

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ДИАГНОСТИКИ ГИДРОФИЦИРОВАННЫХ ТРАНСМИССИЙ КАРЬЕРНОЙ ТЕХНИКИ

Рынкевич С. А.¹

1. Белорусский национальный технический университет, г. Минск

В работе даны концептуальные основы анализа технического состояния машин карьерной техники (самосвалов, погрузчиков и т.д.) на основе средств бортовой микроэлектроники с применением мехатронных систем. Приведено описание бортовой системы управления и диагностирования карьерного самосвала и отмечены ее преимущества. Рассмотрены основные этапы методики диагностирования гидромеханической трансмиссии карьерного самосвала в эксплуатационных условиях.

Ключевые слова: диагностика, мехатронная система, карьерный самосвал, гидромеханическая передача, гидрофицированная трансмиссия.

CONCEPTUAL BASES OF DIAGNOSTICS HYDROFICATED TRANSMISSIONS QUARRY EQUIPMENT

S.A. Rynkevich¹

1. Belarusian National Technical University, Minsk

The paper gives a conceptual basis for analyzing the technical condition of quarry machines (dump trucks, loaders, etc.) based on on-board microelectronics using mechatronic systems. The description of the onboard control system and diagnosis of a mining dump truck is given and its advantages are noted. The main stages of the methodology for diagnosing hydro-mechanical transmission of a mining dump truck under operating conditions are considered.

Keywords: diagnostics, mechatronic system, quarry dump truck, hydromechanical transmission, hydroficated transmission.

В конструкциях современных мобильных машин – автомобилях, тракторах, строительно-дорожных машинах – широкое применение получили гидрофицированные механизмы, в том числе гидромеханические передачи (ГМП) и механические трансмиссии [1].

На современном этапе развития транспортной техники происходит быстрая смена выпускаемых моделей при интенсификации процессов модификации мобильных машин, возрастании числа новых разработок, что обеспечивает подвижным объектам более высокие потребительские качества и конкурентоспособность на рынках сбыта. Разрабатываемые машины и их механизмы должны превосходить существующие, иметь высокие показатели технического уровня и эффективности их использования. Эффектив-

ное и надежное функционирование мобильных машин может быть обеспечено лишь путем применения самых совершенных принципов, методов и технических средств определения их технического состояния, т.е. современных методов диагностирования.

Для качественного определения технического состояния ГМП мобильных машин, оперативной постановки технического диагноза, своевременного выявления опасных отклонений параметров, обнаружения отказов и скрытых дефектов, предотвращения появления неисправностей и прогнозирования остаточного ресурса необходимо использовать современную научную методологию, основанную на экспериментальных и теоретических методах исследований и новых способах обработки результатов исследований [1, 2].

Современная техника, которая эксплуатируется на горно-обогатительных предприятиях (карьерные автосамосвалы, строительные дорожные машины и др.), оснащаются мехатронными бортовыми системами диагностирования, мониторинга и контроля, позволяющими оперативно (в режиме реального времени) оценивать техническое состояние двигателя, трансмиссии и других механизмов машины.

Карьерные самосвалы производства белорусского завода «БелАЗ» широко используются в ряде горно-обогатительных предприятий Российской Федерации [3]. Мобильные машины и карьерная техника производства «БелАЗ» поставляются на рынок с гидромеханическими и электромеханическими трансмиссиями. Многолетние исследования автора данной статьи посвящены разработке автоматических систем управления и контроля карьерных автосамосвалов с вальными автоматизированными гидромеханическими коробками передач. ГМП карьерных самосвалов в процессе эксплуатации обладают рядом преимуществ по сравнению с механическими коробками передач [1]. Применение ГМП облегчает и упрощает управление автомобилем, повышает технико-экономические показатели работы, технический уровень и конкурентоспособность машины. Плавное и непрерывное преобразование параметров потока энергии, подводимой к ведущим колесам, способствует снижению их буксования, оказывает положительное влияние на проходимость, снижает динамические нагрузки на трансмиссию и двигатель и за счет этого значительно увеличивает их срок службы.

