

**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 темы диссертации**

Уровень требований к ресурсным характеристикам перспективной техники, включая компрессорное оборудование, очень высокий. Современные компрессоры, обеспечивающие давление нагнетания 1-15 МПа, позволяют проработать в автономных условиях, как правило, не более 10 тыс. ч., тогда как во многих случаях автономной эксплуатации компрессорного оборудования, например, в системах жизнеобеспечения космических объектов, на технологических и транспортных средствах морского базирования, требуемый ресурс может существенно превышать 30 000 часов, а в отдельных случаях – 80 000 часов. Такие показатели ресурса в настоящее время не удаётся обеспечить по причине отказов основных функциональных элементов компрессорных ступеней – клапанов, уплотнений цилиндропоршневой группы и сальников штока.

**Основные научные результаты и их значимость для науки и производства**

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 исследованного типа компрессора и его элементов, режимными параметрами и свойствами рабочего газа, а также определено их влияние 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, газораспределения и уплотнений.

#### **Личный вклад автора**

Автором сформулирована научная проблема, цель и задачи диссертационного исследования, выполнен анализ полученных результатов и разработаны рекомендации по повышению характеристик малорасходных бессмазочных компрессоров среднего и высокого давления на базе тихоходных длинноходовых поршневых ступеней, разработана инженерная методика расчёта производительности и динамики таких ступеней. Под руководством и с участием автора разработаны запатентованные конструкции компрессорной ступени с повышенным ресурсом и повышенным отношением давления нагнетания к давлению всасывания, а также конструкции функциональных элементов такой ступени; выполнены теоретические и экспериментальные исследования рабочих процессов бессмазочных тихоходных длинноходовых поршневых ступеней и их отдельных функциональных элементов, в том числе при циклически деформируемом состоянии цилиндрической части рабочей камеры, эластомерных элементов клапанов и цилиндропоршневого уплотнения, сформулированы задачи по совершенствованию и промышленному освоению бессмазочных малорасходных компрессоров среднего и высокого давления на базе поршневых тихоходных длинноходовых ступеней.

#### **Замечания к автореферату диссертации:**

1. Есть замечания по стилистике и оформлению автореферата;
2. Некоторые рисунки плохо читаемы.

#### **Соответствие диссертации требованиям:**

Диссертация Бусарова Сергея Сергеевича является самостоятельной, завершённой научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны новые научно обоснованные технические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие машиностроительной отрасли РФ; решена научная проблема, имеющая важное хозяйственное значение - создание и совершенствование бессмазочных поршневых компрессоров среднего и высокого давления на базе малорасходных тихоходных длинноходовых ступеней, позволяющая создать компрессоры с длительной автономной эксплуатацией, отвечающих современным требованиям.

Работа соответствует критериям п. 9 – 14 “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 бесшумных 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».

Тема работы полностью соответствует п. 1, 2, 3 и 4 паспорта специальности 2.5.10 «Гидравлические машины, вакуумная, компрессорная техника, гидро- и пневмосистемы».

Автор диссертации Бусаров Сергей Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по научной специальности 2.5.10 «Гидравлические машины, вакуумная, компрессорная техника, гидро- и пневмосистемы».

*Настоящим даю свое согласие на обработку персональных данных.*

Заведующий кафедрой транспорта  
и хранения нефти и газа  
федерального государственного  
бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Санкт-Петербургский  
горный университет Императрицы  
Екатерины II», доктор технических  
наук, профессор



Щипачев Андрей Михайлович

Доцент кафедры транспорта  
и хранения нефти и газа  
федерального государственного  
бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Санкт-Петербургский  
горный университет Императрицы  
Екатерины II», кандидат технических  
наук, доцент



Кожухов Юрий Владимирович

Адрес: 199106, Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия д.2;

Тел.: (812) 328-82-08

Эл.почта: Schipachev\_AM@pers.spbmgu.ru



*Щипачева А.М., Кожухов Ю.В.*

Менеджер по контролю документооборота

Е.А. Гришина

17 АПР 2024

Вход. № 05-8005  
«14» 05 2024 г.  
подпись 