

УДК 621.762:669

А. С. Бычков¹, Я. И. Лавренко², О. Ю. Нечипоренко³, И. М. Ромашко³, Ю. Т. Акохов³**ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВТУЛОК ИЗ МАТЕРИАЛА БФГ-50М ВЗАМЕН МЕТАЛЛОФТОРОПЛАСТА В УЗЛАХ ТРЕНИЯ САМОЛЕТОВ**¹Государственный научно-исследовательский экспертно-криминалистический центр МВД Украины²Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»³Государственное предприятие «Антонов»

Исследована возможность применения спеченных втулок из антифрикционного самосмазывающегося материала БФГ-50М взамен некоторых металлофторопластовых втулок в узлах трения самолетов. Представлены результаты металлографических исследований и испытаний спеченных втулок из материала БФГ-50М на соответствие требованиям ОСТ 1 00536-78, устанавливающим объем и методики испытаний для металлофторопластовых втулок. Показаны преимущества технологии порошковой металлургии при изготовлении втулок из материала БФГ-50М по сравнению с традиционной технологией глубокой вытяжки при производстве втулок из металлофторопластовой ленты.

ВСТУПЛЕНИЕ

В подвижных соединениях сборочных единиц авиационной техники традиционно применяют цельнотянутые и соединительные втулки с фланцем и без фланца, изготавливаемые из металлофторопластовой ленты (МФЛ). Металлофторопластовые втулки обладают высокими антифрикционными свойствами в диапазоне температур от -200 до $+280$ °С; работоспособны в воздушной и других газовых средах, вакууме, а также жидких средах, не обладающих смазочным действием; характеризуются высокими значениями pv (p – удельная нагрузка; v – скорость скольжения) для заданного срока службы [1]. Такие втулки применяют, как правило, в узлах трения, работающих без смазки.

Указанный комплекс свойств втулок обусловлен структурой МФЛ, представляющей собой трехслойную композицию, где:

1-й слой – несущая основа, изготавливаемая из биметаллической омедненной стальной ленты толщиной 0,75–2,25 мм марок 08кп или 10кп;

2-й слой – пористый толщиной $0,35 \pm 0,05$ мм, состоящий из сферических частиц оловянистой бронзы с дисперсностью 80–120 мкм (допускается 63–160 мкм), припеченных с одной стороны к стальной омедненной основе;

3-й слой – антифрикционный, состоящий из фторопласта, наполненного дисульфидом молибдена, покрывающий тонкой пленкой сферические частицы бронзы и заполняющий пустоты пористого слоя (рис. 1).



1 – стальная основа; 2 – медный подслой; 3 – пористый слой из сферических частиц бронзы; 4 – антифрикционный слой на основе фторопласта (x 100)

Рисунок 1 – Типовая микроструктура МФЛ

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

При изготовлении цельнотянутых втулок из МФЛ выход годной продукции составляет менее 50 %, что связано с определенными трудностями в технологии их изготовления. Кроме того, проведенные исследования МФЛ производства России, Китая, Словакии, Италии (в Украине производство МФЛ отсутствует) показали наличие некоторых отклонений у них от требований НТД, принятой в отечественном авиастроении [2, 3]. Покупка готовых антифрикционных втулок у специализированных производителей, по-видимому, не может быть оптимальным решением проблемы, так как сдерживающими факторами в этом случае являются высокая цена, необходимость заказа большой партии втулок по требованию изготовителя и длительный срок их поставки (что особенно неприемлемо в условиях ограниченных сроков ремонта авиационной техники).

Следует отметить, что применение как покупных антифрикционных втулок, так и МФЛ для изготовления втулок в условиях собственного производства имеет весьма существенный недостаток – это зависимость предприятия от импортного поставщика. Решением данной проблемы может стать собственное производство антифрикционных материалов для замены МФЛ.

В качестве альтернативы металлофторопласту был исследован материал БФГ-50М, разработанный в ГП «Антонов» совместно с Институтом проблем материаловедения НАН Украины. Как и МФЛ, материал БФГ-50М представляет собой трехслойную композицию, где:

1-й слой – несущая основа, изготавливаемая из бронзы марки БрОФ7-0,2;

2-й слой – пористый толщиной до 0,5 мм, состоящий из несферических частиц припеченной оловянистой бронзы;

3-й слой – антифрикционный, состоящий из фторопласта, наполненного графитом.

