

УДК 621.791

DOI: 10.12737/article\_59b11cbc45bad5.54903310

А.И. Комаров, А.В. Вдовин, А.Л. Забелин

## РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВКЛАДЫШЕЙ КОРЕННЫХ И ШАТУННЫХ ОПОР КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ДВИГАТЕЛЯ D-355C «KOMATSU»

Рассмотрены вопросы восстановления деталей импортной строительной техники. Приведены результаты разработки технологии восстановления вкладышей коренных и шатунных опор коленчатого вала двигателя D-355C «Komatsu». Проведен анализ характера разрушения вкладышей шатунных опор. Разработана технология восстановления

вкладышей посредством нанесения баббита B88 методом электродуговой металлизации. Разработаны и приведены параметры режима дуговой металлизации.

**Ключевые слова:** восстановление, вкладыши шатунных опор, баббит, электродуговая металлизация.

A.I. Komarov, A.V. Vdovin, A.L. Zabelin

## TECHNOLOGY DEVELOPMENT FOR BUSHES REBUILDING OF CRANKSHAFT- AND CRANKPIN BEARINGS FOR CRANKSHAFT OF ENGINE D-355C “KOMATSU”

The problems in rebuilding parts of imported architectural engineering are considered. The results of the technology development for rebuilding bushes of crankshaft- and crankpin bearings of a crankshaft for the engine D-355 “Komatsu” are shown. The analysis of the destruction character of crankpin bearing bushes

is presented. A rebuilding technology for bushes by means of applying babbit B88 with arc spraying is developed. The parameters of an arc spraying mode are developed and shown.

**Key words:** rebuilding, bushes of crankpin bearings, babbit, arc spraying.

При строительстве нефтегазопроводов в нашей стране широко применяется строительная техника таких фирм, как «Cato», «Komatsu», «Hitachi» и т.д.

Стоимость запасных частей на эту технику очень высокая, поэтому возникла необходимость восстановления изношенных деталей импортной техники.

В данной статье приведены результаты разработки технологии восстановления вкладышей коренных и шатунных опор коленчатого вала двигателя D-355C «Komatsu».

Конструктивно вкладыши коренных и шатунных опор коленчатого вала двигателя 355C «Komatsu» выполнены по одной схеме с небольшими различиями. Условия работы этих деталей также одинаковы и представляют собой гидродинамическую смазку трущихся поверхностей с образованием масляного клина.

Номенклатура и геометрические размеры вкладышей приведены в таблице.

Внешний вид вкладышей показан на рис. 1.

Как видно, имеется три разновидности вкладышей, состоящих из двух полувкладышей – нагруженного и ненагруженного.

Нагруженные полувкладыши имеют гладкую рабочую поверхность, а ненагруженные полувкладыши выполнены с кольцевыми смазочными канавками и отверстием для подачи смазки в подшипник скольжения.

С технологической точки зрения все полувкладыши представляют собой «слоёный пирог» – *триметалл*, конструкция и состав которого показаны на рис. 2.

Толщина наружного стального слоя составляет 3 мм, толщина внутреннего рабочего слоя - 0,10...0,15 мм. Толщина промежуточного слоя изменяется от 0,25 до 0,75 мм.

Таблица

## Номенклатура и геометрические размеры вкладышей

№ по каталогу	Назначение полувкладыша	Внутренний диаметр, мм	Длина, мм	Наличие смазочных отверстий	Наличие смазочных канавок	Наличие холодильников	Кол-во в комплекте
6127-21-8221	Коренной широкий нагруженный	125	74	–	–	Есть	2
6127-21-8212	Коренной широкий ненагруженный	125	74	Одно отверстие $\phi$ 11 мм	Две кольцевые канавки, соединенные канавкой и отверстием	Есть	2
66127-21-8121	Коренной узкий нагруженный	125	48	–	–	Есть	5
6127-21-8111	Коренной узкий ненагруженный	125	48	Одно отверстие	Одна кольцевая канавка	Есть	5
6127-31-3422	Шатунный нагруженный	102	61	–	–	–	6
6127-31-3412	Шатунный ненагруженный	102	61	Одно отверстие	Одна кольцевая канавка	–	6

