

# Повышение эффективности работы поршневого дожимающего компрессора для АГНКС

Бураков А.В.

главный конструктор

ООО «Компрессор Газ»

**В статье приведен опыт ООО «Компрессор Газ» по созданию компрессорного оборудования для нефтегазового сектора на базе поршневых компрессоров. Рассматриваются вопросы 3D моделирования, расчета, исследования и оптимизации клапанов поршневого компрессора с учетом реальных свойств газа и фактических условий эксплуатации на примере многоступенчатого поршневого компрессора, работающего в составе передвижных автомобильных газовых заправщиков для сжатия природного газа до конечного давления 20–25 МПа. Применение оптимизации клапанов на стадии проектирования позволяет повысить энергоэффективность работы компрессора. Рассмотрен вопрос эффективной очистки и осушки природного газа высокого давления после компрессора посредством рекуперации тепла с применением модифицированной технологии КЦА с дозированным нагревом газа регенерации.**

**Ключевые слова:**

поршневой компрессор, АГНКС, метан, реальный газ, осушка, адсорбер, регенерация, клапан

ООО «Компрессор Газ» — высокотехнологичное предприятие, имеющее в своем составе проектное бюро, производственные цеха, испытательные стенды и склады. Сервисный центр оказывает весь спектр услуг по пуско-наладке, шеф-монтажу, сервисному и гарантийному обслуживанию.

Основанная в 2006 году фирма ориентирована на разработки и изготовление оборудования для нефтегазовой отрасли. За истекший период компания зарекомендовала себя на рынке, как надежный партнер, производитель качественного оборудования, включена в реестр поставщиков оборудования для ПАО «Газпром». В ООО «Компрессор Газ» внедрена система менеджмента качества, сертифицированная в СДС «ИНТЕРГАЗСЕРТ» на соответствие СТО Газпром 9001-2012.

При создании новых образцов продукции предприятие сотрудничает с крупными проектными и производственными организациями, что позволяет создавать уникальные изделия для сложных наукоемких проектов нефтегазовой отрасли.

ООО «Компрессор Газ» изготавливает большую номенклатуру серийных дожимающих компрессоров для природного газа (ДКУ) [1] однорядных (рис. 1), двухрядных (рис. 2), трехрядных W-образных, четырехрядных 2V-образных, применяемых для подготовки буферного природного газа СГУ ГПА, а также в качестве компрессора для АГНКС, компрессоров для закачки ПАГЗ.

Для нужд газоперекачивающих и газонаполнительных станций ООО «Компрессор Газ» разработало 4-рядный газовый поршневой компрессор с вертикальным расположением коленчатого вала [2] (см. рис 2, 3, 4). Компрессор предназначен для сжатия метана или природного газа до конечного давления 24,5 МПа, осушенного и очищенного до требуемых параметров.

Данная конструкция позволяет достичь

высокой уравновешенности компрессора и существенно снизить динамические нагрузки на фундамент, что дает возможность размещения оборудования без дополнительных усилений основания, что обеспечивает низкий уровень вибраций и шума.

Уникальный вертикальный дизайн компрессора специально разработан для систем сжатия газа для установки на объектах, где есть ограничения по площади размещения оборудования, что позволяет размещать его в блок-боксах малого объема и промышленных помещениях с ограниченной площадью, небольших автотранспортных предприятиях и на автотранспорте.

Конструкция компрессора удобна в обслуживании. Удобство технического обслуживания, легкость демонтажа и замены узлов позволяет упростить эксплуатацию. Возможность применения в помещениях различной категории по взрывобезопасности. Охлаждение может применяться как воздушного, так и водяного типа. Локальный блок управления размещается на компрессоре и предназначен для управления основным и вспомогательным оборудованием.

Для совместной работы с компрессором разработан компактный блок очистки и осушки природного газа [3]. Внешний вид блока осушки приведен на рис. 6.

