

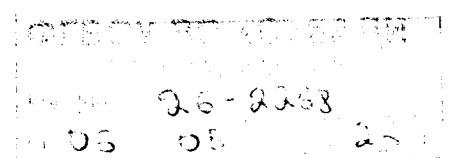
Отзыв официального оппонента
Редникова Сергея Николаевича на диссертацию

Екимова Геннадия Игоревича «РАЗРАБОТКА, ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НОВОЙ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ОДНОЦИЛИНДРОВОЙ ОДНОСТУПЕНЧАТОЙ ПОРШНЕВОЙ ГИБРИДНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ МАШИНЫ С ОРГАНИЗАЦИЕЙ ДВИЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ В РУБАШЕЧНОМ ПРОСТРАНСТВЕ С ПОМОЩЬЮ ГАЗОВОГО КАНАЛА», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук

(Специальность 2.5.10 – «Гидравлические машины, вакуумная, компрессорная техника, гидро- и пневмосистемы»)

Представленная Екимовым Геннадием Игоревичем диссертация «РАЗРАБОТКА, ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НОВОЙ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ОДНОЦИЛИНДРОВОЙ ОДНОСТУПЕНЧАТОЙ ПОРШНЕВОЙ ГИБРИДНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ МАШИНЫ С ОРГАНИЗАЦИЕЙ ДВИЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ В РУБАШЕЧНОМ ПРОСТРАНСТВЕ С ПОМОЩЬЮ ГАЗОВОГО КАНАЛА» состоит из пяти глав и выполнена на 255 страницах, список цитируемых источников 128 единицы и трёх приложений.

Первая глава работы посвящена систематизации и анализу работы гибридных поршневых компрессоров – насосов объемного действия. Детально рассмотрено достоинства и недостатки методов повышения экономичности поршневых компрессоров. Предложен вариант повышения экономичности путём объединения функций компрессора и насоса. Произведен критический анализ наиболее распространенных систем уплотнений группы цилиндр поршень. Рассмотрена возможность создания газового канала интенсифицирующего движение охлаждающей среды. Анализируя систематизированный материал, автор работы, предложил свой, и достаточно оригинальный класс конструкции гибридных ма-



шин с бесконтактным уплотняющим узлом, а также подход к исследованию характеристик данного вида гидропневмоагрегатов.

Вторая глава диссертации посвящена термодинамическому анализу процесса сжатия и путей повышения энергетической эффективности, глава диссертации содержит материал по математическому моделированию процессов, протекающих как в компрессорной секции так и в системе нагнетания жидкости. Устанавливаются условия сопряжения модели здесь автор приводит основные ограничения и допущения, используемые в предложенной модели, приводится система дифференциальных уравнений описывающие рабочие процессы в компрессорной секции и системы уравнений описывающие процессы в охлаждающем контуре. Много внимания уделено моделированию процессов протекающих при сжатии газа в компрессорной секции. Сделана попытка обоснования характера изменения температуры газа в камере сжатия и оценка величины расхода рабочей среды в щелевом уплотнении поршня. Детально рассмотрены также вопросы динамики изменения материальных балансов машины. Также автор во второй главе приводит методику численного моделирования с использованием предложенных соотношений учитывающих, в том числе, как вязкостные, так и динамические эффекты.

Третья глава посвящена экспериментальному исследованию разрабатываемой поршневой гибридной энергетической машины объемного действия. Детально рассмотрены вопросы конструкции испытательного стенда измерительного комплекса, обоснован подбор применяемых методик и оборудования для проведения эксперимента. Особое внимание уделено системы контроля температуры, системам контроля расхода газа и системам контроля расхода жидкости. Произведена оценка погрешности исследуемых на установке величин, разработан план проведения натурального эксперимента, приводятся экспериментальные данные подтверждающие адекватность описания процессов математической модели, приведен статистический анализ полученных совокупности, доказывающий адекватность как предложенной модели, так и принятых допущений. Автор работы опытным путем подтвердил эффективность предложенного метода интенсифика-

ции охлаждения и оценил изменение рабочих характеристик машины при использовании предложенной конструкции.

Четвёртая глава посвящена параметрическому анализу влияния основных эксплуатационных и геометрических параметров на рабочие процессы и интегральные характеристики поршневой гибридной энергетической машины. Приводится анализ движения газа в полостях установки, а также анализ пульсации давления в камере сжатия и газовых полостях в зависимости от варьируемых факторов, таких как частота вращения компрессорного блока. Анализируется и значения расходов, как газа, так и жидкости в контуре уплотнения от частоты вращения. Автор работы уделил большое внимание анализу влияния степени сжатия газа в компрессорной секции на параметры всей установки. Приводятся данные по влиянию угловой скорости вращению коленчатого вала на характер колебательного процесса в исследуемой конструкции. Также произведен анализ влияния геометрических характеристик газового и жидкостного трактов на эффективность, как отдельных элементов, так и системы в целом.

Кроме этого, в работе автор приводит выводы, список использованных литературных источников и приложения.

Названия и объём основных разделов диссертации свидетельствует о научной глубине, широте и обоснованности проведённого соискателем исследования в теоретическом (глава 1,2,3), экспериментальном (глава 3,4) и расчётно-конструкторском (глава 4) планах. Тем более что разработанная автором конструкция поршневой гибридной энергетической машины, по моему мнению, не имеет аналогов. Глубокие экспериментальные и теоретические исследования позволили оптимизировать ряд конструктивных параметров гибридной установки. Тема и содержание диссертации соответствует специальности 2.5.10 - Гидравлические машины, вакуумная, компрессорная техника, гидро- и пневмосистемы.

