

**Уважаемый Председатель и уважаемые члены ГЭК. Вашему вниманию предлагается дипломная работа на тему – Совершенствование методики анализа индикаторной диаграммы судового.**

Целью данной работы - разработка рекомендации к совершенствованию методики диагностирования судового дизеля на основе анализа индикаторных диаграмм. Достижение цели работы планируется путем решения следующих задач исследования:

- 1) Анализа существующих средств регистрации индикаторной диаграммы и выбора наиболее подходящего средства регистрации ИД;
- 2) Изучения влияния диагностических параметров на изменение ИД;
- 3) Изучение влияния погрешности определения ВМТ на показатели ИД;
- 4) Разработка способа, снижения погрешности в определении ВМТ на ИД;
- 5) Совершенствование методики анализа индикаторной диаграммы судового дизеля.

Комплексная диагностическая система может быть разработана таким образом, чтобы обеспечить требуемую эффективность рабочего цикла, оцениваемую индикаторным КПД. Указанный КПД непосредственно зависит от качества внутрицилиндровых процессов, что может быть отражено в параметрах индикаторной диаграммы. Её параметры в значительной мере зависят от технического состояния двигателя, в первую очередь от состояния топливной аппаратуры (ТА), системы воздухообеспечения, а также гидроплотности рабочего цилиндра, определяемой, в свою очередь, состоянием поршневых колец и клапанов механизма газораспределения.

Несмотря на опубликованное множество научных работ, эффективность методов технического диагностирования в повышении качества эксплуатации ДВС остается низкой, особенно при поиске дефектов и тем более прогнозировании их развития. Следовательно, более плодотворным может быть использование индикаторных диаграмм для решения диагностических задач частного характера.

Необходимо ответить на вопрос: сколь существенное искажение характеристик тепловыделения имеет место при смещении положения ВМТ на ИД в указанных пределах?

Наши исследования показали, что погрешность в определении положения верхней мёртвой точки (ВМТ) на индикаторной диаграмме (ИД) оказывает весьма значительное влияние на качество анализа процесса тепловыделения при сгорании топлива в дизеле, а также на точность расчёта показателя политропы сжатия, выполняемых по диаграмме.

Авторы опубликованных работ оценивают реально существующую погрешность в определении ВМТ на ИД в пределах  $\pm 2,0$  градуса поворота коленчатого вала.

Датчик отметчика ВМТ, сигнал которого подаётся на ИД, как правило устанавливают на маховике коленчатого вала двигателя в положении, соответствующем мёртвой точке поршня. Фиксирование указанного положения с достаточно высокой точностью представляет собой весьма трудную задачу. Дополнительные трудности вызывают искажения, вносимые измерительной системой при передаче сигнала датчика и регистрации его сигнала. Эти обстоятельства и вызывают отмеченную выше значительную погрешность в определении ВМТ на ИД.

На основании изученного нами принято решение разработать способ, снижения выявленной погрешности в определении ВМТ на ИД.

Предложенное принципиальное решение, обеспечивающее снижение погрешности в определении ВМТ на ИД, заключается в следующем.

Вместо формирования сигнала, соответствующего ВМТ поршня, формируется пара сигналов, соответствующих некоторому промежуточному положению поршня до ВМТ и после ВМТ. Положение ВМТ на ИД определяется путём «программного» деления пополам отрезка между указанными сигналами.

Для уменьшения погрешности определения ВМТ на ИД наряду с применением решения методического характера (а именно, описанного выше способа определения ВМТ посредством регистрации двух симметрично расположенных относительно ВМТ поршня угловых положений коленчатого вала) необходимо применить некоторые современные инструментальные средства. К таким средствам относятся, например, вихретоковые измерители и энкодеры.

