

Отзыв

Официального оппонента доктора технических наук, профессора Ерофеева Валентина Леонидовича на диссертационную работу Исаевой Марины Васильевны на тему: «Разработка инвариантных экспериментально-теоретических моделей для контроля теплонапряженности цилиндропоршневой группы судовых дизелей по косвенным параметрам», представленную, на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.08.05 – «Судовые энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные)».

Актуальность избранной темы

Теплонапряженность ЦПГ является важной ограничительной характеристикой, определяющей конструктивные особенности ДВС, его надежность и долговечность, эксплуатационные качества.

Понятие «тепллонапряженность» является очень емким и сложным, оно связывается совокупностью целого ряда факторов, характеризующих температурное и напряженное состояние деталей ЦПГ, механические качества их материалов, температурные условия смазочного и охлаждающего масел и прочее.

Наиболее полно уровень теплонапряженности деталей ЦПГ может быть охарактеризован температурными полями и полями температурных напряжений, однако получение таких полей экспериментально или расчетным путем практически невозможно, поэтому оценка теплонапряженности деталей ЦПГ производится путем сравнения действительных значений температур в характерных точках с предельно допустимыми их значениями. Методы оценки действительных температур в характерных точках деталей ЦПГ разнообразны, величины допустимых значений температур в этих точках выработаны длительной практикой постройки и эксплуатации дизелей.

Поиски путей и методов диагностирования теплонапряженности в условиях технического прогресса продолжаются, потому предлагаемая работа, направленная на развитие существующих и разработку новых методов контроля теплонапряженности является, несомненно, актуальной.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.

В диссертации предложен новый метод диагностирования теплонапряженности деталей цилиндропоршневой группы судовых дизелей, реализующий иной нетрадиционный подход к описанию проблемной ситуации. Многие существующие методы решают прямую задачу моделирования - представление вербального описания в виде формального представления и последующего решения. Соискатель предлагает метод, использующий обратную задачу моделирования – переход от формального описания поля возможных режимов работы заведомо исправного судового дизеля, представленного рядом моделей – зависимостей косвенных параметров, измеряемых штатными приборами, к получению диагностических параметров теплонапряженности с последующим их осмыслением, т.е. от формального к вербальному.

Суть нового метода диагностирования заключается в формировании уравнений, характеризующих описания поля возможных режимов работы на основе информативных параметров нового двигателя, преобразование их в эталон и определение предельных показателей теплонапряженности.

В произвольный период эксплуатации регистрируются на нескольких режимах параметры, по предложенным математическим моделям вычисляются действительные характеристики и сравниваются с эталоном. По отклонению этих линий от эталона обнаруживают проявление неисправностей, оказывающих непосредственное влияние на протекание рабочего процесса в цилиндрах ДВС (стр. 99).

В первой главе обосновывается необходимость разработки специальных моделей, позволяющих отделить изменения показателей, влияющих на протекание рабочего процесса, вызванные техническим состоянием двигателя и иными внешними обстоятельствами (инвариантность моделей).

Во второй главе предлагаются способы формирования количественных структур, связывающих входные и выходные параметры.

Поле возможных режимов работы ДВС представляется в виде функций этих комплексных структур частоты вращения ДВС, структур которые аппроксимируются полиномами первого или второго порядка (стр. 49). Выбор явного ви-

да этих функций определяет процесс формирования инвариантных моделей диагностирования. Физическая природа этих функциональных зависимостей рассматривалась в дальнейшем, в главе 4, стр. 99-103, где рассматриваются диагностические возможности предлагаемых моделей.

В третьей главе диссертации приведены примеры построения экспериментально-теоретических моделей для диагностирования рабочих процессов в цилиндрах и контроля теплонапряженности деталей ЦПГ четырехтактных и двухтактных двигателей. Показано, что независимо от уровня форсирования рабочих процессов наддувом, для построения инвариантных экспериментально-теоретических моделей наиболее подходящими исходными данными являются закономерности изменения параметров по серии нагрузочных характеристик, контролируемых штатными контрольно-измерительными приборами. Приведен пример построения экспериментально-теоретических моделей для функционального диагностирования рабочих процессов по цилиндрам. Однако и здесь физическая природа процессов значительно уступает формально-математическим процедурам. Так при рассмотрении погрешностей описываются гистограммы процедуры – расчета, одной из погрешностей, а на стр.74 речь идет о числе знаков после запятой, а не общем числе значащих цифр.

