

УДК 64.011.56

Евтушенко Илья Юрьевич,

Аспирант 1 курса

Санкт-Петербургский Государственный Архитектурно-Строительный

университет

г. Санкт-Петербург

e-mail: evtilya@gmail.com

ОСНОВНЫЕ СИСТЕМЫ И СТРАТЕГИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА И ИХ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

Аннотация. Данная статья поможет познакомиться с основными подходами в выборе стратегии работы на предприятиях с подвижным составом или же различных автотранспортных предприятий с углублением в тонкости, преимущества и недостатки, степенью влияния человеческого фактора и возможности его уменьшения. В статье также продемонстрированы различные таблицы и схемы технологических маршрутов для наглядного убеждения.

Annotation. This article will help you to get acquainted with the main approaches in choosing a strategy for working in enterprises with rolling stock or various motor transport enterprises, delving into the subtleties, advantages and disadvantages, the degree of influence of the human factor and the possibility of reducing it. The article also demonstrates various tables and diagrams of technological routes for visual persuasion.

Ключевые слова: обслуживание, ремонт, эффективность, техника, эксплуатация, двигатель, автомобиль, диагностика, человек, транспорт

Keywords: maintenance, repair, efficiency, machinery, operation, engine, car, diagnostics, person, transport

Эффективность использования автомобильного транспорта (АТ) напрямую зависит от способов и методов поддержания их в состоянии технической исправности на требуемом уровне, чему на практике способствуют различные формы организации систем технического обслуживания (ТО) и ремонта.

Существующие на данный момент формы и методы организации ТО и ремонта транспортной техники в России и за рубежом можно свести к трем основным стратегиям:

1. *Hard time maintenance and repair* (плановое техническое обслуживание и ремонт). Деталям, узлам, агрегатам назначается установленный по наработке предел, по истечении которого выполняется либо регламентное ТО, либо регламентный ремонт.

2. *On condition* (по состоянию) – суть данной стратегии поддержания техники в исправном состоянии заключается в периодическом или непрерывном измерении контролируемых параметров, отклонения которых от номинальных могут свидетельствовать о неисправностях агрегатов машин. При этом нет жестких ограничений по наработке, т.к. решение о дальнейшей эксплуатации принимается по результатам контроля.

3. *Condition monitoring* (по состоянию с контролем уровня надежности) – в основе лежит комплекс мероприятий по управлению надежностью (анализ отказов, конструктивные изменения, изменения в технологии ремонтных работ и т.д.). При данном подходе транспортное средство снимается с эксплуатации в случае отказа.

Принятая в России планово предупредительная система имеет высокий уровень управления. Она соответствует приведенной выше стратегии *Hard time maintenance and repair* и представляет собой комплекс организационно-технических мероприятий, проводимых по плану и направленных на обеспечение работоспособности и технической исправности автомобильного транспорта в течение всего срока их службы, при соблюдении указанных

условий и режимов эксплуатации.

Согласно регламенту ППС, для предупреждения отказов выполняются только технологические операции по ТО, а периодичность воздействий по текущему ремонту (ТР) при этом не планируется, так как наступление отказа носит вероятностный характер [2].

Однако, как показывает практика, данные принципы ППС не всегда работают достаточно эффективно, т.к. в реальных условиях эксплуатации отсутствует строгая линейная зависимость между техническим состоянием автомобилей и агрегатов, и сроком эксплуатации или наработкой на отказ можно говорить только лишь при коррозионных или эрозионных процессах, либо при усталостном износе.

