

## 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.

**Актуальность** диссертационной работы обусловлена созданием уникальных малорасходных бесшмазочных поршневых компрессоров среднего и высокого давления, разработкой методов их расчёта и прогнозным анализом развития этого класса компрессоров. Очевидные преимущества рассматриваемого типа компрессоров перед существующими малорасходными многоступенчатыми поршневыми и мембранными компрессорами представляет значительный интерес как для технологических объектов гражданского назначения, так и для специальной техники.

Представленные в автореферате материалы позволяют выделить несколько наиболее важных результатов, обладающих **научной новизной**:

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

- разработаны новые методики расчёта 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 в рассматриваемом диапазоне конструктивных и режимных параметров

- 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, в том числе теоретически и экспериментально доказано перераспределение значимости отдельных конструктивных и режимных факторов, по сравнению с существующими

ющими быстроходными поршневыми компрессорами, оказывающих определяющее влияние на эффективность рабочих процессов.

- 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.

**Достоверность** результатов, полученных в работе, подтверждается применением физически обоснованных и многократно апробированных уравнений и соотношений, результатами сопоставления результатов теоретических расчётов с экспериментальными данными.

**Практическую значимость** результатов, представленных в работе, составляют методики расчёта и рекомендации по разработке малорасходных компрессорных агрегатов среднего и высокого давления рассматриваемого типа; результаты исследований его основных функциональных узлов.

По содержанию автореферата диссертационной работы имеются некоторые **замечания:**

1. Из текста Автореферата неясно, на каких режимах (производительность, давления всасывания и нагнетания) может эффективно применяться исследуемая автором поршневая ступень при сжатии таких газов, как гелий, водород, аргон. Существуют ли эксплуатационные ограничения, связанные с применением исследуемых компрессоров на транспортных средствах?

2. Из текста Автореферата неясно, к какому уровню (классу) математических моделей относится разработанная автором обобщённая модель рабочих процессов, интенсивно охлаждаемых бессмазочных тихоходных длинноходовых поршневых компрессоров. Каковы её особенности и существует ли взаимосвязь этой методики с известными аналогичными методиками других авторов? В чём принципиальная новизна методики, разработанной автором, по сравнению с широко известными методиками расчёта рабочих процессов поршневых компрессоров, разработанных, например, профессором П.И. Пластининым, профессором И.К. Прилуцким?

3. Полученные автором результаты являются предельными для данного типа поршневых компрессоров? Рассматривалась ли автором прогнозная оценка расширения диапазона рабочих давлений малорасходных компрессоров и повышения их ресурса, а также по расширению области их применения?

4. По результатам рассмотрения автореферата неясно, какой из возможных линейных приводов для рассматриваемой ступени рекомендует автор. Существует ли серийно выпускаемый отечественный привод с необходимыми характеристиками по перемещению, времени цикла и развиваемому усилию??

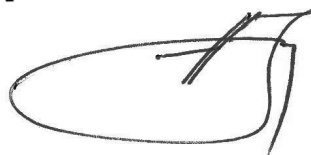
Отмеченные замечания ни коей мере не снижают общий уровень и значимость результатов, полученных в диссертационной работе.

**Заключение.** Тема и содержание диссертационной работы Бусарова С.С. "Создание и совершенствование бессмазочных поршневых компрессоров среднего и высокого давления на базе малорасходных тихоходных длинноходовых ступе-

ней” 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. 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней», 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.

Заместитель генерального директора  
по новой технике,  
кандидат технических наук



А.Ю. Громов

Громов Антон Юрьевич  
Кандидат технических наук,  
Заместитель генерального директора  
по новой технике АО «НТК «Криогенная техника».  
644105, г. Омск, ул. 22 Партсъезда, д. 97, корп. 1  
+7(3812) 29-51-07, [azot111@bk.ru](mailto:azot111@bk.ru)  
<http://www.cryontk.ru>

Подпись А.Ю. Громова заверяю:

Начальник отдела по работе с персоналом



Г.Ю. Шулькина

22 апреля 2024 г

Вход. № 05-7993  
«02» 05 2024 г.  
подпись

