

УДК 629.4.02

DOI: 10.34029/2311-4061-2019-131-2-28-36

*Кандидаты техн. наук Гончаров В. Г.,
Зайцев В. О., Матяи В. О.*

ДИСКРЕТНОЕ УПРОЧНЕНИЕ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Ключевые слова: силовые агрегаты, двигатели внутреннего сгорания, коленчатые валы, работоспособность, износостойкость, усталостная прочность, упрочнение, трибосистема, азотирование, композиционные материалы, дискретное упрочнение, ремонтпригодность.

Вступление

Качественный капитальный ремонт силовых агрегатов транспортной техники является важной экономической задачей её содержания. Основным фактором влияющим на экономическую эффективность капитальных ремонтов двигателей внутреннего сгорания является максимальное использование остаточного ресурса их основных деталей.

Работоспособность двигателя внутреннего сгорания, стабильность его технико-экономических характеристик в процессе эксплуатации в значительной степени зависят от срока службы и состояния коленчатого вала. Для данной детали двигателя весьма важными показателями, определяющими ее эксплуатационные свойства, являются уровень технологии изготовления (восстановления), механические характеристики материала и качество рабочих поверхностей детали, а также ее ремонтпригодность. Оптимизация данных показателей в достаточной степени позволяет увеличить ресурс как самой детали, так и двигателя внутреннего сгорания в целом и следовательно значительно сократить затраты на закупку запасных частей.

Цель статьи

Ознакомление с прогрессивными технологическими процессами восстановления работоспособности и упрочнения коленчатых валов силовых агрегатов, с учетом их кон-

структивно-технологических особенностей, возможных дефектов и результатов испытаний по подтверждению их эффективности.

Постановка задачи

Повышение технико-экономических показателей силовых агрегатов (двигателей внутреннего сгорания) на современном этапе развития техники характеризуется оптимизацией и ужесточением их эксплуатационных параметров. Это приводит к повышению рабочих температур, давлений и нагрузок на конструктивные элементы деталей двигателя. Коленчатые валы являются наиболее сложной в конструктивном отношении и наиболее напряженной деталью двигателя, которая работает в широком диапазоне динамических нагрузок и скоростей вращения [1, 2, 3, 4]. Основной и постоянно действующей причиной изменения технического состояния коленчатого вала и его трибосистемы: шейка коленчатого вала - вкладыш подшипника скольжения, является износ коренных и шатунных шеек вала [5, 6]. К сожалению, большое разнообразие характеристик материалов, используемых для изготовления коленчатых валов двигателей внутреннего сгорания, не обеспечивает преимуществ ни одной из используемых марок сталей или чугуна по технологическим, прочностным, эксплуатационным и экономическим показателям, что и обуславливает необходимость применения дополнительных методов упрочнения рабочих поверхностей коренных и шатунных шеек этих валов

Основной материал статьи

Наиболее простым путем повышения износостойкости деталей машин, узлов и механизмов являются конструктивные мероприятия. Главным образом они сводятся к использованию при проектировании напряжённых деталей высококачественных легированных и антифрикционных материалов с применением оловянисто-фосфористых, алюминиевых и никелево-кремнистых бронз. Однако в машинах большой мощности в их тяжело нагруженных парах трения применяемая номенклатура материалов сведена к минимуму, поскольку не все существующие конструкционные материалы удовлетворяют требованиям высоких удельных нагрузок и скоростей скольжения. На данный момент одним из действенных способов повышения

износостойкости деталей является их поверхностное упрочнение.

Поверхностное упрочнение деталей – это интенсивно развивающаяся автономная область технологии. В настоящее время существует свыше 150 способов поверхностного упрочнения. Наряду с традиционными способами химико-термической и термической обработки поверхностей, электролитических покрытий, различных видов наплавов развиваются новые технологии упрочнения с применением источников с высокой концентрацией энергии: ионно-плазменные, лазерное упрочнение, детонационное упрочнение и другие. В практике машиностроения существует ряд хорошо зарекомендовавших себя способов упрочнения коленчатых валов, изготовленных как из стали, так и чугуна. К ним относятся, накатывание (пластическая деформация) галтелей вала роликом, нормализация, азотирование [7], закалка током высокой частоты (ТВЧ) [8, 9] рабочих поверхностей коренных и шатунных шеек коленчатого вала. Закалка ТВЧ широко используется при изготовлении коленчатых валов для двигателей внутреннего сгорания сельскохозяйственной и другой техники. При изготовлении силовых агрегатов для автомобильного, железнодорожного и морского транспортов коленчатые валы упрочняются накатыванием, нормализацией, азотированием и за редким исключением закалкой ТВЧ. Выбор метода упрочнения рабочих поверхностей коренных и шатунных шеек коленчатых валов, также зависит и от материала, из которого изготовлены вкладыши подшипника скольжения. Одним из наиболее распространенных способов повышения усталостной прочности и износостойкости коленчатых валов является азотирование. Азотирование стальных и чугунных коленчатых валов широко используется в промышленности, так как снижает износ шеек валов и повышает их усталостную прочность при эксплуатации.

