

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Екимова Геннадия Игоревича, выполненной на тему **«Разработка, теоретическое и экспериментальное исследование новой высокоэффективной одноцилиндровой одноступенчатой поршневой гибридной энергетической машины с организацией движения жидкости в рубашечном пространстве с помощью газового канала»**, представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.10. Гидравлические машины, вакуумная, компрессорная техника, гидро- и пневмосистемы

К одному из важнейших направлений совершенствования технических устройств различного назначения относится создание гибридных машин, соединяющих в себе устройства с различными рабочими функциями. К таким машинам относятся и поршневые гибридные энергетические машины объемного действия, объединяющие в себе функции компрессора и насоса. К положительным качествам таких машин относятся более высокие экономические, расходные и массогабаритные показатели.

Следует отметить, что такие машины являются достаточно сложными техническими системами, в составе которых имеют место процессы различной физической природы: механические, гидравлические, термодинамические, гидродинамические, газодинамические, тепловые. Все они определенным образом взаимосвязаны, образуют сложный процесс функционирования системы в целом, обеспечивают реализацию требуемых выходных характеристик. В связи со сложностью и разнообразием протекающих в системе процессов в принципе существует ряд направлений, как в части конструктивных изменений, так и исследований рабочих процессов, ориентированных на повышение эффективности их функционирования. К такой важной и актуальной для теории и практики научно-технической задаче относится повышение эффективности работы одноцилиндровой одноступенчатой поршневой гибридной энергетической машины за счет уменьшения энергетических затрат на сжатие газа, используемого для организации движения охлаждающей жидкости. В связи с этим можно констатировать, что предпринятые автором теоретические и экспериментальные исследования являются актуальными.

В ходе выполненных исследований автором получены следующие, обладающие новизной научные результаты:

– разработан новый способ автономного жидкостного охлаждения поршневого компрессора и новая высокоэффективная конструкция одноцилиндровой одноступенчатой машины с движением жидкости в рубашке охлаждения за счет поверхностных сил и конструкция для его реализации, защищенные патентом на изобретение РФ;

– разработана математическая модель процессов функционирования предложенной поршневой гибридной энергетической машины, сочетающей нульмерное моделирование полостей с одномерным нестационарным описанием течения рабочих сред (газа и жидкости) в каналах и учитывающей теплообмен и динамику клапанов с учетом прямого и обратного потоков охлаждающей жидкости;

– по результатам проведенного параметрического анализа оценки влияния основных геометрических параметров (место расположение канала, его диаметра и длины, соединительного газового канала, объема полости всасывания), основного эксплуатационного параметра (давления нагнетания компримируемого газа) и числа оборотов коленчатого вала выданы рекомендации по их рациональным значениям, обеспечение которых позволит достичь максимальных значений расхода и энергетических характеристик устройства.

**Практическая полезность** работы очевидна и заключается в том, что на основании результатов проведенных исследований разработаны математические модели и методика анализа процессов в предложенной конструкции гибридной энергетической машины, что обеспечивает достоверность проводимых проектных расчетов, а следовательно и эффективность проектирования аналогичных конструкций в целом.

Предложенные технические решения реализованы в виде двух опытных образцов, которые прошли соответствующие испытания, во время которых была подтверждена их работоспособность и заданные характеристики.

Полученные результаты по разработке и исследованию новой гибридной энергетической машины внедрены на ООО «Арматурное машиностроение» при выполнении гранта Президента № МК-4256.2022.4 «Разработка одноцилиндровой поршневой гибридной энергетической машины с принудительным движением охлаждающей жидкости», а также в учебный процесс при подготовке бакалавров и магистров по направлению 13.03.03 и 13.04.03 «Энергетическое машиностроение» при чтении курсов «Объемные гидромашины и гидропередачи», «Математическое моделирование рабочих процессов компрессоров объемного действия», «Математическое моделирование рабочих процессов насосов объемного действия».

Достоверность полученных результатов исследования подтверждается хорошей сходимостью при сопоставлении с результатами ряда натуральных экспериментов, проведенных соискателем, и полнотой публикаций основных положений диссертационного исследования в 6 статьях в издательствах, рекомендованных ВАК РФ, из них 4 цитируемых в базе данных Scopus, 1 патенте на изобретения РФ.

В качестве замечаний по автореферату можно отметить следующее:

1. В работе не приведено условие гашения колебаний давлений во всасывающем трубопроводе, исходя из которого осуществляется выбор объема полости всасывания.

2. При математическом описании изменений термодинамических параметров в рабочей полости компрессорной секции автор ограничился рассмотрением идеального газа.

К замечаниям редакционного характера следует отнести:

1. На рисунке 1, в виду маленького размера шрифта, трудно прочитать приведенные обозначения.

2. В тексте автореферата нарушена нумерация рисунков: между рисунками 13 и 14 в тексте приведены рисунки 3.7.1 и 3.7.3, на которые отсутствуют ссылки в тексте.

3. Опечатки по тексту автореферата:

- на странице 3: в задачах исследования: «1. На основании проведенного анализ потерь энергии»
- на странице 17: «компресооростроения»;
- на страницах 21, 23: в единицах измерения: «0,4 МПа – 0,5 МПа».

Отмеченные замечания не снижают общей положительной оценки диссертационной работы.

На основании вышеперечисленного можно заключить, что диссертация является законченной научно-квалификационной работой, соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, согласно пп. 9-14 Постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 «О порядке присуждения учёных степеней», а ее автор, Екимов Геннадий Игоревич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.10. Гидравлические машины, вакуумная, компрессорная техника, гидро- и пневмосистемы.

*Я, Алиев Андрей Рафаилович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертационной работы Екимова Геннадия Игоревича, и их дальнейшую обработку.*

Ведущий инженер-конструктор конструкторского отдела систем газоснабжения и пневмовакуумного оборудования КБ «Арматура» – филиала АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева» технических наук

**Андрей Рафаилович Алиев**

« 30 » 04 2026 г.

Подпись канд

Первый замес  
филиала АО «

Алиева Андрея Рафаиловича заверяю.

дктора КБ «Арматура» –  
ичева»

**Ковальский Александр Адольфович**

« 30 » 04 2026 г.

Сведен

1. Фамилия, имя, отчество: Алиев Андрей Рафаилович.

2. Ученая степень: кандидат технических наук.

3. Учёное звание: без звания.

4. Шифр и наименование научной специальности: 2.5.10. Гидравлические машины, вакуумная, компрессорная техника, гидро- и пневмосистемы.

5. Должность и место основной работы: ведущий инженер-конструктор конструкторского отдела систем газоснабжения и пневмовакуумного оборудования КБ «Арматура» – филиала АО «Государственный космический научно-производственный центр имени М.В. Хруничева».

6. Адрес места основной работы: 601909, Владимирская обл., г. Ковров, ул. Социалистическая, д. 22. КБ «Арматура» – филиал АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева».

7. Телефон: 8 (920) 928-56-58.

8. E-mail: And\_88\_99@mail.ru.

*Составлен и подписан  
15.05.2026 Екимов Г.И.*