

ОТЗЫВ

официального оппонента д.т.н. Никишина Вячеслава Николаевича на диссертацию **Дойкина Алексея Алексеевича** на тему «Расчетно-экспериментальный метод профилирования образующей поршня для повышения ресурса трибосопряжения «поршень – цилиндр» ДВС», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальностям:

05.02.02 – «Машиноведение, системы приводов и детали машин»
и 05.04.02 – «Тепловые двигатели»

Актуальность темы

Известно, что среди потребительских свойств двигателей внутреннего сгорания (ДВС), особенно выделяются такие показатели как ресурс, безотказность и топливная экономичность. В определенной части совершенствование названных показателей достигается снижением механических потерь в ДВС. Считается, что в доле механических потерь ДВС на цилиндро-поршневую группу (ЦПГ) приходится от 40 до 60%. Снижение механических потерь, как правило, приводит к улучшению топливной экономичности и надежности ДВС в целом. Снижение механических потерь и повышение надежности ДВС может быть обеспечено рациональным проектированием (профилированием) образующей юбки поршня. Диссертационная работа Дойкина А.А. посвящена разработке метода профилирования образующей юбки поршня с целью повышения ресурса ДВС. Исходя из выше сказанного, считаю, что данная диссертационная работа, является актуальной.

Во многих работах, посвящённых разработке метода профилирования юбки поршня, не учитывают наличие смазочного слоя между юбкой поршня и зеркалом цилиндра. Поэтому новым в диссертации Дойкина А.А. является то, что диссертант поставил перед собой весьма актуальную задачу, оптимизации профиля юбки поршня по параметрам гидродинамического режимов смазки в паре юбка поршня – цилиндр. Такой подход также является актуальным.

Исследование можно считать актуальным, также и потому, что оно направлено на решение конкретных задач, связанных с эксплуатацией существующих и разработкой новых машин, имеющих в своем составе поршневые двигатели.

Исходя из этих рассуждений, объект исследования выбран обоснованно и соответствует актуальным задачам машиноведения и двигателестроения.

Целью работы объявлено: «Разработка расчетно-экспериментального метода профилирования образующей поршня для повышения ресурса трибосопряжения «поршень – цилиндр» в двигателях внутреннего сгорания».

Новизна проведенных исследований и полученных результатов

Пункты «научной новизны», сформулированные в диссертации, следует в основном признать адекватными и они достаточно хорошо коррелируются с темой диссертации.

Научная значимость результатов заключается в развитии теории гидродинамической смазки не стационарно нагруженных пар трения к которым относится ЦПГ ДВС, новые положения которой могут быть успешно использованы при оценке профиля юбки. При этом автору удалось создать метод расчетно-экспериментальной оценки интенсивности изнашивания и ресурса сопряжения без проведения дорогих и длительных натурных эксплуатационных испытаний ДВС на надежность.

Приоритет разработок автора в данной области подтверждается двумя свидетельствами о государственной регистрации программ для ЭВМ и одним патентом на полезную модель.

Практическая значимость результатов заключается в приведенном методе оценке основных геометрических параметров профиля несущей поверхности юбки поршня, методикам моделирования и расчета параметров трения и износа трибосопряжения «поршень – цилиндр», которые направлены на повышение ресурса ЦПГ ДВС. Практическая значимость основных положений диссертации подтверждается использованием полученных результатов в ООО «ЧТЗ-УРАЛТРАК» (г. Челябинск).

Структура работы

Рассматриваемая работа состоит из введения, четырех глав, заключения и 4 приложений, изложена на 132 страницах машинописного текста, включая 26 иллюстрации, 17 таблиц, и библиографический список, содержащий 98 наименований.

Во «Введении» обоснована актуальность темы, сформулирована цель и задачи исследования, показана научная новизна и практическая значимость работы, приведены сведения об апробации, реализации и структуре диссертации.

В первой главе дан аналитический обзор проблемы выбора профиля образующей поршня: рассматриваются подходы к профилированию юбки поршня, описываются существующие технические решения. Глава заканчивается постановкой цели и задач исследования.

