



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «КОМПРЕССОР»



194044, г. Санкт-Петербурга, Б.Самсониевский пр-т, 64, т. +7(812)295-50-90;
ф. +7(812)596-33-97; www.compressor.spb.ru; e-mail: office@compressor.spb.ru

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

АО «Компрессор»



А.В. Сирченко

09 2025 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Акционерного Общества «Компрессор», г. Санкт-Петербург на диссертационную работу Кобыльского Романа Эдуардовича «Повышение эффективности тихоходного длинноходового поршневого компрессора за счёт совершенствования цилиндропоршневого уплотнения», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.10. Гидравлические машины, вакуумная, компрессорная техника гидро- и пневмосистемы.

Актуальность темы диссертационной работы

Возрастающие требования к техническому уровню современного производства, разработка новых технологий, внедрение механизации и автоматизации во многих отраслях народного хозяйства требует создания и освоения новых типов компрессоров, способных работать при среднем и высоком давлении, не загрязняющих рабочее вещество маслом в широком диапазоне температур.

В настоящее время заявленным требованиям соответствует относительно новая конструкция тихоходных длинноходовых компрессоров.

В предыдущих исследованиях авторы выявили, что эффективность рабочего процесса напрямую зависит от герметичности рабочей камеры.

В быстроходных компрессорах в качестве цилиндропоршневых уплотнений чаще всего используются поршневые кольца различного типа, которые, как показали проведенные исследования, неприменимы для тихоходного длинноходового поршневого компрессора. Добиться средних и высоких давлений при коэффициенте подачи не ниже 0,7 в тихоходных длинноходовых компрессорах возможно только при использовании манжетных цилиндропоршневых уплотнений. Вышеизложенное актуализирует тему исследования, направленную на повышение эффективности рабочего процесса тихоходных длинноходовых компрессоров и создание манжетного уплотнения, превосходящего известные по критериям герметичности.

Конструкции и рабочие процессы, протекающие в быстроходных компрессорах известны и представлены как отечественными, так и зарубежными авторами (Пластинин П.И., Френкель М.И., Фотин Б.С., Прилуцкий И.К., Захаренко С.Е., Михайлов А.К., Minta M., Barclay M., Davies R., John F., McLaren, Corberan J.M., Hafner J., Gaspersic B., Luszczycki M., Prakash R. и др.). Конструкции и рабочие процессы, протекающие в тихоходных длинноходовых компрессорах на протяжении нескольких лет, исследуются следующими авторами: Юша В.Л., Бусаров И.С., Громов А.Ю., Недовенчанный А.В. и др. Однако, в данных работах не были затронуты основные аспекты взаимосвязи факторов, влияющих на рабочий процесс исследуемых компрессоров с манжетных цилиндропоршневых уплотнений

Результаты научных исследований, направленных на изучение принципов и особенностей работы цилиндропоршневых уплотнений отражены в трудах таких ученых, как Медведев С.М., Попов В.П., Анисимов С.А., Ландо Б.С., Славин И.Ю., Буткевич И.К., Карагусов И.Х., Новиков И.И., Захаренко В.П.

Учитывая выявленную проблематику, становится актуальна необходимость проведения комплексного теоретического и экспериментального исследования манжетного цилиндропоршневого уплотнения, изготовленного из антифрикционного полимера на основе фторопласта, результаты которого могут быть использованы для проектирования быстроходных компрессоров, тихоходных длинноходовых компрессоров, компрессоров микрокриогенной техники, а также для расширительных машин объемного принципа действия.

Основные научные результаты и их значимость для науки и производства.

1. Разработана уточнённая математическая модель расчета рабочих процессов тихоходного длинноходового поршневого компрессора, учитывающая переменную величину радиального зазора в манжетном цилиндропоршневом уплотнении.
2. Впервые получены результаты экспериментальных исследований рабочего процесса тихоходного длинноходового поршневого компрессора с новой конструкцией наборного манжетного цилиндропоршневого уплотнения, позволившие провести апробацию математической модели.
3. Теоретически и экспериментально установлена взаимосвязь между конструкцией манжетного уплотнения, свойствами, применяемых материалов для его изготовления, режимными параметрами и интегральными характеристиками тихоходного длинноходового поршневого компрессора, определены затрачиваемая мощность на трение и механический КПД.
4. Получены результаты исследования влияния характеристик материалов на диапазон допустимых толщин стенок манжетного уплотнения, получена зависимость эквивалентного зазора от количества установленных манжетных уплотнений и определены принципы их проектирования.

Теоретическая и практическая значимость работы

Значение результатов для теории.

1. Разработана и экспериментально подтверждена математическая модель расчёта рабочего процесса тихоходного длинноходового поршневого компрессора с разработанной конструкцией манжетного цилиндропоршневого уплотнения, позволяющая учитывать изменение эквивалентного зазора в цилиндропоршневом уплотнении.

2. Разработана инженерная методика расчета толщины стенки и износа наборного манжетного уплотнения.

3. Установлено и научно обосновано влияние величины эквивалентного зазора в цилиндропоршневом уплотнении на энергетические характеристики ступени.

Значение результатов для практики.

1. Разработаны методики экспериментального исследования манжетных цилиндропоршневых уплотнений и стенды для их реализации, учитывающие особенности функционирования тихоходного длинноходового компрессора.

2. На основании полученных результатов экспериментальных исследований определен диапазон толщины стенок манжетного цилиндропоршневого уплотнения тихоходного длинноходового компрессора.

3. Предложено программное обеспечение для расчёта рабочих процессов и интегральных характеристик длинноходовой поршневой компрессорной ступени, содержащей новое наборное манжетное уплотнение.