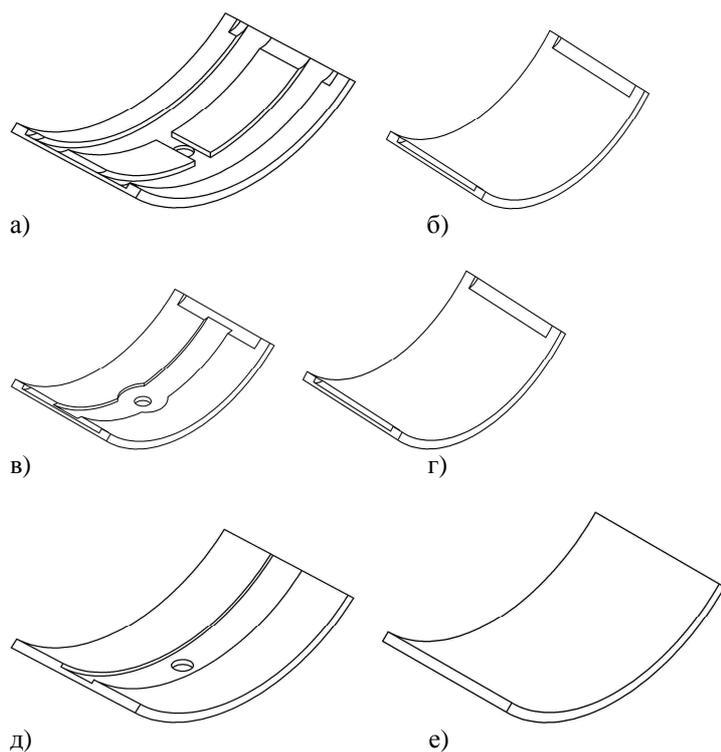


Рис. 1. Конструкция вкладышей двигателя D-355С:

- а – 6127-21-8212 – полувкладыш коренной верхний;  
 б – 6127-21-8221 – полувкладыш коренной нижний;  
 в – 6127-21-8111 – полувкладыш коренной верхний;  
 г – 6127-31-8121 – полувкладыш коренной нижний;  
 д – 6127-31-3412 – полувкладыш шатунный верхний;  
 е – 6127-31-3422 – полувкладыш шатунный нижний

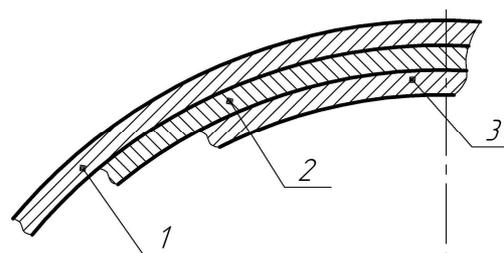


Рис. 2. Конструкция вкладыша:

- 1 – основа (сталь 08кп);  
 2 – накладка (предохранительный слой – свинцовая бронза: 75 % *Cu*; 25 % *Pb*);  
 3 – рабочий (антифрикционный) слой (низкооловянистый баббит: 90 % *Pb*; 10 % *Sn*)

Подшипники подобной конструкции в условиях гидродинамической смазки работают практически без износа, однако по разным причинам они все же выходят из строя.

Кроме аварийных ситуаций, вызванных неправильной эксплуатацией, можно выделить следующие факторы:

1. Неблагоприятные условия в пусковые периоды.
2. Отклонение от соосности опор и шеек вала.
3. Кавитационные разрушения.

Все вышеизложенное говорит о том, что в процессе эксплуатации разрушается рабочий слой вкладышей и возникает необходимость восстановления рабочего слоя с сохранением работоспособности вкладышей [1;2].

Наилучшим способом восстановления вкладышей коренных и шатунных опор коленчатого вала, на наш взгляд, является процесс электродуговой металлизации, позволяющий нанести тонкослойное покрытие из баббита марки Б88 на изношенный триметалл вкладыша [3;4].

Баббит марки Б88 содержит 88% *Sn*, 7,5% *Sb* и 3% *Cu*. По техническим условиям в нём допускаются следующие колебания основных компонентов: 7,3...7,8% *Sb*, 2,5...3,5% *Cu*, примесей – не более 0,10% *Pb*, 0,05% *Fe* и 0,05% *Bi*.

Микроструктура напыленного баббита Б88 представляет собой звёздочные кристаллы химического соединения  $Cu_3Sn$  на фоне твёрдого раствора сурьмы и меди в олове [5;6].

Режим напыления был выбран из условия получения мелкодисперсного распыления баббита и обеспечения наиболее высокой адгезии [7].

Параметры режима электродуговой металлизации: ток металлизации  $I_n$  – 100...120 А; напряжение дуги  $U_d$  – 23...25 В; число оборотов при металлизации  $n$  – 75-85 об/мин; давление сжатого воздуха  $P_v$  – 0,4...0,6 МПа.

Процесс электродуговой металлизации вкладышей баббитом Б88 с предварительной обработкой поверхности в дробеструйной камере осуществлялся с применением специально разработанных оправок.