За рубежом для повышения усталостной прочности и увеличения износостойкости шеек коленчатых валов применяют низкотемпературное цианирование. Например, коленчатые валы дизельных двигателей фирмы «Хонда» подвергают низкотемпературному цианированию в соляной ванне «Тенифер» [10]. В Великобритании и других странах при изготовлении коленчатых валов тяжело нагруженных двигателей внутреннего сгора-

ния применяют газовое азотирование, технологический процесс которого состоит из операций термической обработки: закалки, отпуска и самого азотирования [11].

Общим недостатком, кроме экономического, для широко используемых в настоящее время процессов упрочнения рабочих поверхностей коренных и шатунных шеек коленчатых валов является поводка (коробление) детали. Основные способы борьбы с этим явлением – увеличение припуска под механическую обработку и правка (рихтовка). Правку коленчатых валов, как правило, выполняют двумя способами: с приложением статической нагрузки к валу и его выдержкой в течение некоторого времени или приложением статической нагрузки с одновременным нагревом вала. Однако после упрочнения детали с увеличенным припуском и последующей механической обработкой (шлифовкой), с целью устранения поводки и получения качественной детали, может возникнуть разная толщина упрочненного слоя, а иногда и полное его отсутствие. Это приводит к резкому снижению работоспособности коленчатого вала при эксплуатации техники. И в том, и в другом случае после правки происходит разупрочнение коленчатого вала или появляются макро и микротрещины на рабочих поверхностях коренных и шатунных шейках вала [12].

Еще одним недостатком этих методов упрочнения является то, что ни один из них не может обеспечить достаточный уровень пластичности и высокую износостойкость упрочняемых поверхностей одновременно. Так, в целях повышения вязкости и прочности азотированного слоя, необходимых для получения хорошего сопротивления усталостным разрушениям трущейся поверхности, твердость упрочнённого слоя стальных деталей должна быть в пределах от 650 HV до 700 HV, а для повышения их износостойкости – от 900 HV до 1000 HV. Кроме того, недостатком процессов закалки методами ТВЧ и азотирования, которые применяются для повышения твердости материала трущейся поверхности детали, является то, что возникающее повышение локальной температуры свыше 350 °С в паре трения шейки коленчатого вала – вкладыш подшипника скольжения для закалённых ТВЧ и до 500 °С для азотированных слоёв, приводит к снижению твердости в упрочнённых слоях и как

следствие – к разупрочнению этих поверхностей [13]. Общим и наиболее существенным недостатком для всех упрочняющих методов является то, что многие из них сводятся к повышению лишь твердости материала поверхностного слоя детали, при этом, как известно, прямая зависимость между износостойкостью и твердостью отсутствует. Твердость не может однозначно характеризовать износостойкость материала, так как на неё оказывают влияние и другие показатели, определяющие механические свойства, например, пластичность, ударная вязкость и т. д. [14, 15].

Из вышеизложенного следует, что традиционные способы повышения износостойкости материала коленчатых валов только за счёт увеличения их твёрдости, во многих случаях оказываются несостоятельными. Это объясняет тот факт, что ресурс двигателей внутреннего сгорания до отправки их в капитальный ремонт, в том числе и с использованием рассмотренных способов упрочнения, в реальных условиях эксплуатации оказывается существенно ниже нормативного. Как было установлено, срок службы коленчатого вала теплового двигателя в основном зависит от двух независимо действующих факторов: сопротивления усталости и износостойкости материала (металла) этой детали. Таким образом, можно сказать, что традиционные технологии (способы) упрочнения и нанесения износостойких покрытий на трущиеся поверхности коленчатых валов не позволяют получить удовлетворительного сочетания необходимого уровня эксплуатационных характеристик их трибосистем с приемлемой технологичностью, ремонтпригодностью и экономичностью процессов изготовления и ремонта этих деталей.

