

УДК 629.3

АЛГОРИТМ ПЕРЕХОДА К КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА

© 2016 А.И. Винник, Н.Г. Макаренко, А.М. Смирнов, А. А. Шаргаёв

Омский автобронетанковый инженерный институт

Статья поступила в редакцию 23.03.2016

В работе проведен анализ планово-предупредительной системы технического обслуживания и ремонта, ремонта по состоянию, выявлены недостатки данных систем в периодичности работ технического обслуживания составных частей изделий и предложено возможное направление дальнейшего развития системы технического обслуживания и ремонта.

Ключевые слова: стратегия управления, техническое обслуживание, ремонт, техническое диагностирование, комплексная система

При эксплуатации транспортных средств различают три основные стратегии управления их технического обслуживания и ремонта (ТО и Р):

- аварийно-восстановительная система ТО и Р ((АВС ТО и Р) техническое обслуживание по событию);
- планово-предупредительная система ТО и Р (ППС ТО и Р);
- ремонт (обслуживание) по техническому состоянию (РТС).

Каждой стратегии технического обслуживания и ремонта соответствует определенная стратегия эксплуатации (использования) транспортных средств: до отказа; до выработки ресурса (срока службы); до предотказного состояния. Согласно ГОСТ Р 52104-2003 «Ресурсосбережение. Термины и определения», стратегия – это деятельность, направленная на получение планируемого результата с учетом перспективы долгосрочного развития. Согласно ГОСТ Р 27.002-2009 «Надежность в технике. Термины и определения», система технического обслуживания и ремонта техники – это совокупность взаимосвязанных средств, документации технического обслуживания и ремонта и исполнителей, необходимых для поддержания и восстановления качества изделий, входящих в эту систему.

Согласно ГОСТ 27.002.89 «Надежность в технике. Термины и определения»:

- исправное состояние - состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;
- неисправное состояние - состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации;
- работоспособное состояние - состояние изделия, при котором оно способно выполнить требуемую функцию при условии, что предоставлены необходимые внешние ресурсы;
- неработоспособное состояние - состояние изделия, при котором оно неспособно выполнить

требуемую функцию по любой причине;

- предельное состояние - состояние изделия, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна по причинам опасности, экономического или экологического;

- критерий предельного состояния - признаки предельного состояния, по которым принимают решение о его наступлении.

С появлением средств технического диагностирования (ТД), сначала механических, затем сложных программно-вычислительных комплексов, подход к выбору стратегии ТО и Р значительно изменился, пройдя путь от технического обслуживания по событию (АВС ТО и Р) к профилактическому (ППС ТО и Р), а затем и к упреждающему ТО и Р (РТС). Эффективность системы ТО и Р, как и ее качество, связано с обеспечением безотказной работы как транспортного средства в целом, так и его составных частей (СЧ) в частности, и определяется особенностями применяемой стратегии ТО и Р. Максимальная эффективность системы технического обслуживания и ремонта достигается только при комплексном подходе ко всем элементам системы, представленной на рис. 1.

В настоящее время классически применяется два подхода к планированию объема работ по техническому обслуживанию и ремонту: - система планово-предупредительного ремонта; ремонт по техническому состоянию. Общим признаком для рассматриваемых стратегий является их планово-предупредительный характер, а принципиальное отличие заключается в том, что является основанием для определения объекта, сроков и объемов работ, а также в распределении материальных и трудовых затрат, потребных на развитие материально-технической базы, соответствующей требованиям той или иной стратегии. В системе планово-предупредительного ремонта таким основанием является наработка оборудования, а при ремонте по техническому состоянию – техническое состояние объекта эксплуатации или его СЧ.

Стратегия ТО и Р по наработке (ППС ТО и Р) представляет собой принцип управления, при котором объем и периодичность работ по ТО и Р устанавливаются в зависимости от наработки транспортного средства с начала эксплуатации или после последнего капитального ремонта.

