

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ГРУППЫ ЦИЛИНДРОВ ГАЗОПОРШНЕВОГО КОМПРЕССОРА

Матнязова К.А., Демченко М.В.

Уфимский государственный нефтяной технический университет, Уфа

Ключевые слова: поршневые компрессоры, цилиндры, напряженно-деформированное состояние, ПАССАТ, ANSYS, метод конечных элементов.

Аннотация. В работе рассмотрен газопоршневой компрессор, состоящий из 3-х цилиндров с плоскими крышками и опорами. Проведен аналитический анализ прочности поршневого компрессора в программе «ПАССАТ», произведен анализ напряженно-деформированного состояния поршневого компрессора методом конечных элементов в программе «ANSYS» модуль Static structural.

INVESTIGATION OF THE STRESS-STRAIN STATE OF A GROUP OF CYLINDERS OF A GAS PISTON COMPRESSOR

Matnyazova K.A., Demchenko M.V.

Ufa State Petroleum Technical University, Ufa

Keywords: reciprocating compressors, cylinders, stress-strain state, ПАССАТ, ANSYS, the finite element method.

Abstract. The paper considers a gas piston compressor consisting of 3 cylinders with flat caps and supports. An analytical analysis of the strength of a reciprocating compressor was performed in the PASSAT program, and the stress-strain state of a reciprocating compressor was analyzed by the finite element method in the ANSYS program Static structural module.

Компрессорами называются машины, предназначенные для сжатия (компримирования) и перемещения газов. Потребление газов вообще, а сжатых в особенности, в настоящее время достаточно велико [1].

Поршневые компрессоры являются наиболее распространенными из всех видов компрессоров, т.к. они отличаются высоким давлением газа на выходе, более высокой точностью регулировки и способностью обеспечивать стабильное давление. Работа компрессоров поршневого типа основана на принципе изменения объема, что ведет к изменению давления газа: при уменьшении объема газа его давление увеличивается, и воздух (или другой газ) выводится через выпускной клапан. В качестве приводного механизма используется гидропривод. Ограниченная поршнем и цилиндром рабочая камера тем самым в зависимости от положения поршня изменяет свой объем. Система односторонних клапанов препятствует в обратном направлении протечке газа [2].

Область применения поршневых компрессоров довольно широка, это такие сферы деятельности как пневматика (передача энергии с помощью сжатого воздуха), металлургия, химия, энергетика (компрессоры газотурбинных установок, наддув ДВС, паровых котлов), холодильная техника, вентиляция и кондиционирование. Но в современном мире особое значение подобные

аппараты имеют для правильного использования попутного нефтяного газа (ПНГ). Традиционно ПНГ рассматривали как побочный продукт и сжигали, но это наносит экологические и экономические убытки, намного полезнее направлять на собственные нужды установки подготовки нефти (для выработки электроэнергии на собственные нужды промысла, технологический газ для подогревателя на дежурные горелки факелов высокого и низкого давления, газ на продувку факельного коллектора высокого и низкого давления), и закачивать в пласт для поддержания пластового давления или для возможного сохранения пласта как ресурса на будущее. Как раз для последнего необходима компрессорная станция высокого давления [3].

Одной из основных проблем поршневых компрессоров является износ механических деталей в результате высоких нагрузок и давлений. Исследования, направленные на разработку более прочных материалов и технологий, способных справиться с этими нагрузками и увеличить срок службы поршневых компрессоров высокого давления актуальны в настоящее время. Также при сборке данных компрессоров выявилась проблема с прочностью крепежных элементов, особенно при динамических нагрузках.

В работе было исследовано напряженно-деформированное состояние поршневого компрессора. В программе «ПАССАТ» [4] был произведен аналитический расчет прочности аппарата в соответствии с ГОСТ 34233.11-2017 [5]. В ходе работы была построена 3D-модель поршневого компрессора, состоящая из 3-х сообщающихся цилиндров с плоскими крышками и опорами (рис. 1). Граничные условия – рабочее давление в полости компрессорных цилиндров – 4 МПа, гидравлических цилиндров – 20 МПа. Материалы – сталь 20.

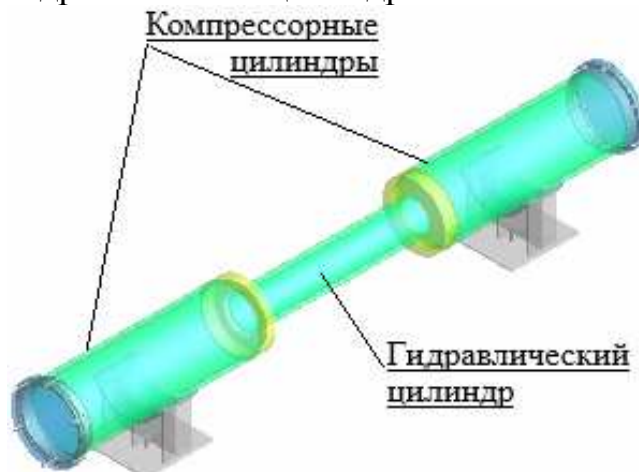


Рис. 1. 3D-модель поршневого компрессора

По результатам расчета допускаемое давление составляет 12 МПа, что выше рабочего давления и подтверждает прочность выбранной конструкции цилиндра.