На протяжении последних нескольких десятилетий повышению износостойкости и прочностных характеристик высоконагруженных изделий способствовало широкое применение нетрадиционных способов упрочнения деталей. К ним относятся и использование при изготовлении композиционных материалов, которые отличаются от остальных тем, что в матрицу материала равномерно (дискретно) по всему объёму вводится соответствующий легирующий элемент [16]. Однако при этом, в процессе трения участвует только ничтожная доля ве-

дённых дорогостоящих и дефицитных легирующих элементов. Кроме использования композиционных материалов, для повышения износостойких свойств сталей и чугунов была предложена их дифференцированная обработка, которая обеспечивает создание крупномасштабных (макроскопических, т.е. соизмеримых с размерами объекта) градиентов структурно-фазового состава материала [17]. Дифференцированная обработка материалов, позволяет получить в них чередование в заданной последовательности (дискретно) высокопрочных и пластичных участков для создания естественно армированных материалов. Интенсивное распространение в последние годы получили также кластерные покрытия [18, 19]. Суть метода нанесения кластерных покрытий заключается в том, что на функциональные поверхности изделия методом электрохимического осаждения наносится покрытие из хрома или никеля с дискретными ультрадисперсными износостойкими частицами. Эффективное применение в различных областях техники для повышения износостойкости деталей получило формирование их трущихся поверхностей с регулярным микрорельефом [20]. Они весьма успешно используются в цилиндрах двигателей внутреннего сгорания, подшипниках, плунжерных парах и других изделиях. Благодаря исследованиям Ляшенко Б. А. в области адгезионного и когезионного износа начала развиваться новая технология нанесения дискретных износостойких покрытий на детали [21, 22, 23].

Из вышеизложенного следует, что на протяжении последних десятилетий в различных областях науки и техники предприняты попытки разработки новых нетрадиционных способов упрочнения деталей машин, которые могут быть лишены многих недостатков классических технологий упрочнения. По нашему мнению, таким новым видом упрочнения может стать способ формирования износостойкой поверхности детали на основе дискретного упрочнения (рис. 1 и рис. 2), разработанный частной научно-исследовательской, производственно-коммерческой фирмой ТАВИ» (ЧНИПК фирма «ТАВИ»), патенты на изобретения № 79336 и № 100292 [24, 25].

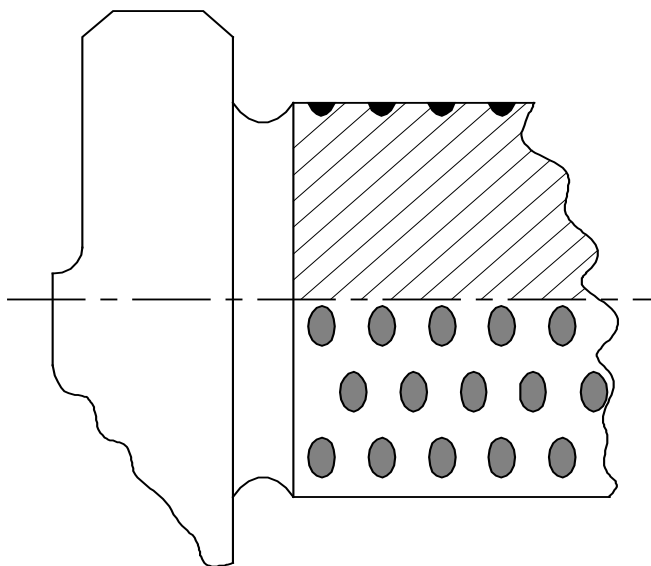
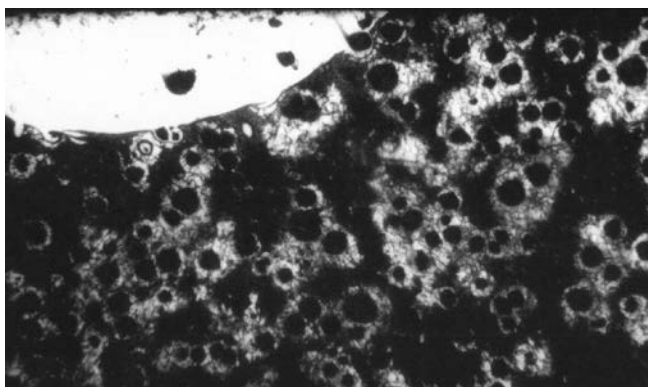
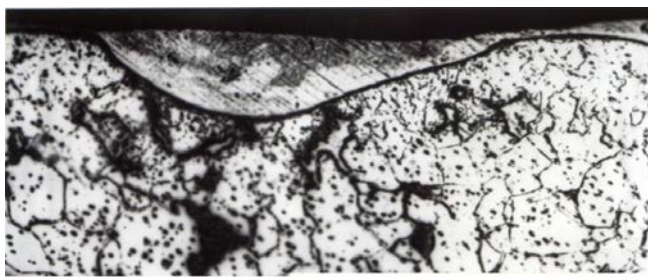


