

## ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО РЕСУРСА КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ТРАНСПОРТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

**Тимофеев С.С. д.т.н., проф.**

*Украинский государственный университет  
железнодорожного транспорта*

*В статье проанализированы существующие способы и технологии восстановления и повышения ресурса коленчатых валов транспортных двигателей. Определено, что поиск новых способов и методов повышения ресурса коленчатых валов с удовлетворительной технологичностью и экономичностью процессов, является актуальной задачей. Разработана комплексная технология реновации коленчатых валов, которая в одном технологическом цикле включает термическую обработку и нанесение антифрикционного покрытия, что позволяет повысить эксплуатационные характеристики вала, а следовательно и ресурс как самой детали, так и двигателя в целом.*

**Ключевые слова:** коленчатый вал, ресурс, реновация, антифрикционное покрытие, износостойкость.

**Постановка проблемы.** Важной проблемой современного машиностроения является повышение долговечности и надежности работы двигателей внутреннего сгорания. В условиях интенсификации работы средств транспорта, в связи созданием мощных транспортных двигателей, работающих в условиях высоких нагрузок и скоростей, вопрос повышения эксплуатационных характеристик деталей транспортного машиностроения особенно важен.

Ресурс работы и надежность транспортных двигателей тесно связаны с работоспособностью коленчатых валов, как наиболее ответственных и дорогостоящих деталей дизелей.

Транспортные двигатели, в большинстве своем, оснащаются литыми чугунными коленчатыми валами, которые являются наиболее технологичными в производстве. Технология их изготовления базируется на применении операций литья с последующим ранним выбиванием отливок, что существенно снижает затраты на их производство. Такой процесс производства обеспечивает заданный уровень прочности материала валов, однако в процессе эксплуатации отмечается ступенчатый износ их коренных и шатунных шеек, что вызывает неравномерное распределение нагрузок по длине вала, зарождение усталостных трещин и, в конечном итоге, разрушения валов. Анализ диаграмм распределения повреждений по длине валов, характера износа шеек и разрушения коленчатых валов в эксплуатации [1] позволил установить, что основными показателями,

которые характеризуют работоспособность валов, является износостойкостью поверхности их шеек и сопротивление усталости [2].

**Целью статьи** является разработка технологии повышения триботехнических характеристик и ресурса коленчатых валов транспортных двигателей.

**Основной материал исследования.** Восстановление и повышение работоспособности деталей триботехнических сопряжений должно вестись с приданием им начальных размеров и восстановления или модифицирования поверхностных свойств материала.

Восстановление геометрических размеров для деталей класса валов осуществляется различными способами наплавки, металлизации, электрических покрытий и др. Наряду с такими способами существует большое количество технологий повышения эксплуатационной надежности восстановленной рабочей поверхности деталей, в том числе коленчатых валов, наиболее эффективными из которых являются закалка токами высокой частоты, лазерное упрочнение, нанесения на поверхность валов хромовых, детонационных, газотермических покрытий, ионно-плазменная обработка, электроискровое легирования, обработка струей высококонцентрированной плазмы, а также механическое упрочнение накатыванием роликами, наклепом дробью, чеканкой и т.д. [3-4].

Важно отметить, что материаловедческие аспекты применения таких методов упрочнения, для больших коленчатых валов из высокопрочного чугуна, разработаны недостаточно. Исходя из сказанного, при большом количестве способов восстановления и повышения работоспособности коленчатых валов, актуальной задачей на сегодняшнее время является поиск новых эффективных технологий ремонта, которые бы обеспечивали повышение триботехнических характеристик и эксплуатационного ресурса коленчатых валов.

Анализ известных технологий повышения ресурса и восстановления работоспособности валов показывает, что наиболее эффективным способом, для обеспечения требуемых эксплуатационных характеристик детали, является применение комбинированных методов и технологий, включающих восстановление геометрических размеров в сочетании со способами повышения износостойкости и задиристости ее поверхностного слоя. Использование комплексных методов позволяет получить высокую износостойкость рабочих поверхностей шеек валов, обеспечить достаточный уровень сопротивления усталости, снизить коэффициент трения и увеличить нагрузку задиорообразования в сопряжении.

Таким способом может быть комплексная технология реновации, которая может быть применена как при изготовлении коленчатых валов, так и при их ремонте. Такая технология включает в себя локальную термическую обработку и нанесение антифрикционного покрытия в одном технологическом цикле [5].

В процессе получения заданных эксплуатационных характеристик валов путем применения комплексной технологии реновации, важную роль играют микроструктура покрытия и ее свойства на поверхности, а также в зоне соединения с основным материалом.

