

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной и
инновационной работе
ФГБОУ ВО «Московский
политехнический университет»,



Юрий Михайлович Боровин
2019 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет» на диссертацию Якунина Руслана Владимировича на тему: «Методические основы оптимизации профиля юбки поршня ДВС с целью снижения механических потерь», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.04.02 – «Тепловые двигатели» в диссертационный совет Д217.014.01 при ФГУП «НАМИ»

1. Актуальность темы исследования

В связи с невосполнимостью природных запасов, идущих на производство нефтяных топлив, ужесточению требований к экономичности и связанной с ней экологичности автомобилей, проблема энергетической эффективности двигателей становится все более актуальной. Одним из способов повышения эффективности двигателей является снижение механических потерь. Цилиндро-поршневая группа является основным источником механических потерь, поэтому тема диссертации является актуальной.

2. Научная новизна исследования

Научная новизна заключается в:

- обосновании необходимости учета деформаций не только самого поршня, но и гильзы цилиндра в блоке;
- обосновании необходимости учета распределения давлений в масляном слое при расчете деформаций поршня и гильзы цилиндра;

- разработке методики совместного расчета деформируемых перемещающихся деталей с несколькими степенями свободы и масляного слоя между ними в трехмерной постановке;
- разработке алгоритма для расчета параметров масляного слоя по этой методике;
- сравнении расчетных и замеренных потерь на трение у двигателей разных поколений.

3. Достоверность научных положений, результатов и выводов

Достоверность основных положений диссертации обусловлена корректным применением классической теории гидродинамической смазки; использованием апробированного расчетного средства; удовлетворительной сходимостью расчетных и экспериментальных данных, полученных в ходе экспериментов на типовом оборудовании. Общие выводы исследования непротиворечивы и логично вытекают из результатов, изложенных в соответствующих главах.

4. Теоретическая и практическая ценность исследования

Теоретическая и практическая ценность исследования заключается в разработке методики расчета и компьютерной программы расчета параметров масляного слоя между юбкой поршня и гильзой, которая применяется в ходе проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Использование этой методики ведет к увеличению точности расчета, что позволяет уменьшить механические потери двигателя и снизить затраты времени и средств на доводку поршня.

Результаты работы, согласно представленному в диссертации акту внедрения, используются при проектировании поршней двигателей внутреннего сгорания в ФГУП «НАМИ» и могут быть рекомендованы к использованию при создании или модернизации двигателей на предприятиях автомобильной промышленности, таких как: ЯМЗ, КАМАЗ, и ЗМЗ.

5. Общее содержание диссертационной работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, списка литературы. Объем диссертации составляет 126 страниц основного текста, содержащего 6 таблиц и 93 рисунков, список литературы содержит 103 наименования работ отечественных и зарубежных авторов.

В первой главе обоснована актуальность и важность проблемы выбранного направления исследования, произведен анализ отечественного и зарубежного опыта по рассматриваемой проблеме. Проведен обзор существующих методик и программ расчетов профилей поршня. Исходя из проведенного в этой главе анализа, были сформулированы цель и основные задачи диссертационной работы.

Во второй главе приводится методика расчета и анализируется влияние различных упрощений модели на параметры масляного слоя. Разработан алгоритм решения упругогидродинамической задачи, в котором детали могут не только деформироваться в зависимости от давления в масляном слое между ними, но перемещаться относительно друг друга под воздействием этого давления. Проведена сравнительная оценка точности результатов, полученных при использовании существующих методик и программ, приведенных в первой главе.

Третья глава посвящена верификации расчетной модели по экспериментальным данным. Экспериментальные данные получены на трех двигателях разных моделей. В экспериментах определялись: положение поршня, распределение давления в масляном слое, области с минимальными толщинами масляного слоя. Отклонение расчетных данных, полученных с помощью предлагаемой методики, от экспериментальных не превысило 15%.