Рис. 1 – Схема построения рабочей поверхности коренных и шатунных шеек коленчатого вала с дискретным упрочнением



а)



б)

Рис. 2 - Микроструктура поперечного шлифа образцов материала коленчатых валов из высокопрочного чугуна (а) и стали (б) в зоне разряда ($\times 100$)

Для обоснования внедрения этого метода в производство при упрочнении рабочих поверхностей коренных и шатунных шеек коленчатых валов дизелей, сотрудниками центральной заводской лаборатории (ЦЗЛ) ГП

«Завод имени Малышева» и ЧНИПК фирмы «ТАВИ» был выполнен комплекс полномасштабных лабораторных исследований по определению влияния дискретного упрочнения на работоспособность рабочих шеек этих валов, с использованием стандартных методик металлографических, рентгеноструктурных и микрорентгеноструктурных исследований, а так же по исследованию их триботехнических характеристик и усталостной прочности [26].

Результаты выполненных исследований показали, что усталостная прочность коленчатых валов с дискретным упрочнением имеет долговечность, находящуюся в поле рассеяния результатов для чугунных нормализованных коленчатых валов без дискретного упрочнения (см. табл.1 и рис.3). Кроме того, важным фактором является место возникновения разрушений при усталостных испытаниях коленчатых валов. Данные исследований, проведенных ранее, свидетельствуют о том, что при упрочнении образцов из высокопрочного чугуна закалкой ТВЧ и лазерной закалкой граница упрочненного слоя является технологическим концентратором остаточных растягивающих напряжений, что является причиной снижения усталостных характеристик материала.

При испытании на усталостную прочность образцов с дискретным упрочнением их разрушение ни в одном случае не произошло по границе упрочненной зоны с основным металлом, а во всех случаях разрушения развивались по цилиндрической части образца в упрочненной зоне на расстоянии примерно 1 мм от границы этой зоны. Разрушение образцов без дискретного упрочнения происходит в той же зоне. Исследования износостойкости показали, что дискретное упрочнение образцов приводит к существенному, примерно в 10 раз, уменьшению их износа, в сравнении с нормализованными образцами, и в 1,3 - 1,5 раза меньше, в сравнении с закаленными образцами из высокопрочного легированного чугуна с шаровидным графитом, модифицированного магнием (Mg). Результаты испытаний образцов из сложнолегированной конструкционной стали, упрочненных по традиционной технологии, и с дискретным упрочнением, приведены в таблице 2.

Табл. 1 – Результаты испытаний образцов материала коленчатых валов на усталостную прочность

№	Способ упрочнения образцов	Качество поверхности после полировки	Предел выносливости σ_{-1} , МПа
1	нормализация + высокий отпуск	без дефектов	200
2		единичные литейные дефекты	140
3	нормализация + высокий отпуск + дискретное упрочнение	без дефектов	190
4		грубые дефекты (глубина до 0,12 мм)	120

