
ТЕХНОЛОГІЯ МЕТАЛІВ ТА МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

УДК 621.8

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.143.2014.79082>

ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Д-р техн. наук С.С. Тимофеев, асп. А.Ю. Дёмин

ВИБІР ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ТРАНСПОРТНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Д-р техн. наук С.С. Тимофеев, асп. А.Ю. Дьомін

CHOICE OF TECHNOLOGY FOR THE RESTORATION OF PARTS OF THE TRANSPORT DESTINATION

Doct. of techn. sciences S.S. Timofeyev, postgraduate A.Y. Dyomin

В статье выполнен анализ эффективности функционирования систем ремонта транспортных средств. Выяснено, что увеличение количества отказов агрегатов и узлов средств транспорта происходит вследствие недостаточного качества организации системы ремонта. Предлагается использовать комплексную технологию восстановления работоспособности деталей транспортного назначения в цикле возобновления ресурса деталей как средства повышения эффективности функционирования ремонтного хозяйства в целом.

Ключевые слова: эксплуатационный ресурс, восстановление, работоспособность, коленчатый вал.

У статті виконано аналіз ефективності функціонування систем ремонту транспортних засобів. З'ясовано, що збільшення кількості відмов агрегатів і вузлів засобів транспорту відбувається внаслідок недостатньої якості організації системи ремонту. Пропонується використовувати комплексну технологію відновлення працездатності деталей транспортного призначення в циклі відновлення ресурсу деталей як засобу підвищення ефективності функціонування ремонтного господарства в цілому.

Ключові слова: експлуатаційний ресурс, відновлення, працездатність, колінчастий вал.

The article analyzed the system performance of repairs the transport vehicles.

Found that increasing the number of failures units and units of transport vehicles is due to the insufficient quality of the organization of the production system repair.

The opportunity to improve the organization of repair economy, due to the new purpose of functioning - the maximum resource renewal parts components and assemblies with limited resources spent in the system. A comprehensive recovery technology of diesel crankshaft of the transport destination, that meets the requirements to ensure the durability of the parts at the lowest cost to restore it.

As a result of the technology recovery obtained new tribotechnical properties of the surface details that can improve the service life of the crankshaft, as well as the performance of transport diesel in general.

Keywords: service life, repair, working capacity, crankshaft.

Постановка проблемы. В современных условиях интенсификации работы транспортных средств значительно возрастают требования к их надежности в эксплуатации,

более высокому уровню обслуживания и пригодности к ремонту. В этой связи специалисты многих стран стремятся изменить подходы к технологии технического

обслуживания и ремонта средств транспорта, чтобы максимально увеличить эффективность их работы, улучшить использование материалов и рабочей силы, а также минимизировать время простоя и количество неисправностей узлов.

В связи с этим увеличение ресурса эксплуатации деталей агрегатов и узлов единиц транспортных средств, после ремонта и в процессе их изготовления, до уровня или превышающего уровень технического состояния новых деталей, является актуальной задачей [1].

Анализ последних исследований и публикаций. В настоящее время на предприятиях железнодорожного транспорта Украины используется планово-предупредительная система ремонта подвижного состава.

Для оценки эффективности функционирования систем ремонта средств транспорта предлагается использовать следующие характеристики: коэффициент полноты восстановления ресурса единиц подвижного состава η и параметр потока отказов $\omega(x)$ [2].

Коэффициент полноты восстановления ресурса характеризует возможность сокращения ресурса после ремонта, т.е. качество произведенного ремонта $0 \leq \eta \leq 1$. После k -го отказа

$$\eta_k = \frac{X'_{k,k+1}}{X'_1}, \quad (1)$$

где $X'_{k,k+1}$ – средняя наработка между k -м и $k+1$ -м отказом;

X'_1 – средняя наработка до первого отказа.