Как было изложено выше, для реализации предложенного в данной работе способа определения ВМТ посредством регистрации двух симметрично расположенных относительно ВМТ поршня угловых положений коленчатого вала необходимо решить вопрос о применении некоторой измерительной систем. Ввиду того, что применение указанного способа направлено на повышение точности определения ВМТ, главное требование, предъявляемое к этим измерительным системам, заключается, соответственно, в обеспечении высокой точности измерений. Широко применяющиеся в практике отметчики ВМТ, основанные на использовании индуктивных датчиков, обладают недостаточно высокой точностью преобразования.

Вихретоковый преобразователь (eddy current probe) состоит из бесконтактного вихревого пробника, удлинительного кабеля и электронного

блока. Электронный блок вырабатывает сигнал возбуждения пробника и осуществляет выделение информативного параметра. Выходным сигналом является электрический сигнал, прямо пропорциональный расстоянию от торца вихревого пробника до контролируемого объекта

Для решения поставленной в работе задачи возможно применение и других современных инструментальных средств. К таким средствам относятся, например, энкодеры. Однако для решения вопроса о целесообразности их использования предстоит выполнить дополнительные исследования.

Наряду с предложенным в данной работе методическим принципом обеспечения повышенной точности определения положения ВМТ на индикаторной диаграмме двигателя, рассмотрен способ реализации указанного принципа.

Для решения задачи предложено использовать измерительную систему, построенную на основе вихретокового преобразователя.

Способ определения положения ВМТ заключается в настраивании измерительной системы при двух фиксированных положениях кривошипно-шатунного механизма двигателя, соответствующих одному положению поршня относительно крышки цилиндра до и после ВМТ, в регистрации двух сигналов, соответствующих указанным положениям, и делении пополам отрезка осциллограммы между этими двумя сигналами.

Методика может быть использована для определения технического состояния двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и позволит повысить достоверность диагностирования деталей цилиндропоршневой группы (ЦПГ) двигателя внутреннего сгорания за счет определения конкретных наиболее характерных неисправностей.

Суть методики заключается в оценке технического состояния цилиндропоршневой группы двигателя внутреннего сгорания. С помощью обработки индикаторной диаграммы, разбитой на участки, определяют изменение значений показателя политропы сжатия, по углу поворота коленчатого вала. Далее сравнивают их с эталонными значениями, по отклонениям оценивают техническое состояние цилиндропоршневой группы, а именно, степень изношенности элементов ЦПГ, которая связана с интенсивностью утечек заряда цилиндра через неплотности.

При разработке методики анализа индикаторной диаграммы по показателю политропы сжатия необходимо учитывать отмеченные факторы, влияющие на указанный показатель.

Разработанная нами методика диагностирования была применена к судовому среднеоборотному дизельному двигателю 40ДМ (12 ДН 23/30).

Индикаторные диаграммы были сняты стробоскопическим электропневматическим индикатором типа МАИ-2А, установленном на учебно-экспериментальных стендах лаборатории ДВС СПбГМТУ. Полученные результаты были переведены в цифровой вид с помощью современных средств сканирования и обработаны в КОМПАС – 3D v19.

В результате проведенного анализа индикаторных диаграмм можно сделать вывод, что показатель политропы сжатия судового среднеоборотного дизельного двигателя 40ДМ (12 ДН 23/30) находится в допустимых пределах, следовательно, герметичность полости рабочего цилиндра двигателя не нарушена.

В результате проделанной работы нами сформирована рабочая методика анализа индикаторной диаграммы судового дизеля по показателю политропы сжатия, которая заключается в обработке полученной индикаторной диаграммы, разбитой на участки и определении изменения значений показателя политропы сжатия, по углу поворота коленчатого вала. Сравнении показателя политропы с эталонными значениями и оценке технического состояния цилиндропоршневой группы по полученным отклонениям.

Проведенное нами исследование подтверждают значения среднего показателя политропы сжатия дизельного двигателя лежащего, в пределах от 1.34 до 1.42, а также представляют схема анализа индикаторной диаграммы для диагностирования степени изношенности цилиндропоршневой группы ДВС.

**Таким образом, Цель работы достигнута.**  
Спасибо за внимание!