

ОТЗЫВ

официального оппонента д.т.н., профессора Пронина Владимира Александровича на диссертацию Исаева Александра Анатольевича на тему «Рабочий процесс безмасляных вакуумных насосов внешнего сжатия с различными профилями роторов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.10. – Гидравлические машины, вакуумная, компрессорная техника, гидро и пневмосистемы.

1. Актуальность диссертационной работы

Двухроторные машины внешнего сжатия достаточно широко распространены как в вакуумной, так и компрессорной технике. Поэтому работы по исследованию рабочего процесса машин внешнего сжатия вызывают большой интерес среди разработчиков. В настоящее время в нашей стране встала острая необходимость в создании отечественного оборудования. Для проектирования новых высокоэффективных насосов вакуумных двухроторных (НВД) требуется надежный метод расчета рабочего процесса. Поэтому диссертационная работа Исаева А.А., посвященная разработке математической модели рабочего процесса НВД, работающей в переходном и вязкостном режимах течения газа, безусловно, является актуальной и имеет большую практическую значимость.

2. Структура и содержание работы.

Диссертационная работа написана хорошим техническим языком и хорошо структурирована. Она состоит из введения, четырех глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, библиографии, приложений.

Во введении сформулированы актуальность темы исследования, степень разработанности проблемы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, представлены основные положения, выносимые на защиту, достоверность полученных результатов. Апробация работы под-

тверждена списком международных и российских научных конференций, на которых докладывались и обсуждались основные результаты работы. Реализация работы в промышленности подтверждена одним патентом и тремя актами об использовании результатов исследования.

В первой главе рассматриваются наиболее распространенные схемы роторных механизмов вакуумных насосов. Сравниваются удельные характеристики насосов типа Рутс ведущих мировых производителей. Предлагается классификация НВД, рассматриваются основные достоинства и недостатки НВД. Сформулированы цели и задачи исследования.

Во второй главе рассматриваются объекты исследования, отличающиеся профилем роторов, стенд испытаний для измерения откачных характеристик и проводимости каналов роторного механизма; излагается достаточно подробная методика проведения исследований; представлено большое количество экспериментальных зависимостей быстроты действия, отношений давлений, температур ротора и корпуса, проводимости роторного механизма; проведена оценка погрешности измерений.

В третьей главе дано описание математической модели, описывающей переходный и вязкостный режимы течения, и учитывающей скоростную составляющую перетеканий в роторном механизме. Выполнено сравнение экспериментальных и расчетных зависимостей проводимости роторного механизма; быстроты действия; максимального отношения давлений НВД в безрасходном режиме. Показано, что наблюдается приемлемое согласование расчетных и экспериментальных данных в пределах погрешности эксперимента.

В четвертой главе проведен анализ влияния типа профиля роторов и его геометрических параметров на откачные характеристики насосов типа Рутс. Так Исаевым А.А. было установлено, что разработанный и запатентованный (патент №2730769) эллиптический профиль ротора имеет лучшие характеристики по сравнению с эвольвентным профилем и профилем насоса НВД-200 АО «Вакууммаш», т.к. сочетает в себе максимальный коэффициент

использования отсеченного объема при минимальных перетеканиях. Насос с эллиптическим профилем выигрывает по отношению давления у насоса с эвольвентным – 6 %, а у НВД-200 – более 24 %. При 100 Па насос с эллиптическим профилем выигрывает по скорости действия у насоса с эвольвентным – 4,7 %, а у НВД-200 – 14,8 %.

В заключении изложены основные выводы по работе.

3. Практическая и теоретическая значимость диссертационной работы.

В работе Исаева А.А. разработан стенд для исследования откачных характеристик НВД, при помощи которого было получено большое количество экспериментальных зависимостей, таких как:

- скорости действия от давления на входе в насос;
- максимального отношения давлений выхода и входа от давления на выходе;
- температуры роторов, корпуса и газа на выходе;
- проводимости роторного механизма НВД от давления на входе в насос.

Разработанная математическая модель рабочего процесса НВД позволяет прогнозировать характеристики насоса на этапе проекта, а выработанные рекомендации по повышению эффективности процесса откачки НВД могут быть использованы для выбора геометрии роторов, величины зазора между ними, а также частоты вращения.

Следует выделить разработанную в диссертации применительно к НВД методику расчета перетеканий газа в каналах с движущимися стенками, которая может стать универсальной для расчета всех бесконтактных вакуумных насосов. Данная методика позволила уточнить математическую модель НВД за счет применения аналитических выражений, учитывающих влияние подвижности стенки на обратные перетекания.

Полученные в ходе экспериментального исследования данные подтвердили адекватность математической модели рабочего процесса двухро-

торного вакуумного насоса. Сопоставление расчетных и экспериментальных данных продемонстрировало их согласование в пределах 11 %.

Обоснованность и достоверность полученных результатов достигается путем применения методик, основанных на ГОСТах; использования поверенных средств измерений утвержденного типа; выполнения оценки погрешности измерений; применения уравнений, в основе которых лежат законы сохранения, использования апробированных пакетов, хорошего согласования расчета и эксперимента.

Автореферат соответствует материалам диссертации. Материалы, представленные в работе, достаточно полно раскрывают ее содержание, соответствуют целям и задачам исследования, а выводы полно и обоснованно подводят итог проделанной работы. Стоит подчеркнуть, что по теме исследования опубликовано 26 работ, в том числе 8 в журналах, входящих в перечень ВАК, и 7 в журналах, входящих в Scopus.

Замечания и рекомендации по работе:

1. В разделе 3.1. п.4 вводится допущение об отсутствии трения газа о стенки рабочей полости; в этом случае, не ясно как влияет подвижность стенок щелей на протечки рабочей среды.

2. На величину протечек газа через щель влияет целый ряд факторов, таких как перепад давлений, форма щели, а так же ее геометрические параметры и в первую очередь величина зазора. Однако, в диссертации отсутствуют данные по протечкам для разных типов профилей в зависимости от этой величины.

3. В работе следовало бы дать сравнительную оценку отличия предлагаемой методики от общеизвестных.

4. На странице 16, рассмотрены приводы НВД. Считаю, было бы целесообразным рассмотреть так же привод на основе герметичных муфт.

5. В автореферате, стр. 5, дается краткое описание материалов 1 главы, однако отсутствуют цели и задачи исследования.

6. В работе встречаются отдельные неточности и опечатки, например, рисунках 2.3., 2.4., 2.5, стр.32, стр. 16.

4. Заключение

Диссертационное исследование Исаева Александра Анатольевича на тему «Рабочий процесс безмасляных вакуумных насосов внешнего сжатия с различными профилями роторов» соответствует паспорту специальности 2.5.10. Гидравлические машины, вакуумная, компрессорная техника, гидро- и пневмосистемы, а именно пунктам: 1, 2, 4 и отвечает требованиям пунктов 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Исаев Александр Анатольевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.10. – Гидравлические машины, вакуумная, компрессорная техника, гидро и пневмосистемы.

Официальный оппонент:

Доктор технических наук, профессор
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», профессор образовательного центра «Энергоэффективные инженерные системы»

Пронин Владимир Александрович

Адрес: 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., д. 49, лит А

Контактный телефон: +7 (812) 480-03-11

Адрес электронной почты: vapronin@itmo.ru

Подпись *Пронина В.А.*
удостоверяю
Менеджер ОПС
Пономарева О.В.



Вход. № 05-8264
« 03 » 12 2024 г.
подпись *С.И.*