

ОТЗЫВ

официального оппонента

кандидата технических наук, доцента Белова Вячеслава Петровича на диссертационную работу Воробьева Александра Алексеевича «Методика профилирования юбки составного поршня форсированного четырехтактного дизеля с учетом условий ее смазки в цилиндре», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.7. Турбомашины и поршневые двигатели в диссертационный совет ПДС 2022.013 при ФГАОУ ВО «РУДН»

1. Актуальность темы диссертации.

Основные тенденции развития современных двигателей внутреннего сгорания направлены на повышение их энергетических и экологических показателей. В связи с этим, дальнейшее форсирование двигателя приводит к росту механических и тепловых нагрузок, особенно в цилиндро-поршневой группе.

В высоконагруженных дизелях одним из используемых вариантов конструкции является составной поршень, который позволяет обеспечить более благоприятные условия для поддержания гидродинамического режима трения юбки, за счет меньшего уровня температур юбки и ее монтажного зазора с цилиндром. В связи с этим, разработка автором методики профилирования юбки составного поршня, которая обеспечивает преимущественно жидкостное трение в сопряжении «юбка поршня - цилиндр» является **актуальной**.

2. Достоверность и новизна результатов диссертации.

Достоверность основных положений диссертации обусловлена:

- корректным применением соискателем классической теории гидродинамической смазки при решении упруго-гидродинамической задачи;
- экспериментальным исследованием деформации юбки поршня, которое было выполнено автором с использованием разработанного им стенда;

- совпадением расчетных и экспериментальных данных деформации юбки исследуемого поршня;

- выполненной автором верификацией модели расчета гидродинамических параметров смазки, по экспериментальным данным двигателя 8ЧН 15/16.

Научная новизна работы заключается в:

- разработке методики профилирования юбки составного поршня, которая позволила достичь преимущественно жидкостного трения с минимальным монтажным зазором;

- использовании расчетно-экспериментального метода определения деформаций юбки поршня, который использовался для верификации конечно-элементной модели поршня и составления матрицы податливости;

- разработке программного обеспечения для подготовки исходных данных, выполняемых исследований, на базе программного комплекса ANSYS

3. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, а также выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации Воробьева А.А., подтверждается:

- корректной постановкой цели и задач исследования. Обоснованным применением современных и апробированных методов их решения;

- анализом широкого круга литературных источников, содержащих исследования отечественных и зарубежных авторов по рассматриваемой проблеме;

- хорошей согласованностью расчетных и экспериментальных результатов для деформации юбки составного поршня и гидродинамических параметров смазки в сопряжении «юбка поршня – цилиндр» монометаллического поршня двигателя 8ЧН 15/16;

- многократной апробацией результатов выполненных исследований на научно-технических конференциях и семинарах.

4. Ценность для науки и практики результатов работы.

Научную ценность представляет разработанная соискателем методика профилирования юбки, использование которой позволило обеспечить преимущественно жидкостное трение с минимальными монтажными зазорами для исследуемой юбки составного поршня. Определение деформаций юбки поршня с использованием расчетно-экспериментального метода, предложенного автором, также обладает научной ценностью.

Выполненная соискателем оценка влияния параметров профиля юбки составного поршня на условия ее гидродинамического трения в цилиндре и вторичное движение, а также установление количественных параметров профиля юбки и минимальных значений монтажного зазора для исследуемой конструкции составного поршня, обеспечивающей наименьшие механические потери, несомненно обладают научной ценностью.

Практическая ценность результатов работы соискателя состоит в разработанном программном обеспечении, которое автоматизирует и ускоряет процесс подготовки исходных данных. А также испытательном стенде, используемом для верификации конечно-элементной модели юбки поршня, благодаря которому повышается точность определения ее деформации.

5. Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научной печати.

Основные научные результаты диссертации соискателя изложены в 13 научных изданиях, из которых: 2 работы опубликованы в рецензируемых изданиях из Перечня ВАК РФ, 2 работы опубликованы в изданиях входящих в международную базу цитирования Scopus, 2 работы из Перечня РУДН, 1 патент на полезную модель и 2 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ.

6. Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации.

Содержание автореферата, объемом 23 страницы, в полной мере отображает содержание, научные результаты и выводы диссертации.

7. Структура диссертации и оценка ее содержания

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, списка литературы и двух приложений. Объем диссертации составляет 165 страниц, содержит 6 таблиц и 89 рисунков, список литературы содержит 103 работы отечественных и зарубежных авторов. В приложениях приведены параметры двигателя 6ЧН 13/15, которые использовались для разработки профиля юбки составного поршня и чертеж разработанного профиля.

Во введении соискателем приведено обоснование актуальности темы выбранного направления исследования. Сформулированы положения научной новизны, теоретической и практической значимости исследования. Определены методология и методы исследования, и научные положения, которые обуславливают степень достоверности полученных результатов.

В первой главе автором выполнен анализ отечественного и зарубежного опыта по рассматриваемой проблеме. Приведенный обзор известных подходов к профилированию юбок поршней для различных типов двигателей, с учетом особенностей конструкции используемых поршней показал, что жесткость юбки поршня в значительной степени влияет на условия ее смазки. Из чего следует, что выбор параметров профиля и монтажного зазора необходимо проводить с учетом жесткости конструкции юбки поршня. В обзоре конструкции составного поршня, автором отмечены его особенности, которые благоприятно влияют на поддержание гидродинамического трения в сопряжении «юбка поршня – цилиндр».