Основная проблема автоматизации управления и диагностирования гидрофицированными трансмиссиями карьерной техники связана с многообразием и огромной сложностью происходящих при эксплуатации процессов. Для решения данной проблемы необходимо использование технологий и методов, основанных на других подходах, отличных от тех, которые опираются на принципы классической теории автоматического управления. Использование этих технологий позволяет выйти на новый уровень проектирования автоматических устройств – уровень создания автоматизированных мехатронных бортовых систем (АМБС). Создание АМБС позволяет решить

ряд задач упомянутой выше проблемы. Во-первых, появляется возможность создания систем управления / диагностирования, использующих большое количество информации различной физической природы. Во-вторых, возникают условия для создания и реализации гибких алгоритмов, позволяющих системам приспосабливаться к изменению различных ситуаций и условий эксплуатации. В-третьих, упрощается конструкция автоматических систем и снижается стоимость создаваемых изделий. В-четвертых, появляются возможности использования программ управления / диагностирования в режиме реального времени. В-пятых, такие системы наделяются интеллектуальными качествами, приобретая способность к обучению (самообучению). Это выражается в расширении и значительном пополнении базы знаний таких систем в процессе эксплуатации объекта диагностирования; накоплению и осмыслению информации; запоминанию и распознаванию различных ситуаций, в том числе проявлений неисправностей, причин и условий их возникновения [1, 2].

Применительно к сфере автомобилестроения разрабатываемые АМБС и такая их разновидность, как системы технического диагностирования (СТД), должны обеспечивать следующие основные функции:

- оперативное и активное определение технического состояния основных механизмов карьерной техники (КТ) в текущий момент времени;
- диагностирование параметров элементов и механизмов трансмиссии, тормозной системы, подвески, гидропривода КТ;
- осуществление непрерывного контроля основных параметров механизмов и их элементов (температуры, давления масла в магистралях и фрикционных, расхода рабочей жидкости и др.);
- идентификация и предотвращение опасных ситуаций, связанных с управлением КТ и функционированием механизмов;
- осуществление защиты от ошибочных управляющих действий водителя;
- анализ информации о текущих процессах с выдачей водителю сигналов отклонений от технических требований;
- обеспечение приема информации от других измерительных систем по любому из стандартных интерфейсов;
- выдача результатов диагностирования в текстовом и графическом виде;
- отображение текущего состояния машины в графическом режиме на дисплее в удобном для водителя или оператора виде.

Выбор структуры бортовой системы управления и диагностирования (БСУД) зависит от поставленных заказчиком задач и требований, а также особенностей эксплуатации самосвала с ГМП.

БСУД ГМП включает в себя автомобиль-самосвал, снабженный двигателем, гидродинамическим трансформатором (ГДТ) и ГМП, и мехатронную подсистему управления / диагностирования. Для сбора и измерения

всевозможной информации о параметрах и характеристиках управляющих воздействий водителя, механизмах и режимах автосамосвала, а также состоянии внешней среды, используется комплекс датчиков: положения педалей акселератора и тормоза, угловой скорости вала двигателя, входного и выходного валов ГМП, датчики состояния муфты блокирования ГДТ и фрикционных муфт ГМП, температуры двигателя и трансмиссии, скорости машины, характеристик дорожных условий и внешней среды (макро- и микро-профиля поверхности дороги, уклона, коэффициента сопротивления, различных нештатных ситуаций и т.д.).

Собираемая датчиками информация используется при формировании программы управления ГМП и двигателем, причем эта программа включает базовую программу с возможностью ее адаптации к нештатным режимам. Поступающая от датчиков информация обрабатывается в бортовом процессоре (электронном блоке), в котором хранится базовая программа с элементами ее адаптации. На их основе формируются управляющие сигналы для отработки исполнительными механизмами управления энергетическими режимами самосвала: двигателем и механизмами ГМП – ГДТ и механической коробкой передач.

