

## ИМПОРТОНЕЗАВИСИМАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ АВИАЦИОННЫХ ОТЛИВОК ИЗ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ МЕДИ

Белов В.Д.<sup>1</sup>, Титов А.Ю.<sup>1</sup>, Базлова Т.В.<sup>1</sup>, Рижский А.А.<sup>1</sup>, Гусева В.В.<sup>2</sup>,  
Живохин М.А.<sup>2</sup>, Юдин В.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Университет науки и технологий МИСИС, г. Москва, vdbelov@mail.ru

<sup>2</sup> ПАО «АК «Рубин», г. Балашиха Московской области

*Ключевые слова: непрерывное литьё, антифрикционная бронза, слитки, коэффициент использования металла.*

С увеличением объёмов производства летательных аппаратов, чрезвычайно актуальными являются вопросы, связанные со снижением расхода материалов и сокращением длительности при изготовлении деталей, входящих в конструкцию их отдельных узлов. Например, в конструкцию плунжерных насосов входят элементы, изготавливаемые из антифрикционной бронзы. Коэффициент использования металла (КИМ) при их изготовлении зачастую может не превышать и 20 %.

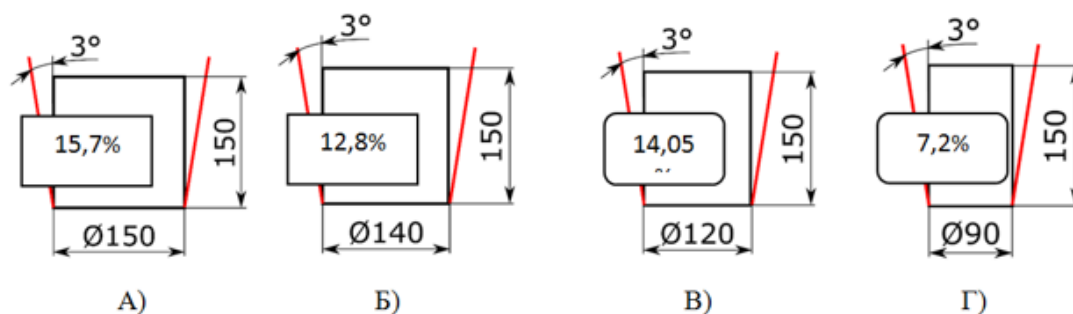
В связи с этим, на кафедре «Литейные технологии и художественная обработка материалов» (ЛТиХОМ) Национального исследовательского технологического университета «Московский институт стали и сплавов» (НИТУ «МИСиС») проведены работы по разработке технологии непрерывного литья из антифрикционной бронзы БрО10С2Н3 слитков диаметром 15-30 мм методом вытягивания их из расплава вверх, позволяющей в разы увеличить КИМ.

Технология в 2021 году прошла опытно-промышленное опробование и внедрена в производство на предприятии ПАО «Авиационная корпорация «Рубин».

Необходимость в проведении исследований в области изготовления бронзовых заготовок для плунжерных насосов (рис.1) была вызвана, как отмечено выше, потребностью в повышении коэффициента использования материала (КИМ) при их производстве. В целом КИМ (рис. 2 и 3) в реально действующем производстве, в зависимости от параметров бронзовой заготовки, колеблется от 4,1 до 21 %.



Рис. 1. Плунжерные насосы



Параметр	Обозначение на схеме			
	А	Б	В	Г
Вес слитка, кг	28	24,3	17,8	10,0
Вес заготовки, кг	23,8	20,8	15,26	8,58

Рис.2. Расход металла при изготовлении заготовок из бронзы БР10С2Н3



Рис. 3. Схема вырезки образцов

В 2021 году на кафедре ЛТиХОМ НИТУ «МИСиС» была успешно освоена технология получения слитков методом непрерывного литья вверх на установке ПУВЛ-450.ПС производства Республики Беларусь (рис.4). Данный способ, за счет высокой скорости охлаждения слитка и создания условий направленной кристаллизации, позволяет получать плотные заготовки с минимальными показателями усадочной пористости и высокой чистотой наружной поверхности.

На установке можно отливать слитки диаметром от 15 до 55 мм из медных, алюминиевых и др. сплавов с температурой плавления до 1100 °С. В настоящее время освоено литьё слитков диаметром 15, 20, 25 и 30 мм из антифрикционной бронзы БР10С2Н3.

