

**Отзыв на автореферат диссертации Бусарова Сергея Сергеевича
«Создание и совершенствование бесшмазочных поршневых
компрессоров среднего и высокого давления на базе малорасходных
тихоходных длинноходовых ступеней», представленной на соискание
ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.10.
«Гидравлические машины, вакуумная, компрессорная техника гидро-
и пневмосистемы»**

Представленная тема безусловно актуальна. Решение проблемы длительной автономной эксплуатации позволит беспрепятственно эксплуатировать компрессорное оборудование требуемое количество времени. При этом создана оригинальная конструкция поршневого компрессора, которая в отличии от своих аналогов позволяет в одной ступени получать высокие давления, в то время как для этого в настоящее время требуется 3-4 поршневые ступени.

Работа обладает научной новизной:

1. Впервые теоретически и экспериментально обоснована возможность повышения давления газа в одной бесшмазочной поршневой компрессорной ступени от 0,1 МПа до 12,0 МПа при температурах нагнетания, не превышающих 430 К.

2. Впервые теоретически обоснована возможность обеспечения непрерывной работы бесшмазочного поршневого компрессора среднего и высокого давления в течение 100000 часов и более.

3. Разработаны новые математические модели рабочих процессов интенсивно охлаждаемых бесшмазочных тихоходных длинноходовых поршневых компрессоров с циклически деформируемыми стенками цилиндра, а также модели функционирования самодействующих клапанов и цилиндропоршневых уплотнений с эластомерными конструктивными элементами.

4. Разработана новая обобщённая модель рабочих процессов интенсивно охлаждаемых бесшмазочных тихоходных длинноходовых поршневых компрессоров, учитывающая особенности функционирования системы охлаждения ступени, самодействующих клапанов и цилиндропоршневых уплотнений с эластомерными конструктивными элементами, а также возможность циклической деформации стенок цилиндра при соотношении $S/D > 10$, времени рабочего цикла от 2 до 4 с, давлении нагнетания до 12 МПа (при атмосферном давлении всасывания).

5. Впервые получены результаты исследования рабочих процессов бесшмазочных поршневых компрессоров среднего и высокого давления при $S/D > 10$, времени рабочего цикла от 2 до 4 с, давлении нагнетания до 12 МПа (при атмосферном давлении всасывания) и интенсивном охлаждении стенок цилиндра; получены зависимости для расчёта коэффициента теплоотдачи в рабочей камере и составляющих коэффициента подачи с учетом особенностей функционирования клапанов

и цилиндропоршневых уплотнений с эластомерными конструктивными элементами.

6. Теоретически и экспериментально доказано перераспределение значимости отдельных конструктивных и режимных факторов, по сравнению с существующими быстроходными поршневыми компрессорами, оказывающих определяющее влияние на эффективность рабочих процессов.

7. Теоретически и экспериментально установлена взаимосвязь между конструкцией компрессора и его элементов, режимными параметрами и свойствами рабочего газа, а также определено их влияния на интегральные характеристики компрессора; определены рабочие диапазоны основных размеров и параметров компрессора.

8. Получены результаты исследования влияния циклической деформации стенок цилиндра и эластомерных конструктивных элементов самодействующих клапанов и цилиндропоршневых уплотнений на основные показатели эффективности бесшмазочных тихоходных длинноходовых компрессоров и определены принципы конструирования их систем охлаждения, уплотнения и газораспределения.

Практическая ценность

Разработаны и апробированы методики экспериментального исследования упруго-деформируемого состояния цилиндра КС при его циклическом нагружении давлением рабочего газа, работы цилиндропоршневых уплотнений с дроссельной втулкой, работы клапана с эластомерным элементом и переменной величиной периметра герметизации в седле, пульсаций давления газа в коммуникация тихоходной поршневой ступени, многоступенчатого сжатия в компрессорах на базе тихоходных поршневых ступеней, рабочих процессов тихоходной ступени и изготовлены экспериментальные стенды для их реализации.