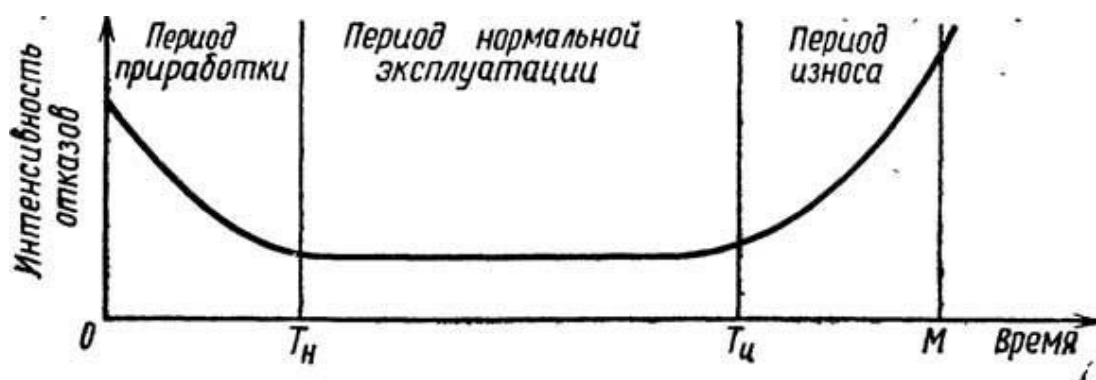


Рис. 1.1. Изменение параметра потока отказов изделия в течение его жизненного цикла

Как показывает опыт, необоснованная разборка сопряжений, осуществляемая в процессе ремонта, сокращает реальный межремонтный период механических систем изделия в среднем на 15–30%. По данным к.т.н. В.И. Милованцева, это приводит к сокращению ресурса изделия от 25,0 до 38,5% [4].

Согласно исследованиям д.т.н., профессора И.К. Данилова, основанным на анализе статистических данных о надежности автомобилей и сельскохозяйственных машин, определенная номенклатура отказов двигателей и замен деталей повторяется. Кроме того, при выборе стратегии

ожидания отказа в значительной степени увеличиваются затраты на поддержание работоспособности автомобилей и сельскохозяйственных машин [2].

Как отмечает в своих работах д.т.н., профессор И.Е. Дюмин, у поступающих в капитальный ремонт (КР) двигателей ЗИЛ-130 до 80% деталей имеют допустимые для эксплуатации износы. Число годных элементов у автомобилей и тракторов, задействованных в сельском хозяйстве, в среднем достигает 60...65% [1].

На техническое состояние механизма оказывает влияние время его эксплуатации, однако остаточный ресурс механизма не должен определяться лишь данным фактором, т.к. данный фактор часто является малозначительным.

Любой механизм состоит из большого числа допусков, начиная от момента проектирования и конструирования (проектно-конструкторские допуски), производства (производственно-технологические) и заканчивая допусками при эксплуатации (эксплуатационные), а также во время ТО и ремонтов, которые выполняются различными по квалификации специалистами. Так как на практике не может существовать совершенно одинаковых процессов эксплуатации, то не существует и двух абсолютно одинаковых механизмов их реализации. К наиболее значимым факторам, оказывающим влияние на эксплуатационные характеристики автомобилей и технологических машин, являются:

- условия изготовления;
- условия хранения;
- условия транспортировки;
- условия эксплуатации;
- техническое оснащение и квалификация обслуживающих рабочих;
- номенклатура и качество произведенных ремонтных воздействий и др.

Именно поэтому поступающие в ремонт узлы и агрегаты при эксплуатации в одинаковом временном промежутке имеют неравные остаточные ресурсы и, как следствие, одновременный их ремонт

нецелесообразен.

Кроме того, ППС является весьма затратной формой ТО и ремонта, так как чаще всего стимулируется сдельной системой оплаты труда. Следовательно, как руководители предприятий по ремонту автомобильного транспорта, так и непосредственные исполнители заинтересованы в больших объемах ремонтных воздействий, что является существенной преградой для внедрения новых подходов к данной системе ТО и ремонта.

Когда на смену эпохи социализма в России наступает эпоха капитализма и, как следствие, приход рыночной экономики с появлением собственников ситуация вокруг взглядов на ремонт техники меняется. Руководители предприятий, после оценки положительных и отрицательных сторон планово- предупредительной системы, начинают искать способы снижения затрат на ТО и ремонт подвижного состава предприятия, принимая во внимание, что величина данных затрат должна быть обоснованной с технической и экономической точки зрения.