Именно сходство структур МФЛ и БФГ-50М – оба материала каркасного типа, содержащие фторопласт – позволяет рассматривать их как аналоги. Оба материала имеют припеченный пористый слой, состоящий из частиц оловянистой бронзы. Использование несферических частиц бронзы в материале БФГ-50М обеспечивает пористость бронзового каркаса на уровне 45–50 % при достаточной его прочности и, как следствие, большее содержание твердой смазки (в МФЛ пористость бронзового каркаса, сформированного сферическими частицами, составляет 30–40 %).

Материал БФГ-50М также имеет сходный с МФЛ антифрикционный слой на основе фторопласта. Отличие между МФЛ и БФГ-50М состоит в типе используемого наполнителя: в первом случае – это дисульфид молибдена, в случае БФГ-50М – это графит. Оба наполнителя относятся к твердым смазкам со слоисто-решетчатой структурой и отличаются низким коэффициентом трения. Использование таких наполнителей уменьшает хладотекучесть фторопласта под действием внешней нагрузки, улучшает теплопроводность и повышает его механические свойства. При этом дисульфид молибдена более чувствителен к изменению окружающих условий, что может вызывать изменение свойств наполненного фторопласта. Графит же обладает хорошей смазочной способностью в присутствии водяных паров и кислорода, что позволяет использовать его в качестве твердой смазки в открытых (негерметичных) узлах трения [4]. Кроме того, графит почти в два раза легче дисульфида молибдена и имеет более низкую стоимость.

В материале БФГ-50М несущую основу изготавливают из бронзы марки БрОФ7-0,2, в МФЛ – из низкоуглеродистой стали марок 08кп или 10кп. В отличие от сталей оловянно-фосфористая бронза БрОФ7-0,2 относится к антифрикционным материалам и предназначена для изготовления деталей, работающих на трение при средних нагрузках и скоростях скольжения. Бронза БрОФ7-0,2 обладает хорошей коррозионной стойкостью в атмосферных условиях и морской воде, что имеет важное значение в связи с существующей в авиационных конструкциях проблемой коррозионного повреждения металлофторопластовых втулок. Материал хорошо обрабатывается резанием, что также существенно при изготовлении несущей основы и окончательной механической обработки спеченных заготовок [5]. Прочность прутков (тянутых или холоднокатаных) из бронзы БрОФ7-0,2 в твердом состоянии составляет $\sigma_b \geq 530$ МПа по ГОСТ 10025-78 (для сравнения прочность лент холоднокатаных из стали 08кп составляет $\sigma_b = 245\text{--}390$ МПа; из стали 10кп – $\sigma_b = 315\text{--}440$ МПа по ГОСТ 503-81).

Материал БФГ-50М разработан, в первую очередь, для антифрикционных деталей со сложной поверхностью трения, применяемых в винтовых самосмазывающихся «сухих» парах трения скольжения. Из этого материала также изготавливают втулки различных диаметров с внутренней и наружной поверхностями трения, шайбы упорные, ползуны, опоры, ходовые ролики, вкладыши и другие детали трения, работающие без смазки или в условиях ограниченной подачи смазки (рис. 2). Однако, несмотря на положительный опыт эксплуатации деталей из материала БФГ-50М в узлах трения самолетов, этот материал никогда не рассматривался с точки зрения возможности

использования его для изготовления втулок взамен цельнотянутых из металлофторопласта. Для оценки эффективности и целесообразности такой замены необходимо проведение комплекса испытаний втулок из материала БФГ-50М на соответствие их требованиям ОСТ1 00536-78.



Рисунок 2 – Спеченные заготовки деталей из материала БФГ-50М

Технологический процесс изготовления втулок из самосмазывающегося антифрикционного материала БФГ-50М включает следующие операции:

- изготовление заготовок несущей основы из прутков бронзы БрОФ7-0,2;
- припекание бронзового порошка к заготовкам несущей основы при температуре 840 °С в среде водорода;
- пропитка пористого бронзового слоя фторопластграфитовой композицией;
- спекание фторопластграфитового слоя при температуре 365 °С в среде водорода;
- калибровка рабочей поверхности;
- окончательная механическая обработка несущей основы по чертежным размерам.

