

ПРОГНОЗ ТЕКУЩИХ И ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СТУПЕНИ ПОРШНЕВОГО КОМПРЕССОРА С ЛИНЕЙНЫМ ПРИВОДОМ С УЧЕТОМ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ТЕПЛООБМЕННОГО УСТРОЙСТВА

Прилуцкий И.К.¹, Помошник М.В.¹, Семенов Д.М.¹

Научный руководитель – д. т. н., профессор, Прилуцкий И.К.¹

1 – Военно-космическая академия им. А.Ф. Можайского

Введение

Поршневые компрессоры с линейным приводом приобретают все большую популярность в областях, требующих высокой надежности, компактности и возможности точного регулирования производительности [1].

Отсутствие кривошипно-шатунного механизма снижает механические потери и износ, что благоприятно сказывается на его характеристиках. Однако ключевое значение при проектировании таких поршневых компрессоров является управление температурным режимом, особенно в полости нагнетания, где сжатый газ имеет повышенную температуру.

Внедрение дополнительного теплообменного устройства (ДТУ) непосредственно в полость нагнетания позволяет существенно снизить температуру газа перед выходом из ступени. Это снижает нагрузку на последующие ступени для многоступенчатых поршневых машин, повышая их общую эффективность. Точный прогноз влияния таких ДТУ на параметры работы ступени требует комплексного математического моделирования, объединяющего термодинамику, газодинамику и теплообмен.

Основная часть

В основе работы лежит расчетно-параметрический анализ технико – экономических характеристик поршневого компрессора с линейным приводом, отличающегося увеличенной теплообменной поверхностью в полости нагнетания. Решение поставленной задачи осуществлено путем проведения численного эксперимента на базе последней версии модернизированного программного комплекса КОМДЕТ-ВКА [2], апробированного и доведенного до практического применения в ВКА имени А.Ф. Можайского и внедренного на ряде отечественных фирм и высших учебных заведений РФ связанных с изучением, разработкой, изготовлением и эксплуатацией поршневых компрессоров низкого, среднего и высокого давления.

В работе представлены сравнительные результаты для ступени с ДТУ и без него. Получены практические рекомендации по соотношению величин внутренних теплообменных поверхностей полостей нагнетания и всасывания. При увеличении площади теплообмена в полости нагнетания массовая производительность увеличивается (растет плотность газа в полости нагнетания и улучшаются условия истечения газа из цилиндра), индикаторная мощность снижается, изотермический КПД существенно возрастает.

Выводы

Разработанная математическая модель позволяет комплексно прогнозировать как текущие, так и интегральные характеристики ступени поршневого компрессора с линейным приводом с учетом сложного теплообмена в полости нагнетания. Показано, что внедрение ДТУ является эффективным средством повышения эффективности работы компрессора: снижается индикаторная мощность, повышается производительность и, что наиболее важно, значительно возрастает изотермический КПД ступени.

Модель служит эффективным инструментом для инженерного анализа и оптимизации при проектировании, позволяя на стадии поверочного расчета подбирать параметры ДТУ (площадь теплообменной поверхности, коэффициент теплоотдачи, шероховатость), режимы работы привода и конструкции органов газораспределения для достижения заданных эксплуатационных характеристик.

Литература

1. Громов А.Ю. Разработка поршневых ступеней с линейным приводом для малорасходных компрессорных агрегатов и исследование их рабочих процессов: автореферат дис. кандидата технических наук: 05.04.03/ Громов Антон Юрьевич; [Место защиты: Казан. нац. исслед. технол. ун-т] – Омск, 2017. – 18 с.

2. Ворошилов, И.В. Анализ рабочих процессов и оценка уровня механического КПД поршневых компрессоров с линейным приводом для систем газоснабжения и жизнеобеспечения объектов вооружения / И. В. Ворошилов, А. В. Казимиров, Ю. И. Молодова, А. В. Молостов, А. И. Прилуцкий, И. К. Прилуцкий /Труды Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского. – 2019. – Вып. 671. – С. 259-279.