

УДК 621.762

Влияние режимов получения на структуру и триботехнические свойства спеченной оловянистой бронзы при трении со смазочным материалом во фрикционных узлах

А.В. Лешок¹, Л.Н. Дьячкова¹, А.Н. Роговой¹, Э.В. Рабцевич¹, Д.В. Орда²,
С.В. Григорьев³

¹Государственное научное учреждение «Институт порошковой металлургии имени академика О.В. Романа», ул. Платонова, 41, г. Минск 220043, Беларусь

²Государственное научное учреждение «Объединенный институт машиностроения», ул. Академическая 12, г. Минск 220072, г. Минск, Беларусь

³Белорусский национальный технический университет, пр-т Независимости, 65, г. Минск 220013, Беларусь

Поступила в редакцию 30.05.2023.

После доработки 25.07.2023.

Принята к публикации 13.10.2023.

Представлены результаты исследования влияния режимов получения спеченной бронзы БрО12 на её структуру, фазовый состав и триботехнические свойства при трении со смазочным материалом. Показано, что фазовый состав спеченной в течение 5 мин бронзы БрО12 состоит из твёрдого раствора олова в меди и включений интерметаллидных фаз δ -Cu₄₁Sn₁₁ и Cu_{81п}Sn₂₂. Увеличение времени выдержки при спекании приводит к повышению однородности твёрдого раствора олова в меди, снижению параметра кристаллической решётки меди с 3,69 Å до 3,68 Å, росту размера зерна с 2—5 мкм при 5 мин спекания до 15—46 мкм при 120 мин, уменьшению содержания интерметаллидной фазы δ -Cu₄₁Sn₁₁ и исчезновению фазы Cu_{81п}Sn₂₂ при 60 мин спекания и практического отсутствия интерметаллидов после спекания в течение 120 мин. Триботехнические испытания показали, что коэффициент трения бронзы, спеченной в течение 5 мин, при давлении 4 МПа изменяется от 0,08 до 0,03, при 20 МПа от 0,105 до 0,04, среднее значение износа при давлении 4 МПа и 20 МПа составило 2,0 мкм. Коэффициент трения при вышеуказанных давлениях бронзы, спеченной в течение 60 мин, составил 0,11—0,036 и 0,095—0,023, износ при 4 МПа 0,5 мкм, при 20 МПа — 1,1 мкм, спеченной в течение 120 мин — 0,085—0,045 и 0,12—0,5, соответственно износ 6,3 мкм.

Ключевые слова: фрикционный материал, трение со смазочным материалом, оловянистая бронза, спекание, структура, время спекания, приработка, установившийся режим трения, коэффициент трения, износ.

DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-5-409-417

Адрес для переписки:

А.В. Лешок

Государственное научное учреждение «Институт порошковой металлургии имени академика О.В. Романа», ул. Платонова, 41, г. Минск 220043, Беларусь
e-mail: sdilav@tut.by

Для цитирования:

А.В. Лешок, Л.Н. Дьячкова, А.Н. Роговой, Э.В. Рабцевич, Д.В. Орда, С.В. Григорьев

Влияние режимов получения на структуру и триботехнические свойства спеченной оловянистой бронзы при трении со смазочным материалом во фрикционных узлах.

Трение и износ.

2023. — Т. 44, № 5. — С. 409—417.

DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-5-409-417

Address for correspondence:

A.V. Liashok

State Scientific Institution "Institute of Powder Metallurgy named after Academician O.V. Roman", str. Platonova, 41, Minsk 220005, Belarus
e-mail: sdilav@tut.by

For citation:

A.V. Leshok, L.N. Dyachkova, A.N. Rogovoi, E.V. Rabtsevich, D.V. Orda, and S.V. Grigoriev

[Influence of Production Modes on the Structure and Tribological Properties of Sintered Tin Bronze during Friction with Lubricant in Friction Units].

Trenie i Iznos.

2023, vol. 44, no. 5, pp. 409—417 (in Russian).

DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-5-409-417

Influence of Production Modes on the Structure and Tribological Properties of Sintered Tin Bronze during Friction with Lubricant in Friction Units

A.V. Liashok¹, L.N. Dyachkova¹, A.N. Rogovoy¹, E.V. Rabtsevich¹, D.V. Orda², and S.V. Grigoriev³

¹State Scientific Institution “Institute of Powder Metallurgy named after Academician O.V. Romana”, st. Platonova, 41, Minsk 220043, Belarus

²State Scientific Institution “United Institute of Mechanical Engineering”, st. Akademicheskaya 12, Minsk 220072, Belarus

³Belarusian National Technical University, Nezalezhnosti Ave., 65, Minsk 220013, Belarus

Received 30.05.2023.

Revised 25.07.2023.

Accepted 13.10.2023.

Abstract

The results of a study of the influence of the modes of obtaining sintered bronze BrO12 on its structure, phase composition and tribological properties during friction with a lubricant are presented. It is shown that the phase composition of bronze BrO12 sintered for 5 min consists of a solid solution of tin in copper and inclusions of intermetallic phases δ -Cu41Sn11 and Cu81nSn22. An increase in the exposure time during sintering leads to an increase in the homogeneity of the solid solution of tin in copper, a decrease in the crystal lattice parameter of copper from 3,69 Å to 3,68 Å, an increase in the grain size from 2—5 μm at 5 min of sintering to 15—46 μm at 120 min, a decrease in the content of the intermetallic phase δ -Cu41Sn11 and the disappearance of the Cu81nSn22 phase at 60 min of sintering and the virtual absence of intermetallic compounds after sintering for 120 min. Tribological tests have shown that the friction coefficient of bronze sintered for 5 minutes at a pressure of 4 MPa varies from 0,08 to 0,03, at 20 MPa from 0,105 to 0,04, the average wear value at a pressure of 4 MPa and 20 MPa was 2.0 μm . The coefficient of friction at the above pressures of bronze sintered for 60 min was 0,11—0,036 and 0,095—0,023; 0,045 and 0,12—0,5, respectively, wear 6,3 μm .

Keywords: friction material, friction with lubricant, tin bronze, sintering, structure, sintering time, running-in, steady state friction, friction coefficient, wear.

DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-5-409-417

Адрес для переписки:

А.В. Лешок
Государственное научное учреждение «Институт порошковой металлургии имени академика О.В. Романа», ул. Платонова, 41, г. Минск 220043, Беларусь
e-mail: sdilav@tut.by

Для цитирования:

А.В. Лешок, Л.Н. Дьячкова, А.Н. Роговой, Э.В. Рабцевич, Д.В. Орда, С.В. Григорьев
Влияние режимов получения на структуру и триботехнические свойства спеченной оловянистой бронзы при трении со смазочным материалом во фрикционных узлах.
Трение и износ.
2023. – Т. 44, № 5. – С. 409–417.
DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-5-409-417

Address for correspondence:

A.V. Liashok
State Scientific Institution “Institute of Powder Metallurgy named after Academician O.V. Roman”, str. Platonova, 41, Minsk 220005, Belarus
e-mail: sdilav@tut.by

For citation:

A.V. Leshok, L.N. Dyachkova, A.N. Rogovoi, E.V. Rabtsevich, D.V. Orda, and S.V. Grigoriev
[Influence of Production Modes on the Structure and Tribological Properties of Sintered Tin Bronze during Friction with Lubricant in Friction Units].
Trenie i Iznos.
2023, vol. 44, no. 5, pp. 409–417 (in Russian).
DOI: 10.32864/0202-4977-2023-44-5-409-417