4. Разработаны рекомендации по проектированию нового манжетного уплотнения.

5. Предложена конструкция комбинированного уплотнения, позволяющая разгрузить первое манжетное уплотнение и обеспечить равномерный перепад давления на каждом манжетном уплотнении.

Методика расчёта внедрена в учебный процесс ФГАОУ ВО «Омский государственный технический университет», а разработанные рекомендации по проектированию КС – в АО «ГК «Титан» (г. Омск).

Личный вклад автора

Автором выполнен анализ полученных результатов и разработаны рекомендации по конструированию манжетного уплотнения, сформулированы цель и задачи исследования. С участием автора разработана запатентованная конструкция комбинированного уплотнения, содержащего обратную манжету, позволяющая разгрузить первое манжетное уплотнение; разработана и апробирована методика расчёта деформированного состояния манжет; получены результаты параметрического анализа. Автором разработана уточнённая математическая модель расчета газодинамических параметров газа в зазоре цилиндропоршневого уплотнения, а также инженерная методика расчета износа цилиндропоршневого уплотнения. Созданы методики экспериментального исследования и стенды для их реализации, позволившие определить удельный износ исследуемых материалов, коэффициенты трения и мощность трения в манжетном уплотнении.

Достоверность результатов обеспечивается использованием существующих общепринятых методов исследования с применением современного оборудования, прошедшего метрологическую поверку; апробацией результатов; воспроизводимостью результатов экспериментов и статистической обработкой полученных данных, удовлетворительным совпадением экспериментальных и теоретических результатов.

Апробация работы

Основные положения и результаты работы обсуждались и докладывались на Международной научно-практической конференции "Инновации в развитии научных и творческих направлений образовательного процесса" (г. Кемерово, 2019 г.); Международной научно-практической конференции "Scientific and Creative skills – 2020" (г. Кемерово, 2020 г.);

VII–XII научно-технических конференциях «Техника и технология нефтехимического и нефтегазового производства ("Oil and Gas Engineering")" (г. Омск, 2017–2023 гг.); III Международной научно-технической конференции "Проблемы машиноведения" (г. Омск, 2019 г.); молодежном конкурсе "Молодые ученые" (г. Москва, 2020 г.); Национальной научно-технической конференции XI (г. Москва, 2021 г.); Научно-технической конференции блока логистики, переработки и сбыта "Газпром нефти" (г. Омск, 2021 г.); Международной учебно-исследовательском конкурсе "Студент года 2021" (г. Петрозаводск, 2021 г.) XI Международной научно-технической конференции молодых специалистов "Исследование, конструирование и технология изготовления компрессорных машин" (г. Казань, 2022); Всероссийской научно-практической конференции "Устойчивое развитие и новая индустриализация: наука, экономика, образование" (г. Москва, 2021 г.); всероссийском инновационном конкурсе УМНИК-2022/2023 (г. Омск, 2022–2023 гг.); Всероссийской симпозиуме "Компрессорное оборудование ГТУ для газотранспортной системы" (г. Санкт-Петербург, 2023). Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда № 24-29-00272 "Создание концептуальных основ и теории рабочих процессов тихоходных машин объёмного принципа действия с газораспределительной системой, содержащей упругие эластомерные элементы".

Публикации

По теме диссертации опубликовано 19 научных печатных работ, из них 6 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ; 9 в изданиях, индексируемых в Scopus и Web of Science; 3 иных изданиях; получен 1 патент на изобретение.

Замечания по диссертации:

1. Как учитывалось давление экспандера при расчете толщины лепестка уплотнения?

2. Учитывалась ли подвижность стенки при расчете массовых потоков через цилиндропоршневое уплотнение?
3. На стр. 77 приведены упрощающие допущения мат. модели, на чем они основываются?
4. За счет чего уменьшается нагрузка, действующая на уплотнении на рис. 4.35?
5. В таблице 4.6 не представлены единицы измерения для $S_{\min}$, $S_{\max}$.
6. Из работы не понятно, какой коэффициент трения использовался в мат. модели?
7. При какой нагрузке проводились испытания, описанные в пункте 3.6?
8. В формулах 3.9 и 3.10 периметр и давление обозначены одинаково.

Соответствие диссертации требованиям:

Представленная кандидатская диссертация Кобыльского Романа Эдуардовича на тему «Повышение эффективности тихоходного длинноходового поршневого компрессора за счёт совершенствования цилиндропоршневого уплотнения» позволила решить проблему герметичности тихоходного компрессора и вывести конструкцию на новый качественный уровень. Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, законченным исследованием, выполненным на высоком уровне.

Работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация Кобыльского Р.Э. соответствует научной специальности 2.5.10 Гидравлические машины, вакуумная, компрессорная техника, гидро- и пневмосистемы.

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

Диссертация «Повышение эффективности тихоходного длинноходового поршневого компрессора за счёт совершенствования цилиндропоршневого уплотнения» Кобыльского Романа Эдуардовича рекомендуется к защите на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.10. Гидравлические машины, вакуумная, компрессорная техника, гидро- и пневмосистемы.

Отзыв составил:

Бураков Александр Васильевич


04.09.2025.

Начальник ЦКБ, Акционерное общество «Компрессор»,
194044, Санкт-Петербург, Большой Сампсониевский проспект, дом 64,
Тел.: +7(812) 295-50-90, Электронная почта: office@compressor.spb.ru

Подпись А.В. Буракова заверяю

Начальник отдела кадров АО «Компрессор»  В. А. Левкина



Вход. № 05-8523
« 17 » 09 2025 г.
подпись 