

УДК 621.436.004.5

Л.И. Гречихин, Н.Г. Куць*Белорусская государственная академия связи**Луцкий национальный технический университет***РАДИОТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ**

Дан краткий анализ новому научному направлению «Радиотехническая диагностика» применительно к транспортным системам. Работающие тепловые и электрические двигатели являются генераторами интенсивного электромагнитного излучения в радиодиапазоне. Это излучение промодулировано по частоте и по амплитуде, как внутренними процессами формирования радиоизлучения, так и внешними воздействиями. Применяя интегральную, спектральную и корреляционную обработку сложного радиосигнала получают все основные параметры работающих двигателей, величину внутренних фрикционных связей и характер внешнего воздействия на движущееся транспортное средство, что позволяет определять возможность дальнейшего практического использования данного транспортного средства и осуществлять оптимальное его управление.

Ключевые слова: транспорт, двигатель, радиоизлучение, техническая диагностика.

Л.І. Гречихін, Н.Г. Куць*Білоруська державна академія зв'язку**Луцький національний технічний університет***РАДИОТЕХНІЧНА ДІАГНОСТИКА ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ**

Дано короткий аналіз нового наукового напрямку «Радіотехнічна діагностика» стосовно до транспортних систем. Працюючі теплові і електричні двигуни є генераторами інтенсивного електромагнітного випромінювання в радіодіапазоні. Це випромінювання промодульоване по частоті і по амплітуді, як внутрішніми процесами формування радіовипромінювання, так і зовнішніми впливами. Застосовуючи інтегральну, спектральну і кореляційний обробку складного радіосигналу, отримують всі основні параметри працюючих двигунів, величину внутрішніх фрикційних зв'язків і характер зовнішнього впливу на рухомий транспортний засіб, що дозволяє визначати можливість подальшого практичного використання даного транспортного засобу і здійснювати оптимальне його управління.

Ключові слова: транспорт, двигун, радіовипромінювання, технічна діагностика

L. Gretchikhin, N. Kuts*Belarusian State Academy of Telecommunications**Lutsk National Technical University***RADIO TECHNICAL DIAGNOSTICS OF TRANSPORT SYSTEMS**

A brief analysis of the new scientific direction "Radio Technical diagnosis" in relation to transport systems. Working thermal and electric engines are a source of intense electromagnetic radiation in the radio rang. This radiation is modulated about the frequency and amplitude as the internal processes of generating radio waves as well as external influences. Using an integrated, spectral and correlation processing of complex radio signal receive all the basic parameters of running engines, the amount of internal friction relationships and the nature of external influence on the moving vehicle. This makes it possible to determine the possibility of further practical use of this vehicle and to carry out its optimal management.

Keywords: transportation, motor, radio waves, technical diagnostics.

Введение. Безопасность движения транспортных систем на всех видах транспорта определяется правильной работой тепловых и электрических двигателей, а также минимальным фрикционным взаимодействием разных пар трения. Поэтому непрерывная техническая диагностика работающих двигателей и анализ изменения сил трения в процессе движения транспортного средства является весьма актуальной в связи с длительной эксплуатацией транспортных систем автомобильного, морского и воздушного транспорта. Из всех методов непрерывной технической диагностики работающих разных типов двигателей и опасного изменения сил трения в процессе движения транспортного средства наиболее перспективным является метод, основанный на анализе радишума, возникающего в процессе функциональной работы разных устройств в сложной технической системе.

Цель и задачи. В этой связи возникает цель: разработать дистанционную и бортовую аппаратуру анализа и принятия правильного решения на продолжение движения или оптимального управления путем анализа радишума каждого работающего отдельного блока, как в автоматизированном, так и в автоматическом режиме.

Для решения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- разработать метод и соответствующую аппаратуру анализа и измерения интегральной мощности радишума разных транспортных средств автомобильного, морского и воздушного транспорта;
- разработать метод идентификации спектра амплитудных и фазово-частотных модуляций, а также его отклонения от эталонного путем анализа изображения полученного спектра модуляций каждой из гармоник;
- провести анализ полученных результатов обработки радишума на разных видах транспорта.

Анализ исследований. Интегральная мощность радишума. Радишум от работающих тепловых двигателей возникает вследствие разделения электрических зарядов в зоне горения топлива. Для электрических двигателей радишум возникает вследствие образования токов смещения в электрических контактах, а во фрикционных парах трения -- вследствие наличия контактной разности потенциалов.

Спектральная мощность радишума. Более подробную информацию о техническом состоянии работающих двигателей получают путем применения автокорреляционной обработки сигнала. Автокорреляционный анализ радишума позволяет получать спектр амплитудных модуляций. Предварительно для каждого двигателя получают спектр амплитудных модуляций и заносят в долговременную память бортового компьютера.

Основная часть. Исследование интегральной мощности радишума. В камере сгорания теплового двигателя происходит разделение электрических зарядов и на выходе из выхлопного отверстия разделенные заряды нейтрализуются, и это приводит к возникновению электромагнитного излучения в радиочастотной области, которое распространяется, как в окружающей среде, так и проникает внутрь транспортного средства. Внутри транспортного средства радиоизлучение распространяется как по волноводу, заполненному плазмой. Радиочастотный сигнал промодулирован по частоте и амплитуде. Модуляция по частоте и амплитуде осуществляется процессом нестационарного горения топлива.

Сам процесс горения топлива определяется: работой форсунки; количеством впрыскиваемого топлива в жаровую камеру; количеством воздуха, подаваемого в зону горения; газодинамикой горящего топлива; однокамерным или многокамерным горением топлива и др.

