

РОЛЬ И МЕСТО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ МАШИН ПРИ ИХ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Инж. ОПАНОВИЧ В. А., докт. техн. наук, доц. КАРПИЕВИЧ Ю. Д.

Белорусский национальный технический университет

В процессе эксплуатации различных машин и механизмов неизбежно возникают задачи диагностирования, т. е. определения их технического состояния, выявления неисправностей и прогнозирования остаточного ресурса. Необходимость повышения производительности функционирования технических объектов, использования на транспортных средствах бортовых электронных комплексов, развития средств и методов неразрушающего контроля, современных передвижных диагностических станций и постов предъявляет к качеству процессов диагностирования особые требования.

Важность обеспечения высокого технического уровня и конкурентоспособности техники в условиях рыночных отношений выдвигает новые технические проблемы и ряд существенных требований к ее созданию. Использование сложных и дорогостоящих систем при автоматизации технических объектов должно гарантировать качественную и результативную оценку технического состояния, выявление неисправностей и прогнозирование остаточного ресурса.

Актуальной проблемой является высокая эффективность эксплуатации машин, и решение ее напрямую зависит от степени и качества использования современных методов и средств диагностирования.

Оценку технического состояния механизмов и машин традиционно принято осуществлять в системе планово-предупредительных работ, предусматривающей разборку механизмов и деталей после определенного срока эксплуатации или прохождения заданного пробега. Такие работы требуют больших затрат времени и достаточно трудоемки. Существует еще одно обстоятельство, порождающее серьезную проблему в данной сфере. При создании автомобилей, тракторов и другой техники со сложными конструкциями и системами важно обеспечить равнопрочные элементы механизмов и деталей. Однако условия эксплуатации машин настолько разнообразны, переменчивы и неоднозначны, что значения многих параметров изменя-

ются в очень широких диапазонах, нередко достигают предельных уровней и даже превосходят их. В результате система планово-предупредительных работ неэффективна, поскольку не позволяет своевременно выявить опасные отклонения параметров, обнаружить отказы и скрытые дефекты, предотвратить появление неисправностей и спрогнозировать остаточный ресурс.

В условиях рыночных отношений одной из основных задач, стоящих перед промышленностью Республики Беларусь, является повышение технического уровня, надежности и конкурентоспособности выпускаемой техники. Решению этой задачи способствует внедрение в конструкцию машин различных микропроцессорных систем управления, которое качественно изменяет их как объект диагностирования [1].

Эффективное и безопасное автоматическое управление узлами, агрегатами и системами машины возможно лишь при условии технически исправного состояния как системы управления, так и объекта управления, что предполагает наличие методов и технических средств диагностирования, способных своевременно выявлять возможные неисправности.

Получивший в настоящее время широкое распространение регламентный характер контрольно-диагностических работ не может обеспечить требуемого уровня технического состояния как микропроцессорных систем управления, так и объекта управления, потому что не учитывает индивидуальные особенности каждого автомобиля, условия его эксплуатации, технического обслуживания и проведенные ранее ремонтные воздействия.

Необходимость создания бортовых систем диагностирования вызвана тем, что у большинства автомобилей при проведении диагностических работ отмечаются значительные отклонения параметров, характеризующих его техническое состояние до проведения диагностических работ, т. е. автомобиль эксплуатируется в недопустимых режимах, что отрицательно сказывается на безопасности движения, эконо-

мических, экологических и других показателях. Также часть автомобилей, находящихся в технически исправном состоянии, в соответствии с графиком проведения регламентных работ подвергается преждевременному диагностированию, т. е. очевидны необоснованные трудовые и материальные затраты [1].

В этой связи актуальной является задача обеспечения диагностирования автотранспортных средств и микропроцессорных систем их управления за счет использования технических средств последних.

Идентичность функциональных структур микропроцессорных систем управления и диагностирования позволяет за счет совместного использования общей аппаратуры (датчиков, исполнительных механизмов, микроЭВМ) обеспечить непрерывный контроль системы и объекта управления без использования каких-либо специализированных технических средств и избежать тем самым необоснованного усложнения конструкции автомобиля и необходимости разработки дополнительного диагностического оборудования.

Современные подходы в области определения технического состояния транспортных средств – это не осуществление совокупности планово-предупредительных работ, а оперативное и нормативное диагностирование на основе современных методов, электронных технических средств и компьютерной техники [2], которое достигается путем использования на транспортных средствах, тракторах, комбайнах и самоходных шасси бортовых электронных систем, совершенствования методов неразрушающего контроля, применения современных передвижных диагностических станций и постов, создания машин со встроенными микропроцессорными средствами.

Традиционные способы диагностирования, теоретические положения которых базируются на классической теории автоматического управления, булевой алгебре и дискретной математике, неприемлемы при создании перспективных систем диагностирования. Эти способы не позволяют одновременно отслеживать множество параметров, имеющих разную физическую природу, а также учитывать многообразие ситуаций и различные факторы, возникающие в процессе эксплуатации объектов техники [2].

