

УДК 621.793.7

## **ФАКТОРЫ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТА ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ**

Лузан С.А., к.т.н.

*Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет*

*Тел. (057) 700-39-14*

***Аннотация*** – рассматривая четвертую стадию жизненного цикла - эксплуатацию, обслуживание и ремонт как логистическую систему, можно представить её состоящей из двух подсистем: макрологистической и микрологистической.

**Предложена концептуальная схема типового технологического процесса восстановления деталей машин, обеспечивающая достижение главной цели – получение восстановленной поверхности детали заданного качества.**

***Ключевые слова*** – логистическая система, прочность сцепления, трибосистема, покрытие, основа, ресурс.

***Постановка проблемы.*** Предметом изучения логистики как науки является оптимизация потоковых процессов. Принципы логистики: синхронизация, оптимизация и интеграция – служат основным методологическим подходом к повышению организованности и эффективности функционирования производственных систем [1]. Применение принципов логистики позволяет минимизировать и оптимизировать затраты при восстановлении изношенных деталей [2].

Системный подход к ремонту деталей транспортной техники должен учитывать все стадии жизненного цикла изделия для достижения главной цели – получение восстановленной поверхности детали заданного качества (прочность сцепления покрытия с основой, износостойкость, пористость, уровень остаточных напряжений и др.). Стратегия логистической системы, обеспечивающей достижение главной цели, состоит из частных целей её элементов.

Жизненный цикл – временной интервал с момента возникновения объекта до его полного исключения из использования (утилизации), состоит из четырех стадий: выдвижение концепции и определение; проектирования и разработки; изготовления и установки; эксплуатации, обслуживания и ремонта [3].

Четвертую стадию жизненного цикла - эксплуатацию, обслуживание и ремонт, рассматривая как логистическую систему, можно представить состоящей из двух подсистем: макрологистической (период эксплуатации и обслуживания) и микрологистической (период ремонта).

*Анализ основных достижений и публикаций.* Практика эксплуатации машин и оборудования подтверждает, что наиболее распространенной причиной их выхода из строя в 80 случаях из 100 является не поломка, а износ и повреждение рабочих поверхностей [4].

Развитие конструкций машин происходит при постоянном стремлении к увеличению их производительности, что почти всегда сопровождается повышением механической и тепловой напряженности подвижных сопряжений деталей [4]. При выборе конструктивного решения необходимо учитывать предстоящие затраты не только на изготовление машины и ее отдельных узлов, но и на обслуживание и ремонт. Последние затраты при длительной эксплуатации машины во много раз больше стоимости ее изготовления. Наибольшую трудоемкость текущих ремонтов у двигателей грузовых автомобилей. Так по данным Р.В. Кугеля она составляет (36,5-41,4)% трудоемкости текущих ремонтов всех узлов и агрегатов автомобиля.

Основные технико-экономические показатели двигателей транспортных средств, эксплуатирующихся в Украине, на уровне большинства зарубежных аналогов [5]. Ресурс до первого капитального ремонта, установленный заводом-изготовителем, должен составлять 8000...9000 ч, т.е. при среднегодовой наработке 1000 ч двигатель будет работать без капитального ремонта 8...9 лет – срок, практически равный амортизационному сроку службы транспортной техники и их нормативам надежности. На самом деле, в процессе реальной эксплуатации происходит значительное снижение мощностно-экономических показателей двигателей. Так по имеющимся данным, фактические средние наработки до ремонта для двигателей КамАЗ-740 составляют 110-160 тыс. км., а между ремонтами 50-70 тыс. км для различных условий эксплуатации и сроков выпуска двигателей, тогда как ГОСТ 23465-79 устанавливает ресурс до капитального ремонта не менее 350 тыс. км – для двигателей с рабочим объемом до 11 л и 200 тыс. км – для двигателей сельскохозяйственного назначения того же объема, т.е. фактические наработки двигателей до ремонта существенно ниже нормативного.

Характер распределения отказов (поломок) новых и отремонтированных двигателей по мере увеличения наработки показывает, что наибольшая их интенсивность проявляется в первоначальный период эксплуатации. Установлено увеличение отказов при наработках 100...300 ч, в дальнейшем число отказов снижается [6].

Для новых двигателей такое явление можно объяснить несовершенством технологического процесса их изготовления, в частности неправильным подбором упрочняющих способов обработки, нарушением приработки деталей.