Важнейшим требованием, предъявляемым к ППС ТО и Р, является обеспечение заданного уровня надежности (безотказности) объекта. Для обеспечения выполнения данного требования производятся плановые

Винник Анатолий Игоревич, адъюнкт. E-mail: vinnik19@rambler.ru

Макаренко Николай Григорьевич, кандидат технических наук, профессор кафедры эксплуатации бронетанковой и автомобильной техники. E-mail: Masnik@yandex.ru

Смирнов Антон Михайлович, адъюнкт. E-mail: smirnoff287sam@mail.ru

Шаргаёв Алексей Александрович, адъюнкт. E-mail: al.shargaev@mail.ru

работы, направленные на предупреждение возникновения отказов. Периодичность и объем профилактических работ строго регламентированы нормативно-технической документацией в зависимости от наработки. Требуемый уровень надежности (безотказности) объектов эксплуатации обеспечивается за счет профилактического технического обслуживания и ограничения сроков их эксплуатации (выработки ресурса).



Рис. 1. Структура системы технического обслуживания и ремонта

Стратегия ТО и Р по наработке (ППС ТО и Р) представляет собой принцип управления, при котором объем и периодичность работ по ТО и Р устанавливаются в зависимости от наработки транспортного средства с начала эксплуатации или после последнего капитального ремонта. Важнейшим требованием, предъявляемым к ППС ТО и Р, является обеспечение заданного уровня надежности (безотказности) объекта. Для обеспечения выполнения данного требования производятся плановые работы, направленные на предупреждение возникновения отказов. Периодичность и объем профилактических работ строго регламентированы нормативно-технической документацией в зависимости от наработки. Требуемый уровень надежности (безотказности) объектов эксплуатации обеспечивается за счет профилактического технического обслуживания и ограничения сроков их эксплуатации (выработки ресурса).

Стратегия ТО и Р по техническому состоянию предполагает комплексное развитие материально-технической базы транспортных предприятий, проведение мероприятий по повышению эксплуатационной технологичности и контролепригодности объектов эксплуатации на протяжении всего жизненного цикла, совершенствование методов и средств технического диагностирования и определения остаточного ресурса СЧ и изделий в целом. Планово-предупредительный характер данной стратегии заключается в том, что планируются (регламентируются) только те мероприятия, которые связаны с определением технического состояния (ТС) объекта эксплуатации или его СЧ, а остальные выполняются по технической необходимости. Ограничения на межремонтные ресурсы изделий при этом отсутствуют. В свою очередь, в зависимости от различных условий, стратегия ТО и Р по техническому состоянию подразделяется на ТО и Р с контролем параметров (ТОСКП) и ТО и Р с контролем уровня надежности (ТОСКУН).

При использовании стратегии ТОСКН объем и периодичность работ ТО и Р устанавливаются в

зависимости от уровня надежности (безотказности) всех однотипных изделий, находящихся в эксплуатации. Главным требованием к ТОСКУН является поддержание надежности (безотказности) объекта на заданном уровне при минимальных эксплуатационных расходах. При использовании стратегии ТОСКП объем и периодичность работ ТО и Р устанавливается в зависимости от технического состояния объекта эксплуатации (или его СЧ), которое определяется при плановом контроле технического состояния (КТС) с учетом положения текущих значений контролируемых параметров СЧ относительно границ допусков.

Основным требованием, предъявляемым к ТОСКП, является поддержание надежности (безотказности) объекта на заданном уровне между КТС при минимальных эксплуатационных расходах. Применение стратегии ТОСКП возможно для таких объектов эксплуатации или их СЧ, отказы которых возникают постепенно и процесс возникновения которых доступен для наблюдения с помощью существующих средств и методик ТД. Для таких СЧ изменение параметра, определяющего техническое состояние, происходит постепенно, при условии соблюдения правил эксплуатации и отсутствия аварийных ситуаций. К их числу относятся несущие конструкции, подверженные усталостным и коррозионным разрушениям, силовые установки, источники давления (насосы), фильтры, узлы трения и т.д. Вероятность отказа объектов эксплуатирующихся с использованием стратегии ТОСКП зависит от их наработки с начала эксплуатации или капитального ремонта, условий эксплуатации, квалификации обслуживающего персонала, совершенностью применяемых средств и методик ТД, качества ТО, ГСМ и т.д. Процесс возникновения отказов объектов эксплуатирующихся с контролем параметров имеет протяженность во времени, вследствие этого при очередном КТС удастся своевременно выявить отклонение контролируемых параметров в заданных пределах, выявить причину возникновения отклонения данных параметров и принять меры по устранению предпосылок к возникновению отказа, либо заменить СЧ, находящуюся в предотказном состоянии, предупредив тем самым возникновение отказов. Для таких СЧ изменение параметра, определяющего техническое состояние, происходит постепенно, при условии соблюдения правил эксплуатации и отсутствия аварийных ситуаций.