В четвертой главе впервые в диссертации формулируется сущность нового метода диагностирования:

Разработаны алгоритмы функционального диагностирования рабочих процессов в цилиндрах двигателей посредством инвариантных экспериментально-теоретических моделей. Произведена экспериментальная оценка работоспособности моделей и алгоритмов на многоцилиндровом двигателе в лабораторных условиях. Осуществлена попытка найти вербальное физическое объяснение механизма воздействия какой-либо неисправности на параметры двигателя и его формально-математическое описание комплексной структурой в инвариантной модели, объяснить причины сдвига от эталона. Показано, что инвариантные экспериментально-теоретические модели позволяют обнаруживать неисправности в компонентах двигателя, обеспечивающих качество процесса сгорания топлива в цилиндрах на ранней стадии их проявления. С учетом результатов функционального

диагностирования рабочих процессов в цилиндрах производится оценка предельных тепловых нагрузок на детали ЦПГ.

Разработана программа контроля предельных тепловых нагрузок на детали цилиндропоршневой группы многоцилиндровых двигателей по косвенным параметрам, позволяющая в автоматическом или полуавтоматическом режимах (в зависимости от способа введения исходных данных), производить оценку предельных тепловых нагрузок на детали ЦПГ с учетом качества протекания рабочих процессов в цилиндрах.

Получено свидетельство о государственной регистрации программы. Изложены диагностические возможности нового метода.

В целом научные положения, выводы и рекомендации сформулированы в диссертации достаточно обоснованно.

Достоверность и новизна полученных результатов.

Достоверность полученных результатов обеспечена применением известных методов теоретических и экспериментальных исследований, сопоставимостью полученных аналитических и опытных результатов. Для решения поставленных задач использованы численные методы анализа и линейной алгебры, стандартные возможности расчетных модулей программ MathCAD, MSExcel и методы экспериментальных исследований.

В ходе диссертационного исследования получены новые научные результаты, разработан новый метод диагностирования и контроля теплонапряженности деталей цилиндро-поршневой группы судовых дизелей по косвенным параметрам, позволяющий дополнить существующие методы контроля. Предложен новый подход, базирующийся на сравнении эксплуатируемого дизеля с эталоном, полученным при испытании нового ДВС;

доказана перспективность использования предлагаемого метода в практике конструирования и эксплуатации ДВС.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что доказаны возможности расширения представлений о контроле теплонапряженности деталей ЦПГ по косвенным параметрам, применительно к проблематике результативно использовать комплекс существующих базовых методов исследования, в том чис-

ле численных методов моделирования и экспериментальных методик диагностирования;

изложены принципы, методы и алгоритмы формирования инвариантных экспериментально-теоретических моделей, которые позволяют отделять возмущения, возникающие со стороны потребителя, от возмущений, возникающих в двигателе, и в каждом случае определяется предельные тепловые нагрузки на детали ЦПГ;

Значение полученных результатов исследования для практики подтверждается тем, что разработан алгоритм контроля теплонапряженности деталей ЦПГ ДВС по косвенным параметрам, фиксируемым штатными приборами, внедренный в учебный процесс Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота ФГБОУ ВО КГТУ, а в полезности и возможности внедрения заинтересованы судоремонтные предприятия ООО «СРП Преголь» и ЗАО «Вестрыбфлот».

Личный вклад автора состоит в участии на всех этапах процесса исследования: анализе опубликованных исследований в предметной области, разработке инвариантных экспериментальных моделей и их численных параметров, оценке их работоспособности посредством тестирования на полноразмерных судовых дизелях, разработке рекомендаций по практическому использованию моделей и метода диагностирования в судовых условиях.

Соответствие автореферата диссертационной работе.

Автореферат в основном соответствует диссертационной работе и достаточно полно раскрывает ее содержание и сущность.

Полнота изложения основных результатов в публикациях.

Материалы диссертационного исследования докладывались на восьми научных конференциях, опубликованы в 16 печатных работах, 5 из которых в журналах, рекомендуемых ВАК РФ;

Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ «Программа контроля предельных тепловых нагрузок деталей цилиндропоршневой группы многоцилиндровых двигателей по косвенным параметрам».

Основные результаты диссертационной работы достаточно полно отражены в опубликованных автором работах.

Замечания и вопросы.