Особенностью совместной работы блока осушки является обеспечение непрерывной работы с применением, в отличие от классических способов регенерации адсорбента, короткоцикловых блоков осушки газа [4]. Используется модифицированная схема регенерации. Регенерация осуществляется продувкой адсорбента частью осушенного природного газа, который дозированно подогревается в микро-нагревателе от системы охлаждения компрессора для компенсации эффекта Джоуля-Томпсона. Данное техническое решение, учитывая



Рис. 1 — Дожимная компрессорная установка однорядная

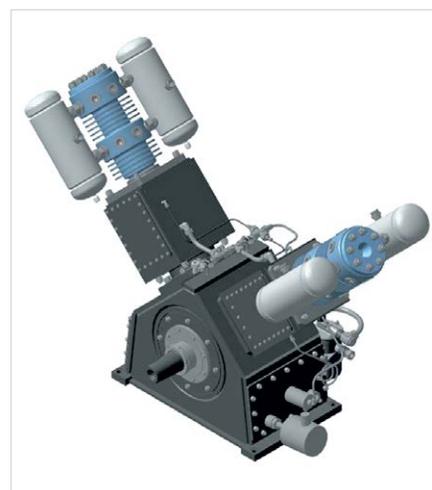


Рис. 2 — Дожимная компрессорная установка двухрядная

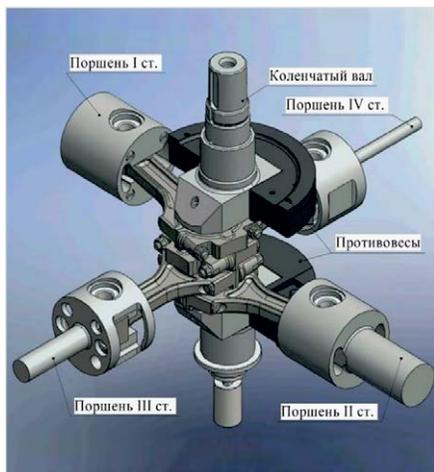


Рис. 3 — Механизм движения четырехрядного компрессора с вертикальным коленчатым валом

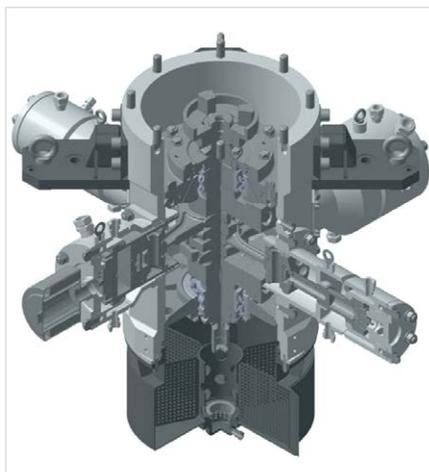


Рис. 4 — Разрез четырехрядного компрессора с вертикальным коленчатым валом

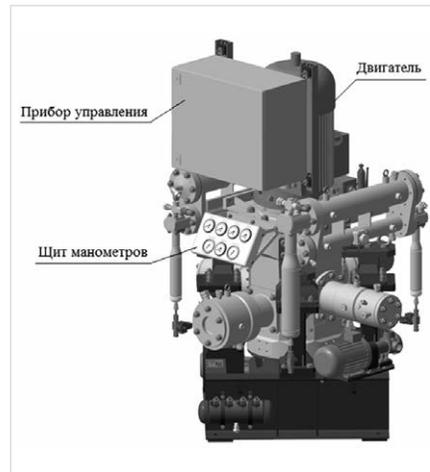


Рис. 5 — 3D модель 4 рядного электрокомпрессора с вертикальным валом

высокую равновесную влагоемкость природного газа, при незначительной мощности нагрева (не более 1 кВт) позволяет сократить расход газа на регенерацию с 20–25% до 5–10%. Влагосодержание осушенного природного газа при этом соответствует нормированной температуре точки росы минус 60°C. Для снижения потерь газа после регенерации продувочный газ направляется на первую ступень на всасывание компрессора.