Параметр потока отказов $\omega(x)$ – плотность вероятности возникновения отказа восстанавливаемого узла, определяемая для данного момента времени (пробега), или относительное число отказов, поступающих для устранения, приходящееся на единицу времени работы соответствующего подразделения

$$\omega(x) = \frac{d\Omega(x)}{d(x)} = \sum_{k=1}^{\infty} f_k(x), \quad (2)$$

где $\Omega(x)$ – функция восстановления;

$f_k(x)$ – плотность вероятности возникновения k -го отказа.

Планово-предупредительная система ремонта имеет средний уровень стабильности и надежности функционирования. Большая часть подвижного состава железных дорог Украины проходит техническое обслуживание и ремонтируется в плановом порядке. До 30 % объемов работ приходится на внеплановые ремонты. При таких условиях характерно полное восстановление ресурса после каждого отказа $x'_1 = x'_{12} = x'_{23} = x'_{k-1,k} = \text{const}$; $\eta = 1$. При этом происходит стабилизация параметра потока отказов на уровне $\omega(x) = \omega(x) = 1/x'_1$ (рис. 1).

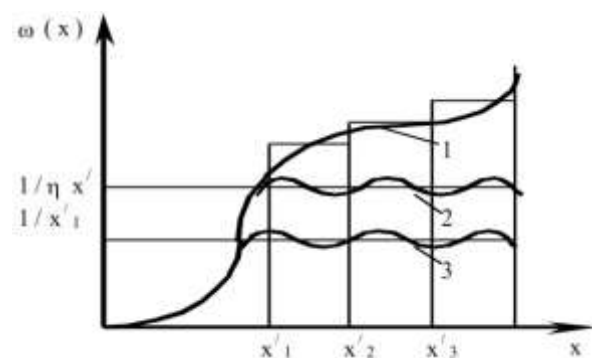


Рис. 1. Характеристика функционирования ремонтных подразделений планово-предупредительной системы ремонта

Количество неисправных и находящихся в ремонте локомотивов и вагонов в среднем составляет 12–15 % парка. Планово-предупредительный уровень организации ремонтов наблюдается на благополучных в экономическом отношении, высокорентабельных предприятиях, имеющих мощную ремонтную базу. При всех положительных моментах данного уровня организации в последнее время в развитии предприятий железнодорожного транспорта наблюдаются следующие негативные моменты. В годовой программе фактически выполняемых ремонтов увеличивается доля менее

дорогостоящих депокских ремонтов и уменьшается – более дорогостоящих и трудоемких заводских. Снижается среднее время нахождения локомотивов и вагонов непосредственно в ремонте ввиду отсутствия в оборотном фонде необходимых запасных частей. Как следствие – ухудшается качество ремонтов, растет простой подвижного состава в ожидании ремонтов.

При данном уровне организации суммарные затраты на ремонт подвижного состава достаточно велики, но удельные приведенные затраты на содержание единицы подвижного состава – минимальные. Также стоит отметить, что с учетом неиспользуемых резервов и наличия избыточных трудовых и материальных ресурсов эффективность данной системы ремонта нельзя признать достаточной.

Для повышения эффективности и перехода на более высокий уровень организации ремонтного хозяйства необходимо изменить цели функционирования, решаемые задачи и осуществить соответствующие структурно-функциональные преобразования [2].

Постановка задачи. Целью статьи является обоснование выбора комплексной технологии восстановления коленчатого вала дизелей транспортного назначения с учетом технических, экономических и организационных факторов.

Основной материал исследования. В силу недостаточного (неполного) возобновления ресурса деталей агрегатов и узлов подвижного состава железных дорог Украины, при сохранении межремонтных сроков на прежнем уровне, наблюдается интенсивный износ подвижного состава за счет истощения его запаса прочности и резерва надежности, заложенных в конструкцию. Увеличивается количество отказов агрегатов и узлов локомотивов и вагонов, происходит дальнейшее снижение качества транспортного обслуживания производственной системы.

