

## **БОРТОВОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ИМПУЛЬСНЫМ МЕТОДОМ ГИДРОФИЦИРОВАННЫХ ТРАНСМИССИЙ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ**

*Семёнов И. Н.*

*Брестский государственный технический университет,  
г. Брест, Беларусь*

Современные легковые автомобили (ЛА) широко оснащаются новейшими бортовыми электронными системами управления, контроля и диагностики. Движение ЛА происходит в очень разнообразных и нередко сложных условиях. Эти условия преимущественно определяются параметрами дорожных, эксплуатационно-технических, природно-климатических характеристик, маршрутами и фазами движения, режимами нагружения трансмиссий, а также всевозможными опасными и нештатными ситуациями [1].

Функциональные свойства ЛА как технического объекта определяют степень его приспособленности к эксплуатации в качестве транспортного средства. К ним относятся: тягово-скоростные свойства, тормозные свойства, топливная экономичность, устойчивость, управляемость, маневренность, плавность хода, проходимость. Тягово-скоростные свойства ЛА характеризуют его способность перевозить пассажиров с высокой средней скоростью и производительностью. Тормозные свойства ЛА определяют его способность быстро снижать скорость при одновременном исключении заносов с целью уменьшения вероятности дорожно-транспортных происшествий и повышения безопасных скоростей движения. Топливная экономичность характеризует эффективность использования энергии топлива при выполнении работы по перевозке пассажиров.

Эффективное функционирование ЛА в процессе перевозки пассажиров зависит от правильно сформированных тягово-скоростных и топливно-экономических показателей автотранспортного средства. При этом важным является обеспечение его безопасности и надежности. В связи с этим необходимо осуществлять дифференцированный их учет при синтезе алгоритмов управления и диагностики в процессе комплексных исследований их влияния на показатели эффективности и качества, важное значение при этом имеет научно-техническое прогнозирование на стадии проектирования перспективных систем управления и диагностики [1,2].

Трансмиссии современных легковых автомобилей в основном являются гидрофицированными. Их основными частями служат механические и гидромеханические передачи, которые работают в сложных условиях. Элементы (сборочные единицы и детали) этих механизмов, представляющие собой вальные и планетарные коробки передач, постоянно подвергаются знакопеременным нагрузкам. Для обеспечения безопасного движения автомобиля и его работоспособности в целом необходимо непрерывно в режиме реального времени отслеживать техническое состояние этих сложных дорогостоящих передач.

Для оценки технического состояния гидрофицированных трансмиссий (ГТ) ЛА, своевременной постановки технического диагноза, оперативного выявления опасных отказов и скрытых дефектов, предотвращения появления неисправностей и прогнозирования остаточного ресурса необходимо использовать новые информационные технологии и прогрессивные методы, основанные на комплексных экспериментальных и теоретических исследованиях и новых способах обработки результатов [3].

Применению бортовых систем не только на ГТ ЛА, но и на многих автотранспортных средствах (АТС) в целом, сопутствует ряд проблем. Основная из них – это проблема постоянных отказов в трансмиссиях. Существующие подходы к решению проблемы неэффективны и пассивны, т. к. приходится исключать АТС из рабочего цикла в связи с аварийными ситуациями или необходимостью проведения технических обслуживаний и ремонтов, часто преждевременных и необоснованных ни технически, ни экономически [4].

Трансмиссии легковых автомобилей с электронным управлением так же, как и обычные неавтоматизированные трансмиссии – механические и гидромеханические коробки передач – используют гидравлическую систему с рабочей жидкостью для включения муфт и тормозных лент, при этом каждый гидравлический контур управляется электромагнитным (реже – гидравлическим) клапаном.

Под гидрофицированной трансмиссией автотранспортного средства будем понимать такую автоматизированную трансмиссию, которая оснащена электронно-гидравлической системой управления, контроля и диагностики, при этом в ее состав входят гидромеханические или гидродинамические элементы, а также технические средства гидроавтоматики и различные гидроаппараты. Гидрофицированные трансмиссии современных автомобилей, как правило, являются автоматизированными или легко поддаются автоматизации на основе современных средств микроэлектроники и бортовой диагностики.

Многие современные ЛА имеют автоматические коробки переключения передач (АКПП). Эти АКПП являются принадлежностью гидрофицированных трансмиссий (ГТ). Неправильное или несанкционированное управление гидравлическими параметрами рабочего тела (гидравлической жидкости) является основной причиной выхода из строя и уменьшения срока службы АКПП легковых автомобилей.

В момент удара, субъективно воспринимаемого водителем, происходит резкое наполнение рабочей жидкостью подпоршневого пространства и увеличение давления в тормозах планетарного ряда. Все это может снизить ресурс трансмиссии. Для парирования последствий удара необходим специальный способ.

Суть разработанного автором способа, который реализован в импульсном методе, сводится к следующему. Для повышения ресурса гидрофицированной трансмиссии ЛА необходимо увеличить плавность хода и уменьшить ударные нагрузки, воздействующие на нее. Электронный блок управления АКПП не реагирует на ударные нагрузки, а только воспринимает пробуксовки в пакетах фрикционных муфт или лентах, соответственно повышается давление до момента исключения пробуксовки. Когда давление становится слишком высоким, то появляется удар (толчок), возникающий как следствие резкого возрастания

давления жидкости, вызванное также и мгновенным изменением скорости ее течения в магистрали. Такой удар воспринимается как мощный толчок, что негативно сказывается на деталях всей трансмиссии, резко снижая надежность [5].