Восстановления геометрических размеров коленчатого вала достигают путем применения методов наплавки, а повышения износостойкости и задиростойкости, полученного наплавленного слоя, можно достичь путем применения традиционной локальной термической обработки с нанесением антифрикционного покрытия, путем насыщения поверхности детали химическими элементами водного раствора солей силикатов. Засчет этого обеспечиваются антифрикционные свойства и заданный ресурс детали. Комплексная технология реновации реализуется способом химико-термической обработки детали, которая включает индукционный нагрев шеек вала, закалку, которую проводят в водном растворе солей серосодержащих силикатов и отпуск. На поверхности детали формируется поверхностный слой, который имеет слоистую структуру и состоит из оксидов железа, магния и сульфидов. Нанесение данного покрытия позволяет улучшить триботехнические свойства рабочих поверхностей коленчатых валов, а именно увеличить нагрузку задиорообразования и повысить износостойкость, при малом значении коэффициента трения как в условиях масляного голодания, так и при сухом трении.

Данная технология может быть использована как при ремонте коленчатых валов транспортных двигателей, так и при их изготовлении.

Были проведены лабораторные испытания по применению комплексной технологии реновации в сравнении с ближайшим аналогом индукционной закалкой (таблица 1).

Таблица 1. Сравнительная характеристика существующей технологии упрочнения и комплексной технологии реновации

Способ обработки	Способ закалки	Свойства поверхностного слоя		
		Износ, мг	Нагрузка задиророобразования, кН	Коэффициент трения, $f$
Существующая технология	На воздухе, путем самоотвода тепла в тело вала	35-40	1,7	0,05-0,07
Комплексная технология	65% водный раствор солей силикатов	12-14	2,0	0,01-0,02

**Выводы.** Результаты проведенных исследований по применению комплексной технологии реновации, позволили заключить следующее:

- нагрузка задирообразования, в сравнении с классической обработкой, увеличивается.
- значение износа в образцах с нанесенным покрытием уменьшилось;
- значение коэффициента трения сохранилось достаточно низким для образцов обработанных по новой технологии;

Полученные новые свойства поверхности, полученные комплексной обработкой позволяют повысить эксплуатационные характеристики и ресурс коленчатого вала, а также двигателя в целом. Это дает возможность использовать комплексную технологию реновации при ремонте и изготовлении коленчатых валов транспортных двигателей.

### **Список использованных источников**

1. Экспериментальная оценка ресурса коленчатых валов и шатунов двигателей восстановленных различными методами. Отчет о НИР/ВНПО «Ремдеталь», рук. раб. Бурумкулов Ф. Х. ГР 01.9.50004691, Инв. №02.950003978. – М.: 1993. – 96 с.
2. Пашкова, Г. И. Повышение работоспособности чугунных коленчатых валов мощных транспортных дизелей комбинированными методами упрочнения: дис. ... канд. тех. наук / Г. И. Пашкова. – Харьков, 2008. – 203 с.
3. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве: учеб. пособие / В. И. Черноиванов, В. В. Бледных, А. Э. Северный и др. – Москва-Челябинск: ГОСНИТИ-ЧГАУ, 2003. – 992 с.
4. Тимофеева Л.А. Вдосконалення технологій відновлення працездатності колінчастих валів дизелів транспортного призначення / Л.А. Тимофеева, С.С. Тимофеев, А.Ю. Дьомін, Є.С. Ягодинський // Східноєвропейський журнал передових технологій. – 2014. – Т. 1, № 1 (67). – С. 60 – 64.
5. Пат. №93461 Україна, (2014) С21D 1/00. Спосіб поверхневого зміцнення колінчастих валів із залізовуглецевих сплавів / [Тимофеева Л.А., Тимофеев С.С., Дьомін А.Ю.]; заявник та патентовласник Українська державна академія залізничного транспорту. – №а2014 02727, заяв. 18.03.2014; опубл. 10.10.2014, Бюл. №19.

### **Анотація**

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО РЕСУРСУ КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ ТРАНСПОРТНИХ ДВИГУНІВ.**

**Тимофеев С.С.**

*У статті проаналізовано існуючі способи та технології відновлення та підвищення ресурсу колінчастих валів транспортних двигунів. Визна-*

чено, що пошук нових способів і методів підвищення ресурсу колінчатих валів із задовільною технологічністю і економічністю процесів, є актуальним завданням. Розроблена комплексна технологія реновації колінчатих валів, яка в одному технологічному циклі поєднує термічну обробку і нанесення антифрикційного покриття, що дозволяє підвищити експлуатаційні характеристики вала, а отже і ресурс як самої деталі, так і двигуна в цілому.

**Ключові слова:** колінчастий вал, ресурс, реновація, антифрикційне покриття, зносостійкість.

## Abstract

### INCREASE THE OPERATING LIFE CRANKSHAFTS OF TRANSPORT ENGINES.

Timofeyev S. S.

*The article analyzes the existing methods and technologies for the recovery and improvement of operating life crankshafts of vehicle engines. Determined that the search for new ways and methods to increase of operating life crankshafts with satisfactory fabricability and efficiency of processes is an important task.*

*Has been designed a process of complex technology renovation crankshafts, which in one process cycle includes a heat treatment and applying an antifriction coating, which improves the operational characteristics of the crankshaft, and hence the operation life of crankshaft and the engine as a whole.*

**Keywords:** crankshaft, operation life, renovation, antifriction coating, wear resistance.