Четвертая глава посвящена расчетно-экспериментальному сравнению потерь на трение неоптимизированной и оптимизированной юбок поршня. Объектом оптимизации был выбран поршень двигателя ВАЗ-21124 (далее – базовый двигатель). Была проведена расчетная оптимизация профиля юбки поршня, целью которой было снижение потерь на трение. Для этого было необходимо:

1) избавиться от режима граничного трения (при котором наблюдается повышенный коэффициент трения), для чего равнодействующая от давления масляного слоя должна быть равна боковой силе;

2) уменьшить площадь юбки;

3) обеспечить прохождение равнодействующей от боковой силы на уровне оси пальца. Расчет с помощью предлагаемой методики показал, что мощность, затрачиваемая на преодоление сил трения на юбке поршня модернизированного двигателя, составила 1,3 кВт, что на 52% меньше базового поршня. Расчетное относительное снижение потерь на трение хорошо согласуется с замеренным на стенде.

В целом настоящую диссертацию можно характеризовать как полностью завершенную работу, замечаний по оформлению нет.

6. Замечания по диссертационной работе

1) В диссертации рассматривается оптимизация одного конкретного двигателя, в то время как название диссертации подразумевает разные типы двигателей.

2) В тексте не приведена конструкция двигателя, на основе которого проводится сравнение точности разных методик расчета и делается вывод о необходимости учета влияния распределения давления в масляном слое на деформации гильзы.

3) Сравнение механических потерь на юбке поршня с помощью метода прокрутки двигателя на стенде обладает малой точностью. Целесообразнее было бы сравнивать влияние разных профилей на специализированном стенде.

Отмеченные выше замечания не затрагивают принципиальные положения диссертации и не изменяют её общую положительную оценку.

7. Подтверждение опубликованных основных результатов диссертации в научной печати.

Основные результаты работы достаточно полно изложены в 5 печатных работах:

1. Якунин Р.В., Пушкирев В.К. Разработка методики расчета с помощью численных методов овально-бочкообразных профилей поршней автотракторных двигателей // Труды НАМИ № 240 (ФГУП «НАМИ», 2009. – С.123-129). Издание входит в перечень ВАК РФ.

2. Якунин Р.В. Методика расчета параметров масляного слоя между деформируемыми деталями, самобустанавливающимися относительно друг друга // Будущее машиностроения России: сборник трудов четвертой всероссийской конференции молодых ученых и специалистов (М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, -2011. – С.196-198).

3. Якунин Р.В. Оценка необходимости учета конструкции корпусных деталей при моделировании жидкостного слоя «юбка поршня – гильза цилиндра» в ДВС // Будущее машиностроения России: сборник трудов пятой всероссийской конференции молодых ученых и специалистов (М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – С.173-174).

4. Якунин Р.В. Оптимизация профиля юбки поршня как способ снижения механических потерь в ДВС // Автомобильная промышленность, 2013 №10. –С.17-18). Издание входит в перечень ВАК РФ.

5. Тер-Мкртичьян Г.Г., Якунин Р.В. Совершенствование методов оптимального профилирования юбки поршня с целью снижения механических потерь // Труды НАМИ № 262 (ФГУП «НАМИ», 2015. – С.184-186). Издание входит в перечень ВАК РФ.

Рассматриваемая диссертационная работа является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи снижения механических потерь поршневых двигателей путем оптимизации формы юбки поршня, диссертация соответствует требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а её автор – Якунин Руслан Владимирович – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.04.02 – «Тепловые двигатели».

Диссертационная работа, автореферат диссертации Якунина Руслана Владимира, а также отзыв ведущей организации обсуждены и одобрены на заседании кафедры «Энергоустановки для транспорта и малой энергетики» ФГБОУ ВО «Московский политехнический университет», присутствовало 10 человек, участники заседания проголосовали единогласно: протокол № 3 от 19 ноября 2019 г.

Заведующий кафедры
«Энергоустановки для транспорта и
малой энергетики»,
кандидат технических наук, доцент


Костюков Андрей Вениаминович

Профессор кафедры
«Энергоустановки для транспорта и
малой энергетики»,
доктор технических наук, профессор


Ромин Валерий Михайлович

Справочные данные:
107023, г. Москва, ул. Большая Семеновская, 38

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский политехнический университет»,
тел.:+7 (495) 223-05-22

адрес электронной почты: n.a.khripach@mospolitech.ru
Официальный сайт: <https://mospolitech.ru>