Как следствие, возникает необходимость в переходе на более совершенную разновидность ремонта, который частично уже применяется на предприятиях ряда отраслей промышленности – ремонт по фактическому техническому состоянию (соответствует «On condition» в приведенной выше классификации стратегий). Данный вид ремонта является наиболее оправданным вариантом при выборе ремонтной стратегии, т.к. базируется на переменном объеме работ в зависимости от технического состояния узлов и агрегатов.

Как отмечает в своих работах Заслуженный деятель науки РФ, д.т.н, д.э.н., профессор Е.Ю. Барзилович, при внедрении ремонта техники по фактическому техническому состоянию, экономический эффект может достигать 30% от общей стоимости парка техники [5]. Ремонт по фактическому техническому состоянию широко применяется в сферах эксплуатации авиационной техники, согласно исследованиям д.т.н., д.э.н., профессора Е.Ю. Барзиловича

[5], д.т.н., профессора Н.Н. Смирнова, д.т.н., профессора А.А. Ицковича и др.[6].

В своих работах д.т.н., профессор Н.Я. Говорущенко указывает, что ремонт подвижного состава автомобильного транспорта по техническому состоянию фактически уже в настоящее время используется во многих автотранспортных предприятиях страны [3].

В начале 60-х годов, д.т.н., профессором К.Т. Кошкиным была опубликована монография, в которой впервые раскрывались основные принципы и особенности проектирования технологических процессов ремонта деталей, которые легли в основу ремонта по техническому состоянию [60].

Ремонт, в основе которого лежат принципы серийного производства и характеризующийся широким использованием типовых технологических процессов, называется централизованным ремонтом по техническому состоянию (ЦРТС). Его суть состоит в следующем: по результатам предремонтного диагностирования (ПД), которое проводится либо до снятия агрегата с автомобиля (перед его отправкой в ремонт), либо на испытательном стенде (при приемке агрегата в ремонт), назначается один из заранее разработанных на предприятии технологических маршрутов ремонта (комплексов ремонтных работ – КРР). Как следствие, происходит некоторое увеличение объемов разборочно- сборочных работ, из-за несоответствий выявленного сочетания дефектов агрегата и номенклатуры работ технологического маршрута ремонта, по которому направляется данный агрегат. Однако данное увеличение объемов компенсируется сокращением объема контрольно-диагностических операций (КДО), т.к. при этом не требуется выявлять все дефекты агрегата, а лишь достаточно локализовать или установить отсутствие только тех дефектов, которые будут определять технологический маршрут ремонта [8].

Неотъемлемым звеном процесса диагностирования является человек (оператор-диагност). Эффективность ЦРТС в значительной степени зависит

от применяемых методов и средств технического диагностирования, однако, какими бы устаревшими или современными они не были, самым слабым звеном в человеко-машинной системе является человек. Именно поэтому, на этапе предремонтного диагностирования неизбежны значительные по величине ошибки 1-го рода («ложный дефект») и 2-го рода («пропуск дефекта») и, как следствие, ошибка маршрутизации при распределении по КРР. Факторы, оказывающие влияние на постановку верного диагноза оператором-диагностом на этапе предремонтного диагностирования агрегатов автомобилей при их ЦРТС представлены на рис. 1.2 [8].