Причинами малого ресурса двигателей после ремонта являются:

- низкая культура производства ремонтных работ;
- выбор неэффективной технологии ремонта деталей;
- низкое качество обработки трущихся поверхностей деталей;
- отсутствие технологий и оборудования, обеспечивающих требуемый уровень физико-механических свойств материала отремонтированных деталей;
- недостаточная специализация производства на ремонтных предприятиях с целью обеспечения качества восстановленных деталей на уровне завода-изготовителя двигателей транспортной техники.

В целом современное ремонтное предприятие по уровню организации и техническому оснащению ещё не в полной мере отвечает требованиям, которые позволяют обеспечить требуемые показатели качества ремонта деталей двигателей. Показатель безотказности и ресурса капитально отремонтированных двигателей составляет 50-60% от соответствующих значений новых.

Анализ причин отказов машин, проведенный в работах [7] показал, что наиболее часто встречающимся ресурсным отказом является выход по причине износа и разрушения деталей пары трения шейки коленчатого вала – вкладыш подшипника скольжения.

Анализ динамики изменения зазоров в трибосистемах двигателей транспортных средств также показал, что наиболее интенсивный характер увеличения зазора наряду с цилиндропоршневой группой (ЦПГ) имеет сопряжение кривошипно-шатунного механизма (КШМ), то есть шейки коленчатого вала – вкладыш подшипника скольжения. Зависимость изменения зазора в КШМ от наработки представлены на рис. 1 [8].

Проанализировав графические зависимости, представленные на рис. 1 можно сделать вывод, что характер кривых изменения зазоров в соединении вкладыш – шейка коленчатого вала двигателя у нового и отремонтированного двигателей аналогичный, причем скорость изнашивания сопряжений у двигателей после ремонта выше, чем у новых.

В работах [9] представлены результаты исследования технического состояния двигателей ЯМЗ-238НБ и ЯМЗ-240 в доремонтном и межремонтном периоде эксплуатации. Сравнение параметров износов деталей в межремонтный и доремонтный период свидетельствует о более интенсивном изменении технического состояния после ремонта. Отношение скоростей изнашивания деталей, определяющих ресурс, составляет 1,28-1,32.

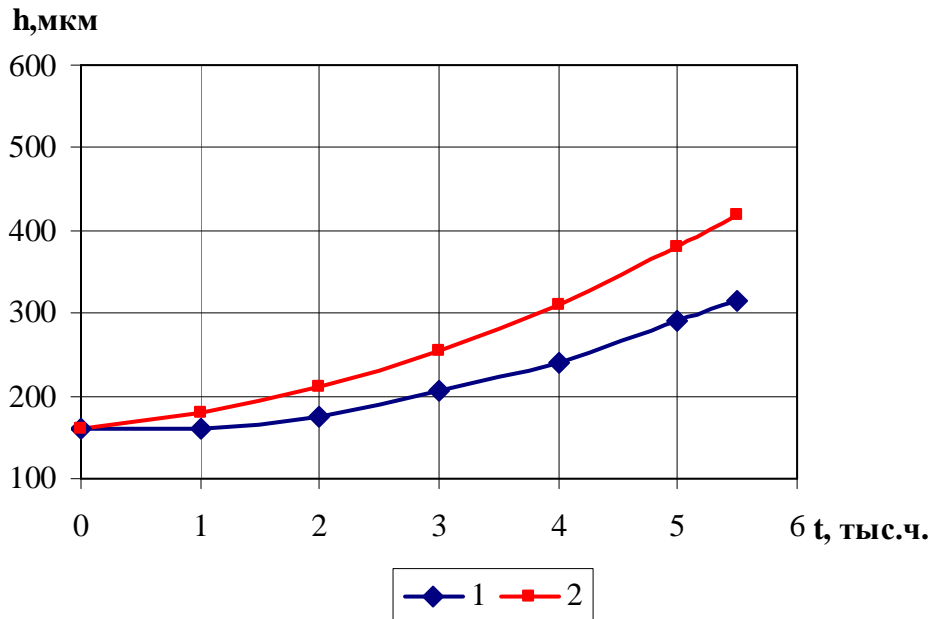


Рис. 1 - Изменения зазоров в соединении вкладыш – шейка коленчатого вала двигателя от времени наработки: 1 – новый; 2 – отремонтированный.

Одной из основных причин преждевременного выхода из строя деталей двигателей после капитального ремонта является качество восстановленных деталей, которое определяется применяемой технологией ремонта и правильностью выбора способа восстановления и упрочнения изношенных поверхностей детали.

