

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по науке УрФУ

**В. В. Кружаев**



«08» июня 2017 г.

## **ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

на диссертацию **Машкова Олега Григорьевича**

**«Численное моделирование параметров рабочего цикла**

**комбинированной энергетической установки применительно к режимам**

**полных нагрузок (для целей предпроектных, проектных и доводочных**

**работ)»,** представленную на соискание ученой степени кандидата

технических наук по специальности 05.04.02 – Тепловые двигатели

Диссертационная работа посвящена численному моделированию рабочего цикла энергетической установки на базе комбинированного двигателя внутреннего сгорания. Она развивает сложившееся в Южно-Уральском государственном университете научное направление по разработке математических моделей для расчета рабочего процесса поршневых и комбинированных ДВС различного назначения под руководством профессора Б. А. Шароглазова.

Тема диссертации находится в русле приоритетных направлений долгосрочного научно-технологического развития России до 2030 года: Энергоэффективность и энергосбережение и Транспортные и космические системы. В диссертации разрабатываются критические технологии РФ: Эффективное потребление энергии и Моделирование перспективных энергетических технологий и систем.

## **Актуальность темы работы**

На сегодняшний день основным источником механической энергии на транспортных энергетических установках остается поршневой двигатель внутреннего сгорания (ПДВС). Благодаря малой массе, габаритам, высокой надежности и КПД это качество сохранится за ним на долгую перспективу. Растущий интерес к повышению удельной мощности ПДВС требует дальнейшего совершенствования их агрегатов и систем. Решение этой задачи связано с совершенствованием методов расчетного моделирования, использование которых на стадии предпроектных и проектных работ позволило бы снизить объем и затраты на последующие экспериментальные работы по доводке машин и их агрегатов. Таким образом, представленную диссертацию можно признать актуальной.

## **Структура и содержание диссертации**

Диссертация состоит из введения, пяти глав основного текста и выводов, списка литературы и приложений. Объем диссертации составляет 136 страниц, список литературы содержит 100 наименований.

Во введении (на 6 страницах) обоснована актуальность темы диссертационной работы, дана общая характеристика цели и задач диссертационного исследования.

В первой главе (на 32 страницах) приводится общая характеристика проблем согласования совместной работы агрегата наддува и поршневого ДВС на режимах полных нагрузок с учетом назначения двигателя. Описано влияние параметров агрегата наддува на параметры рабочего цикла поршневого двигателя. Сформулированы цель и задачи исследования.

Вторая глава (на 26 страницах) посвящена разработке метода синтеза аналитических моделей работы агрегатов и систем наддувной энергетической установки, образующих в совокупности модель комбинированной энергетической установки.

В третьей главе (на 10 страницах) выполнено расчетно-теоретическое исследование с применением предложенного аналитического и программного инструментария.

Четвертая глава (на 21 странице) посвящена описанию безмоторного испытательного стенда, измерительной и регистрирующей аппаратуры с указанием их характеристик и погрешностей.

В пятой главе (на 8 страницах) изложены результаты экспериментальных исследований по оценке технико-экономических показателей комбинированной поршневой энергетической установки при ее работе на режимах внешней скоростной характеристики. Сопоставлены результаты экспериментального исследования с результатами расчета.

В заключительной части (на 3 страницах) диссертации приведены основные выводы работы.

Приложения (на 9 страницах) содержат свидетельства о регистрации программ для ЭВМ, акты использования результатов исследования и исходные данные для моделирования внешней скоростной характеристики.

Диссертация производит приятное и положительное впечатление. Изложение материала хорошо систематизировано. Совокупность приведенных данных и результатов с уверенностью позволяет судить о квалификационной состоятельности работы.

### **Теоретическое и практическое значение работы**

Разработаны модель и метод компьютерного прогнозирования параметров КЭУ применительно к условиям ее использования на режимах полных нагрузок (в частности, режимы работы по безрегуляторной ветви внешней скоростной характеристики). При моделировании параметров КЭУ метод учитывает особенности механических, термодинамических и газодинамических процессов, протекающих в агрегатах.

Сформированная модель расчета параметров и показателей цикла КЭУ применительно к условиям использования ее (КЭУ) на режимах полных нагрузок (безрегуляторная ветвь ВСХ) и соответствующие ПП позволяют

дать численную оценку показателям КЭУ уже на стадиях проектных и предпроектных разработок ускорить и удешевить процесс разработки и доводки комбинированных энергетических установок на без поршневых ДВС.

Результаты диссертации могут быть использованы в качестве инструментария численного моделирования параметров и показателей наддувных поршневых двигателей при их модернизации, доводке и создании новых образцов. По результатам анализа с использованием разработанного инструментария численного моделирования сформированы практические рекомендации по выбору конструкции компрессора агрегата наддува для исследуемого поршневого двигателя транспортного назначения.

По диссертации имеются следующие **замечания**:

1. Для большинства уравнений, используемых в разработанной автором математической модели для расчёта параметров комбинированного двигателя, не указаны границы применимости этих уравнений.