При проектировании компрессоров в составе ПАГЗ необходимо решение следующих задач: обеспечение работоспособности компрессора в широких диапазонах режимных параметров по параметрам всасывания и нагнетания до конечного давления 25 МПа; обеспечение прочности и эффективной работы самодействующих клапанов на переменных режимах; определение параметров реальности газа. Поршневые компрессоры, работающие в составе ПАГЗ, предназначены для сжатия природного газа. Дополнительно требуется гарантировать качество осушки сжатого газа, заполняемого в ПАГЗ на выходе из компрессора.

При проектировании компрессора стоит задача определения реальных свойств сжимаемой среды.

Одним из путей повышения технического уровня оборудования является повышение качества проектирования путем применения современных методов и методик, основанных на научно обоснованных и экспериментально проверенных математических моделях (ММ) объектов [5].

Зачастую математическое моделирование — это единственный источник информации для специалиста. Например, если речь идет об испытаниях компрессоров для сжатия агрессивных и горючих газов, когда по соображениям пожаробезопасности проведение комплексных исследований представляет сложную и дорогостоящую задачу. Как правило, испытания таких новых изделий проводятся на воздухе или модельных изделий инертных газовых смесей.

В прошлом использовалась исключительно натурная отработка клапанов поршневых компрессоров [6], что требует достаточно много времени.

При разработке и выводе на рынок

новых компрессоров иностранными компаниями активно применяются расчеты и анализ численными методами [7].

Применение хорошо обоснованных ММ дает возможность удешевить и сократить сроки на выполнение проектных и экспериментальных работ, повысить энергоэффективность выпускаемой продукции, ускорить процесс внедрения конкурентоспособной продукции [5].

Компрессор спроектирован для различных давлений на входе и обладает высокой энергоэффективностью. Для его проектирования применялись специально разработанные математические модели, позволяющие учитывать реальность сжимаемого газа и проводить оптимизацию элементов компрессора [5].

Исследование компрессора проводится в несколько этапов: на первом этапе необходимо оценить влияние начальных параметров газа на промежуточное давление; на втором этапе — выполнение анализа компрессора в его рабочей зоне, а также исследование работы компрессора как при сжатии идеального газа, так и реального.

Диапазон изменения по абсолютному начальному давлению теоретически может составлять от 0,2 до 12 МПа. Количество ступеней сжатия может меняться от двух до четырех. Оптимальные значения степеней повышения давления в цилиндрах обеспечивают низкое тепловыделение и повышенный ресурс цилиндро-поршневых групп и клапанов.

#### Литература

1. Патент РФ №90505. Газодожимная установка газокомпрессорной станции магистрального газопровода, публ. 10.01.2010г.;
2. Патент РФ №173811, Поршневой компрессор, публ. 12.09.2017г.;
3. Патент РФ №179036, Блок осушки сжатого воздуха, публ. 25.04.2018;
4. Лукин В.Д., Анцыпович И.С. Регенерация адсорбентов. Л., Химия, 1983.
5. Хрусталева Б.С. Математическое моделирование рабочих процессов в объемных компрессорах для решения задач автоматизированного проектирования: СПб., 1999. 377 с.



Рис. 6 — Блок осушки и очистки природного газа

6. Докучаев Ю.Н., Губарев Г.В. Автоматизированный стенд для исследования самодействующих клапанов компрессоров. Компрессорное и холодильное машиностроение. Вып. 1. М.: ЦИНТИХимнефтемаш, 1966.
7. Fornovo enters oil&gas market with DA500// CompressorTech2- JANUARY/ FEBRUARY 2019. — с.28-29.



ООО «Компрессор Газ»  
РФ, г. Санкт-Петербург,  
Большой Сампсониевский пр., 64  
+7 (812) 295-30-27  
compressor-gaz.ru  
office@compressor-gaz.ru