Вторая глава посвящена созданию новой методики моделирования движения поршня в цилиндре двигателя, учитывающую степень заполнения зазора на основе реализации алгоритма сохранения массы смазочного масла. Разработанная методика позволяет определить протяженность поля гидродинамических давлений в сопряжении, которое является основой для определения гидромеханических параметров. Наряду с этим разработанный

алгоритм учитывает неполноту заполнения зазора смазочным материалом, что более адекватно описывает реальные условия работы сопряжения.

В третьей главе представлен расчетно-экспериментальный метод оценки ресурса трибосопряжения «поршень – цилиндр». Предварительно указываются предпосылки к проведению экспериментальных исследований, выполнена экспериментальная оценка линейной интегральной интенсивности изнашивания исследуемого сопряжения. Глава заканчивается определением ресурса сопряжения «поршень – цилиндр» дизеля. Уникальность методики оценки ресурса определяется комплексным подходом, заключающимся в определении областей «касания» сопрягаемых поверхностей при расчете параметров смазочного слоя и экспериментальном определении параметров контактирования элементов трибосопряжения.

Четвертая глава посвящена методике оптимизации сопряжения «поршень – цилиндр», отличительной особенностью которой является отсутствие минимизируемой целевой функции, а в качестве оптимизируемого выступает комплекс параметров, включающий в себя как геометрические характеристики профиля направляющей поршня, так и характеристики смазочного материала. В главе приведены алгоритмы и дано описание программных комплексов, разработанных для расчёта и анализа гидромеханических характеристик трибосопряжения, а также дано описание предложенного технического решения поршня, позволяющее минимизировать искажение заданного профиля несущей поверхности под действием градиента температур и за счет этого повысить ресурс трибосопряжения.

В «Заключении» автор сформулировал основные научные и практические результаты диссертационного исследования в виде общего обсуждения достигнутых результатов и итоговых выводов.

В 4 приложениях отражены результаты компьютерных расчетов, экспериментальные результаты с профилограммами поверхностей юбки поршня и гильзы цилиндра, акты о практическом использовании результатов работы, а также копии документов, подтверждающих права на разработанные автором объекты интеллектуальной собственности: патент на полезную модель, свидетельства о регистрации оригинальных компьютерных программ.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов рекомендаций и заключений

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов, рекомендаций и заключений, полученных в диссертации, подтверждается корректным использованием современных методов математического анализа, математического моделирования, численных методов и вычислительных алгоритмов. Все итоговые выводы работы находят обоснование в соответствующих разделах диссертации. Поставленные в гл. 1 задачи в ходе проведения

исследования выполнены. Достоверность полученных результатов подтверждается также приведёнными результатами натурных и компьютерных экспериментов, апробацией основных результатов на конференциях и семинарах, в опубликованных работах и патентах на полезную модель.

Апробация работы и публикации по теме диссертации

Апробация результатов исследования представляется достаточной. Материалы диссертации с необходимой полнотой опубликованы в периодических научных изданиях: по теме диссертации опубликовано 14 научных работ, в том числе 6 статей в ведущих российских журналах по списку ВАК, Получен 1 патент на полезную модель и 2 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ. Содержание автореферата с необходимой полнотой отражает содержание диссертации.

Замечания по диссертационной работе в целом

1. В постановочной части диссертации следовало бы в концентричном виде сформулировать допущения и ограничения принятые при выполнении работы, такие как требования к смазочному материалу, допускаемому температурному режиму, комплекту поршневых колец, обрабатываемой поверхности зеркала цилиндра, наличия покрытия юбки поршня и т.д..
2. Автором рассматривается только осевое направление профилирования направляющей поршня, хотя было бы правильнее рассматривать комплексную задачу, включающую определение оптимального профиля, как в осевом, так и в радиальном направлении (овализация). Такой подход является более адекватным и имеет большую практическую значимость.
3. С точки зрения конструктора для принятия решения об осевом профиле по всей высоте поршня желательно было бы проанализировать также профиль головы поршня (уплотняющей части поршня).
4. В работе принято допущение о постоянстве температуры смазочного материала в зазоре, хотя в трибосопряжении «поршень-цилиндр» имеют место высокие значения градиента температур, обусловленные процессами, происходящими в камере сгорания. Подобный учет изменения температуры смазочного слоя оказывает значительное влияние на изменение вязкости смазочного материала и, как следствие, на результаты расчета характеристик трибосопряжения.
5. На мой взгляд, автор недостаточно обоснованно использует понятие «динамика поршня на смазочном слое» при расчете траектории движения поршня в цилиндре в условиях гидродинамического режима смазки. Корректнее использовать в этом случае термин «динамика вторичного движения...», поскольку первым приоритетом является оценка движения поршня в цилиндре, в частности, в целях исключения кромочного контактирования, исключения ударов и вибраций и т.д.