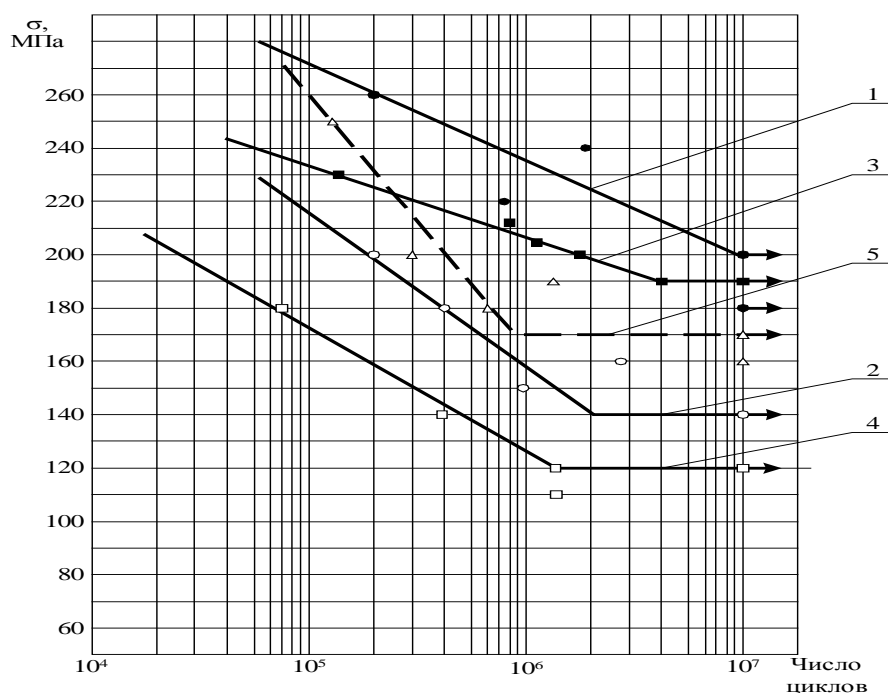


Рис. 3 - Зависимость величины предела усталости образцов материала коленчатых валов от числа циклов их нагружения, где:
1 - серия образцов 1; 2 - серия образцов 2; 3 - серия образцов 3; 4 - серия образцов 4;
5 – результаты ранее выполненных исследований [27]

Табл. 2 - Результаты испытаний образцов из материала коленчатых валов на износостойкость

№	Способ упрочнения образцов	Толщина снятого слоя, мм	Износ ролика, г	Износ колodочки, г	Соотношение износ роликов	Соотношение износ колodочек
1	Азотирование	0	0,0147	0,0084	3,5	2,6
2	Нормализация + дискретное упрочнение	0	0,0089	0,0068	2	2,1
3	Нормализация + дискретное упрочнение	-0,08	0,0042	0,0032	1	1

Согласно полученным результатам установлено существенное в 1,5-3,5 раза повышение износостойкости поверхностей образцов с дискретным упрочнением. При этом их изнашивающая способность снижается с увеличением толщины снятого упрочненного слоя (8-10 мкм) и вместе с этим повышается износостойкость рабочих поверхностей деталей.

С целью определения характеристик изнашивания в условиях близких к реальным, (возможное попадание абразивных частиц в смазку), проведены испытания на абразив-

ную износостойкость. С этой целью было изготовлено две серии образцов:

1 - азотированные образцы по стандартной технологии для коленчатых валов (контрольный образец);

2 - образцы с дискретным упрочнением коленчатых валов по предлагаемой технологии.

Испытания проводились по известной методике РД50-339-82 [28], с добавлением в моторное масло М14В₂ 0,5% абразивных частиц диоксида кремния (SiO₂), с размером фракций в пределах 0,02 мм. Результаты испытаний приведены в таблице 3.

Табл. 3 - Результаты испытаний образцов из материала коленчатых валов на абразивную износостойкость

№ серии	Способ упрочнения образцов	Износ ролика в (г) за время испытаний, (час)			Износ колодочки в (г) за время испытаний, (час)		
		10	20	30	10	20	30
1	азотирование	0,062	0,065	0,068	0,490	0,691	0,898
2	дискретное упрочнение	0,020	0,023	0,026	0,220	0,323	0,336

Полученные результаты свидетельствуют о существенном повышении, примерно в 3 раза, износостойкости образцов с дискретным упрочнением, в сравнении с контрольными образцами из азотированной стали. При этом установлено, что износ контртела (колодочки) при работе с дискретно упрочненными образцами в 2 раза меньше. Это можно объяснить меньшей склонностью рабочей поверхности ролика к шаржированию абразивных частиц и их измельчению за счет дискретной твердости поверхности упрочненных образцов. На рисунках 4 и 5 приведены зависимости изменения износа контрольных образцов от времени, при испытаниях с добавлением абразива в смазку для роликов и колодочек. Результаты выполненных испытаний свидетельствуют о снижении коэффициента трения в трибосистемах с дискретно упрочненными поверхностями деталей. При этом установлено, что износостойкость образцов с дискретным упрочнением в 2,0 - 3,5 раза выше, чем у образцов со стандартным упрочнением (азотированием). В тоже время изнашивающая способность по отношению к контртелу (вкладышу) в 2,0 - 2,5 раза меньше.

