

Модернизация компрессоров для сжатия диоксида углерода в пищевой промышленности и нефтехимии переводом на работу без смазки цилиндров и сальников

Канд. техн. наук
В.П.ЗАХАРЕНКО
АОЗТ «НПЦ Компрессоры БС»,
Санкт-Петербург

В пищевой промышленности и нефтехимии широко применяются компрессоры для сжатия диоксида углерода с давлением нагнетания от 10,0 до 25,0 МПа. Компрессоры небольшой массовой производительности (от 100 до 250 кг/ч) используются в производстве диоксида углерода для пищевых целей, получения сухого льда, для сварки и пожаротушения. Это компрессоры CD 1,6/2,0, ТЗСР-100/150 (производитель — фирма Wurzen, Германия), Т100-33-8 (LMF, Австрия), КП-УМ (Уральский компрессорный завод), ЗУП-220/75 (Краснодарский компрессорный завод), ЗУГМ (завод «Компрессор», Москва).

Последние два типа компрессоров, выпускающихся со смазкой, после реконструкции с переводом на работу без смазки цилиндров и сальников успешно работают на большинстве заводов пивоваренной отрасли: на пивзаводах «Балтика» (Санкт-Петербург), «Росар» (Омск), Ярославском пивзаводе, ферментно-спиртовом заводе «Воскресенский» и многих других.

Для пожаротушения используется диоксид углерода, сжимаемый в смазываемом компрессоре КП-УМ, входящем в состав специ-

альных автомобильных станций АУЗС-2М.

Компрессор производительностью 100 кг/ч с давлением нагнетания 15 МПа был оснащен бессмазочным поршневым уплотнением, изготовленным по А.с. 485661, СССР. Первые три опытно-промышленных образца успешно прошли контрольно-промышленные испытания на стенде Уральского компрессорного завода и в составе станции КУЗС-25 — на предприятии п/о А-3954. Здесь впервые было внедрено манжетное уплотнение без смазки из материала Ф4К20, износ которого за 300 ч работы составил всего 0,02–0,04 мм. Манжеты были выполнены плавающими, т.е. не были жестко зажаты в осевом направлении. Кроме того, для их разгрузки от пиков давления использовалась устанавливаемая перед манжетами широкая дроссельная втулка. Она одновременно выполняла роль опорно-направляющего кольца для поршня.

С целью выбора наиболее износостойкого отечественного материала для уплотнений поршней компрессоров были испытаны шесть различных самосмазывающихся материалов, в том числе три углеграфитовых. Результаты

An experience of conversion of compressors with lubrication for compression of carbon dioxide to the operation without lubrication of cylinders and glands or with their limited lubrication is described in the article. Test results of self-lubricating materials for piston rings are also considered.

испытаний композиционных пластмасс и графитовых материалов в реальных условиях на действующих компрессорах представлены на рисунке.

Они свидетельствуют о том, что поршневые уплотнения как из материалов на основе наполненного ПТФЕ, так и из углеграфитов при практически одинаковых режимах работы (давление нагнетания $p_{нар} = 7,0... 8,1$ МПа и средняя скорость поршня $C_{п} = 1,2... 3,0$ м/с) одинаково хорошо работают в среде диоксида углерода, но наивысшую износостойкость все же имеют фторполимерные композиции. Материал АМС-1 на основе кремний-органической смолы хотя и имел самую низкую скорость изнашивания, но не выдержал длительного циклического воздействия переменного давления и рассыпался после $5 \cdot 10^7$ циклов.

В Советский Союз из ГДР было поставлено в свое время более 200 компрессоров CD-1,6/2,0 и ТЗСР 100/150. Все они были переоснащены новыми уплотнениями из отечественных материалов, и это позволило отказаться от закупок уплотнений по импорту.

На основании результатов испытаний уплотнений из отечественных композиционных пластмасс заводу «VEB Mafa Wurzen» были выданы рекомендации по усовершенствованию поршневых групп и сальников. Кроме того, наработанные конструкторские решения легли в основу технического проекта