Технология порошковой металлургии позволяет изготавливать втулки из материала БФГ-50М как с фланцем, так и без фланца. В первом случае заготовка несущей основы из бронзы БрОФ7-0,2 представляет собой втулку с толщиной стенки, достаточной для изготовления фланца при последующей механической обработке. При этом на одном торце втулки делается углубление на толщину припеченного бронзового слоя (рис. 3). Во втором случае бронзовая заготовка представляет собой тонкостенную втулку, у которой толщина стенки несколько больше ее окончательного размера для обеспечения жесткости при калибровке рабочей поверхности и исключения возможных поводов при термической обработке.

Для формирования на внутренней поверхности втулки пористого слоя, пропитанного фторопластграфитовой композицией, заготовки несущей основы изготавливают с занижением по внутреннему диаметру на толщину слоя.

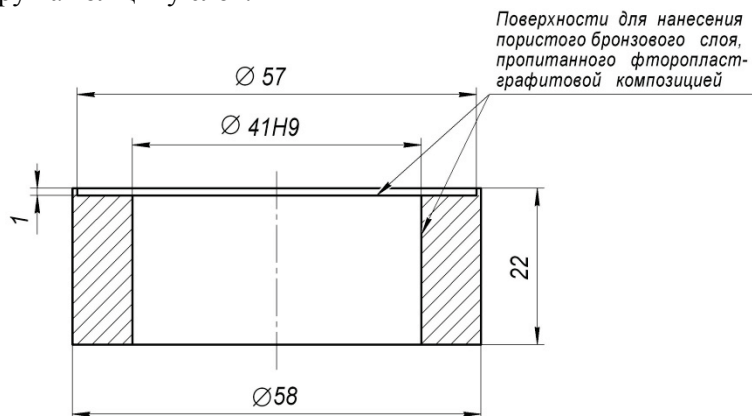


Рисунок 3 – Заготовка несущей основы из бронзы БрОФ7-0,2 для изготовления спеченной втулки из материала БФГ-50М (с фланцем), аналогичной втулке 40-18-ОСТ1 10289-78 из металлофторопласта

Окончательный размер по внутреннему диаметру после припекания и пропитки пористого слоя обеспечивают калибровкой с помощью игл двух переходов; для калибровки фланца применяют специальные кольца. После калибровки рабочая поверхность заготовки втулки имеет окончательный размер (с допусками по Н7, Н8 и Н9 в соответствии с требованиями ОСТ на металлофторопластовые втулки), не подлежит дальнейшей механической обработке и является базой для механической обработки нетрущихся поверхностей.

Антифрикционные втулки из материала БФГ-50М, изготовленные методом порошковой металлургии в соответствии с размерами, указанным в ОСТ на металлофторопластовые втулки, показаны на рис. 4.



Рисунок 4 – Спеченные втулки из материала БФГ-50М
(слева – без фланца; справа – с фланцем)

По сравнению с традиционной технологией изготовления втулок из металлофторопласта методом глубокой вытяжки, технология порошковой металлургии имеет ряд преимуществ, а именно:

- относительная простота технологии, отсутствие множества переходов как при вытяжке втулок;
- простота применяемой оснастки;
- возможность одновременного спекания большого количества заготовок втулок одного или нескольких типоразмеров в зависимости от садки печи;
- возможность удаления припеченного пористого слоя при наличии в нем дефектов и повторного его припекания;
- отсутствие ограничений в соотношении высоты и диаметра спеченных втулок;
- возможность оперативного изготовления спеченных втулок требуемых типоразмеров благодаря организации собственного производства.

Кроме того, перед запуском в производство каждую партию МФЛ следует проверять на способность к многооперационной глубокой вытяжке без отслоения гранул на нескольких образцах, вырезанных через каждые 20 м длины. В случае технологии порошковой металлургии подобная процедура отсутствует.

