науч.-техн. конф. Мн., 18—22 ноября 1997 г.



## ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛОВ НАН БЕЛАРУСИ

предлагает:

### Установка для получения непрерывных отливок из чугуна

*Состоит из неподогреваемого металлоприемника, кристаллизатора, тянущей клетки, пульта управления, механизма ломки заготовок.*

*Габариты установки, мм*

*длина.....20300*  
*ширина.....4500*  
*высота.....3000*

*Потребляемая мощность, кВт.....20*

*Расход воды для охлаждения отливки, м<sup>3</sup>/ч.....380*

*Масса установки, т.....19*

*Контактный телефон: (0222) 264643, факс (0222) 326593.*

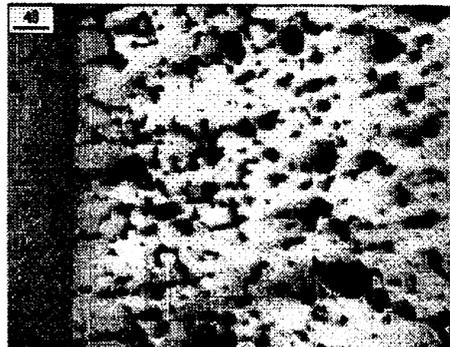
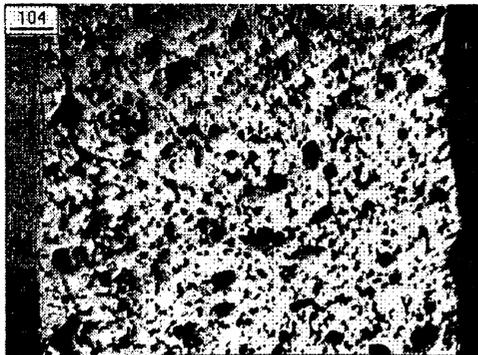
## ИЗНОСОСТОЙКИЕ ПОДШИПНИКИ СКОЛЬЖЕНИЯ С АНТИФРИКЦИОННЫМ СЛОЕМ ИЗ БРОНЗЫ WEAR-RESISTANT BLOCKS WITH AN ANTIFRICTION STRATUM FROM BRONZE

ИНСТИТУТ ПРЕДЛАГАЕТ:  
THE INSTITUTE OFFERS:

- Снижение стоимости втулок за счет замены подшипников скольжения из бронзы различного химического состава на биметаллические
- Образцы подшипников скольжения для проведения их испытаний у потребителя, изготовленные по его техническим требованиям
- Lowering of cost of sleeves at the expense of substitution of blocks from bronze of different chemical composition on bimetallic
- Samples of blocks for holding their trials at the consumers manufactured till his engineering requirement

### ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОДШИПНИКОВ PERFORMANCES OF BEARINGS

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Толщина слоя бронзы, мм ..... не менее 0,25</li> <li>• Пористость бронзы ..... не обнаружена</li> <li>• Твердость бронзы, HV10 ..... 74—76</li> <li>• Внутренний диаметр, мм ..... 15—400</li> <li>• Длина заготовки, мм ..... до 500</li> <li>• Припуск на механическую обработку, мм ..... 0,5—1,0</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Width of a stratum of bronze, mm ..... not less than 0,25</li> <li>• A porosity of bronze ..... is not detected</li> <li>• The hardness of bronze, HV10 ..... 74—76</li> <li>• A caliber, mm ..... 15—400</li> <li>• Length of preform, mm ..... up to 500</li> <li>• A rough tolerance on machining job, mm ..... 0,5—1,0</li> </ul> |
|--|--|



Структура бронзового слоя с содержанием 4,5—5% Sn, 13,5—15% Pb, 0,7—1,0% Ni, остальное — Cu  
Structure of a bronze stratum with the content 4,5—5% Sn, 13,5—15% Pb, 0,7—1,0% Ni, rest — Cu

Равномерное распределение мелких частиц свинца, плотная и свободная от пор структура, прочное металлургическое соединение бронзы со стальной основой достигаются за счет направленного затвердевания расплава бронзы и химической очистки стальной подложки и бронзы расплавом флюса.

Подшипники скольжения используются, например, взамен импортных в высокоскоростных насосах фирмы Sundstad Fluid Handling мощностью 200 л.с. и частотой вращения вала из стали 40X с HRC 50 8500 об/мин.

Random distribution of shallow particles свинца, dense and free from pores structure, strong metallurgical linking of bronze with a steel bottom are reached at the expense of a directional solidification of a melt of bronze and chemical clearing of a steel substrate and bronze by a melt of a flux.

The blocks will be utilized, for example, instead of import in high-speed pumps of the corporation Sundstad Fluid Handling by power 200 h.p. and rotational speed of the shaft from steel 40X with HRC 50 8500 rev/min.

**ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИИ МЕТАЛЛОВ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ  
INSTITUTE OF TECHNOLOGY OF METALS OF A NATIONAL ACADEMY OF RB**

Ph. (0222) 267100, 268414, Fax 268414

E-mail: [rntp@rntp.belpak.mogilev.by](mailto:rntp@rntp.belpak.mogilev.by), [lnm@inbox.ru](mailto:lnm@inbox.ru)

[www.ussr.to/belarus/itm.html](http://www.ussr.to/belarus/itm.html)

212030, Республика Беларусь, г. Могилев, ул. Бялыницкого-Бирули, 11