Для соблюдения жёстких требований по разнотолщинности вкладышей для их окончательной механической обработки используется вертикальный координатно-расточный станок с центровкой оправки по специальному центрирующему отверстию.

Как показали работы по изготовлению опытной партии вкладышей, напыленные покрытия выдерживают механическую обработку резанием, шероховатость поверхности не превышает  $R_a$  0,4 мкм, а разнотолщинность вкладышей после обработки находится в пределах 0,05 мм.

По разработанной технологии была изготовлена партия вкладышей коренных опор коленчатого вала двигателя D-355С и отправлена заказчику для установки на серийный двигатель для проведения стендовых испытаний.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Никитин, Е.А. Тепловозные диски типа Д49 / Е.А. Никитин, В.М. Швыряев, В.Г. Быков [и др.]; под ред. Е.А. Никитина. – М.: Транспорт, 1982. – 225 с.
2. Справочник по восстановлению деталей / Е.Л. Воловик. – М.: Колос, 1981. – 351 с.
3. Сонин, В.И. Газотермическое напыление материалов в машиностроении / В.И. Сонин. – М.: Машиностроение, 1973. – 152 с.
4. Антошин, Е.В. Газотермическое напыление покрытий / Е.В. Антошин. – М.: Машиностроение, 1974. – 95 с.
5. Шнагин, А.И. Антифрикционные сплавы / А.И. Шнагин. – М.: Металлургия, 1956. – 320 с.
6. ГОСТ 1320-74 (ИСО 4383-91). Баббиты оловянные и свинцовые. Технические условия.
7. Кречмер, Э. Напыление керамики, металлов и пластмасс / Э. Кречмер; под ред. М.Е. Морозова, И.А. Немковского. – М.: Машиностроение, 1966. – 430 с.

1. Nikitin, E.A. *Diesel Locomotive Disks of D49 Type* / E.A. Nikitin, V.M. Shvyryaev, V.G. Bykov [et al.]; under the editorship of E.A. Nikitin. – M.: Transport, 1982. – pp. 225.
2. *Reference Book on Parts Rebuilding* / E.L. Volovik. – M.: Kolos, 1981. – pp. 351.
3. Sonin, V.I. *Gas-Thermal Material Spraying in Mechanical Engineering* / V.I. Sonin. – M.: Mechanical Engineering, 1973. – pp. 152.
4. Antoshin, E.V. *Gas-Thermal Spraying of Coatings* / E.V. Antoshin. – M.: Mechanical Engineering, 1974. – pp. 95.
5. Shnagin, A.I. *Antifriction Alloys* / A.I. Shnagin. – M.: Metallurgy, 1956. – pp. 320.
6. SSR 1320-74 (ISO 4383-91). *Tin and Lead Babbitts. Technical Specifications.*
7. Krechmer, E. *Ceramic Metal and Plastic Spraying* / E. Krechmer; under the editorship of M.E. Morozov, I.A. Nemkovsky. – M.: Mechanical Engineering, 1966. – pp. 430.

Статья поступила в редколлегию 30.03.17.

Рецензент: д.т.н., профессор Брянского государственного технического университета  
Макаренко К.В.

#### Сведения об авторах:

**Комаров Александр Иванович**, к.т.н., доцент кафедры «Машиностроение и материаловедение» Брянского государственного технического университета, тел.: (4832) 56-09-93.

**Вдовин Александр Викторович**, к.т.н., доцент кафедры «Машиностроение и материаловедение»

**Komarov Alexander Ivanovich**, Can. Eng., Assistant Prof. of the Dep. “Mechanical Engineering and Material Science”, Bryansk State Technical University, Phone: (4832)56-09-93.

**Vdovin Alexander Victorovich**, Can. Eng., Assistant Prof. of the Dep. “Mechanical Engineering and Materi-

ального государственного технического университета, e-mail: [vdovin.alexander.v@yandex.ru](mailto:vdovin.alexander.v@yandex.ru).

**Zabelin Alexey Leonidovich**, к.т.н., доцент кафедры «Машиностроение и материаловедение» Брянского государственного технического университета, e-mail: [swordfish\\_74@mail.ru](mailto:swordfish_74@mail.ru).

al Science”, Bryansk State Technical University, e-mail: [vdovin.alexander.v@yandex.ru](mailto:vdovin.alexander.v@yandex.ru).

**Zabelin Alexey Leonidovich**, Can. Eng., Assistant Prof. of the Dep. “Mechanical Engineering and material Science”, Bryansk State Technical University, e-mail: [swordfish\\_74@mail.ru](mailto:swordfish_74@mail.ru).