Микроструктура спеченного материала БФГ-50М показана на рис. 5. Характерное различие в структуре бронзового каркаса МФЛ (см. рис. 1) и материала БФГ-50М обусловлено морфологией применяемых бронзовых частиц. В микроструктуре материала БФГ-50М наблюдается соединение бронзовых гранул между собой и с основой (имеются соединительные шейки), что соответствует требованиям НТД.

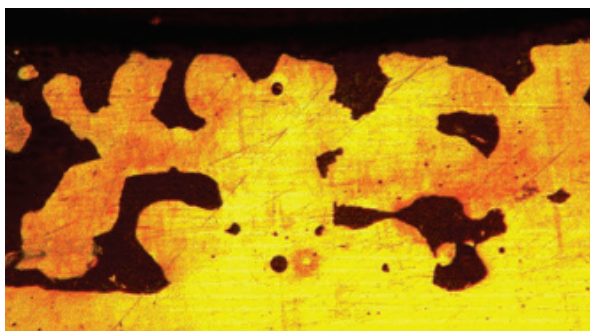


Рисунок 5 – Микроструктура материала БФГ-50М (× 100)

Толщина бронзового слоя по внутреннему диаметру спеченной втулки составляет $(0,50 \pm 0,03)$ мм, фторопластграфитового слоя $\sim (0,10 \pm 0,05)$ мм; по торцу толщина бронзового слоя составляет $(0,60 \pm 0,05)$ мм, фторопластграфитового слоя $\sim (0,20 \pm 0,05)$ мм.

Комплекс испытаний втулок из материала БФГ-50М проводили в соответствии с требованиями ОСТ1 00536-78, устанавливающего объем и методики испытаний для металлофторопластовых втулок. Выбор для испытаний спеченных втулок с внутренним диаметром 40Н7 мм обусловлен тем, что результаты таких испытаний распространяются на аналогичные втулки меньшего диаметра.

Ресурсные испытания спеченных втулок проводили без смазки при возвратно-вращательном движении со скоростью 0,04 м/с и постоянной нагрузке 14400 кгс. За один полуцикл работы принят поворот осей на угол 30° из одного крайнего положения в другое. Всего было отработано 100000 циклов. Материал контртела – сталь 30ХГСА с покрытием $X_{тв.45}$.

Измерение коэффициента трения проводили в начале и конце испытаний. Коэффициент трения в начале испытаний составлял $\eta = 0,067$, в конце испытаний – $\eta = 0,079$ при норме $\eta \leq 0,12$ согласно требованиям ОСТ1 00536-78.

Износ втулок после 100000 циклов работы составил 0,01–0,05 мм при норме 0,1 мм на сторону согласно требованиям ОСТ1 00536-78.

Микроструктура материала спеченных втулок после ресурсных испытаний показана на рис. 6. Как видно, в процессе испытаний поверхности бронзовых гранул притерты и покрыты тонким фторопластграфитовым слоем (толщина слоя $\sim 0,5$ мм).

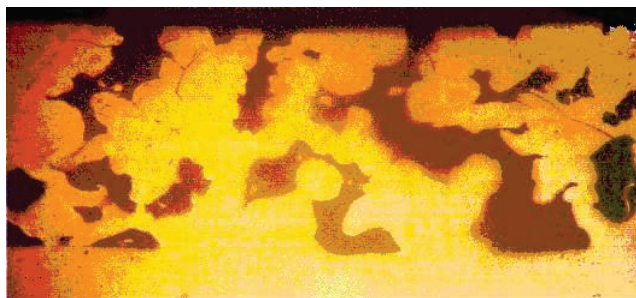


Рисунок 6 – Микроструктура материала спеченной втулки из материала БФГ-50М после ресурсных испытаний ($\times 100$)

Испытания на устойчивость при циклических изменениях температур проводили с целью определения способности спеченных втулок противостоять циклическим изменением температуры в диапазоне $-60 \dots +250$ °С в течение 3-х циклов. Каждый цикл выполняли в следующей последовательности:

- втулку помещали в камеру холода с заранее установленной температурой $-(60 \pm 3)$ °С и выдерживали при этой температуре в течении 2-х ч;
- втулку помещали в камеру тепла с заранее установленной температурой $(250_{,5})$ °С и выдерживали при этой температуре в течении 2-х ч.