Все это обуславливает необходимость выхода на качественно новый уровень процессов автоматизации управления и диагностирования механизмов и узлов. Появление перспективных методов сбора, анализа и передачи информа-

ции, увеличение возможностей бортовых компьютеров и средств микропроцессорной техники стимулировало процессы создания перспективных диагностических систем, построенных на основе новых информационных технологий. Возрастающее количество объектов новой техники, инструментов, средств измерения и обработки информации, датчиков, борьба за рынки сбыта и конкурентоспособность в условиях рыночных отношений, появление различных проектов и сжатые сроки их реализации, увеличение роли субъективного фактора при управлении и контроле – все это приводит к необходимости интенсификации и оперативности диагностирования, осуществление данного процесса в режиме реального времени и на высоком уровне [2].

Современные тенденции в области автоматизации характеризуются повсеместным применением ЭВМ, созданием машин со встроенными микропроцессорными средствами, обеспечивающими широкий спектр функций по управлению, контролю и защите, диагностированию, информационному обеспечению, безопасности и надежности. Стремительное внедрение в автотранспортные средства микроэлектроники, несмотря на неоспоримые преимущества, вместе с тем оставляет нерешенными проблемы, связанные с синтезом соответствующих систем управления и диагностирования и разработкой для них эффективных алгоритмов.

Применение сложных и дорогостоящих систем при автоматизации объектов требует качественного определения их технического состояния. Важная проблема здесь – обеспечение высокой эффективности эксплуатации машин и подвижных объектов, при решении которой необходим учет уровня использования новейших методов и средств диагностирования.

В связи с появлением передовых технологий и современных средств сбора, представления и анализа информации теория диагностирования должна получить новое развитие. В отличие от традиционных средств и методов диагностирования при создании современных систем диагностирования необходимо использовать иные подходы [2].

Возникнув еще в середине прошлого века, теория диагностирования нуждалась в новых теоретических разработках. Научные положения, основанные на теориях дискретных устройств и конечных автоматов, выявили ряд ограничений. Математический аппарат этих и других теорий не годится при описании процессов, свойственных логике человеческого

мышления и при работе с такой формой представления информации, как знания. Поэтому в качестве научной основы при создании интеллектуальных систем диагностирования их нельзя использовать.

Сформированное во второй половине XX в. новое научное направление – искусственный интеллект – позволяет решить ряд проблем, связанных с неопределенностью и неоднозначностью, возникающей при функционировании объектов диагностирования, многообразием и большим количеством текущей информации. Это направление дает развитию теории диагностирования новый импульс. Диагностические системы строятся с учетом необходимости получения наибольшего объема информации, содержащейся в используемых сигналах различного типа. Именно поэтому для систем диагностирования широко используются новые информационные технологии, основанные на более сложных методах измерения и анализа сигналов [2].

Методы и средства оценки технического состояния машин и оборудования развивались поэтапно. Сначала использовались средства контроля различных параметров, затем мониторинга и на последнем этапе – системы диагностирования и прогнозирования технического состояния. Внедрение каждого последующего вида систем дает пользователю новые возможности для перехода на обслуживание машин и оборудования по фактическому состоянию.

Так, контроль дает информацию о величинах параметров и позволяет установить их отклонения от допустимых значений. При мониторинге появляется дополнительная информация о тенденциях изменения параметров во времени, которая может использоваться и для прогнозирования. Значительный объем информации, используемый при диагностировании, дает возможность идентификации места, вида и величины дефекта. Наиболее сложна задача прогнозирования развития дефекта, а не изменений контролируемых параметров, решение которой позволяет определить остаточный ресурс или прогнозируемый интервал безаварийной работы.

В настоящее время термин «мониторинг» предполагает решение всего комплекса процедур оценки состояния. Но существующие системы, называемые системами мониторинга, далеко не всегда решают вопросы идентификации дефектов и прогнозирования их развития. Поэтому в дальнейшем под термином «мониторинг» будем понимать контроль основных па-

раметров, выявление тенденций их изменения и прогноз развития контролируемых параметров, а под термином «диагностирование» – определение и оценку технического состояния объекта с определенной точностью.

Техническая диагностика становится своеобразным индикатором и гарантом качества и надежности новой техники, и потому естественно ожидать, что ее применение в стране в ближайшее годы возрастет [2].

В процессе определения и оценки технического состояния объекта определяются перспективы его дальнейшей эксплуатации. Этот процесс завершается постановкой технического диагноза, т. е. когда выявленные симптомы технического состояния, определенные неисправности и причины их возникновения выдаются в виде заключения о состоянии технического объекта. С диагностированием связано прогнозирование, т. е. оценка возможности объекта находится в исправном состоянии, а также степени пригодности отдельных механизмов и деталей к последующей эксплуатации.