Во второй главе соискателем приводится разработанная методика профилирования юбки составного поршня, целью которой является обеспечение преимущественно жидкостного трения с минимальным монтажным зазором. Основным этапом представленной методики является решение упруго-гидродинамической задачи, в сопряжении «юбка поршня – цилиндр», с учетом особенностей вторичного движения юбки составного поршня в цилиндре. Для повышения точности вычисления гидродинамических давлений, на этапе подготовки модели юбки поршня к расчетным исследованиям, автором была выполнена оценка влияния шага конечно-разностной сетки на результаты

решения гидродинамической задачи с использованием тестовых примеров. Для дальнейшего расчета тепловых деформаций юбки соискателем были определены граничные условия.

Третья глава посвящена разработке конечно-элементной модели юбки поршня, используемой для составления матрицы податливости. Составление матрицы податливости было выполнено соискателем с использованием программ для ЭВМ собственной разработки. Особое внимание автор уделяет проблеме точности результатов, получаемых с использованием разработанной конечно-элементной модели. Для достижения высокой точности результатов, помимо общеизвестных приемов оценки качества конечно-элементных моделей, им был выполнен ряд верификационных исследований. В ходе которых был определен требуемый размер элемента конечно-разностной сетки, который не должен превышать 0,14% от рассматриваемой площади трения. А также, выполнена верификация конечно-элементной модели по экспериментальным данным деформации юбки составного поршня, которые были получены с использованием разработанного автором стенда. На основании экспериментальных данных для двигателя 8ЧН 15/16, с монометаллическим поршнем, автором была выполнена верификация модели расчета гидродинамических параметров смазки юбки поршня, которая показала качественное совпадение с экспериментальными данными.

В четвертой главе автор, согласно представленной методике профилирования, выполнил определение параметров профиля юбки составного поршня. Также им приведены результаты исследований влияния параметров продольного и поперечного профилей юбки составного поршня, а также ее монтажного зазора и деформаций на поддержание гидродинамического режима трения. В ходе которого определены особенности деформации юбки составного поршня и ее вторичного движения в цилиндре, с учетом которых удалось обеспечить гидродинамическое трение на номинальном режиме работы двигателя, в течение всего рабочего цикла. Тем самым обеспечивая минимальную силу трения в сопряжении «юбка поршня – цилиндр».

8. Замечания по работе.

1. При оценке теплового и напряженно-деформированного состояния не учитывалась неравномерность температуры по образующей юбки составного поршня, что может вызвать погрешность расчета;

2. В работе автором не обоснован выбор силы, воздействующей на юбку поршня при выполнении исследований на экспериментальном стенде, в диапазоне 450-600 Н, приведенной на рисунках 3.20, 3.22, 3.33;

3. В тексте диссертации не приведена формула под номером 2.4. (стр. 58), представленная в автореферате под номером 2;

4. На рисунке 3.25 (стр. 113), размерность угла поворота коленчатого вала указана в МПа, а не в градусах.

В целом, несмотря на указанные недостатки, работа представляет собой законченное исследование, а ее результаты обладают научной новизной и практической ценностью.

9. Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Содержание диссертации соответствует заявленной области исследований и следующим пунктам паспорта научной специальности 2.4.7. Турбомашины и поршневые двигатели:

2 – Разработка физико-математических моделей, пакетов прикладных программ, цифровых двойников, методов экспериментальных исследований, теоретические и экспериментальные исследования с целью повышения эффективности, надежности и экологичности рабочих процессов турбомашин, поршневых двигателей, их систем и вспомогательного оборудования в составе объектов применения;

3 – Экспериментальные исследования и физико-математическое моделирование динамики, напряженно-деформированного состояния, прочности и разрушения материалов, узлов и механизмов, их надежности, режимов работы турбомашин, поршневых двигателей, их систем и вспомогательного оборудования.

10. Заключение

Диссертационное исследование Воробьева Александра Алексеевича «Методика профилирования юбки составного поршня форсированного четырехтактного дизеля с учетом условий ее смазки в цилиндре» является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится новое решение научной задачи кандидатской диссертации, имеющей важное значение для двигателестроения. Работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, согласно п.2.2 раздела II Положения о присуждении ученых степеней в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», утвержденного Ученым советом РУДН протокол № УС-12 от 03.07.2023г., а её автор, Воробьев Александр Алексеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.4.7. Турбомашины и поршневые двигатели.

Официальный оппонент:

профессор кафедры «Энергоустановки для транспорта и малой энергетики» ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет» кандидат технических наук (05.04.02), доцент

Вячеслав Петрович
Белов



24.11.2023

Справочные данные:

Белов Вячеслав Петрович, кандидат технических наук (05.04.02), доцент, профессор кафедры «Энергоустановки для транспорта и малой энергетики» ФГАОУ ВО «Московский политехнический университет»

107023, г. Москва, ул. Большая Семеновская, д.38, Тел. 8-903-157-92-76, belovmami@mail.ru

подпись Белова В.П. заверяю

ДЕЛОПРОИЗВОДИТЕЛЬ
ПОГОРЕЛОВА А.В.