По истечении времени выдержки в камере тепла цикл повторяли.

Время переноса втулок из камеры холода в камеру тепла и обратно составляло не более 5 мин. Время выдержки в камерах холода и тепла отсчитывали с момента достижения заданной температуры воздуха после размещения втулок.

Состояние металлофторопластового слоя на втулках из материала БФГ-50М после испытаний на устойчивость при циклическом изменении температур показано на рис. 7.



Рисунок 7 – Втулки из материала БФГ-50М после испытаний на устойчивость при циклическом изменении температур

Испытания на остаточную деформацию проводили на разрывной машине ЕИ-100 с целью определения статической нагрузки, после которой на втулках появляется остаточная деформация, не превышающая допустимую. Спеченные втулки подвергали нагрузке 21600 кгс. После снятия нагрузки остаточная деформация составляла 0,008–0,01 мм при норме $\leq 0,025$ мм согласно требованиям ОСТ1 00536-78.

Таким образом, спеченные втулки из материала БФГ-50М комплекс испытаний по программе ОСТ1 00536-78 выдержали без замечаний.

ВЫВОДЫ

1. На основании результатов металлографических исследований и положительных результатов испытаний по программе ОСТ1 00536-78 спеченные втулки из материала БФГ-50М могут быть рекомендованы для установки их в узлах трения авиационной техники взамен некоторых цельнотянутых втулок из металлофторопласта.

2. В виду отсутствия предприятий-изготовителей МФЛ в Украине, организация собственного производства спеченных втулок из материала БФГ-50М в соответствии с требованиями ОСТ на металлофторопластовые втулки позволит отчасти решить проблему импортозамещения материалов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Семенов А. П. Металлофторопластовые подшипники / А. П. Семенов, Ю. Э. Савинский. – М. : Машиностроение, 1976. – 192 с.
2. Исследование характеристик металлофторопласта различных производителей для элементов авиационных конструкций / С. А. Бычков, И. Г. Лавренко, О. Ю. Нечипоренко и др. // Открытые информ. и компьют. интегрир. технологии : сб. науч. трудов. – Харьков : ХАИ, 2013. – Вып. 59. – С. 343–353.
3. Состояние вопроса и перспективы применения МФЛ новых производителей в узлах трения самолетов / С. А. Бычков, А. Г. Лавренко, О. Ю. Нечипоренко и др. // Технологические системы. – 2014. – № 4 (69). – С. 9–21.
4. Гаркунов Д. Н. Триботехника / Д. Н. Гаркунов. – М. : Машиностроение, 1989. – 328 с.
5. Механіка руйнування і міцність матеріалів : довідниковий посібник : Т. 9. Міцність і довговічність авіаційних матеріалів та елементів конструкцій / О. П. Осташ, В. М. Федірко, В. М. Учанін та ін. ; заг. ред. В. В. Панасюка. – Львів : Сполом, 2007. – 1068 с.

REFERENCES

1. Semenov A. P. Metalloftoroplastovyye podshipniki / A. P. Semenov, Yu. E. Savinskiy. – M. : Mashinostroenie, 1976. – 192 p.
2. Issledovanie harakteristik metalloftoroplasta razlichnyih proizvoditeley dlya elementov aviatsionnyih konstruktsiy / S. A. Byichkov, I. G. Lavrenko, O. Yu. Nechiporenko i dr. // Otkryitye inform. i kompyut. integrir. tehnologii : sb. nauch. trudov. – Harkov : HAI, 2013. – Vyip. 59. – P. 343–353.
3. Sostoyanie voprosa i perspektivyi primeneniya MFL novyih proizvoditeley v uzlah treniya samoletov / S. A. Byichkov, A. G. Lavrenko, O. Yu. Nechiporenko i dr. // Tehnologicheskies sistemyi. – 2014. – № 4 (69). – P. 9–21.
4. Garkunov D. N. Tribotekhnika / D. N. Garkunov. – M. : Mashinostroenie, 1989. – 328 p.
5. Mehanika ruynuvannya I mltsnlst materIalIv : dovIdnikoviy posIbnik : V. 9. MItnst I dovgovIchnst avlatsIynih materIalIv ta elementIv konstruktsIy / O. P. Ostash, V. M. FedIrko, V. M. UchanIn ta In. ; zag. red. V. V. Panasyuka. – LvIv : Spolom, 2007. – 1068 p.