Технологический процесс методом литья вытягиванием вверх слитков из антифрикционной бронзы БР10С2Н3 внедрён в производство на Авиационной Корпорации «Рубин». КИМ при изготовлении бронзовых заготовок превышает 90 % при обеспечении всех требований нормативной, конструкторской и технологической документации, предъявляемых к их качеству.

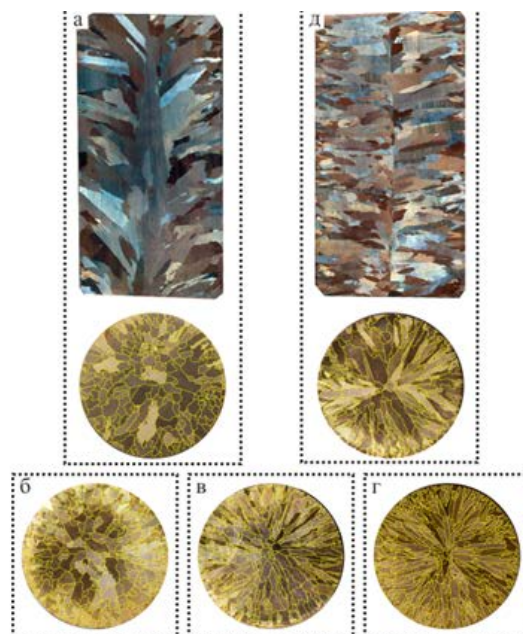


Рис. 4. Комплекс ПУВЛ-450.ПС с индукционной тигельной печью

На рис. 5 приведены фотографии внешней поверхности слитков, полученных в процессе литья, и их макроструктура, позволяющие сделать вывод о широких технологических возможностях метода литья вытягиванием вверх слитков из антифрикционной бронзы БР10С2НЗ. Также следует отметить, что ликвации свинца по длине отлитого слитка (6,0 м) диаметром 25 мм не обнаружено.



А)



Б)

Рис.5. А) Прутки из бронзы БрО10С2НЗ, полученные методом непрерывного литья вверх при различной скорости вытягивания; Б) макроструктура сплава в прутках при скорости литья (мм/мин): 120 (а); 160 (б); 220 (в); 250 (г) и 280 (д)

#### Заключение

Технология литья методом вытягивания вверх слитков из антифрикционных бронз, а также из других сплавов, может быть рекомендована при изготовлении литых деталей ответственного назначения, в том числе и авиационного.

#### Сведения об авторе

Белов Владимир Дмитриевич, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой. Область научных интересов: литейное производство.

Титов Андрей Юрьевич, к.т.н., доцент. Область научных интересов: медные сплавы, литейное производство.

Базлова Татьяна Алексеевна, к.т.н., доцент. Область научных интересов: материаловедение.

Рижский Андрей Андреевич, учебный мастер. Область научных интересов: аддитивные технологии.

Гусева Вера Валерьевна, к.т.н., заместитель главного металлурга. Область научных интересов: литейное производство.

Живохин Максим Анатольевич, главный металлург. Область научных интересов: литейное производство.

Юдин Василий Анатольевич, к.т.н., заместитель технического директора по металлургическому направлению. Область научных интересов: литейное производство.

### **IMPORT-INDEPENDENT TECHNOLOGY FOR MANUFACTURING AIRCRAFT CASTINGS FROM COPPER-BASED ALLOYS**

Belov V.D.<sup>1</sup>, Titov A.Yu.<sup>1</sup>, Bazlova T.A.<sup>1</sup>, Rizhskiy A.A.<sup>1</sup>, Guseva V.V.<sup>2</sup>,  
Zhivokhin M.A.<sup>2</sup>, Yudin V.A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University of Science and Technology MISIS, Moscow, Russia, vdbelov@mail.ru

<sup>2</sup>AC «Rubin», Balashikha Moscow region, Russia

*Keywords: continuous casting, anti-friction bronze, ingots, metal utilization factor.*

The paper presents the results of work on the development of technology for continuous casting of anti-friction bronze ingots with a diameter of 15-30 mm by pulling them out of the melt, which allows increasing the metal utilization factor several times.