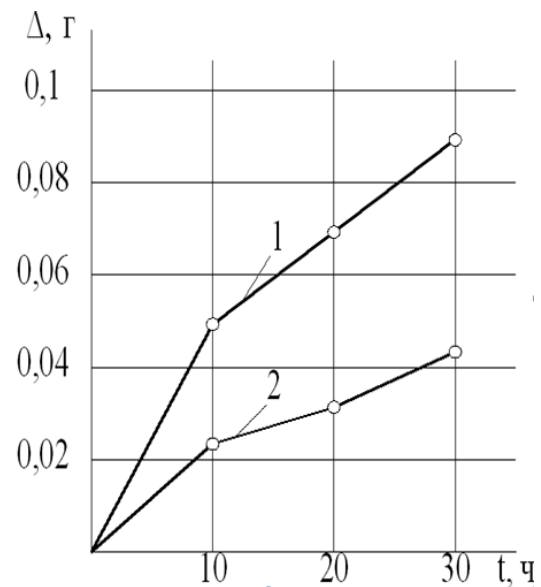


Рис. 4 - Зависимость износа (Δ) материала А20-1 колодочки от времени испытания, где: 1 - контрольное тело образца первой серии; 2 - контрольное тело образца второй серии

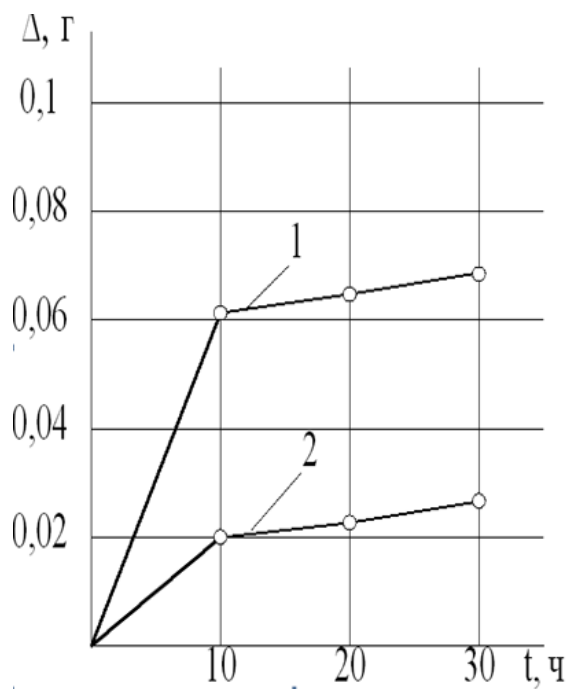


Рис. 5 - Залежність износу (Δ) матеріала ролика від часу випробування, де:

- 1 – образці першої серії;
2 – образці другої серії

Базируючись на результатах лабораторних дослідженнях, проведених співробітниками ЦЗЛ ГП «Завод імені Малышева» і ЧНІПК фірма «ТАВІ» були проведені повномасштабні заводські випробування коленчатих валів виготовлених і отремонтованих з використанням технології дискретного упрочнення робочих поверхностей корінних і шатунних шеек. Результати випробувань показали, що двигатели, оснащені коленчатими валами з дискретним упрочненням, забезпечують стабільну роботу во всіх діапазонах його роботи. При цьому відмічено, що крутильні і продольні коливання коленчатого вала зменшилися і не перевищали 60 % від нормативно допустимих і це благотворно сказується на роботі двигателя і окремих його вузлів і агрегатів.

На основі отриманих результатів в ГП «Завод імені Малышева» були розроблені технічні умови ТУ Д100.05.001 «Дискретне упрочнення робочих поверхностей корінних і шатунних шеек коленчатих валів двигателів типу Д80 і Д100» [29].

СП «Полтавське ПКТБ РЛ» філіала «НДКТІ» АТ «Укрзалізниця» спільно з Частною науково-дослідницькою, произ-

водствено-комерційною фірмою «ТАВІ» на базі отриманих нових технічних рішень в 2018 році розробили відповідні галузеві технічні умови ТУ У 30.2-22615920-002:2018 «Вали колінчасті дизелів. Ремонт з використанням дискретного зміцнення корінних та шатунних шеек» [30]. Ці технічні умови розповсюджуються на ремонт сталевих і чугунних коленчатих валів тепловозних дизелів, з використанням дискретного упрочнення робочих поверхностей корінних і шатунних шеек. Ремонт методом дискретного упрочнення підлягає шеек валів двигателів, які при виготовленні упрочнювалися методом нормалізації або хіміко-термічної обробки.

Технологія ремонту коленчатих валів тепловозних дизелів за вищезгаданими технічними умовами введена на ГП «Завод імені Малышева», Дніпровському тепловозремонтному заводі (ТРЗ), Ізюмському ТРЗ, ремонтних підприємствах АТ «Укрзалізниця» і підприємствах інших власників при виготовленні і ремонті коленчатих валів тепловозних дизелів типу Д80, Д100, Д49, 14Д40, К6S310DR, автомобільних - КамАЗ-740 і інших.

