

ОЦЕНКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Клименко Н.П., к.т.н., доц.; Литвиненко В.Л., к.т.н., доц.;
Романченко В.Н., к.т.н., доц.; Герасименко А.А., Лаута А.А.
магистранты

*Харьковский национальный технический университет
сельского хозяйства имени Петра Василенко*

Рассмотрены основные методы, применяемые при оценке и прогнозировании надежности автомобилей и тракторов по результатам их испытаний в различных условиях. Выполнена классификация рассмотренных методов.

При оценке (прогнозировании) надежности транспортных средств требуется определенная информация об отказах, возникающих в эксплуатации, о процессах, приводящих к отказам, об изменении параметров и свойств отдельных элементов машины, характеризующих их надежность (действующие нагрузки, износ деталей) и другая информация.

Такую информацию обычно получают в результате проведения испытаний машин в реальных условиях их эксплуатации или в специальных, искусственно создаваемых и управляемых скоростных, нагрузочных и других условиях, на стендах и полигонах.

Объектом испытания может быть все изделие (машина, агрегат) или его отдельные элементы (узлы, детали). В таком случае испытания называются соответственно полнокомплектными или поэлементными.

Классификационным признаком испытаний может быть также жизненный цикл объекта; в этом случае различают испытания опытных образцов и объектов, которые выпускаются серийно [1].

В зависимости от меры, степени расходования ресурса испытания подразделяют на полные, при которых все испытываемые объекты доводятся до предельного состояния, и цензурированные, при которых у некоторой части объектов ресурс не исчерпан.

Испытания классифицируют также по виду деградационных процессов, приводящих к отказу, а именно - усталостные, износные, коррозионные, комплексные испытания.

При доработке конструкции и технологии изготовления новой машины, с целью оценки влияния внесенных изменений на уровень надежности, проводят доводочные испытания.

подавляющая часть транспортных средств, их узлов и деталей является восстанавливаемыми объектами. Восстановление работоспособности машин проводится устранением отказов в процессе эксплуатации и ремонтом на специализированных предприятиях. Соответственно отказы называются эксплуатационными и ресурсными.

Причинами эксплуатационных отказов являются различные мелкие нарушения установленных правил, норм конструирования, производства, ремонта и эксплуатации машин. Для устранения таких отказов чаще всего не

требуется проведение трудоемких разборочно-сборочных и регулировочных работ, работоспособность машины восстанавливается простой заменой отказавшего элемента (детали, сопряжения) или регулировкой узла. При этом работоспособность машины восстанавливается только за счет замены отказавшего элемента; остаточный ресурс других, в т. ч. основных узлов машины не изменяется [1].

Примерами эксплуатационных отказов транспортных средств могут быть отказы, связанные с наступлением предельного состояния отдельных деталей из-за их предельного износа, усталостных поломок; возникновение течи смазки из уплотнений и сальников редукторов, ослабление креплений резьбовых соединений узлов, нарушение регулировок и т.п. По таким отказам обычно оценивается безотказность машины с помощью таких показателей, как средняя наработка на отказ, коэффициент готовности машины, интенсивность отказов и др. В то же время отказ детали, характеризующийся его физической сущностью (разрушение, износ, усталость материала и пр.), может рассматриваться для нее как ресурсный, характеризующий ее долговечность [1]. Оценка надежности в этом случае производится показателями долговечности - средним и гамма – процентным ресурсами, вероятностью безотказной работы.

В отличие от эксплуатационных, ресурсные отказы машин возникают как события ожидаемые, связанные с естественными изменениями (обычно в течение длительного времени), происходящими в основных, базовых узлах машин и приводящими к их предельным состояниям: предельным износам опор валов, подшипников и шестерен редукторов; поломкам деталей или узлов из-за потери усталостной прочности, например, рамы трактора, автомобиля и т. д.