1. Неудачно предложено сочетание факторов диссертации: название-структура – целеполагание - научный результат.

Научный результат-новый метод диагностирования-это цель исследования, а разработка моделей-это процесс, в котором экспериментально-теоретические модели играют важную, но подчиненную целям создания метода роль. Отсюда претензии к структуре диссертации, в которой до 30% текста (введение и глава 1) посвящена лишь подходу к постановке задачи, а суть самого метода диагностирования рассматривается на примерах, приводимых в главе 4.

2. Оценка достоверности результатов складывается из достоверности многих факторов (адекватности модели объекту, исходной информации, вычислительных процедур и прочее). Соискатель это понимает, однако на стр. 74 сводит оценку достоверности к числу знаков после запятой, а не к числу значащих цифр. В связи с этим непонятно, как, опираясь на эталонные экспериментальные показатели нового двигателя, полученные при использовании приборной базы с точностью редко выше трех значащих цифр, путем математических вычислений обеспечить достоверность функций X_1 и X_2 и коэффициентов при них с точностью до пяти значащих цифр.

3. Следует отметить увлечение соискателя формальными вычислительными процедурами в ущерб поиску объяснений физической природы процессов. Так один из важнейших моментов получения модели предельно допустимой величины теплонапряженности представлена без объяснения физического смысла допущение $\eta_{vo}/\alpha_o = 1$. Само понятие «предела» не является ли условным, поскольку опирается на эталон, получаемый по данным каждого нового двигателя?

4. За «стандарт» следует принимать каждый новый двигатель или серию однотипных ДВС? У каждого нового двигателя и тем более-нового типа ДВС поле характеристик будет несколько отличаться в связи с особенностями конструкции и исполнения, характеристиками охлаждения, смазочного материала и прочего.

5. Различные эксплуатационные «нарушения» могут отклонить данные реальных ДВС в различные стороны от эталона (рис. 4.1, стр. 100). Означает ли это, что при подобной «компенсации» теплонапряженность деталей ЦПГ будет считать ее нормой? Возможные пределы подобного регулирования?

6. Целесообразно возможности применения предлагаемого метода диагностирования теплонапряженности деталей ЦПГ рассмотреть более конкретно для конструкторско-производственной деятельности и для непосредственной эксплуатации ДВС, предложив разработку руководящих документов и инструкций по эксплуатации.

7. Следует отметить также, что все публикации соискателя выполнены в соавторстве, что несколько затрудняет оценить личный вклад автора диссертации.

Высказанные вопросы и замечания носят дискуссионный характер и не меняют положительного впечатления от рецензируемой работы.

Заключение.

Диссертационная работа Исаевой Марины Васильевны на тему «Разработка инвариантных экспериментально-теоретических моделей для контроля теплонапряженности цилиндропоршневой группы судовых дизелей по косвенным параметрам», представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.08.05 – «Судовые энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные)» является научно-квалификационной работой, содержащей решение задачи повышения работоспособности двигателей внутреннего сгорания, задачи, реализующей новый подход в развитии этой отрасли знаний.

Представленная диссертация может квалифицироваться как законченное, выполненное на хорошем научном и практическом уровне исследование, написанное грамотным литературным языком, соответствующим требованиям пункта 9. Положения о присуждении ученых степеней, Паспорту научной специальности 05.08.05-«Судовые энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные)», пункту 2.5. Надежность, экономичность, функциональные, эргономические и технологические характеристики, диагностика и техническое обслуживание СЭУ и их элементов. Обеспечение безопасности функционирования СЭУ и защита окружающей среды.

В диссертации предложен метод контроля теплонапряженности деталей ЦПГ дизелей, реализующий обратную задачу моделирования, метод, дополняющий предыдущие методы прямой задачи моделирования и расширяющий возможности диагностирования.

Считаю, что данная диссертационная работа соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденному Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013г. № 842, а ее автор Исаева Марина Васильевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.08.05-«Судовые энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные)».

Официальный оппонент
профессор, доктор технических наук
по специальности 05.08.05-«Судовые
энергетические установки и их элементы
(главные и вспомогательные)»,
профессор кафедры теории и
конструкции судовых ДВС
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени
адмирала С. О. Макарова»,
198035, Санкт-Петербург,
ул. Двинская, 5/7.
Тел. (812) 748-97-44
e-mail: kaf_sdvs@gumrf.ru



Ерофеев Валентин
Леонидович