6. При проведении эксперимента по определению линейной интегральной интенсивности изнашивания использовались образцы поршня и гильзы цилиндра, имеющие достаточно небольшие геометрические размеры. Такие условия проведения эксперимента могут значительно отличаться от условий работы реального сопряжения «поршень – цилиндр» в силу наличия значительного масштабного фактора.

Общая характеристика диссертационной работы

Диссертационная работа соответствует паспортам специальностей 05.02.02 – «Машиноведение, системы приводов и детали машин» и 05.04.02 – «Тепловые двигатели».

В работе содержатся следующие компоненты паспорта специальности 05.02.02 – «Машиноведение, системы приводов и детали машин»:

1. Теория и методы исследования процессов, влияющих на техническое состояние объектов машиностроения, способы управления этими процессами (п. 1 Паспорта).

2. Теория и методы проектирования машин и механизмов, систем приводов, узлов и деталей машин (п. 2 Паспорта).

3. Методы исследования и оценки технического состояния объектов машиностроения, в том числе на основе компьютерного моделирования, (п. 4 Паспорта).

4. Развитие фундаментальных положений родственных и смежных областей науки применительно к исследованию, проектированию и расчетам объектов машиностроения (п. 6 Паспорта). (Родственным научным направлением в данном случае, на наш взгляд, следует считать трение и износ в машинах и механизмах).

5. Системы автоматизированного проектирования объектов машиностроения, базирующиеся на более совершенных моделях функционирования и технического состояния этих объектов (п. 7 Паспорта).

В работе содержатся следующие компоненты паспорта специальности 05.04.02 – «Тепловые двигатели»:

1. Теоретические и экспериментальные исследования тепловых, газодинамических, гидродинамических, механических и физико-механических процессов в двигателях и их системах (п. 1 Паспорта).

2. Разработка математических моделей, пакетов программ и методов экспериментальных исследований тепловых двигателей и их систем, обеспечивающих надежное прогнозирование жизненного цикла двигателя (п. 3 Паспорта).

Работа написана грамотным научным языком, снабжена необходимым иллюстративным материалом. В ней гармонично взаимосвязаны теоретические и экспериментальные разделы. Главы и разделы логически хорошо связаны.

Апробация работы вполне достаточна. Имеется необходимое число публикаций в ведущих научных журналах по списку ВАК РФ (7 статей), 1 патент на полезную модель и 2 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ.

Полнота опубликования основных результатов работы в печати исчерпывающим образом раскрывает основное содержание работы и выносимые на защиту положения.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Заключительная оценка диссертационной работы

В целом, несмотря на отмеченные выше недостатки и замечания, представленная диссертация выполнена на высоком научно-техническом уровне и представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему, связанную с разработкой, теоретическим и экспериментальным обоснованием и практическим внедрением расчетно-экспериментального метода профилирования образующей юбки поршня, имеющего важное значение для повышения ресурса ДВС.

Учитывая актуальность выполненных исследований, научную новизну и практическую значимость полученных результатов считаю, что представленная диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям п.8 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, а ее автор – Дойкин Алексей Алексеевич – заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальностям 05.02.02 – «Машиноведение, системы приводов и детали машин» и 05.04.02 – «Тепловые двигатели».

Официальный оппонент,
профессор НЧИ(Ф) ФГАОУ ВПО
«Казанский (Приволжский) федеральный
университет»,
заведующий кафедрой «Автомобили,
автомобильные двигатели и дизайн»,
доктор технических наук

В.Н. Никишин