Согласно ОСТ 1.02776-2001 «Эксплуатация техническая авиационной техники по состоянию. Основные положения»:

- предотказное состояние – это работоспособное состояние изделия, при котором его определяющий(ие) параметр(ы) имеет(ют) значение, находящееся в поле упреждающего допуска, устанавливаемого в эксплуатационной или ремонтной документации, или при котором имеет место контролируемый отказ допустимого числа элементов, составляющих внутренний резерв работоспособности изделия;
- определяющий параметр – параметр изделия, самостоятельно или в совокупности с другими параметрами характеризующий работоспособность изделия в соответствии с требованиями эксплуатационной и ремонтной документации;
- упреждающий допуск определяющего параметра – это диапазон изменения определяющего параметра, границы которого устанавливают область предотказного состояния изделия.

Таким образом, при использовании стратегии ТОСКП объекты (или их СЧ) эксплуатируются до предотказного состояния, а межремонтные ресурсы (наработка, срок эксплуатации) отменяются. КТС проводится с определенной периодичностью, основанной на результатах прогнозирования технического состояния объекта (СЧ) при проведении предыдущего КТС, с учетом требований к безотказности объекта, "живучести" и заданной надежности. Согласно ГОСТ 20911-89 «Техническая диагностика. Термины и определения», прогнозирование технического состояния - определение технического состояния объекта с заданной вероятностью на предстоящий интервал времени. Целью прогнозирования технического состояния может быть определение с заданной вероятностью интервала времени (ресурса), в течение которого сохранится работоспособное (исправное) состояние объекта.

В настоящее время стратегия ремонта по техническому состоянию приобретает все большее распространение, благодаря высокой рентабельности внедрения методов упреждающего обслуживания. Постоянное совершенствование методов и средств ТД стало новой ступенью развития в сфере технической поддержки управления эксплуатацией транспортных средств. Проведенные компанией Emerson Process Management исследования показали, что расходы на профилактическое обслуживание (ППС ТО и Р) будут в 5 раз выше, а на обслуживание при необходимости (АВС ТО и Р) - в 15 раз выше, чем в случае упреждающего подхода (РТС). Применение стратегии ТО и Р по техническому состоянию сокращает время вынужденного простоя образцов эксплуатации в ожидании ремонта или обслуживания, что приводит к снижению затрат с ним связанных. Кроме того, данная стратегия позволяет отказаться от ненужного профилактического обслуживания, что позволяет сократить расходы на материалы, трудовые ресурсы, и, соответственно, сокращает количество необоснованных воздействий человека на СЧ объекта эксплуатации, что приводит к снижению вероятности возникновения случайных отказов, связанных с некачественным предыдущим ремонтом или обслуживанием.

Современные транспортные средства и специальные машины являются сложными комплексными образцами, состоящими из узлов, агрегатов и систем различного назначения, которые используются в зависимости от предназначения, характера и условий выполнения поставленных задач. Сложность конструкции современных машин привела к возрастанию разнообразия по характеру используемых физико-химических процессов, характеру и степени нагрузок, входящих в их состав устройств и систем. Несмотря на достижения последних лет в развитии методов и средств ТД, техническое состояние не всех агрегатов, узлов и систем современных транспортных средств, возможно, определять без разборки образца освоенными методами и средствами ТД и неразрушающего контроля. Специальное оборудование, смонтированное на базовых шасси, имеет собственную наработку, которая не всегда зависит от наработки образца. Кроме того СЧ входящие в состав объекта эксплуатации, имеют различные уровни надежности и, соответственно, различные показатели (наработки) до перехода в предельное состояние. Отказ далеко не всех СЧ объекта эксплуатации приводит к ущербу здоровью (жизни) людей, неработоспособному или к предельному состоянию изделия в целом, а затраты на упреждение возникновения отказов таких СЧ могут превышать расходы на их устранение. Таким образом, использование какой-либо одной стратегии ТО и Р для современных транспортных средств не рационально и приведет либо к увеличению материальных затрат, трудовых ресурсов на поддержание заданных показателей надежности, либо к увеличению количества внезапных отказов, и соответственно, к увеличению вынужденных простоев.