Данный раздел статьи посвящен разработке эффективного метода осуществления оперативной оценки текущего состояния ГТ ЛА. Таким современным методом, использующим новые технологии, и который может быть успешно реализован в автоматизированных гидрофицированных трансмиссиях, является импульсный метод [4,5].

С помощью импульсного метода можно определить величину толчков, воздействующих на детали трансмиссии, и за счет правильно выстроенных команд исполнительных модулей системы управления / диагностирования по заложенным алгоритмам можно снизить давление вплоть до пробуксовки муфт. После этого электронная система зафиксировывает факт пробуксовки и далее повысит давление до требуемого уровня. Таким образом, обеспечивает плавность процессов включения элементов и повышается ресурс ГТ.

Для восприятия толчков можно дополнительно на картере коробки передач установить датчик детонации.

В качестве критериев оценки технического состояния ГТ ЛА как объекта диагностики нужно выбирать те из них, которые могут указывать на возможность приближения состояния объекта к предельному состоянию, при котором он не способен выполнять свои функции либо выполнение своего функционального назначения экономически нецелесообразно.

Таковыми критериями для автотранспортных средств, имеющими гидрофицированные трансмиссии, могут служить КПД трансмиссии, температура коробки передач, производительность выполнения транспортной работы и др.

В электронных бортовых системах ГТ ЛА в алгоритмах управления используются два основных параметра: скорость движения автомобиля и нагрузка на двигатель. Эти параметры определяются электронными датчиками. Основными из них являются датчики: частоты вращения на входе коробки передач (скорость вращения турбинного колеса гидротрансформатора для ГТ с ГМП), частоты вращения на выходе коробки передач (скорость выходного вала), положения коленчатого вала, температуры рабочей жидкости, положение рычага селектора и переключателя режима работы АКПП, массового расхода воздуха или абсолютного давления во впускном коллекторе и положение педали акселератора. Кроме того, блок управления АКПП получает дополнительную информацию от блока управления двигателем и других электронных систем автомобиля (например, от системы динамического контроля устойчивости автомобиля). Это позволяет более точно, чем в обычной АКПП, определять моменты переключений передач и блокировки гидротрансформатора для коробок с ГМП. Программа переключения передач по характеру изменения скорости при данной нагрузке на двигатель может легко вычислить силу сопротивления движению автомобиля и ввести соответствующие поправки в алгоритм переключения, например, попозже включать повышенные передачи на полностью загруженном автомобиле или невысоком ускорении разгона.

В то же время большой проблемой современных ГТ ЛА является, тем не менее, два негативных фактора. Это снижение надежности управления трансмиссией и то, что заложенные в электронный блок алгоритмы управления искажаются и оказываются недостоверными ввиду проявляющихся неисправностей

гидропривода ГТ. Неисправности в работе электромагнитных клапанах-регуляторах, как механические, так и электрические, являются причиной неправильного управления гидравлическими параметрами рабочего тела и впоследствии приводящие к отказам и снижению надежности гидрофицированных трансмиссий.

Важным этапом исследований является также установление закономерностей изменения параметров рабочего процесса ГТ (амплитуд пульсации давлений, расходов рабочей жидкости, длительности переходных процессов в системе гидропривода управления фрикционами), а также получение статистических характеристик процесса пульсации [5].

Применение импульсного метода в бортовом диагностировании гидрофицированных трансмиссий позволяет осуществить своевременную локализацию неисправностей элементов гидравлического блока управления АКПП, а также корректировать величину давления, подаваемого в тормозные муфты и к лентам, с целью уменьшения нагрузок на детали трансмиссии и для увеличения ресурса и повышения плавности хода.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Рынкевич, С. А. Основы управления и диагностирования автотранспортных средств с применением бортовой микроэлектроники / С. А. Рынкевич // Вестник Курганского государственного университета. Серия «Технические науки». Выпуск 12. – 2017. – № 2 (45) – С. 77–84.

2. Рынкевич, С. А. Методология проектирования подвижных объектов / С. А. Рынкевич // Сб. науч. трудов БНТУ «Транспорт и транспортные системы: конструирование, эксплуатация, технологии»: Минск, 2018. – С. 130–153.

3. Семёнов, И. Н. Повышение надежности гидрофицированных трансмиссий легковых автомобилей / И. Н. Семёнов, С. А. Рынкевич // Автомобиле- и тракторостроение : материалы Международной научно-практической конференции, Минск, 24–27 мая 2019г. / Белорусский национальный технический университет ; редкол.: отв. ред. Д. В. Капский [и др.]. – Минск : БНТУ, 2019. – Т. 1. – С. 48–52.

4. Семёнов, И. Н. Методика повышения надежности гидрофицированных трансмиссий легковых автомобилей: Автотракторостроение и автомобильный транспорт: сборник научных трудов: в 2 т. / отв. ред. Д. В. Капский. – Минск ; БНТУ, 2020. Т.1. – С. 42–45.

5. Семёнов, И. Н. Импульсный метод диагностирования гидрофицированных трансмиссий легковых автомобилей / И. Н. Семёнов // Вестник БрГТУ. – 2019. – № 4 (117) : Машиностроение. – С. 94–96.