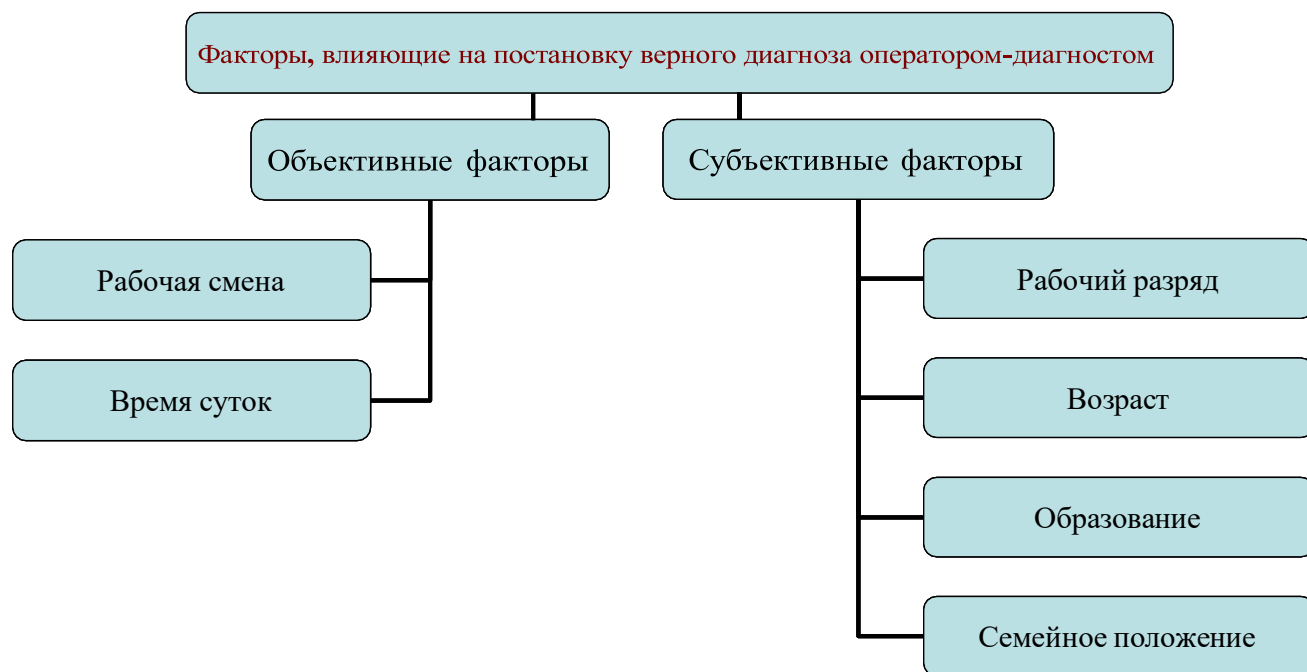


Рис. 1.2. Факторы, оказывающие влияние на постановку верного диагноза оператором-диагностом при ЦРТС агрегатов автомобилей

Схема технологического процесса ЦРТС при одноэтапном контроле представлена на рис. 1.3, где каждый поступающий в ремонт агрегат, характеризующийся сочетанием имеющихся у него дефектов (q -м) из множества Q ($q = 1, \dots, Q$), по результатам предремонтного диагностирования распределяется на k -й КРР из множества K ($k = 1, \dots, K$), при этом $K < Q$, поэтому по одному технологическому маршруту ремонта могут быть направлены

агрегаты со сходными сочетаниями выявленных дефектов. В соответствии с назначенными технологическими маршрутами ремонта, агрегаты направляют на специализированные рабочие места (СРМ) (R множество, $r = 1, \dots, R$), которых достаточно чтобы выполнить годовой объем работ предприятия, кроме того на одном СРМ может выполняться несколько технологических маршрутов ремонта [9].