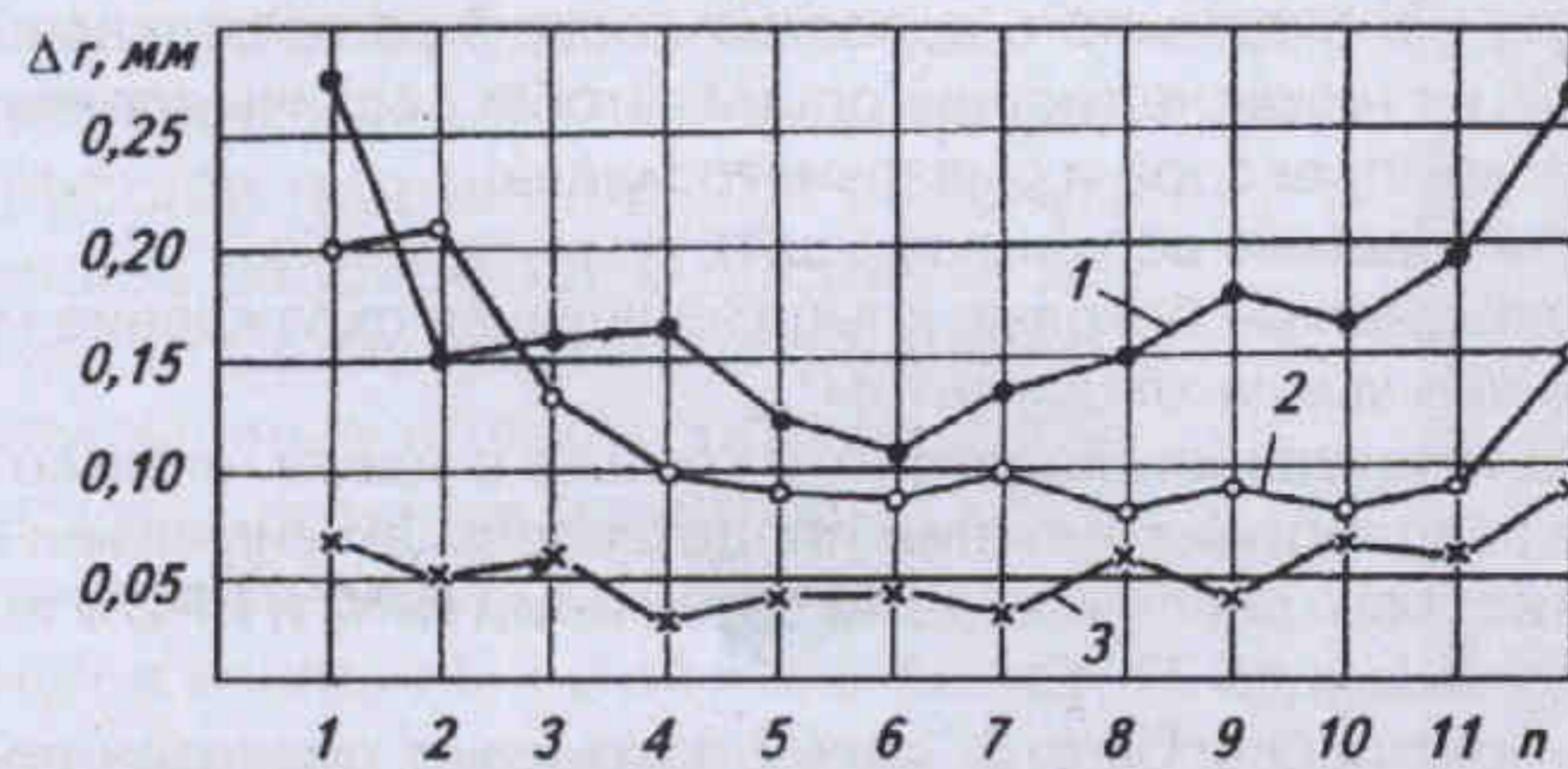
крупного компрессора без смазки для сжатия CO_2 4ГМ10-40/26С.

В нефтехимической промышленности используются в основном крупные оппозитные поршневые компрессоры для CO_2 : 4ГМ16-100/200 (СМНПО им. Фрунзе), 4ДВК 210-10 («ЧКД-Прага»), 4НЕ/4 и 5НЕ/5 («Нуово-Пиньоне», Италия) и др.

Первые работы по переводу крупных компрессоров на сухой ход были выполнены автором на Одесском припортовом заводе на чешских компрессорах 4ДВК-210-10, а затем на Черкасском ПО «Азот», где такие компрессоры применялись в производстве карбамида.

Оппозитный поршневой компрессор 4ДВК 210-10 сжимает CO_2 в двух ступенях от 3,0 до 15,0 МПа. Максимальный перепад давления приходится на сальники 2-й ступени, которые работают в наиболее тяжелых условиях, сжимая газ от 7,5 до 15,0 МПа. Не менее проблемной оказалась и поршневая группа, где на тяжелом поршне со штоком диаметром 100 мм пришлось разместить три опорно-направляющих кольца, которые создавали развитую опорную площадку осевой высотой 120 мм. Правильное конструктивное решение и подбор оптимального самосмазывающегося материала обеспечили ресурс цилиндропоршневых групп 1-й и 2-й ступеней более 8000 ч.