А. С. Бичков¹, Я. І. Лавренко², О. Ю. Нечипоренко³, І. М. Ромашко³, Ю. Т. Акохов³

ОЦІНКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВТУЛОК ІЗ МАТЕРІАЛУ БФГ-50М ЗАМІСТЬ МЕТАЛЛОФТОРОПЛАСТА У ВУЗЛАХ ТЕРТЯ ЛІТАКІВ

¹Державний науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України

²Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут»

³Державне підприємство «Антонов»

Об'єкт досліджень – втулки з матеріалу БФГ-50М.

Мета роботи – дослідження можливості використання втулок з матеріалу БФГ-50М в вузлах тертя літаків.

У рухливих вузлах авіаційної техніки для забезпечення мінімального значення коефіцієнта тертя активно використовують фрикційні втулки. Втулки з матеріалу БФГ-50М володіють високими антифрикційними і міцності. Перевага використання таких втулок складається в їх простоті виготовлення в порівнянні з традиційною технологією виготовлення подібних втулок.

Виробництво втулок з матеріалу БФГ-50М дасть можливість частково вирішити проблему імпортозаміщення матеріалів.

Ключові слова: металофторопластова втулка; антифрикційний матеріал БФГ-50М; мікроструктури; періодичні випробування.

Бичков Андрій Сергійович, кандидат юридичних наук, Державний науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України, Заступник завідувача лабораторією інженерних, економічних, товарознавських досліджень та оцінювальної діяльності, +38050-419-11-54, e-mail: abusc@mail.ru, Україна, 03680, м. Київ, вул. Велика Кільцева, 4.

Лавренко Ярослав Іванович, кандидат технічних наук, доцент, Механіко-машинобудівний інститут Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», +38050-443-48-20, e-mail: lavrenko.iaroslav@gmail.com, Україна, 03056, м. Київ, проспект Перемоги, 37.

Нечипоренко Ольга Юріївна, кандидат технічних наук, Державне підприємство «Антонов», провідний інженер-технолог, +38044-454-33-10, e-mail: lavrenko@antonov.com, Україна, 03062, м. Київ, вул. Академіка Туполева, 1.

Ромашко Іван Михайлович, кандидат технічних наук, Державне підприємство «Антонов», Начальник бюро спеціальних металургійних процесів та матеріалів, +38044-454-33-10, e-mail: lavrenko@antonov.com, Україна, 03062, м. Київ, вул. Академіка Туполева, 1.

Акохов Юрій Трохимович, Державне підприємство «Антонов», Начальник Лабораторії порошкової металургії, +38044-454-34-11, e-mail: lavrenko@antonov.com, Україна, 03062, м. Київ, вул. Академіка Туполева, 1.

А. С. Бычков¹, Я. И. Лавренко², О. Ю. Нечипоренко³, И. М. Ромашко³, Ю. Т. Акохов³

ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВТУЛОК ИЗ МАТЕРИАЛА БФГ-50М ВЗАМЕН МЕТАЛЛОФТОРОПЛАСТА В УЗЛАХ ТРЕНИЯ САМОЛЕТОВ

¹Государственный научно-исследовательский экспертно-криминалистический центр МВД Украины;

²Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»;

³Государственное предприятие «Антонов»

Объект исследований – втулки из материала БФГ-50М. Цель работы – исследование возможности использования втулок из материала БФГ-50М в узлах трения самолетов.

В подвижных узлах авиационной техники для обеспечения минимального значения коэффициента трения активно используют фрикционные втулки. Втулки из материала БФГ-50М обладают высокими антифрикционными и прочностными характеристиками. Преимущество использования таких втулок состоит в их простоте изготовления по сравнению с традиционной технологией изготовления подобных втулок.