Список использованных источников

1. Федорченко И.М., Крячек В.М., Панаиоти И.И. Современные фрикционные материалы. — Киев: Наукова думка. — 1975
2. Федорченко И.М., Пугина Л. И. Композиционные спеченные антифрикционные материалы. — Киев: Наукова думка. — 1980
3. Лешок А.В., Дьячкова Л.Н., Ильющенко А.Ф., Роговой А.Н., Алексеенко Н.А. Влияние состава фрикционного материала на основе меди на его структуру и триботехнические свойства // Трение и износ. — 2019 (40), № 6, 654—660
4. Ильющенко А.Ф. Современные разработки в области порошковой металлургии для машиностроения // Механика машин, механизмов и материалов. — 2012 (20), № 3, 113—120
5. Диаграммы состояния двойных металлических систем. Справочник. В 3 т. / под ред. Н.П. Лякишева. — М.: Машиностроение. — 1977 (2)
6. Гершман И.С., Буше Н.А. Реализация диссипативной самоорганизации поверхностей трения в трибосистемах // Трение и износ. — 1995 (16), № 1, 61—70
7. Буше Н.А., Горячева И.Г., Корнеев Р.А. Контактное взаимодействие антифрикционных сплавов, содержащих мягкую фазу // Известия ВУЗов. Северокавказский регион. Технические науки. — 2001, Спецвыпуск, 35—39
8. Корчмит А.В. Закономерности формирования структуры и свойств бронзы BrO10S13ЦН2 в зависимости от условий кристаллизации: дис. ... канд. техн. наук: 05.16.01. — Томск. — 2006
9. Фанталов В.С., Жучков В.М., Юдин Е.Г. Износостойкость фрикционных элементов, работающих в масле // Известия вузов. Машиностроение. — 1982, № 12, 59—62

References

1. Fedorchenko I.M., Kryachek V.M., Panaioti I.I. Sovremennyye friktsionnyye materialy. — Kiyev: Naukova dumka. — 1975 (in Russian)
2. Fedorchenko I.M., Pugina L. I. Kompozitsionnyye spechennyye antifriktsionnyye materialy. — Kiyev: Naukova dumka. — 1980 (in Russian)
3. Leshok A.V., Dyachkova L.N., Pyushchenko A.F., Rogovoy A.N., and Alekseenko N.A. Influence of Copper Frictional Material Composition on Structure and Tribotechnical Properties // Journal of Friction and Wear. — 2019 (40), no. 6, 495—500
4. P'yushchenko A.F. Sovremennyye razrabotki v oblasti poroshkovoy metallurgii dlya mashinostroyeniya // Mekhanika mashin, mekhanizmov i materialov. — 2012 (20), № 3, 113—120 (in Russian)
5. Diagrammy sostoyaniya dvoynykh metallicheskih sistem. Spravochnik. V 3 t. / pod red. N.P. Lyakisheva. — M.: Mashinostroyeniye. — 1977 (2) (in Russian)
6. Gershman I.S., Bushe N.A. Realizatsiya dissipativnoy samoorganizatsii poverkhnostey treniya v tribosistemakh // Treniye i iznos. — 1995 (16), № 1, 61—70 (in Russian)
7. Bushe N.A., Goryacheva I.G., Korneyev R.A. Kontaktnoye vzaimodeystviye antifriktsionnykh splavov, soderzhashchikh myagkuyu fazu // Izvestiya VUZov. Severokavkazskiy region. Tekhnicheskiye nauki. — 2001, Spetsvypusk, 35—39 (in Russian)
8. Korchmit A.V. Zakonomernosti formirovaniya struktury i svoystv bronzy BrO10S13TSN2 v zavisimosti ot usloviy kristallizatsii: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.16.01. — Tomsk. — 2006 (in Russian)
9. Fantalov V.S., Zhuchkov V.M., Yudin Ye.G. Iznosostoykost' friktsionnykh elementov, rabotayushchikh v masle // Izvestiya vuzov. Mashinostroyeniye. — 1982, № 12, 59—62 (in Russian)

Для приобретения полного текста статьи, обращайтесь в редакцию журнала.

Адрес редакции: 246050, ул. Кирова 32а, г. Гомель, Беларусь. Телефон/факс: +375 (232) 34 06 36 / 34 17 11

Full text of articles can be purchased from the editorial office.

Address: 32a Kirov Street, Gomel, Belarus, 246050. Phone: +375 (232) 34 06 36. Fax: +375 (232) 34 17 11

E-mail: FWJ@tut.by