

В диссертационный совет 24.2.312.11
на базе ФГБОУ ВО «Казанский
национальный исследовательский
технологический университет»

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации доктора технических наук

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.

Диссертационное исследование Бусарова С.С. посвящено актуальной, проблемной разработке и созданию бесшмазочных поршневых компрессоров среднего и высокого давления на базе малорасходных тихоходных длинноходовых ступеней. Актуальность данного диссертационного исследования обусловлена отсутствием на современном этапе научно-технологического задела для создания малорасходных бесшмазочных компрессоров среднего и высокого давления, которые существенно превосходят разработанные в настоящее время аналоги по ресурсным характеристикам и имеющие сравнимые с ними энергетические, массогабаритные и технологические показатели.

Заслуживает особого внимание научная новизна исследования, которая заключается в том, что:

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 бессмазочных 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 бессмазочных 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 бессмазочных тихоходных длинноходовых компрессоров и определены принципы конструирования их систем охлаждения, уплотнения и газораспределения

Практическая значимость работы сведена к важным результатам, согласно которым:

1. Разработаны и апробированы методики экспериментального исследования упруго-деформируемого состояния цилиндра тихоходного длинноходового компрессора при его циклическом нагружении давлением рабочего газа, работы цилиндропоршневых уплотнений, работы клапана с эластомерным элементом и переменной величиной периметра герметизации в седле, пульсаций давления газа в коммуникация тихоходного длинноходового компрессора, многоступенчатого сжатия в компрессорах на базе тихоходных поршневых ступеней, рабочих

процессов тихоходного длинноходового компрессора и изготовлены экспериментальные стенды для их реализации.

2. Создано программное обеспечение для расчёта: рабочих процессов и интегральных характеристик длинноходового поршневого компрессора с самодействующим клапаном, содержащим эластомерные элементы, а также для определения оптимальных параметров поршневого тихоходного компрессора при изменяющемся наборе критериев.

3. Разработаны рекомендации по конструированию компрессора, 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).

4. 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.

5. 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).

В качестве рекомендации и замечания по работе следует отметить, что в автореферате приведены результаты обобщенных исследований по ограниченной номенклатуре газов, желательно бы получить рекомендации о возможности распространения результатов исследований также на азот, кислород и многоатомные газы метанового ряда. Желательно было бы произвести аппроксимацию графиков, полученных в результате экспериментального исследования, что облегчило бы использование результатов диссертационного исследования при разработке программных продуктов для проектирования и внедрения в производство малорасходных тихоходных длинноходовых ступеней бесшмазочных поршневых компрессоров среднего и высокого давления.

Заключение

Диссертационная работа «Создание и совершенствование бесшмазочных поршневых компрессоров среднего и высокого давления на базе малорасходных тихоходных длинноходовых ступеней», отвечает требованиям п.п. 9–14 «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.

Председатель совета директоров

ООО «Краснодарский компрессорный завод»

кандидат физико-математических наук

Ворошилов Игорь Валерьевич



353201, Россия, Краснодарский край, Динской район, ст. Динская,
ул. Железнодорожная, 265 «А»
e-mail: gendir@kkzav.ru

Вход. № 05-8007
« 14 » 05 2014 г.
подпись ИВ