Производство втулок из материала БФГ-50М даст возможность частично решить проблему импортозамещения материалов.

Ключевые слова: металлофторопластовая втулка; антифрикционный материал БФГ-50М; микроструктура; периодические испытания.

Бычков Андрей Сергеевич, кандидат юридических наук, Государственный научно-исследовательский экспертно-криминалистический центр МВД Украины, заместитель заведующего лабораторией инженерных, экономических, товароведческих исследований и оценочной деятельности, 050-419-11-54, e-mail: abyc@mail.ru, Украина, 03680, г. Киев, ул. Большая Кольцевая, 4.

Лавренко Ярослав Иванович, кандидат технических наук, доцент, Механико-машиностроительный институт Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт», +38050-443-48-20, e-mail: lavrenko.iaroslav@gmail.com, Украина, 03056, г. Киев, проспект Победы, 37.

Нечипоренко Ольга Юрьевна, кандидат технических наук, Государственное предприятие «Антонов», ведущий инженер-технолог, +38044-454-33-10, e-mail: lavrenko@antonov.com, Украина, 03062, г. Киев, ул. Академика Туполева, 1.

Ромашко Иван Михайлович, кандидат технических наук, Государственное предприятие «АН-то новое», начальник бюро специальных металлургических процессов и материалов, +38044-454-33-10, e-mail: lavrenko@antonov.com, Украина, 03062, г. Киев, ул. Академика Туполева, 1.

Акохов Юрий Трофимович, Государственное предприятие «Антонов», начальник Лаборатории порошковой металлургии, +38044-454-34-11, e-mail: lavrenko@antonov.com, Украина, 03062, г. Киев, ул. Академика Туполева, 1.

A. S. Bychkov¹, Y. I. Lavrenko², O. J. Nechiporenko³, I. M. Romashko³, Y. T. Akohov³

PERFORMANCE EVALUATION OF SLEEVES MATERIAL BFG-50M INSTEAD METALLOFTOROPLASTA IN FRICTION AIRCRAFT

¹State Research Center Forensic MIA;

²National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute";

³State Enterprise "Antonov"

Object of study – sleeve of material BFG-50M. The purpose of robots – to investigate the possibility of using plugs from the BFG-50M material aircraft friction units.

The mobile nodes of aviation equipment to ensure minimum friction coefficient of friction bushings are actively using. Bushings BFG-50M material have high anti-friction performance and durability. The advantage of using such sleeves is their ease of manufacture compared to the conventional technology of manufacturing such sleeves.

Bushings manufacture of BFG-50M material will make it possible to partially solve the problem import materials.

Keywords: metalloftoroplastovogo sleeve; antifriction material BFG-50M; microstructure; periodic testing.

Bychkov Andrey Sergeyevich, PhD, National Research Center Forensic MIA of Ukraine, deputy head of the Laboratory of engineering, economic, merchandising research and assessment activities, +38050-419-11-54, e-mail: abyc@mail.ru, Ukraine, 03680, g. Kiev, Str. Greater Ring, 4.

Lavrenko Yaroslav Ivanovich, PhD, Mechanical Engineering Institute of the National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Associate Professor, +38050-443-48-20, e-mail: lavrenko.iaroslav@gmail.com, Ukraine, 03056, g. Kiev, Victory Avenue, 37.

Nechiporenko Olga, PhD, State Enterprise "Antonov", a leading engineer, +38044-454-33-10, e-mail: lavrenko@antonov.com, Ukraine, 03062, g. Kiev, Str. Academician Tupolev, 1.

Romashko Ivan Mikhailovich, Candidate of Technical Sciences, State Enterprise "AN something new," Chief of Bureau of special metallurgical processes and materials, +38044-454-33-10, e-mail: lavrenko@antonov.com, Ukraine, 03062, g. Kiev, Str. Akademika Tupolev, 1.

Akohov Yuri Trofimovich, State Enterprise "Antonov", Head of the Laboratory of Powder Metallurgy, +38044-454-34-11, e-mail: lavrenko@antonov.com, Ukraine, 03062, g. Kiev, Str. Academician Tupolev, 1.