2. Из диссертации и автореферата не понятны границы применимости математической модели, разработанной автором (типы энергетических установок, размерности двигателей, частоты вращения, типы топливных систем и т.д.).

3. Вызывает некоторое сомнение точность статистического уравнения 11 в автореферате (или 29 в диссертации), поскольку для его получения были обработаны данные всего лишь для 20 двигателей (при этом не указаны тип и размерности ДВС и применяемые на них агрегаты наддува).

4. Не показана особенность использования разработанной и предложенной автором модели для различных систем наддува двигателей внутреннего сгорания.

5. В диссертации рассмотрен только режим работы двигателя с полной нагрузкой (внешняя скоростная характеристика), но двигатель во время эксплуатации в основном работает по частичной характеристике и

именно эти режимы (и их численные модели) необходимо совершенствовать для улучшения реальной эксплуатации двигателя.

6. К сожалению, в автореферате и диссертации отсутствует сравнение результатов расчёта рабочего процесса комбинированного ДВС по методике, предложенной автором, и широко известным методикам, заложенным в программные комплексы Дизель-РК (Москва), Албея-ДВС (Уфа), AVL Boost (Австрия), ACTUS (Швейцария) и др.

7. Возможно было бы целесообразно объединить главы 4 и 5 диссертации, в результате чего получилась бы хорошая, полноценная глава, посвящённая экспериментальным исследованиям.

Указанные замечания не носят принципиального характера и не снижают общую положительную оценку диссертации. Их следует рассматривать, как предложения автору по дальнейшему развитию научных исследований.

#### **Апробация диссертации**

Основные положения диссертации изложены в 10 работах: 3 в изданиях, предусмотренных Перечнем ВАК; 1 – в изданиях, входящих в базы данных Scopus/Web of Science; зарегистрировано 5 программных продуктов, 1 патент на полезную модель.

Кроме того, материалы диссертации докладывались и обсуждались на научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава Челябинской государственной агроинженерной академии (г. Челябинск, 2012-2016 г.г.); международной научно-практической конференции «Двигатели и компоненты транспортных средств: разработка и производство, эксплуатация и сервисное обслуживание» (г. Протвино, 2015 г.); научно-технических конференции профессорско-преподавательского состава ЮУрГУ (г. Челябинск, 2012 – 2016 г.); международной научно-технической конференции «Пром-Инжиниринг» ICIE-2015 (г. Челябинск, 2015г.).

Таким образом, судя по приведенным списку публикаций и перечню конференций, где проводилась апробация работы, основные положения диссертации О. Г. Машкова доведены до широкого круга специалистов.

### **Заключение**

Диссертационная работа Машкова Олега Григорьевича «Численное моделирование параметров рабочего цикла комбинированной энергетической установки применительно к режимам полных нагрузок (для целей предпроектных, проектных и доводочных работ)» является законченным научным исследованием по актуальной теме. В работе представлены результаты, имеющие важное научное и практическое значение для специальности 05.04.02 – Тепловые двигатели. Результаты исследований, представленные в диссертации, делают существенный вклад в решение актуальной проблемы по созданию метода численного моделирования рабочего цикла и параметров, характеризующих работу комбинированной энергетической установки при работе на режимах полных нагрузок (внешняя скоростная характеристика, безрегуляторная ветвь).

Диссертационная работа соответствует критериям, установленным пп. 9-14 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор О. Г. Машков, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.04.02 – Тепловые двигатели.

Автореферат диссертации правильно отражает ее основное содержание, научную новизну, выводы и другие ключевые моменты.

Отзыв подготовили доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Турбины и двигатели» (УрФУ) Бродов Юрий Миронович и кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Турбины и двигатели» (УрФУ) Плотников Леонид Валерьевич.

Диссертация, автореферат и отзыв обсуждены на заседании кафедры «Турбины и двигатели» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина» (Протокол № 4 от «25» мая 2017).

Бродов Юрий Миронович  
заведующий кафедрой «Турбины и двигатели»,  
доктор технических наук, профессор  
Раб. тел. +7 (343) 375-48-51  
e-mail: [turbine66@mail.ru](mailto:turbine66@mail.ru)  
Почтовый адрес: 620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19.



Плотников Леонид Валерьевич  
доцент кафедры «Турбины и двигатели»,  
кандидат технических наук, доцент  
Моб. +7 (922) 291-64-50  
e-mail: [plotnikovlv@mail.ru](mailto:plotnikovlv@mail.ru)  
Почтовый адрес: 620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19.



Докторская диссертация Бродова Ю. М. по специальности 05.04.12 – Турбомашины и комбинированные турбоустановки;  
Кандидатская диссертация Плотникова Л. В. по специальностям 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника и 05.04.02 – Тепловые двигатели.

*Подписи Бродова Ю.М. и Плотникова Л.В.*  
*Заверено:*

**УЧЁНЫЙ СЕКРЕТАРЬ  
УРФУ  
МОРОЗОВА В. А.**