Актуальность темы исследования

Анализируя содержание работы, можно отметить, что проведённое исследование является актуальным, так как использование соединительного газового канала для интенсификации движения охлаждающей среды позволит не только по-

высвить энергетическую эффективность машины, но и за счет удаления ряда механических элементов из конструкции улучшить надежность системы в целом. Важность задач не только четкое описание идеи, не только разработка конструкции, но и определения оптимальных ее параметров и методов инженерных расчетов. На основании изложенного, считаю, что тема диссертационной работы представленной Екимовым Геннадием Игоревичем по специальности 2.5.10 - Гидравлические машины, вакуумная, компрессорная техника, гидро- и пневмосистемы является актуальной.

Научная новизна работы

Научной новизной, по моему мнению, является:

–предложенная схема гибридной энергетической установки использующая соединительный газовый канал для интенсификации движения охлаждающей среды;

–предложена автором математическая модель процессов протекающих в элементах гибридной компрессорной машины;

–впервые определены диапазоны конструкционных и режимных параметров, а для ряда параметров и найдены оптимальные их значения для предлагаемого гидропневмоагрегата.

Достоверность научных положений, результатов и выводов диссертации

Количественное и качественное согласование расчетных значений полученных диссертантом с теоретическими и экспериментальными данными подтверждает достоверность основных результатов работы. Математические модели рабочего процесса составлены в соответствии с классическими законами механики жидкости и газа, в расчётах использовались распространённые пакеты прикладных программ.

Физический эксперимент проводился в форме многократных испытаний. Результаты опытов были обработаны методами математической статистики и сопоставлены с результатами расчётов.

Работа апробирована на международных и всероссийских конференциях и межкафедральных семинарах. Список публикаций включает три наименования из перечня ВАК.

Практическая ценность диссертации определяется сокращением объёма сложных и дорогостоящих экспериментов при разработке гибридных энергетических машин, а также предложена методика расчёта процесса, протекающего в гибридных энергетических машинах, которая может иметь и другие практические применения. Разработаны и апробированы методики расчета, которые могут быть использованы и в инженерной практике для проектирования и оптимизации системы герметизации гибридных гидромашин. В работе накоплен уникальный теоретический и экспериментальный материал по слабоизученному разделу гибридных газо жидкостных систем.

Замечания

В тоже время необходимо отметить следующее:

1. На странице 70 автор приводит систему уравнений описывающую процесс теплообмена между сжимаемым газом и стенками цилиндра, из приведённой системы уравнений не ясно принимался ли коэффициент теплоотдачи постоянным или учитывался процесс изменения скорости и температуры оказывающий влияние на значения данного коэффициента.
2. Автор приводит в разделе 3.5 « основные результаты исследования и их анализ» многочисленные графические зависимости полученных в ходе исследования данных, но не указывает их погрешность и доверительные интервалы, работа бы только выиграла бы при наличии этой информации.
3. На страницах 114-115 автор рассматривает особенности реализации математической модели, при этом не ясно какой тип разностной схемы применен для решения системы дифференциальных уравнений, как определялась устойчивость решения.

Отмеченные замечания в целом не меняют общего положительного отзыва на представленную диссертационную работу, которая выполнена на актуальную тему, обладает научной новизной и практической значимостью.

Заключение о соответствии рецензируемой диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения учёных степеней, следует отметить, что диссертация является законченной научно-исследовательской работой, выполненной на актуальную тему и содержащей новые научно-технические результаты, которые обеспечивают решение проблем создания гибридных энергетических машин с соединительным газовым каналом для интенсификации движения охлаждающей среды.

В работе приведено:

– решение научной проблемы гидрогазодинамики и расчета гибридной энергетической машины, выявлены основные режимные и геометрические параметры аппаратов, разработаны новые методики расчёта гидропневмоагрегатов, имеющие важное прикладное значение;

– совокупность новых научных результатов и положений, выдвинутых автором для публичной защиты;

– систематизированные и аргументированные результаты исследования;

– перечень 6 публикаций в изданиях перечня ВАК РФ, содержащих основные результаты диссертации, и сведения об апробации научных результатов;

– ссылки на источники и авторов, чьи результаты заимствованы.

В автореферате изложены основные идеи и выводы диссертации, показаны вклад автора в проведённое исследование, степень новизны и практическая значимость результатов.

Можно отметить, что полученные соискателем результаты соответствует поставленным в работе целям и задачам.

Содержание автореферата отражает содержание диссертации.

Несмотря на отмеченные особенности, по моему мнению, в целом диссертация Екимова Геннадия Игоревича. является законченной работой, вносящей научный и практический вклад в изучение процессов, протекающих в гидропневмоагрегатах, отвечает всем требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842, а ее автор заслуживает присуждения искомой ученой степени

кандидата технических наук по специальности 2.5.10 - Гидравлические машины, вакуумная, компрессорная техника, гидро- и пневмосистемы.

Редников Сергей Николаевич
доктор технических наук, доцент,
научная специальность 05.02.13 – Машины, агрегаты и процессы,
профессор кафедры 909 «Теоретическая электротехника»,
Московский авиационный институт
8 (499) 158-42-28 , 8 (158) 158-41-87
E-mail: srednikov@mail.ru

« 29 » 04. 2026 г.

Я, Редников Сергей Николаевич, даю согласие на включение данных в документы, связанные с защитой диссертации

изации: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»

Адрес: 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4

E-mail: mai@mai.ru

<https://mai.ru>

Сергей Николаевич Редников



*Согласие оформлено
06.05.2026 Емелин Т.М.*