Висновки

Дискретне упрочнення робочих поверхностей шеек коленчатого вала призводить до суттєвого підвищення їх ресурсу і ремонтної придатності. Тому, ця технологія може бути рекомендована замість існуючих процесів упрочнення трущихся поверхностей коленчатих валів шляхом нанесення зносостійких покриттів, нормалізації, закалки ТВЧ і повторного азотування шеек коленчатих валів двигателів внутрішнього згорання.

Література

1. Тартаковський Е.Д. Визначення життєвого циклу тягового рухомого складу / Е.Д. Тартаковський // Збірник наукових праць - Харків: УкрГАЗТ, 2006. Вип. 72, С. 82-86.
2. Двигатели внутреннего сгорания. Динамика и конструирование / Под ред. В.Н. Луконина. - М.: Высшая школа, 1985. - 319 с.

3. Корчагин В.А. Справочник химика. Химия и химическая технология / В.А. Корчагин, Д.В. Птицын.- К.: Техника, 1980. - 104 с.
4. Бажинов А.В. Прогнозирование остаточного ресурса автомобильного двигателя / А.В. Бажинов. - Харьков: ХГАДТУ, 2001. - 96 с.
5. Тартаковський Е.Д. Прогнозування ресурсу локомотивів / Е.Д. Тартаковський // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2002. - Вип. 49, С. 12-19.
6. Узлы трения машин: Справочник [ред. И.В. Крагельский, Н.М. Михин]. - М.: Машиностроение, 1984. - 291 с.
7. Лахтин Ю.М. Азотирование сталей / Ю.М. Лахтин, Я.Д. Косин. – М. Машиностроение, 1976. - 309 с.
8. Бернштейн М.Л. Технология термической обработки стали / М.Л. Бернштейн. - М.: Металлургия, 1981. - 291 с.
9. Николаев Е.Н. Термическая обработка токамаи высокой частоты / Е.Н. Николаев, И.М. Коротин. - М.: Высшая школа, 1970. - 147 с.
10. Дроздов Ю.Н. Трение и износ в экстремальных условиях / Ю.Н. Дроздов, В.Г. Павлов, В.Н. Пучков. - М.: Машиностроение, 1986. - 224 с.
11. Булыгин Ю.С. Состояние и перспективы повышения усталостной прочности коленчатых валов двигателей тракторов и сельскохозяйственных машин / Ю.С.Булыгин, З.М. Ройфберг, В.В. Таранта. - М.: ЦНИИТЭИ тракторсельхозмаш, 1974. - 174 с.
12. Восстановление деталей машин / [Ф.И. Пантелеенко, В.П. Лялякин, В.П. Иванов, В.Н. Константинов] / Под ред. В.П. Иванова. - М.: Машиностроение, 2003. - 672 с.
13. Grau A.G. MetallProgress / A.G. Grau., 1971, October, v.99.
14. Крагельский И.В. Основы расчетов на трение и износ / И.В. Крагельский, М.Н. Добычин, В.С. Комбалов. - М.: Машиностроение, 1977. - 526 с.
15. Крагельский И.В. Трение и износ / И.В. Крагельский. - М.: Машиностроение, 1968. - 480 с.
16. Федорченко И.М. Исследование механизма трения, макрогетерогенных композиционных материалов. Трение и износ / И.М. Федорченко, Н.Г. Баранов, В.Ф. Бритун. - 1982. - № 3. – С. 608-609.
17. Гончаров В.Г. Исследование изменения характеристик трения по глубине дискретного слоя / В.Г. Гончаров, А.К. Олейник, Г.Г. Гринченко // Зб. наук.праць - Запоріжжя: ЗНТУ, 2003. - С. 100-101.
18. Коган Б.И. Технология и эффективность кластерного покрытия режущих инструментов ультрадисперсным порошком искусственных алмазов / Б.И. Коган, В.В. Плотников. - Кузбасс: КГТУ, 2000. - 173 с.
19. Ягодкина Л.М. Электрохимическое осаждение, структура и свойства покрытий никель-алмаз. Прикладная химия / Л.М. Ягодкина, И.Д. Логинова, И.Е. Савочкина. - 1997. - № 10 - С. 1638-1642.
20. Фельдман Я.С. О линейных характеристиках микрорельефа виброобкатанных поверхностей / Я.С. Фельдман // Микрогеометрия и эксплуатационные свойства машин. - Рига: Знание, 1983. – С. 127-137.
21. Подригало М.А. Повышение надежности коленчатых валов дизельных двигателей нанесением дискретных покрытий / М.А. Подригало, В.Г. Гончаров, Б.В. Савченков // Вестник НТУ «ХПИ». - Харьков: НТУ «ХПИ». - 2003. - № 4 - С. 115-123.
22. Ляшенко Б.А. О критериях адгезионно-когезионной равнопрочности защитных покрытий. Проблемы прочности / Б.А. Ляшенко. - 1980. - № 10. – С. 216-219.
23. Посвятенко Э.К. Износостойкость алюминиевого сплава с дискретными электроискровыми покрытиями. Проблемы тертя та зношування / Э.К. Посвятенко // Науково-технічний збірник. - К.: Національний авіаційний університет, 2006. - Вип. 46. - С. 160-168.
24. Патент на винахід. 79336 Україна, МПК Е 21 Д 21/00 В 23 Н 9/00. Спосіб формування зносостійкої поверхні металевих виробів / В.Г. Гончаров, Е.П. Клімова ; № а 200505863; заявл. 14.06.05 ; опубл. 17.10.05, Бюл. № 10. - 17 с.
25. Вал. Патент на винахід. 100292 Україна, МПК F16С 3/00 / В.Г. Гончаров ; №а 201102573; заявл. 04.03.11 ; опубл. 10.12.12, Бюл. № 23. - 19 с.
26. Гончаров В.Г. Повышение ресурса транспортной техники совершенствованием технологии ремонта коленчатых валов: дис. канд. техн. наук: 05.22.20 / В.Г. Гончаров. - Харьков, 2008. - 183 с.
27. Влияние нормализации на усталостную прочность коленчатых валов двигателей Д100: Отчет о НИР/ЦЛПО «Завод имени Малышева», № ИУ2-019. - Харьков, 1991. - 92 с.

