

УДК 621.785

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ СМАЗОЧНОЙ СИСТЕМЫ ДВИГАТЕЛЯ
ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА НА ГАЗОВОМ ТОПЛИВЕ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ
И МЕТОДА ИК-СПЕКТРОМЕТРИИ
DIAGNOSING THE ENGINE LUBRICATION SYSTEM
OF A COMBINE HARVESTER ON GAS FUEL USING
PHYSICOCHEMICAL METHODS AND IR SPECTROMETRY

А.И. Бобровник, д-р техн. наук, проф.,
Л.А. Глазков, канд. техн. наук, Д.Л. Жилинин, А.А. Табулин
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
A. Bobrovnik, Doctor of Technical Sciences, Professor,
L. Glazkov, Ph.D. in Engineering, D. Zhilyanin, A. Tabulin
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

Аннотация. Проведен выбор оптимальных методов диагностики смазочной системы двигателя зерноуборочного комбайна с использованием физико-химических методов и метода ИК-спектромертии.

Abstract. The choice of optimal methods for diagnostics of the lubricating system of the combine harvester engine using physical and chemical methods and the method of IR-spectrometry has been carried out.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, физико-химические методы, газовое топливо, газодизельный двигатель.

Keywords: combine harvester, physico-chemical methods, gas fuel, gas-diesel engine.

ВВЕДЕНИЕ

В течение последних 10 лет в мире активно развивается процесс перевода автотранспорта на природный газ – метан, в виде компримированного (сжатого) (КПГ) и сжиженного (СПГ), используемого в качестве моторного топлива вместо бензина, дизельного топлива и газов углеводородных сжиженных топливных. Использование природного газа значительно повысит экономические и экологические показатели при эксплуатации автотранспорта, так как природный газ

Секция «ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ»

используемый в качестве моторного топлива дешевле в 2-3 раза традиционных видов топлива и применение метана в качестве топлива на автотранспорте позволяет получить показатели токсичности выхлопа двигателя соответствующего стандарту Евро-5 и Евро-6.

В ОАО «ГОМСЕЛЬМАШ» разработана конструкторская документация и проведены стендовые и эксплуатационные испытания экспериментального образца перспективного зерноуборочного комбайна на газовом топливе. Проведенные испытания экспериментального образца комбайна, выявили, что комбайн в режиме нормативной производительности может непрерывно работать без остановки на дозаправку в течении 10 часов основного времени, что более, чем в 2 раза превышает планируемый показатель. Однако работа дизельного двигателя на метане увеличивает нагрузку на двигатель, так как использование такой рабочей смеси в процессе работы способствует увеличению температуры в камере сгорания, что ведет к повышенному износу поршневой группы. Для отслеживания этих процессов необходимо проводить постоянный мониторинг состояния двигателя путем диагностирования на разных этапах работы комбайна.

ДИАГНОСТИРОВАНИЕ СМАЗОЧНОЙ СИСТЕМЫ ДВИГАТЕЛЯ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

Диагностирование зерноуборочных комбайнов рассматривается как комплексный процесс определения основных показателей технического состояния их узлов и агрегатов, входящих составной частью в технологию их технического обслуживания и ремонта. Целью диагностирования, является проведение технического обслуживания и ремонта зерноуборочного комбайна в соответствии с фактическим техническим состоянием. Перечень и содержание ремонтных работ, проводимых для поддержания и восстановления работоспособности зерноуборочного комбайна при техническом обслуживании и ремонте, должны устанавливаться на основе технического заключения. При этом процесс определения технического состояния объекта диагностирования с определенной точностью может проводится без его разборки [1].

Эффективным методом диагностирования технического состояния является метод, оценивающий состояние деталей двигателя по

Секция «ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ»

физико-химическому составу отработавших эксплуатационных материалов. Одним из них является метод диагностики моторного масла после определенной наработки его в двигателе. Проведение анализа отработанного масла на физико-химические свойства, загрязнение, и спектральный анализ, результат проведения которого по наличию и концентрации различных химических элементов в масле позволит установить работоспособность отдельных элементов системы смазки двигателя.

Масло в системе смазки отличается от источников информации, таких как электрические, акустические, механические тем, что представляют комплексную информацию, позволяющую не только диагностировать и прогнозировать техническое состояние двигателя, но и описывать различные процессы, протекающие в нем, что позволяет выявить причины снижения надежности и экономичности, а также оценить их количественно [2].

Если рассмотреть двигатель зерноуборочного комбайна как систему «двигатель – масло», то входными параметрами, характеризующими работу двигателя, будет набор параметров, описывающих работу двигателя и условия его эксплуатации, а также показатели, характеризующие свойства масла. Параметры на выходе системы будут: оценка технического состояния двигателя и состояния работающего масла.

Система «двигатель – масло» описывается комплексом показателей, характеризующих функциональные свойства системы в каждый заданный момент времени по анализу единичной пробы масла. В данном случае основным источником информации будет работающее масло, а информация, полученная от других источников, рассматривается в прямой зависимости от основного. Содержащаяся в работающем масле информация, характеризуется качественными показателями, количественные характеристики которых получают в результате физико-химических, спектральных и других методов при проведении анализа масла. В результате это позволит повысить работоспособность системы «двигатель - масло» и решить следующие задачи:

- оценить степень влияния эксплуатационных факторов на надежность двигателя;

Секция «ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ»

- прогнозирование ресурса двигателя по параметрам работающего масла;

- разработка методов диагностики двигателя с замкнутой системой смазки.