Дальнейшее развитие системы ТО и Р предполагает объединение достоинств известных стратегий в комплексную систему, в которой образец эксплуатации – сложная техническая система, подразделяется на составные части, ТО и Р которых производится по наиболее подходящей для каждой СЧ стратегии, с учетом заданных показателей надежности и экономических показателей (рис. 2).



Рис. 2. Развитие системы технического обслуживания и ремонта

Необходимые условия для перехода к комплексной системе ТО и Р :

- применение автоматических систем управления техническими системами;

- использование критерия «экономическая целесообразность» при определении стратегии ТО и Р каждой СЧ изделия;
- наличие диагностической базы (средства ТД, НТД, базы данных, инфраструктура);
- наличие квалифицированного персонала;
- наличие методик определения ТС и его прогнозирования;
- объем и качество диагностической информации;
- контролепригодность объекта.

Применение комплексной системы ТО и Р позволит поддерживать заданные показатели надежности образцов эксплуатации при минимальных расходах всех видов ресурсов (времени, труда, средств, материалов) до максимальной выработки ресурса как СЧ, так и изделия в целом. Алгоритм перехода к комплексной системе технического обслуживания и ремонта представлен на рис. 3.

Данная система ТО и Р позволяет более эффективно решать такие задачи, как:

- регламентирование ТО и Р СЧ объектов эксплуатации, с учетом заданных показателей надежности и экономической целесообразности;
- увеличение периодичности ТО и Р за счет регламентирования СЧ и применяемых к ним стратегий

ТО и Р;

- определение и корректировка межремонтных периодов для каждой составной части с учетом выбранной стратегии ТО и Р;
- максимальное использование ресурса как СЧ, так и изделия в целом;
- механизация процессов ТО и Р;
- внедрение методов инструментального контроля технического состояния СЧ (узлов, агрегатов, систем);
- повышение роли ТД в технологическом процессе ТО и Р;
- внедрение научных методов управления техническим состоянием машин;
- увеличение удельного веса работ контроля технического состояния с помощью встроенных и внешних СТД;
- применение автоматизированных систем управления ТО и Р;
- применение специализированных информационных систем управления (ЕАМ - системы);
- формирование систем управления жизненным циклом объектов (технологии GALS), основанных на стандартах серии ИСО 9000.