Для визуализации диагностической информации используется интеллектуальная панель оператора [4], которую размещают в кабине водителя. Интеллектуальная панель оператора содержит контролируемую текущую информацию о параметрах механизмов ГМП, режимах эксплуатации и информацию о техническом состоянии машины и при необходимости заблаговременно извещает водителя (оператора) о неисправности, которая может произойти, и причине ее появления.

Методика активного диагностирования ГМП в процессе эксплуатации автосамосвала включает в себя следующие основные этапы.

Сбор, селекция и обработка информации. Собираемая датчиками информация в виде значений информационных переменных используется в качестве диагностируемых параметров для последующей оценки технического состояния механизмов автосамосвала. При этом эти сигналы разделяют на диагностические, контролируемые, информационные и управляющие сигналы, которые учитывают характеристики внешней среды и параметры дорожных условий; управляющих воздействий водителя; скоростных режимов движения транспортного средства; особенностей управления транспортным средством, обусловленных стилем вождения и квалификацией водителя; степень загрузки транспортного средства; допустимые режимы работы двигателя, трансмиссии и тормозной системы; пределы безопасных режимов движения транспортного средства в реальных дорожных условиях.

Использование информационных технологий и (или) технологий «мягких вычислений» и постановка технического диагноза. При использовании, к примеру, нечеткой логики осуществляется ряд преобразований, связанных

с кодированием и декодированием информации. При этом применяют процедуры фаззификации (обработка нечеткой информации) параметров собираемой, передаваемой и обрабатываемой информации из диагностических сигналов. Здесь применяют определенные приемы составления и формализации продукционных правил, процедуры дефаззификации (приведения к четкости решений), на основе чего в режиме реального времени формируют сигналы, посредством которых вначале осуществляют результат предварительного технического диагноза, который используется, уточняется и проверяется в экспертной базе знаний, а затем – результат окончательного технического диагноза о состоянии механизмов автосамосвала с визуализацией на информационном дисплее водителя или оператора [1]. На базе БСУД ГМП можно создавать экспертную подсистему с соответствующими окнами, в которых отображается диагностическая информация и результаты оценок технического состояния ГМП [3, 4].

Для выявления требуемого множества диагностических сигналов и определения их взаимосвязи непосредственно в процессе эксплуатации транспортного средства либо на предварительной стадии осуществляют имитационное моделирование процессов функционирования механизмов транспортного средства, процедуры корреляционного и регрессионного анализа, затем осуществляют формализацию этих сигналов средствами нечеткой логики путем описания их функциями принадлежности и составления продукционных правил с приведением сигналов в нечеткий вид и обратным их преобразованием в четкие выходные сигналы, которые используют при получении технического диагноза. При этом могут использоваться и другие методы на основе технологий искусственного интеллекта и современных средств обработки, преобразования и анализа информации [1].

Таким образом, применение современных автоматических бортовых систем диагностики на карьерной технике, оснащенной гидрофицированными трансмиссиями, способствует повышению производительности, снижает материальные затраты, связанные с непредвиденными ремонтами и необоснованными простоями техники по причине отказов, обеспечивает работоспособность и повышает ресурс мобильных машин и их механизмов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Диагностирование гидромеханических передач мобильных машин / Н. Н. Горбатенко, А. Н. Егоров, В. В. Региня, С. А. Рынкевич, В. П. Тарасик, Г. Л. Антипенко; под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. В. П. Тарасика. – Могилев : Беларус. - Рос. ун-т, 2010. – 511 с.: ил.
2. Дентон, Т. Автомобильная электроника : пер. с англ. / Т. Дентон. – 2008. – 586 с. : ил.
3. Егоров, А. Н. Использование наукоемких технологий при создании новой техники на Белорусском автозаводе / А. Н. Егоров // Горный журн. – 2004. – С. 45–46.
4. Системы контроля и управления электронные для автотракторной техники. Общие технические условия: ГОСТ 30241.1–96. – Введ. 01.07.1998. – Минск : Межгосударственный Совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1997. – 36 с.