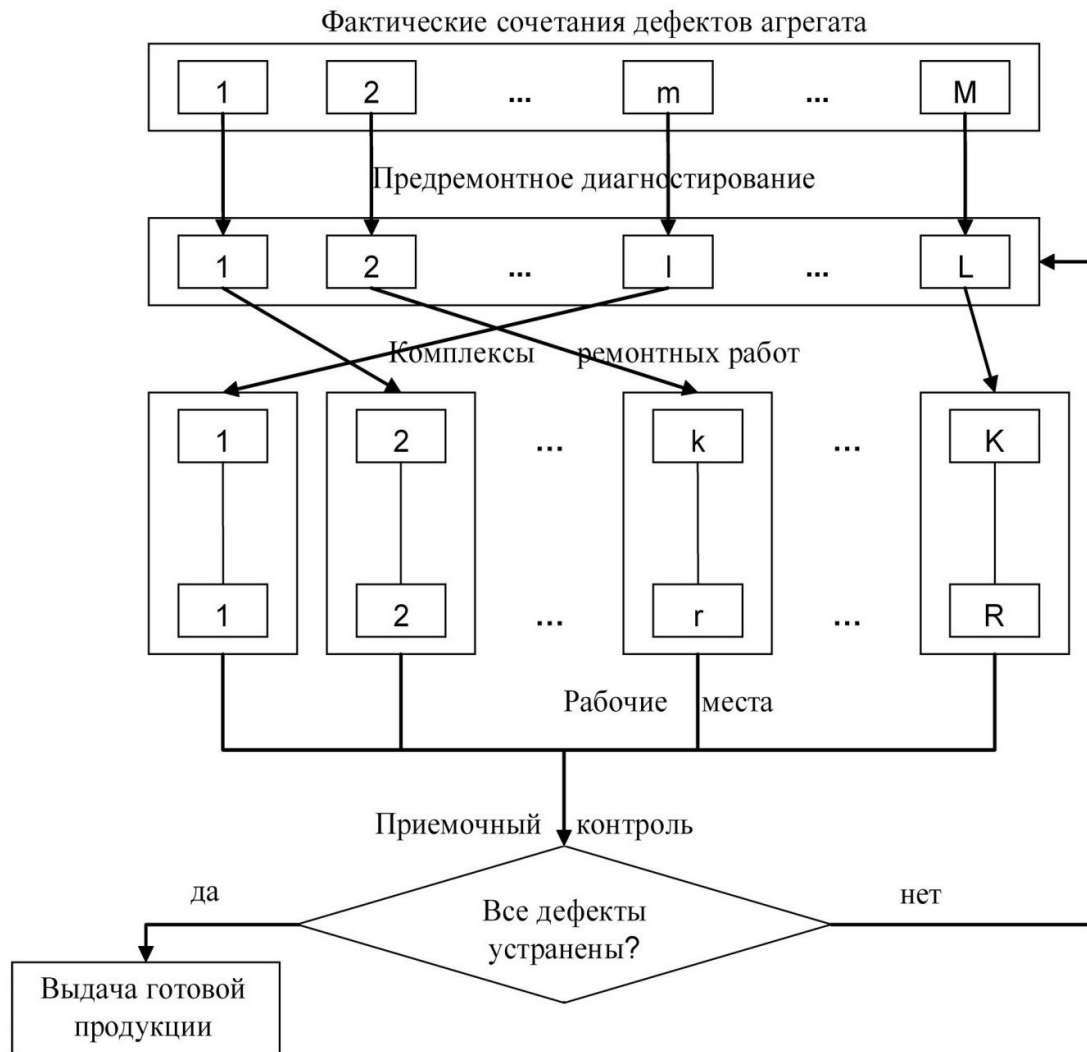


Рис. 1.3. Схема технологического процесса ЦРТС агрегатов автомобилей при одноэтапном контроле

При одноэтапном контроле из-за возникновения ошибок 1-го и 2-го рода до 28% агрегатов возвращались с рабочих мест обратно на предремонтное диагностирование.

К.т.н. В.Н. Красовский, для повышения достоверности распознавания

технического состояния ремонтируемого агрегата и правильности назначения технологического ремонтного маршрута, ввел дополнительные контрольно- диагностические операции непосредственно в процесс разборки агрегата (операционный контроль разборочного процесса), что привело к снижению возврата агрегатов с рабочих мест до 18% и сокращению потерь от выполнения излишних и повторных ремонтных работ и КДО [9].

Схема ЦРТС агрегатов автомобилей при многоэтапном контроле представлена на рис. 1.4.