Максимум радиоизлучения разных работающих двигателей сосредоточен в области 90...150 кГц. Указанная область частот не используется в радиовещании, но подвержена заметному воздействию атмосферных радишумов. Если датчики радишума размещены внутри транспортного средства, то влияние атмосферных шумов не должно сказываться вследствие экранировки металлическим корпусом.

Кроме нестационарного горения топлива радиоизлучение промодулировано работой компрессора, турбиной и различными механическими нагрузками, которые испытывает корпус транспортного средства, а также, работой компрессора, работой турбины и разными парами трения. Внешние и внутренние механические воздействия на корпус транспортного средства сосредоточены в области частот 10...1000 Гц, а эрозионное горение топлива -- в области частот 1500...3500 Гц. Такое разделение по частоте разных механизмов модуляции используется для непрерывной технической диагностики работающих тепловых двигателей. При этом измеряются интегральная мощность излучения в области частот 10...1000 Гц и в области частот 1500...3500 Гц.

Оба механизма действуют независимо, но в совокупности и определяют работу двигателя и разных вспомогательных агрегатов. Поэтому, их произведение позволяет оценивать в целом возможность совершать дальнейшее движение транспортного средства. Критерием принятия правильного решения служит величина отклонения от средне эффективного значения мощности, устанавливаемой для каждого транспортного средства в отдельности.

Исследование спектральной мощности радишума. В процессе движения транспортного средства производится распознавание образов полученного спектра амплитудных модуляций от эталонного. Критерием принятия правильного решения является отклонение от заданной амплитуды и частоты, как отдельной спектральной составляющей, так и по многим составляющим.

Проведенный анализ радишума работающего двигателя позволяет правильно обосновать требования к разработке бортового автомата принятия правильного решения о продолжении движения, а дистанционно осуществлять полную техническую диагностику. Ниже приведем

результаты измерений для некоторых транспортных средств автомобильного, морского и воздушного транспортов.

Автомобильный транспорт. Обширные исследования характера радиоизлучения были выполнены на автомашинах с карбюраторными двигателями и искровым зажиганием. Наиболее детально была обследована автомашина марки ВАЗ. Общий характер радиоизлучения был получен для машин АЗЛК, КАЗ-608, ЛАЗ-695. В результате установлено наличие интенсивного радиоизлучения у всех автомашин при их движении в области частот 90 150 кГц.

Радиоизлучение промодулировано по частоте и по амплитуде нестационарным горением топлива, характером работы двигателя, мощностью на валу двигателя, разными парами сил трения и разными внешними воздействиями. В результате применения фурье анализа и корреляционной обработки полученной информации идентифицируется полный портрет технического состояния автомобиля при его движении [1].

Аналогичная ситуация возникает при движении автомобилей с дизельным двигателем. Конкретные исследования были выполнены для дизеля Д-245 при его стендовых испытаниях. В результате получены частота эрозионного горения топлива и соответствующая ей температура в зависимости от нагрузки на валу [1].

Морской транспорт. Исследование радишума были выполнены в порту на судне «Сергей Похлебаев». На этом судне установлены два дизеля 4-х тактные, 8-и цилиндровые. Радиоизлучение отсутствовало на верхней палубе корабля, а также на срезе выхлопной трубы. Интенсивное радиоизлучение реализуется в машинном отделении непосредственно у корпуса двигателя. Мощность и спектральный состав радиоизлучения на частоте 120 кГц зависели от скорости движения судна и механического момента на валу. В момент качки судна мощность радиоизлучения синхронно изменялась с частотой качки судна. Работающий дизель-генератор в машинном отделении также давал радиоизлучение, которое накладывалось на основное радиоизлучение двигателей.

Авиатранспорт. Тщательные исследования механизма возникновения радиоизлучения были выполнены на самолетах АН-24, ЯК-40, МИГ-21, СУ-9. В результате было установлено, что электризация самолетов при их движении в атмосфере Земли обусловлена не взаимодействием с окружающей атмосферой, а динамикой горения топлива в турбовинтовых и турбокомпрессорных двигателях. Внешнее воздействие и работа разных внутренних энергоблоков проявляется в амплитудном и частотном модулировании основного радиосигнала. Спектральная и автокорреляционная обработка радиосигнала позволила получить полную информацию о техническом состоянии самолета при его полете [2], как непосредственно на борту, так и дистанционно на значительном удалении.

Выводы. Тепловые и электрические двигатели, которые широко используются во всех видах транспорта, являются генераторами интенсивного электромагнитного излучения в радиодиапазоне. Это излучение промодулировано по частоте и по амплитуде. Модуляция осуществляется как внутренними процессами формирования радиоизлучения, так и внешними воздействиями.

Интегральная, спектральная и корреляционная обработка радиосигнала позволяют определять все основные параметры работающих двигателей, величину внутренних фрикционных связей и характер внешнего воздействия на движущееся транспортное средство. Это позволяет определять возможность дальнейшего практического использования данного транспортного средства и осуществлять оптимальное его управление.

Литература

1. Гречихин Л.И. Двигатели внутреннего сгорания. Физические основы технической диагностики и оптимального управления. – Мн.: «Навука і техника», 1995. 270 с.
2. Гречихин Л.И. Разделение электрических зарядов на поверхности твердого тела: Дис. д-ра физ.-мат. наук. – Мн. 1974.

Стаття надійшла до редакції 22.04.2016