Наряду с проблемой повышения ресурса пары шейка коленчатого вала – вкладыш подшипника скольжения также большое значение имеет снижение потерь мощности на преодоление трения в самой паре, поскольку при эксплуатации двигателя часть мощности затрачивается на внутренние (механические) потери. В данном сопряжении теряется 16-19% мощности двигателя [10]. Одним из перспективных направлений решения проблемы повышения ресурса пары шейка коленчатого вала – вкладыш подшипника скольжения при одновременном снижении потерь мощности на преодоление трения в самой паре является применение технологии газотермического напыления покрытия, обладающего высокой износостойкостью и низким коэффициентом трения.

*Формулировка целей статьи.* На основе системного подхода к ремонту деталей транспортной техники с учетом всех стадий жизненного цикла определить факторы, определяющие выбор стратегии восстановительного ремонта. Предложить концептуальную схему типового технологического процесса восстановления деталей машин, обеспечивающую достижение главной цели – получение восстановленной поверхности детали заданного качества (прочность сцепления покрытия с основой, износостойкость, пористость, уровень остаточных напряжений и др.).

*Основной материал.* Системный подход к ремонту деталей транспортной техники с применением методологии логистики позволяет осуществлять системную рационализацию сложных производственных систем.

Как было сказано выше, четвертую стадию жизненного цикла - эксплуатацию, обслуживание и ремонт, рассматривая как логистическую систему, можно представить состоящей из двух подсистем: макрологистической (период эксплуатации и обслуживания) и микрологистической (период ремонта).

В макрологистической подсистеме эксплуатации и обслуживания транспортной техники факторы, обуславливающие повреждаемость деталей и необходимость их ремонта, влияют на техническое состояние транспортной техники и определяют требования к качеству восстановленных деталей в послеремонтный период, повышению сроков службы, долговечности и безотказности их работы. Развитие и накопление дефектов, вызывающих необходимость ремонта (восстановления) деталей, происходит под воздействием внешних факторов.

К внешним факторам, которые могут оказать существенное влияние на выбор стратегии восстановления деталей, следует отнести следующие:

- время нахождения объектов ремонта в эксплуатации;
- виды трибосопряжений (опорные и упорные подшипники);
- виды фрикционных соединений (посадки, зазоры, шпоночные соединения);
- типы относительного движения деталей (контактные, скольжения качения);
- виды нагрузок (крутящий момент, упор, нагрузки масс и др.);
- условия смазки и температурный режим.

Факторы, характеризующие техническое состояние деталей, определяющие ремонтные размеры изношенных поверхностей, являются внутренними в микрологистической подсистеме ремонта. Их можно сгруппировать следующим образом: геометрические характеристики (линейные размеры, эллиптичность, конусность, осевые и радиальные зазоры, изгиб и др.); состояние поверхности (царапины, задиры, трещины, выкрашивание, перенос металла, смятие, механический износ, фреттинг-коррозия, коррозия); физико-механические и металлографические характеристики (твердость, предел текучести, предел выносливости, величина и форма зерен, расположение зерен) и др.

Для изношенных участков деталей и в целом для детали можно построить графические и компьютерные модели дефектов и составить алгоритм логистической структуры концепции восстановительного ремонта, который содержит следующие этапы: 1 – главная цель, 2 – конкретизация целей, 3 – постановка частных задач, 4 – формирова-

ние множества вариантов, 5 – направленный выбор способа восстановления, 6 – разработка оптимального технологического процесса, 7 – оценка разработанной технологии по интегрированному критерию эффективности.

В свою очередь, 6-ой этап разработку оптимального технологического процесса восстановления деталей машин можно представить в качестве типового процесса, который обеспечивает достижение главной цели и предполагает ее типовую дисконпозицию, известную как дерево «целей», рис. 3.

В нашем примере (рис. 2) для типового технологического процесса ремонта главной целью является обеспечение требуемой прочности сцепления напыленного покрытия с основой, его износостойкости, пористости и других свойств в соответствии требованиям конструкторской документации (чертежа).

### ГЛАВНАЯ ЦЕЛЬ

Обеспечение требуемой прочности сцепления покрытия с основой, его износостойкости, пористости и др.

### ЦЕЛИ ВТОРОГО УРОВНЯ

Минимизация затрат на восстановление

### ЦЕЛИ ТРЕТЬЕГО УРОВНЯ

Гибкость адаптации технологии к внешним и внутренним изменениям

### ЦЕЛИ ЧЕТВЕРТОГО УРОВНЯ

Обеспечение выполнения экологических требований к изготовлению, эксплуатации, обслуживанию и ремонту, утилизации изделия

Рис. 2 - Концептуальная схема типового технологического процесса восстановления деталей машин микрологистической подсистемы ремонта на основе алгоритма логистической структуры концепции восстановительного ремонта

Цель второго уровня – минимизация затрат на восстановление может быть обеспечена за счет выбора более экономичного способа восстановления деталей и применяемых материалов для напыления покрытий, а также путем организации непрерывной загрузки участков по восстановлению деталей при максимально возможной непрерывности движения изделий в производственном процессе.