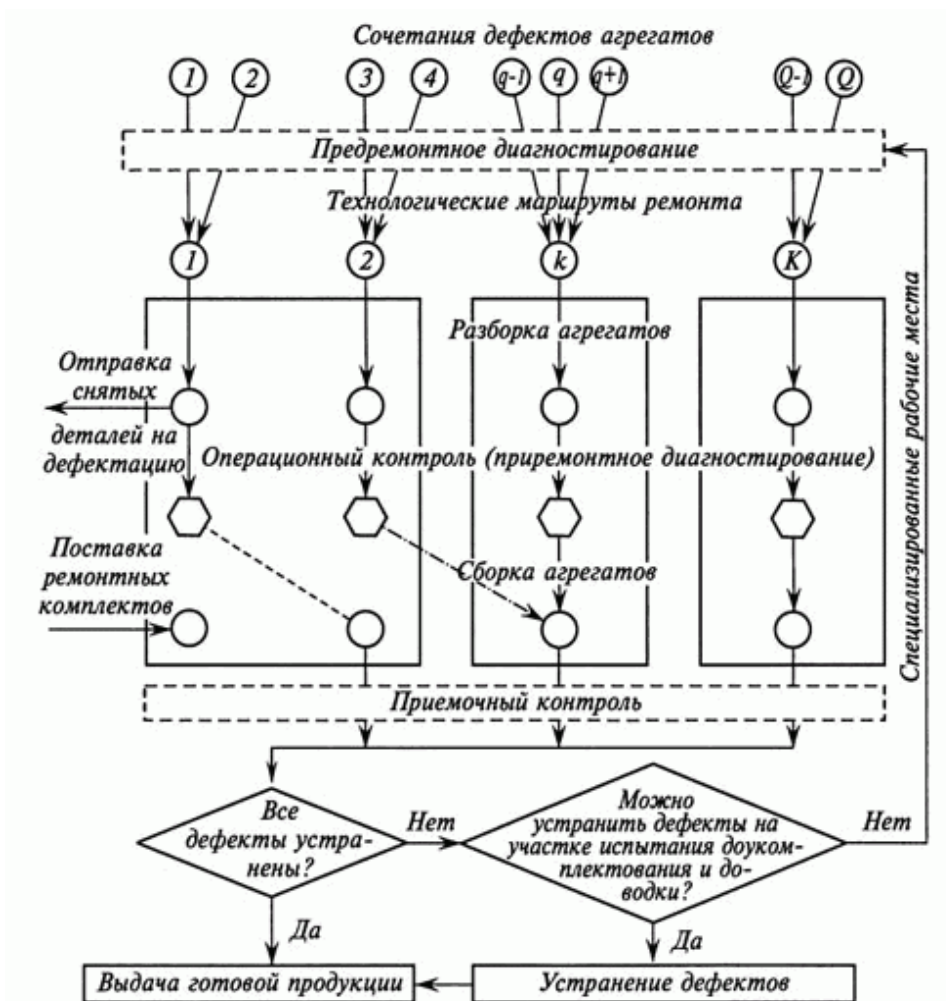


Рис. 1.4. Схема технологического процесса ЦРТС агрегатов автомобилей при многоэтапном контроле

Кроме того, на этапе приремонтного диагностирования появляется возможность локализовать дефекты, которые принципиально не поддаются выявлению при предремонтном диагностировании. Частичная разборка

агрегата способствует более точному определению его технического состояния, т.к. позволяет исключить искажающие влияния структурных параметров на рассматриваемый диагностический параметр [10]. Например, определяемые пневмотестером значения утечек сжатого воздуха, будут зависеть только от зазоров между компрессионными кольцами и стенками канавок поршней, а также юбками поршней и гильзами цилиндров. Однако, при пневмотестировании на этапе предремонтного диагностирования (когда двигатель в сборе), невозможно исключить влияние на данный параметр дефектов прокладки головки цилиндров и неплотностей клапанов [10].

Во время разборки агрегатов выполняется приремонтное диагностирование, по результатам которого подтверждается правильность назначения КРР. В случае если технологический маршрут ремонта назначен правильно, то выполняются все разборочно-сборочные работы, предусмотренные данным маршрутом, после чего агрегат направляют в приемочный контроль, где он проходит обкатку и испытание. В противном случае по результатам приремонтного диагностирования агрегат перенаправляют на соответствующий маршрут, который выполняется на этом же рабочем месте (штриховая линия) или на другом (штрихпунктирная линия). При этом в соответствии с выполняемым маршрутом ремонта, снятые с агрегата детали направляют на дефектацию, а непосредственно на рабочие места подают необходимые для ремонта комплекты деталей. Дальнейшее восстановление деталей после дефектации производится на специализированных участках АРП.

В случае обнаружения дефектов отремонтированных агрегатов на этапе приемочного контроля, они либо устраняются, если это технически возможно или экономически целесообразно, на участке по испытанию, доукомплектованию и регулировки агрегатов, либо агрегат направляют на повторный ремонт. Если агрегат соответствует техническим условиям на приемку, то его отправляют на склад готовой продукции или на выдачу заказчику.