Поэтому в настоящий момент первостепенной задачей является замена существующей цели функционирования системы планово-предупредительного ремонта – минимум расходования ресурсов при выполнении заданного объема ремонтов, на новую цель – максимум возобновления ресурса деталей узлов и агрегатов подвижного состава

при ограниченном объеме расходуемых в системе ресурсов.

В настоящее время ремонтные предприятия располагают значительным количеством способов восстановления деталей, которые применяют для устранения разнообразных дефектов (износы, механические повреждения, трещины и др.). Для восстановления одной и той же детали пригодны несколько способов, часто неравноценных по своим технико-экономическим показателям. Поэтому обоснование выбора оптимального способа восстановления детали или группы деталей является важной и сложной задачей, которую следует решать в комплексе технических, экономических и организационных вопросов.

Прежде чем выбрать рациональный способ восстановления, необходимо решить вопрос о целесообразности восстановления деталей того или иного наименования. При этом большое значение имеет качественное проведение дефектовочных работ, содержанием которых является контроль и определение технического состояния деталей, их сортировка по группам: годные, негодные и подлежащие восстановлению. Собранные материалы по дефектации и сортировке способствуют разработке более совершенных технологических процессов, оказывают влияние на качество и надежность отремонтированных машин.

Для выбора рационального способа восстановления деталей целесообразно пользоваться методикой, основанной на последовательном рассмотрении восстановления деталей согласно трем критериям: применимости, долговечности, технико-экономической эффективности [3,4].

Критерий применимости не выражается числом, а является предварительным критерием. Он дает возможность определить способы, с помощью которых группы деталей могут быть восстановлены, т.е. позволяет классифицировать детали по способам их восстановления.

С помощью критерия долговечности, численно определяемого коэффициентом долговечности K_d , из числа способов, отвечающих критерию применимости, выбирают способы, восстановление которыми обеспечивает последующий межремонтный срок службы деталей.

В ремонтной практике трущиеся пары могут сопрягаться в различных сочетаниях: восстановленные детали с восстановленными; восстановленные детали с новыми; восстановленные детали с деталями, бывшими в эксплуатации, но с допустимым износом; новые детали с деталями с допустимым износом и др. Наибольшую интенсивность износа имеют соединения восстановленных или новых деталей, работающих в паре с деталями с допустимым износом. Ресурс таких соединений снижается на 11–56,4 %. Поэтому технико-экономическое обоснование для выбора оптимального способа восстановления следует давать не для одной изношенной детали, а для трущейся пары, т. е. для соединений [5].

Для соединения коэффициент долговечности K_D выражается как отношение полного ресурса восстановленной детали $T_{ПВ}$ к ресурсу новой T_N . В работе [6] K_D назван коэффициентом восстановления ресурса соединения K_C , что наиболее полно отражает характер его значения:

$$K_D = K_C = T_{ПВ} / T_N, \quad (3)$$

Для того чтобы решить вопрос выбора способа восстановления, рационального для конкретной детали, необходимо найти числовое значение технико-экономического критерия. Для этого следует рассчитать себестоимость восстановления детали C_B , которая учитывает суммарные затраты на восстановление детали:

$$C_B = C_{П} + C_{Н.П} + C_M, \quad (4)$$

где $C_{П}$ – затраты на подготовку детали к нанесению покрытий, грн;

$C_{Н.П}$ – затраты на нанесение покрытий, грн;

C_M – затраты на механическую обработку детали, грн.

Выбор рационального способа по приведенным критериям характеризует в основном качественную и технико-экономическую стороны, касающиеся

восстановления конкретных деталей с учетом условий их эксплуатации, геометрических, физико-механических, конструктивно-технологических особенностей. В то же время полная себестоимость восстановления зависит от годовой программы восстановления и расходов на транспортирование ремонтного фонда. Поэтому при окончательном выборе способа восстановления деталей для ремонтного предприятия следует учитывать и эти факторы [7].

Таким образом, для выбора рационального способа восстановления необходимо учитывать комплекс взаимосвязанных факторов.