Важнейшим отличием ресурсных отказов машин от эксплуатационных является необходимость выполнения трудоемких разборочно-сборочных, регулировочных и других работ, стоимость которых обычно существенно превышает стоимость отказавшего элемента; при этом, кроме восстановления работоспособности отказавшего элемента восстанавливается начальный (или межремонтный) ресурс основных деталей и сопряжений. Для реализации такого способа восстановления работоспособности машины требуется специальное оборудование, приспособления, обкаточные и регулировочные стенды, квалифицированные специалисты и т. д.

Современные транспортные средства являются сложными, многоузловыми системами. Поэтому во время их работы могут возникать отказы различных типов. Это и внезапные и постепенные, по причине износа, поломки, из-за ошибок конструирования, производства, эксплуатации и т. д. Все эти обстоятельства существенно затрудняют получение исходных данных для определения и повышения надежности транспортных средств. Вместе с тем только наличие таких данных раскрывает возможности в систематизации видов нарушений, установлении их причин и разработке мероприятий по их устранению, разработке методов прогнозирования и повышения надежности, сроков профилактических работ, математических методов моделирования надежности и т. д.

Повреждения и отказы автомобилей можно объединить в следующие группы:

- 1) повреждения усталостного характера (выкрашивание поверхностей, трещины, изломы);
- 2) износ валов, втулок и т. д.;
- 3) повреждения резинотехнических изделий;
- 4) неисправности вследствие нарушения регулировок;
- 5) прогорание прокладок, газопроводов;
- 6) течь масла;
- 7) прочие неисправности.

Причиной большинства постепенных отказов автомобилей является износ. Повышение износостойкости и восстановление деталей при ремонте в автомобилестроении производят с помощью наплавки и покрытий.

Эксплуатационные испытания, проводимые в экспериментально-производственных автохозяйствах, дают наиболее объективную информацию о надежности автомобиля, но они характеризуются большой длительностью. Поэтому в настоящее время оценку долговечности машины получают главным образом с помощью испытаний, длительность которых существенно сокращена по сравнению с эксплуатационными испытаниями из-за ужесточения режимов нагружения узлов. Такие испытания проводят обычно на полигонах и стендах.

К информации о надежности относится также диагностика технического состояния машины и ее элементов [2].

Цель диагностирования — определение работоспособности машины в данный момент времени, выявление дефектов ее отдельных узлов, и, на основании полученной информации - прогнозирование надежности.

Прогнозирование технического состояния означает определение будущего состояния машины на основании изучения тех факторов, от которых это состояние зависит. Прогнозирование может осуществляться как в процессе разработки, так и в период эксплуатации машины. В последнем случае целью прогнозирования является своевременное обнаружение неблагоприятного состояния машины и разработка рекомендаций по повышению уровня ее надежности.

Основная задача испытаний по прогнозированию — предсказать количественные характеристики надежности машины в будущем, предвидеть полный ресурс, остаточный ресурс, вероятность безотказной работы и т. д.

Основополагающим принципом прогнозирования является использование прошлого опыта. Информация о машине (априорная) является базой для процесса прогнозирования и получения оценок в будущем (апостериорные оценки).

Прогноз можно понимать как получение апостериорной оценки некоторого качества исследуемого явления на основе априорных сведений о прошлом и настоящем.

В период эксплуатации апостериорной оценкой является надежность машины после проведения контроля ее состояния. Надежность, рассчитанная на предыдущем этапе, является априорной, а контроль рассматривается как

опыт, по результатам которого оценивается апостериорная надежность. Таким образом, вычислению прогнозируемой характеристики всегда должны предшествовать опыт, эксперимент, данные которого используются совместно с априорной информацией [1].

Прогнозирование может быть групповым и индивидуальным [2]. К методам группового прогнозирования можно отнести статистическую оценку наработки до отказа однотипных изделий на основе результатов контрольных и определительных испытаний на надежность. К достоинствам метода индивидуального прогнозирования относится возможность оценки надежности каждой конкретной машины или отдельного ее элемента.