Предложено программное обеспечение для расчёта: рабочих процессов и интегральных характеристик длинноходовой поршневой компрессорной ступени с упруго-деформируемым цилиндром, самодействующим клапаном с эластомерным элементом; поршневым уплотнением, имеющим дроссельную втулку, а также для определения оптимальных параметров поршневой тихоходной ступени при изменяющемся наборе критериев.

Разработаны рекомендации по конструированию компрессорной ступени, обеспечивающие существенное повышение ресурса, в том числе в условиях автономной эксплуатации (до 100 000 часов и более), высокий уровень унификации (коэффициент применяемости не менее 0,98, коэффициент повторяемости более 15) и энергоэффективности (индикаторный КПД не менее 0,7 (0,95 при сравнении с одноступенчатыми быстроходными компрессорами), коэффициент подачи не менее 0,7), снижение металлоемкости (в 5...10 раз по сравнению с мембранными и на

10...15% по сравнению с многоступенчатыми поршневыми компрессорами).

Выполнено обоснование необходимости и целесообразности совершенствования и промышленного освоения бесшмазочных малорасходных компрессоров среднего и высокого давления на базе поршневых тихоходных длинноходовых ступеней в целях обеспечения технологической импортонезависимости РФ в рассматриваемой области техники.

Работа выполнена в рамках госбюджетной ПНИЭР «Создание перспективных одноступенчатых компрессорных агрегатов высокого и среднего давления с повышенным ресурсом работы для систем жизнеобеспечения автономных подводных объектов» (соглашение № 14.577.21.0203). Разработанная методика расчёта внедрена в учебный процесс ФГАОУ ВО «Омский государственный технический университет», а разработанные рекомендации по проектированию и эксплуатации – в АО «Научно-технический комплекс «Криогенная техника» (г. Омск), АО «Компрессор» (г. Санкт - Петербург), АО «Газпромнефть – ОНПЗ» и АО «Омский каучук» (г. Омск).

Замечания

1. В принятых допущениях, относящихся к обобщённой модели есть допущение – об отсутствии подвода тепла трения поршневых уплотнений к газу, необходимо это пояснить.

2. На рисунке 9 представлены зависимости величины зазора от перепада давления для воздуха, были ли получены подобные зависимости для остальных исследуемых газов.

3. На стр.19 указано, что был создан двухступенчатый компрессор, фотография данного компрессора не приведена.

Заключение

Диссертация Бусарова Сергея Сергеевича является самостоятельной, завершённой научно-квалификационной работой, в которой решена научная проблема, имеющая важное хозяйственное значение - создание и совершенствование бесшмазочных поршневых компрессоров среднего и высокого давления на базе малорасходных тихоходных длинноходовых ступеней, позволившая создать компрессоры с длительной автономной эксплуатацией, отвечающих современным требованиям.

Работа соответствует критериям п. 9 “Положения о присуждении ученых степеней”, принятого Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 №842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук.

Тема и содержание диссертации Бусарова Сергея Сергеевича “Создание и совершенствование бесшмазочных поршневых компрессоров

среднего и высокого давления на базе малорасходных тихоходных длинноходовых ступеней” полностью соответствует специальности 2.5.10 Гидравлические машины, вакуумная, компрессорная техника, гидро- и пневмосистемы.

Диссертационная работа «Создание и совершенствование бесшумных поршневых компрессоров среднего и высокого давления на базе малорасходных тихоходных длинноходовых ступеней», отвечает требованиям п.п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», принятого Постановлением Правительства Российской Федерации (в действующей редакции), предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор Бусаров Сергей Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.10. Гидравлические машины, вакуумная, компрессорная техника, гидро- и пневмосистемы.

Доктор технических наук, профессор
Высшей школы энергетического
машиностроения Института энергетики

федерального государственного
автономного образовательного
учреждения высшего образования
«Санкт-Петербургский
политехнический университет Петра
Великого»

Дроздов Александр
Александрович

Адрес: ул. Политехническая, д. 29 литера Б, Санкт-Петербург, 195251

Контактный телефон: +7 (812) 775-05-30

Адрес электронной почты: A_drozdi@mail.ru



Подпись Дроздова А.А. заверяю:

Вход. № 05-7984
« 02 » 05 2024 г.
подпись