В связи с этим предлагается использовать комплексную технологию восстановления работоспособности коленчатого вала дизелей транспортного назначения, которая отвечает всем критериям модели оценки способов и технологий восстановления. Данная технология включает в себя термическую обработку и нанесение антифрикционного слоя в одном технологическом цикле. Полученные новые эксплуатационные свойства поверхности позволяют повысить работоспособность пары шейка-вкладыш и коленчатого вала в целом [8,9].

Задачу оптимизации технологического процесса восстановления по предложенной методике можно решить, используя теорию графов, которая дает представление о возможных вариантах технологических операций, обеспечивающих минимальное значение целевой функции (рис. 2) [10].

Выводы. Разработана комплексная технология восстановления коленчатого вала дизелей транспортного назначения, которая отвечает требованиям по обеспечению долговечности работы детали при наименьших затратах на ее восстановление. В результате применения предлагаемой технологии восстановления получены новые триботехнические свойства поверхности детали, которые позволяют повысить эксплуатационный ресурс коленчатого вала, а также работоспособность транспортных дизелей в целом.

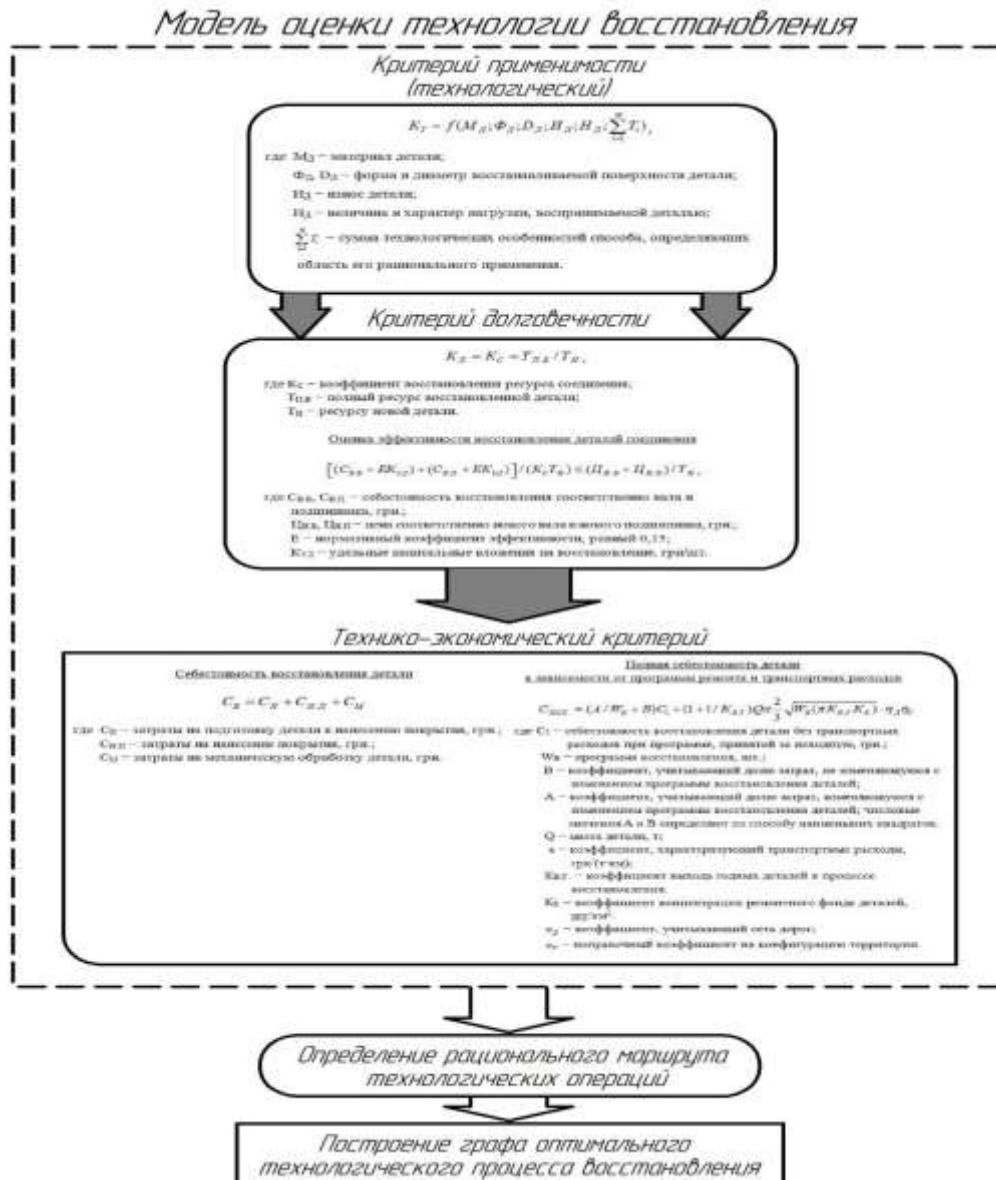


Рис. 2. Модель оценки и определение рационального маршрута технологии восстановления

Список использованных источников

1. Зайцева, Т.Н. Обслуживание и ремонт – по техническому состоянию [Текст] / Т. Н. Зайцева // Локомотив. – 2010. – №1. – С. 44-45.
2. Корнилов, С.Н. Логистика ремонта железнодорожного подвижного состава [Текст]: монография / С.Н. Корнилов, А.Н. Рахмангулов. Е.П. Дудкин, А.А. Горшенин. – Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 2005. – 182 с.
3. Шадричев, В.А. Основы технологии автостроения и ремонт автомобилей [Текст] / В.А. Шадричев. – М.: Машиностроение, 1976. – 580 с.
4. Масино, М.А. Организация восстановления автомобильных деталей [Текст] / М.А. Масино. – М.: Транспорт, 1981. – 176 с.
5. Сидоров, А.И. Восстановление деталей машин напылением и наплавкой [Текст] / А.И. Сидоров. – М.: Машиностроение, 1987. – 192 с.