К решению задачи прогнозирования существуют два подхода — детерминированный и вероятностный. В первом случае задача сводится к отысканию аппроксимирующего выражения, во втором в качестве прогнозируемой характеристики принимается реализация случайной величины, определяющая интервал времени от момента контроля до первого пересечения поля допуска прогнозируемой величины. Поскольку процессы износа, старения и разрегулирования машин, обуславливающие развитие постепенных отказов, являются случайными величинами, более общий характер носит вероятностный подход [2].

Испытания транспортных средств на надежность могут проводиться в условиях эксплуатации, на полигонах и стендах. При этом часто создают такие условия испытаний, при которых обеспечивалось бы получение необходимой информации о надежности в более короткие сроки по сравнению с нормальными условиями работы машины в рядовой эксплуатации. Такие испытания называют ускоренными; их проводят преимущественно с использованием специальных технических средств - стендов.

Испытания на стендах отличаются от других видов испытаний (полигонных, полевых, эксплуатационных) высокой стабильностью задаваемых и поддерживаемых воздействующих факторов (условий нагружения, температуры, влажности, запылённости и других факторов, влияющих на функционирование конструкции), точностью их регулирования, возможностями углублённых наблюдений за рабочими процессами, в том числе и в труднодоступных зонах, повышенной точностью измерения и регистрации параметров. На стендах может быть получена информация, которую не могут дать никакие иные испытания, например, показатели прочности деталей и др.

Стендовые испытания классифицируются по различным признакам и в основном разделяются на следующие группы:

- испытания отдельных деталей, узлов и агрегатов;
- испытания полнокомплектных машин;
- испытания отдельных деталей, узлов и агрегатов на полнокомплектной машине (или её части), установленной на стенде;
- испытания статические и динамические;
- испытания с разрушением и без разрушения;
- на универсальных или уникальных стендовых установках;
- прочностные, усталостные, износные, вибрационные и др.

Существенным недостатком стендовых испытаний является разработка

и изготовление специальных технических средств – стендов, а также обоснование перехода от результатов оценки надежности в стендовых условиях к условиям эксплуатации [2].

Для ускоренной оценки надежности автомобиля целенаправленно проводят дорожные и стендовые испытания. Дорожные испытания автомобилей подразделяют на полигонные и специальные.

Полигонные испытания автомобиля и его агрегатов проводятся с целью оценки возможного ресурса автомобиля или ускоренного выявления его «слабых» мест. При полигонных испытаниях автомобиля наиболее успешно может быть решена проблема ускорения и форсирования испытаний, как путем сокращения их времени, так и путем воздействия увеличенных (по частоте и по амплитуде) нагрузок.

Необходимая степень форсирования нагрузочного режима деталей автомобиля при полигонных испытаниях достигается выбором соответствующих испытательных сооружений, а также скорости движения и полезной нагрузки. Основным критерием правильности выбора нагрузочного режима служит характер отказа испытываемых деталей, который должен быть аналогичен характеру отказа в эксплуатационных условиях.

Список использованных источников

1. Анилович В.Я., Гринченко А.С., Литвиненко В.Л. Надежность машин в задачах и примерах. – Харьков: Око, 2001. – 320 с.
2. Прогнозирование надёжности тракторов / В.Я. Анилович, А.С. Гринченко, В.Л. Литвиненко, И.Ш. Чернявский / Под ред. В.Я. Аниловича. М.: Машиностроение, 1986. – 218 с.

Анотація

ОЦІНКА І ПРОГНОЗУВАННЯ НАДІЙНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

**Клименко М.П., Литвиненко В.Л., Романченко В.М.,
Герасименко О.О., Лаута А.О.**

Розглянуто основні методи, що застосовуються при оцінці та прогнозуванні надійності автомобілів і тракторів за результатами їх випробувань в різних умовах. Виконана класифікація розглянутих методів.

Abstract

ESTIMATES AND FORECASTING RELIABILITY FUNDS OF TRANSPORT

**N.Klymenko, V.Lytvynenko, V.Romanchenko,
A.Gerasimenko, A.Laouta**

The methods main address, who by the application of estimates and forecasting reliability of cars and tractors on the results of tests in various conditions. Classification executed of address methods.