Техническая база ЦРТС основывается на взаимосвязи между контролируемыми параметрами, характеризующими техническое состояние объекта ремонта, и дефектами, имеющими определенные диагностические признаки, которые меняются по мере развития дефектов. Иначе говоря, большинство распознаваемых дефектов, возникающих в агрегате, связаны с определенными диагностическими признаками и параметрами, которые сигнализируют о присутствии неисправностей, способствующих отказу агрегата. Таким образом, периодический мониторинг данных параметров позволяет вовремя обнаружить изменение технического состояния агрегата. В таком случае, ремонт будет производиться только тогда, когда возникает реальная вероятность выхода диагностических параметров автомобиля за предельно допустимые границы.

Камским автомобильным заводом установлено для двигателей три вида ремонта, в число которых, помимо текущего и капитального, также входит углубленный текущий ремонт по техническому состоянию, суть которого сводится к частичной разборке двигателей, выявлению фактического состояния деталей и узлов, необходимым заменах, сборке и испытаниям. Помимо завода ОАО «КАМАЗ» по капитальному ремонту двигателей (ЗРД) и агрегатов автомобилей КамАЗ, существуют филиалы производственных объединений по углубленному текущему ремонту двигателей.

Большое разнообразие возможных стратегий обслуживания и ремонта по состоянию условно можно объединить в две основные группы: с контролем уровня надежности и контролем параметров объектов эксплуатации. В первом случае обслуживание сводится к управлению уровнем надежности определенной совокупности однотипных изделий, а во втором - к управлению техническим состоянием каждого конкретного изделия.

Постепенной реализации задач для перехода от ППС к ремонтам по фактическому состоянию способствуют системы и их программные реализации класса ЕАМ (от англ. Enterprise Asset Management).

Литература

1. Дюмин И.Е. Совершенствование и повышение эффективности ремонта автомобилей и их агрегатов [Текст] / И.Е. Дюмин // Автомобильный транспорт, № 4. – М., 1979. – С. 29-32.
2. Данилов, И.К. Повышение эффективности использования ресурса автотракторных двигателей систематизацией эксплуатационно-ремонтного цикла на основе диагностирования [Текст]: дис. ... док. техн. наук.: 05.20.03 / Данилов Игорь Кеворкович. – Саратов, 2005. – 366 с.
3. Говорущенко, Н.Я. Техническая эксплуатация автомобилей [Текст] / Н.Я. Говорущенко. – Харьков: Вища школа, 1984. – 312с.
4. Малышев, В.И. Ремонт машины при ограниченной разборке её элементов [Текст] / В.И. Малышев, В.С. Милованцев // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства, № 11. – 1982. – С. 53-56.
5. Барзилович, Е.Ю. Модели технического обслуживания сложных систем [Текст] / Е.Ю. Барзилович. – М.: Высшая школа, 1982. – 231 с.
6. Смирнов, Н.Н. Обслуживание и ремонт авиационной техники по состоянию [Текст] / Н.Н. Смирнов, А.А. Ицкович. – М.: Транспорт, 1987. – 272 с.
7. Кошкин, К. Т. Маршрутная технология ремонта деталей автомобиля [Текст] / К. Т. Кошкин. – М.: Автотрансиздат, 1960. – 216 с.
8. Красовский, В.Н. Централизованный ремонт по техническому состоянию агрегатов автомобилей и специальной нефтегазопромысловой техники фирмами-изготовителями [Текст] / В.Н. Красовский. – Тюмень: Вектор-Бук, 2009. – 164 с.
9. Попцов, В.В. Применение технологий централизованного ремонта агрегатов автомобилей по техническому состоянию в условиях

мелкосерийного производства [Текст]: дисс. ... канд. техн. наук / Попцов Виктор Вадимович. – Тюмень, 2002.

10. Карагодин В.И. Ремонт автомобилей и двигателей [Текст] / В.И. Карагодин, Н.Н. Митрохин. – М.: Издательский центр “Академия”, 2003. – 496 с.