6. Черноиванов, В.И. Восстановление деталей сельскохозяйственных машин [Текст] / В.И. Черноиванов, В.П. Андреев. – М.: Колос, 1983. – 288 с.
7. Воловик, Е.Л. Справочник по восстановлению деталей [Текст] / Е.Л. Воловик. – М.: Колос, 1981. – 351 с.
8. Остапчук, В.М. Розвиток наукових основ підвищення зносостійкості деталей та вузлів засобів транспорту під час ремонту [Текст]: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.22.20 / В.М. Остапчук; [Українська державна академія залізничного тр-ту]. – Харків, 2011. – 39 с.
9. Тимофеев, С.С. Розвиток наукових основ підвищення ресурсу прецизійних деталей дизелів засобів залізничного транспорту [Текст]: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.22.20 / С.С. Тимофеев; [Українська державна академія залізничного тр-ту]. – Харків, 2013. – 38 с.
10. Лузан, С.О. Концепція відновлюваного ремонту засобів транспорту і їх елементів інтегрованими газополумєневими технологіями [Текст]: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.22.20 / С.О. Лузан; [Харківський національний автомобільно-дорожній ун-т]. – Харків, 2013. – 40 с.

Тимофеев Сергей Сергійович, доктор техн. наук, доцент кафедри матеріалів та технологій виготовлення виробів транспортного призначення Української державної академії залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-49. E-mail: fedcirina@yandex.ru.

Дьомін Андрій Юрійович, аспірант кафедри матеріалів та технологій виготовлення виробів транспортного призначення Української державної академії залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-49. E-mail: a.domin@mail.ru.

Timofeyev Sergiy, doct. of techn. sciences, associate professor department of materials and manufacturing technology products transport purposes Ukrainian State Academy of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-49. E-mail: fedcirina@yandex.ru.

Dyomin Andrey, postgraduate department of materials and manufacturing technology products transport purposes Ukrainian State Academy of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-49. E-mail: a.domin@mail.ru.