Основные задачи диагностирования машин – это проверка работоспособности механизмов и машин в целом, определение потребности выполнения регулировочных и ремонтных операций при техническом обслуживании, поиск дефектов и контроль качества ремонта, сбор и обработка информации для прогнозирования остаточного ресурса.

Техническое состояние объекта, его механизмов и элементов в процессе диагностирования оценивается параметрами по признакам, характеризующим эти параметры. Для каждого объекта существует множество параметров, характеризующих его техническое состояние. Их выбирают в зависимости от метода диагностирования, уровня информативности и точности, трудоемкости поддержания и восстановления работоспособности объекта, различных организационно-экономических факторов. Каждому состоянию объекта соответствует свое значение диагностических параметров.

При изменении диагностического параметра недопустимым считается возникновение в объекте дефекта. Дефект в объекте необязательно приводит к потере его работоспособности. При наличии дефекта объект может сохранять работоспособность или за счет избыточности или за счет того, что потеря работоспособности некоторых элементов не приводит к потере работоспособности объекта в целом.

К диагностическим параметрам предъявляются требования однозначности, информатив-

ности, технологичности, стабильности [2]. Однозначность предусматривает соответствие каждому значению структурного или функционального параметра диагностируемого объекта только одного вполне определенного значения диагностического параметра. Информативность параметра характеризует объем информации о техническом состоянии диагностируемого объекта. Чем выше информативность параметра, тем симптом точнее и определеннее укажет на неисправность. Например, информативность таких симптомов, как снижение мощности двигателя или повышение им расхода топлива, относительно невелика, так как не указывает на конкретную неисправность. Действительно, оба эти симптома могут появиться и при износе цилиндропоршневой группы, и при нарушении фаз газораспределительного механизма, и при регулировке деталей топливopодачи. В то же время такой симптом, как стук подшипника, точно локализованный по месту возникновения, характеризует конкретную неисправность и поэтому имеет максимальную информативность. Технологичность параметра определяется доступностью и удобством его измерения, а также трудоемкостью и себестоимостью диагностирования. Стабильность характеризует степень рассеяния значений параметра при постоянных условиях измерения.

Существуют также прямые и косвенные диагностические параметры. Прямые параметры непосредственно характеризуют работоспособность механизмов и объекта в целом. Иногда прямые параметры называют структурными (это размеры деталей, зазоры в сопряжениях, износы, натяги, несоосность, геометрическая форма, эффективная мощность и т. д.). Косвенные параметры свидетельствуют о техническом состоянии и работоспособности изделия косвенно (суммарные зазоры, производительность насосов, расход топлива, изменение давления жидкости в гидросистеме, изменение температуры корпусных деталей и рабочей жидкости, акустические сигналы). Косвенные параметры связаны с некоторыми прямыми функциональными зависимостями. Преимущество косвенных параметров перед прямыми состоит в том, что контроль, как правило, не требует разборки механизмов и может осуществляться в процессе функционирования объекта.

Под диагностическим признаком понимают параметр, используемый при диагностировании и несущий информацию об изменении состояния объекта. Нередко диагностический признак несет качественную информацию, т. е. позволя-

ет давать заключение об исправности или неисправности элемента или объекта без каких-либо количественных оценок.

Параметрами являются физические величины: температура, давление, момент, угловая скорость, сила тока, напряжение и т. д.).

Информация о диагностических параметрах используется в виде диагностических сигналов. В зависимости от характера протекания в объекте физического процесса или метода измерения диагностического параметра диагностические сигналы могут иметь различный вид.

При выборе диагностических параметров необходимо учитывать следующие обстоятельства и факторы [2]:

- количество выбранных диагностических параметров, которое должно быть достаточным для решения задачи установления диагноза;
- уровень разрабатываемых математических моделей, отражающих функциональные зависимости между конструктивными параметрами объекта и диагностическими параметрами;
- точность и степень совершенства существующих технических средств измерения параметров, а также возможность разработки и применения новых средств, удовлетворяющих требованиям к классу точности, условиям эксплуатации, стоимости и т. д.;
- степень приспособленности объекта к автоматизации процесса диагностирования;
- возможность связи разрабатываемой системы диагностирования с бортовыми электронно-вычислительными комплексами, а также использования новых информационных технологий;
- экономическую целесообразность и эффективность разработки и использования системы диагностирования.

ВЫВОД

Появление перспективных методов сбора, анализа и передачи информации, увеличение возможностей бортовых компьютеров и средств микропроцессорной техники стимулировало процессы создания перспективных диагностических систем, построенных на основе новых информационных технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карпиевич, Ю. Д. Бортовое диагностирование тормозных систем автомобилей / Ю. Д. Карпиевич. – Минск: УП «Технопринт», 2005. – 220 с.
2. Тарасик, В. П. Технологии искусственного интеллекта в диагностировании автотранспортных средств / В. П. Тарасик, С. А. Рынкевич. – Могилев: Бел.-Рос. ун-т, 2007. – 280 с.

Поступила 10.06.2010