Процессы, протекающие в двигателе можно рассмотреть через работающее масло с установлением параметров необходимых для определения:

- подача масла в двигателе (прокачиваемость) рассматривается через температурные свойства масла, при этом определяемые параметры будут: вязкость, температура застывания, содержание воды, содержание механических примесей и продуктов износа;

- образование отложений рассматриваются через термоокислительную стабильность масла с установлением параметров: щелочное число, кислотное число;

- деструкция присадок в масле рассматривается через физическую стабильность масла с установлением параметров: вязкость, испаряемость;

Определение срока работы системы «двигатель - масло» позволит установить сроки постановки зерноуборочного комбайна на техническое обслуживание, ремонт, замену масла в двигателе, а также позволит оценить долговечность двигателя, достижение его предельного состояния.

В настоящее время наибольшее распространение получил спектральный анализ проб масла, характеризующийся высокой точностью и чувствительностью. К преимуществам метода ИК-спектроскопии относятся возможность качественного и количественного анализа сложных многокомпонентных систем, быстрое действие, возможность использования микроколичеств исследуемого масла. Кроме того, ИК-спектроскопия относится к методам неразрушающего анализа, так как в процессе исследования масло не претерпевает физических изменений. Основной характеристикой ИК-спектроскопии, определяющей целесообразность ее применения в количественном анализе, является избирательность поглощения веществ в ИК-области. Это свойство часто позволяет проводить анализ почти без предварительной подготовки образца. Компоненты, мешающие определению друг друга при обычных химических методах, могут не оказывать влияние при ИК-анализе. Благодаря специфичности ИК-

Секция «ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ»

спектроскопии становится возможным анализ, чрезвычайно трудно осуществимый какими-либо другими методами.

При создании методики диагностирования смазочной системы зерноуборочного комбайна следует учесть специфику процесса работы газодизельного двигателя. Газодизельным процессом сгорания принято называть такой способ сгорания смеси дизельного топлива и природного газа одновременно, когда газозвудушная смесь воспламеняется принудительно от небольшой горячей дозы дизельного топлива. При этом температура самовоспламенения газа намного выше температуры самовоспламенения у дизельного топлива примерно в два раза (около 700°С у газа, (320–380)°С у дизтоплива). Октановое число у метана имеет показатель 120, поэтому степень сжатия дизеля для газа будет слишком высокой. [3] Возникает повышенная нагрузка на детали цилиндропоршневой группы и вследствие возросшей температуры в камере сгорания увеличится воздействие на масляную пленку на стенках цилиндров, что может привести к повышению окислительных процессов и образованию загрязнений в работающем масле. Это необходимо учесть при проведении испытаний работающего масла на ИК-спектрометре совместно с проведением испытаний физико-химическими методами по определению щелочного, кислотного числа для установления критических параметров образования загрязнений в масле и повышенном окислении, что в свою очередь ведет к деструкции присадок в масле.

Специфика работы зерноуборочного комбайна заключается в сезонном использовании во время уборочной страды. Поэтому работа двигателя как правило ведется при положительных температурах и может происходить при температурах окружающей среды до 35°С, а иногда и выше. Также во время работы в поле возможны случаи перехода зерноуборочного комбайна в форсированный режим работы, что может значительно ухудшить условия работы трущихся деталей. При эксплуатации газодизельного двигателя замечено, что вслед за увеличением частоты вращения коленчатого вала давление подачи масла в подшипники заметно снижается и только через некоторое время начинает медленно повышаться до величины, соответствующей скоростному режиму работы комбайна. А длительные установившиеся режимы работы комбайна при нагрузках ниже нормативных в некоторых случаях повышают скорость изнашивания, так как

Секция «ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ»

подобный повышенный тепловой режим неблагоприятен для работы цилиндропоршневой группы, а повышенный скоростной режим – для смазывания поверхностей трения. В этом случае при проведении испытаний работающего масла на ИК-спектрометре совместно с проведением испытаний физико-химическими методами по определению кинематической вязкости, содержания механических примесей можно установить критические параметры образования сажи в работающем масле, с установлением реальных интервалов замены масла и масляного фильтра.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработка методики диагностирования смазочной системы зерноуборочного комбайна на газовом топливе в рамках системы «двигатель–масло» с использованием физико-химических методов совместно с методом ИК-спектрометрии позволит без разборки и демонтажа двигателя установить сроки постановки зерноуборочного комбайна на техническое обслуживание, ремонт, замену масла в двигателе, а также позволит оценить надежность двигателя, не достигшего своего предельного состояния.

Подобную методику можно включить в эксплуатационную карту экспериментального образца перспективного зерноуборочного комбайна на газовом топливе, разрабатываемом на ОАО «Гомельмаш».

ЛИТЕРАТУРА

1. Неразрушающий контроль. Справочник в 7 томах под редакцией чл.-корр. РАН В.В. Клюева, т.7 – Москва, 2005. – 828с.
2. Соколов А.И. Оценка работоспособности машин по параметрам работающего масла. Учеб. Пособие / А.И. Соколов, Н.Т. Тищенко, В.А. Аметов. – Томск: Изд-во Томского университета. 1991. – 200с.
3. Коллеров Л.К. Газовые двигатели поршневого типа / Л.К. Коллеров. Л.: Машиностроение, 1968, –248с.

Представлено 30.03.2019