Третий уровень целей, на наш взгляд, должен быть направлен на организацию гибкого (адаптивного) функционирования технологии к внешним и внутренним изменениям. Это может быть обеспечено за счет многих факторов. К основным следует отнести гибкость применяемой техники и технологии, уровень профессионализма кадров, ги-

бкость организации и управления производством восстановления деталей.

Также необходимым является, чтобы применяемая технология восстановления деталей обеспечивала выполнение целей четвертого уровня: выполнение экологических требований к изготовлению, эксплуатации, обслуживанию и ремонту, утилизации изделия.

*Выводы.* На основе системного подхода к ремонту деталей транспортной техники с учетом всех стадий жизненного цикла четвертую стадию - эксплуатацию, обслуживание и ремонт, рассматривая как логистическую систему, можно представить состоящей из двух подсистем: макрологистической (период эксплуатации и обслуживания) и микрологистической (период ремонта).

Предложена классификация внешних факторов макрологистической подсистемы эксплуатации и обслуживания транспортной техники, которые оказывают влияние на выбор стратегии восстановления деталей, а также внутренних факторов микрологистической подсистемы ремонта, характеризующие техническое состояние деталей, определяющие ремонтные размеры изношенных поверхностей.

Предложена концептуальная схема типового технологического процесса восстановления деталей машин, обеспечивающая достижение главной цели – получение восстановленной поверхности детали заданного качества.

#### *Литература.*

1. Логистика: Учебник / Под ред. Б.А. Аникина 3-е изд., перераб. и доп. - М.: ИНФРА-М, 2006 - 368 с.
2. Чудаков А.Д. Логистика: Учебник / А.Д. Чудаков. – М: Издательство РДЛ, 2001 – 480 с.
3. ДСТУ 2863-94 Надежность техники. Программа обеспечения надежности. – Киев: Госстандарт Украины, 1994. – 37 с.
4. Гаркунов Д.Н. Триботехника (конструирование, изготовление и эксплуатация машин): Учебник. / Д.Н. Гаркунов.– М.: “Издательство МСХА”, 2002. - 632 с.
5. Ленский А.В. Специализированное техническое обслуживание тракторного парка. / А.В. Ленский А.В.– М.: Росагропромиздат, 1989. – 239 с.
6. Полянский А.С. Формирование свойств надежности автотракторных двигателей в гарантийный и послегарантийный периоды эксплуатации: Автореферат дис. докт. техн. наук: 05.22.20 Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет – Харьков, 2004, - 36 с.

7. Абдула С.Л. Обеспечение надежности тракторных конструкций при проектировании / С.Л. Абдула, В.Г. Кухтов, А.С. Полянский.// Техніка в АПК. – 2002. - №7-9. – С. 29-32.
8. Гончаров В.Г. Повышение ресурса транспортной техники совершенствованием технологии ремонта коленчатых валов: Дис. канд. техн. наук: 05.22.20 Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет – Харьков, 2008, - 183 с.
9. Авдонькин Ф.Н. Изменение технического состояния автомобиля в процессе эксплуатации./ Ф.Н. Авдонькин.– Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1973. – 201 с. \
10. Белов П.М. Двигатели армейских машин / П.М. Белов, В.Р.Бурячко, Е.И. Акатов. – М.: Военное издательство министерства обороны СССР, 1971. – 370 с.

## **ФАКТОРИ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ Й РЕМОНТУ ТРАНСПОРТНОЇ ТЕХНІКИ**

Лузан С.О.

### *Анотація*

Розглядаючи четверту стадію життєвого циклу - експлуатацію, обслуговування й ремонт як логістичну систему, можна представити її, що полягає із двох підсистем: макрологістичної й мікрологістичної.

Запропонована концептуальна схема типового технологічного процесу відновлення деталей машин, що забезпечує досягнення головної мети – одержання відновленої поверхні деталі заданого якості.

## **FACTORS LOGISTICS SYSTEMS TO USAGES AND REPAIR OF THE TRANSPORT TECHNICIAN**

S. Luzan

### *Summary*

Considering fourth the stage of the life cycle - an usage, service and repair as логістичною систему, possible present her(its) consisting of two subsystems: macrologistics and micrologistics.

It is offered conceptual scheme of the standard technological process of the recovering the details of the machines, providing achievement main to purposes - a reception restored surfaces of the detail given quality.