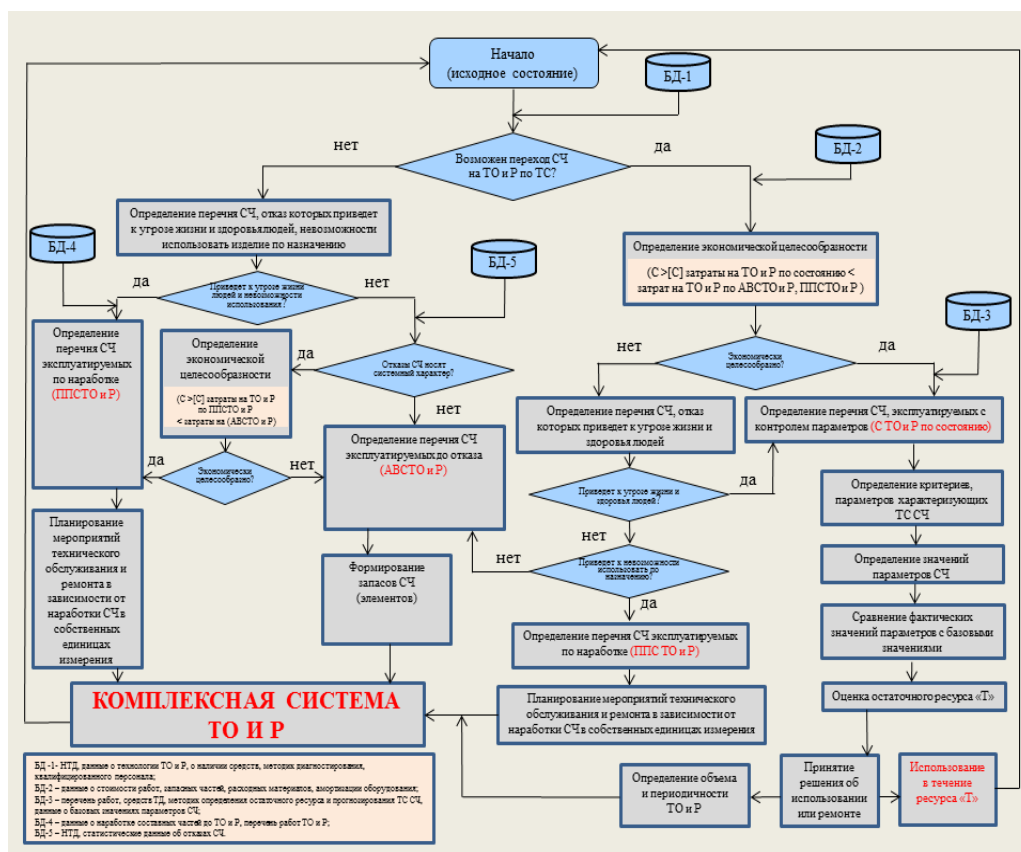


Рис. 3. Алгоритм перехода к комплексной системе технического обслуживания и ремонта

В связи с развитием информационных технологий появилась возможность использования мобильных технологий для беспроводной передачи данных о ТС объектов эксплуатации в режиме реального времени в автоматическом режиме. Способы коммуникации между людьми, мониторинга ТС образцов эксплуатации с использованием мобильных технологий существенно изменились, что привело к изменению некоторых принципов управления техническим состоянием.

Удаленный мониторинг ТС с помощью встроенных средств ТД, применения информационных технологий и позиционирования позволяет в режиме реального времени отслеживать нахождение транспортного средства на маршруте, его ТС, своевременного реагировать на его изменение, принимать решение на дальнейшую эксплуатацию и оказывать техническую поддержку водителям. Встроенные средства регистрации информации позволяют формировать базы

данных о ТС изделия за весь период эксплуатации.

Применение комплексной системы ТО и Р в сочетании с удаленным мониторингом ТС транспортного средства встроенными средствами технического диагностирования позволит повысить надежность работы его СЧ, изделия в целом, сократить время вынужденных простоев, эффективно организовать работу специалистов работающих удаленно, что в целом повысит показатели эффективности функционирования системы ТО и Р такие как: средняя трудоемкость ТО и Р, средняя продолжительность ТО и Р, средняя стоимость ТО и Р, коэффициент технического использования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Чинючин, Ю.М. Основы технической эксплуатации и ремонта авиационной техники: Учебное пособие. Часть I / Ю.М. Чинючин, И.Ф. Полякова. – М.: МГТУ ГА, 2004. 82 с.
2. ГОСТ Р 27.002-2009 Надежность в технике. Термины и определения [Текст]. – Введ. 2009-12-09. – М.; Стандартинформ, 2011. 27 с.
3. ГОСТ 27.002-89 Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения [Текст]. – Введ. 1990-07-01. – М.; Стандартинформ, 2008. 16 с.
4. ОСТ 1.02776-2001 Эксплуатация техническая авиационной техники по состоянию. Основные положения [Текст]. – Введ. 2002-01-01. 6 с.
5. ГОСТ 20911-89 Техническая диагностика. Термины и определения [Текст]. – Введ. 1991-01-01. – М.; Стандартинформ, 2009. 11 с.
6. Fitch, E.C. Fluid contamination control // Technology transfer Series №4, Oklahome, FFS, INC. 1988. 433 p.

ALGORITHM OF TRANSITION TO COMPLEX MAINTENANCE SYSTEM

© 2016 A.I. Vinnik, N.G. Makarenko, A.M. Smirnov, A.A. Shargayov

Omsk Tank-Automotive Engineering Institute

The article carries out the analysis of schedule preventive maintenance system, repair on its status. The authors reveal the systems weaknesses in periodicity of maintenance support of products components and offer a feasible direction of further development of maintenance system.

Key words: *management strategy, maintenance support, repair, technical diagnosis, complex system*

Anatoliy Vinnik, Post-graduate Student. E-mail: vinnik19@rambler.ru

Nikolay Makarenko, Candidate of Technical Sciences, Professor at the Department of Exploitation of Armored and Automobile Technics.

E-mail: Macnik@yandex.ru

Anton Smirnov, Post-graduate Student. E-mail: smirnoff287sam@mail.ru

Aleksey Shargayov, Post-graduate Student. E-mail: al.shargayev@mail.ru