На основе 3D-модели, собранной в ПАССАТе, в программе «ANSYS» [6] модуль Static structural был произведен анализ напряженно-деформированного состояния поршневого компрессора методом конечных элементов (МКЭ). Максимальное эквивалентное напряжение равно 88 МПа (рис. 2), максимальные деформации, равны 0,08 мм (рис. 3).

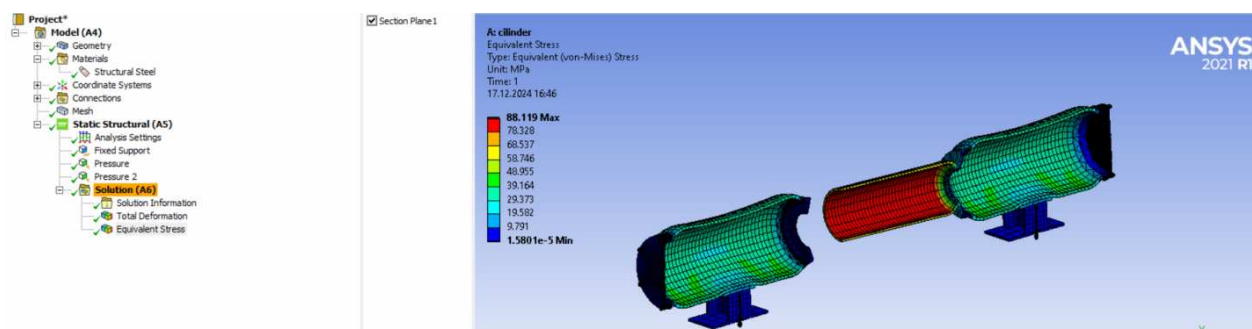


Рис. 2. Эквивалентные напряжения

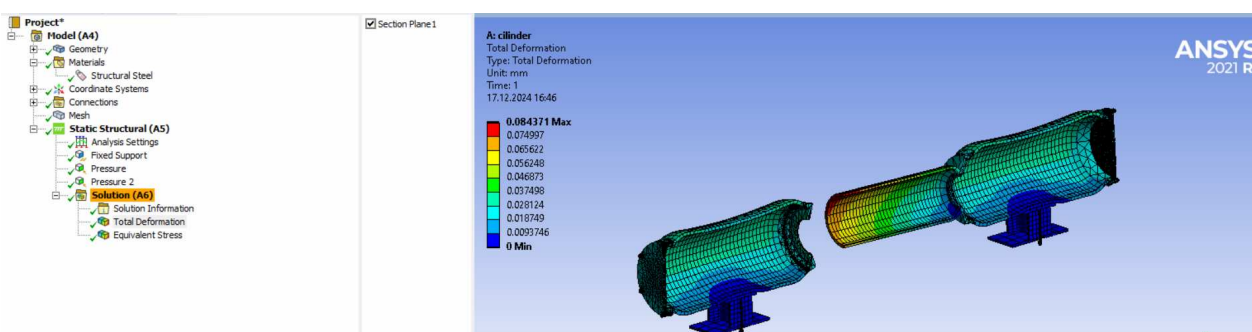


Рис. 3. Деформации

Эквивалентные напряжения в материале шпилек согласно расчету МКЭ составили 20 МПа, что не превышает допустимых значений, полученных в ПК Пассат (156 МПа), удлинение не превышает 0,02 мм. Это подтверждает правильность принятых конструкторских решений по подбору крепежных элементов днищ.

Список литературы

1. Гаррис Н.А. Годовский Д.А., Бикинцев В.А. Изучение конструкций поршневых компрессоров: учебно-методическое пособие к лабораторной работе №9. – Уфа: УГНТУ, 2017. – 18 с.
2. Кириллов В.П. Расчет и конструирование поршневого компрессора: дипломный проект. – Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР), Отделение нефтегазового дела (ОНД); науч. рук. Зиякаев Г.Р. – Томск, 2019. – 98 с.
3. Кулаков А.П. Внедрение газокompрессорной станции в систему утилизации попутного нефтяного газа: бакалаврская работа. – Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР), Отделение нефтегазового дела (ОНД); науч. рук. Носова О.В. – Томск, 2021. – 110 с.
4. Научно-техническое предприятие «Трубопровод» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.truboprovod.ru>.
5. ГОСТ 34233.11-2017. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчёта на прочность. Метод расчёта на прочность обечаек и днищ с учётом смещения кромок сварных соединений, угловатости и некруглости обечаек. Межгосударственный стандарт: дата введения 14.12.2017 / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – Изд. официальное. – М.: Стандартин-форм, 2017. – 16 с.
6. Ansys. Engineering Simulation Software [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ansys.com>.

Сведения об авторах:

Матнязова Камилла Аскаровна – студент;

Демченко Мария Вячеславовна – к.т.н., доцент.