28. Методические указания. Обеспечение износостойкости изделий. Метод испытаний на изнашивание абразивно-масляной про- слойкой: РД 50-339-82. – [Введ. 1982-07-01]. - М.: Изд-во стандартов, 1985. - 12 с.

29. Дискретное упрочнение рабочих по- верхностей коренных и шатунных шеек ко- ленчатых валов двигателей типа Д80 и Д100. Технические условия : ТУ Д100.05.001. –Харьков : ГП «Завод имени Малышева», 2013. - 25 с.

30. Вали колінчасті дизелів. Ремонт з ви- користанням дискретного зміцнення корін- них та шатунних шийок. Технічні умови : ТУ У 30.2-22615920-002:2018. - Харків: ПНДГК «ТАВІ», 2018. – 50 с.

СВЕДЕНИЯ О АВТОРАХ

Гончаров Виктор Григорьевич,

к.т.н., директор частной научно- исследовательской производственно- коммерческой фирмы «ТАВИ».

Просп. Льва Ландау, 34, кв. 3, Харьков, Украина.

Тел. + 38 067 787 80 60.

E-mail: v.g.gonch@gmail.com.

Зайцев Владимир Александрович, к.т.н., директор филиала «Научно- исследовательский и конструкторско- технологический институт железнодорожно- го транспорта» АО «Укрзалізниця».

Ул. И. Федорова, 39, Киев, 03038, Украина.

Тел. + 38 044 465 38 10.

E-mail: info1520mm@gmail.com.

Матяш Виктор Александрович,

к.т.н., начальник СП «Полтавское проектно- конструкторско-технологическое бюро по ремонту локомотивов» филиала «Научно- исследовательский и конструкторско- технологический институт железнодорожно- го транспорта» АО «Укрзалізниця».

Ул. Князя Игоря Святославича, 3, г. Полтава, 36005, Украина.

Тел. +38 0532 51 22 78.

E-mail: pktbrl@meta.ua

«ЗАЛІЗНИЧНИЙ ТРАНСПОРТ УКРАЇНИ» ДЕ ПЕРЕДПЛАТИТИ ВИДАННЯ?

Оформити передплату на науково-практичний журнал «Залізничний транспорт України» на 2019 рік, можливо у кожному поштовому відділенні України за Каталогом видань України або на офіційному сайті ДП «Преса» (<http://presa.ua>).

Періодичність видання журналу – 4 рази на рік.

Передплатний індекс: для індивідуальних передплатників – 74126, для підприємств і організацій – 40294.

Передплату (річну, на півріччя чи на один кварталний випуск) підприємства та фізичні особи також можуть оформити на договірних умовах у видавця журналу філії «НДКТИ» ПАТ «Укрзалізниця», за адресою:

03038, м. Київ, вул. І. Федорова, 39.

Електронна пошта: ztu1520mm@gmail.com.

Тел.: +38 (044) 465-38-11; +38 (044) 309-68-93.