После успешного перевода на сухой ход чешских компрессоров с подобной просьбой обратились к нам



Результаты испытаний поршневых уплотнений из различных самосмазывающихся материалов на компрессоре без смазки CD-1,6/2,0; Δr — радиальный износ поршневых колец, мм; n — номер кольца; 1 — АО1500; 2 — 2П-1000; 3 — АМС-1

специалисты Болгарского комбината «ХИМКО-Вратца», у которых эксплуатируются 6 компрессоров 5HE/5 итальянской фирмы «Нуово-Пиньоне». Компрессоры оппозитные, пятиступенчатые, частота вращения вала 245 об/мин, ход поршня 360 мм, средняя скорость поршня 3,5 м/с, давление нагнетания 5-й ступени 20 МПа.

Задача оказалась более сложной в техническом отношении, так как необходимо было создать уплотнения поршня и штока 5-й ступени, которые были бы работоспособными без подвода смазки при давлении нагнетания 20 МПа, температуре всасываемого газа 50 °С и температуре нагнетаемого газа до 200 °С.

На комбинате «Вратца» в Болгарии проводилась модернизация поршневой группы и сальников только 3, 4 и 5-й ступеней. Ступени низкого давления реконструкции не подвергались, так как после 2-й ступени была предусмотрена отмывка газа и в третью ступень он поступал очищенным от масла.

Были разработаны и изготовлены новые сальники 3, 4 и 5-й ступеней, причем на 5-й ступени — с охлаждением камер водой. Учитывая большую нагрузку на сальники 5-й ступени как температурную, так и от перепада давлений, было решено одну точку смазки сохранить. Она использовалась только в период пуска и приработке сальника, когда в нем выделялось наибольшее количество тепла.

Ограниченность размеров поршня 5-й ступени не позволяла установить на нем больше шести уплотнительных колец и одного опорного высотой 90 мм. Максимальный перепад давлений в 5-й ступени, равный 17 МПа, приходился на 6 поршневых колец диаметром 150 мм с сечением 6х6 мм, т.е. имела место перегрузка колец выше предельно допустимых значений. Поэтому с целью обеспечения работоспособности уплотнения поршня 5-й ступени была использована

разработанная нами методика разгрузки поршневых колец путем равномерного распределения перепадов давлений по кольцам.

Испытания с промежуточными ревизиями после 2500 и 10000 ч работы подтвердили работоспособность всех модернизированных узлов. В результате весь компрессорный цех производства карбамида был реконструирован и все 6 компрессоров 5HE/5 с 1990 г. работают на бессмазочных уплотнениях российского производства.

На Пуловском химкомбинате (Польша) в аналогичном производстве карбамида используются более старые компрессоры фирмы «Нуово-Пиньоне» марки 4HE/4. Они работают при более высоком давлении — 25,0 МПа, диоксид углерода сжимается не в пяти, а в четырех ступенях, соответственно и нагрузки на узлы без смазки резко возрастают.

При модернизации на бессмазочные уплотнения были переведены все 4 ступени с цилиндрами следующих диаметров: 1-я ступень — 900 мм, 2-я — 450 мм, 3-я — 230 мм, 4-я — 150 мм.

Учитывая очень тяжелые условия работы бессмазочных уплотнений в компрессоре 4HE/4, для уплотнений штока и поршня 4-й ступени был предусмотрен режим ограниченной смазки (по одной точке смазки на цилиндр и сальник). Комплекс работ включал также установку новых клапанов с неметаллическими запорными элементами, которые были изготовлены и поставлены фирмой «Дрессер-Рэнд» (США) специально для компрессоров без смазки.

Испытания показали, что для столь высоконагруженного компрессора, как 4HE/4, режим работы с ограниченной смазкой является оптимальным, поэтому его использовали при дальнейшей эксплуатации компрессоров в целях обеспечения надежной и стабильной работы ответственных узлов.



IKK 2001

22-ая международная специализированная выставка, посвященная климатическому оборудованию, системам вентиляции и кондиционирования

Лучшее из области кондиционирования, вентиляции и климатического оборудования

Германия, Ганновер

10. 10. - 12. 10. 2001

Организатор:
VDKF Wirtschafts- und Informationsdienste GmbH
Kaiser-Friedrich-Straße 7
D-53113 Bonn
info@vdkf.com
www.vdkf.com

Соорганизация и проведение:
NürnbergMesse GmbH
Messezentrum
D-90471 Nürnberg

Информация:
Представительство NürnbergMesse GmbH
109017, Москва
1-й Казачий пер., 7
Тел.: +7 0 95 2 34 49 50
Факс: +7 0 95 2 34 49 51
sedowa@diht.msk.ru

Информация «IKK 2001» в интернете:
www.ikk-online.com
www.ikk-tradefair.com

VDKF

NÜRNBERG MESSE