

Торайғыров университетінің
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Торайғыров университета

ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ХАБАРШЫСЫ

Химия-биологиялық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА

Химико-биологическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3544

№ 4 (2020)

Павлодар

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Торайгыров университета

Химико-биологическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ KZ84VPY00029266

выдано
Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан

Тематическая направленность
публикация материалов в области химии, биологии, экологии,
сельскохозяйственных наук, медицины

Подписной индекс – 76132

<https://doi.org/10.48081/QPSS2686>

Бас редакторы – главный редактор

Ержанов Н. Т.
д.б.н., профессор

Заместитель главного редактора
Ответственный секретарь

Ахметов К. К., *д.б.н., профессор*
Камкин В. А., *к.б.н., доцент*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Яковлев Р.В.,	<i>д.б.н., профессор (Россия);</i>
Титов С. В.,	<i>доктор PhD;</i>
Касанова А. Ж.,	<i>доктор PhD;</i>
Шокубаева З. Ж.	<i>(технический редактор).</i>

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов
При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

***А. А. Жапар**

Торайғыров университет,
Республика Казахстан, г. Павлодар

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПОРШНЕВОГО КОМПРЕССОРА С ОПТИМИЗАЦИЕЙ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ГИДРООЧИСТКИ ВАКУУМНОГО ДИСТИЛЛЯТА

Данная статья включает в себе концепцию модернизации поршневого компрессора 4М16-45 – 35/55, предназначенного для циркуляции водорода и водородосодержащего газа (98 % объемных) по системе гидроочистки вакуумного дистиллята, которая была разработана в рамках магистерской диссертации по теме «Модернизация поршневого компрессор с оптимизацией рабочего процесса гидроочистки вакуумного дистиллята».

В статье представлены технологические аспекты модернизации, перечислены этапы реализации разработки. Рассмотрены методы, практические, а также теоретические составляющие проекта оптимизации. Произведены анализ компетентности технологии в нынешних глобальных тенденциях, состоятельности усовершенствования как таковой. Были охарактеризованы положительные факторы воздействия модернизации на эффективность работоспособности системы. В след за тем оценены отрицательные аспекты, которые вследствие были устранены.

В данной модели повышения производительности показаны последовательная и технологически ориентированная конфигурация формирования целостности предложения. Осуществлены контроль за полнотой и завершённостью выполнения поставленной задачи, последовательностью этапов реализации.

Данная концепция включает в себе увеличение продуктивности (КПД), понижение ресурсозатрат на обслуживание и ремонт данного компрессорного оборудования.

На данный момент эксплуатация устаревшего оборудования на нефтехимическом производстве оказывает отрицательное воздействие на промышленность в целом. Внедрение инновационных

технологий является неотъемлемой составляющей для дальнейшего развития отрасли нефтепереработки и обязательным процессом в целом и в частности.

Ключевые слова: поршневой компрессор, модернизация, компрессорное оборудование, уплотнительные сальники, технология.

Введение

Компрессорное оборудование, а в частности, поршневые компрессоры, предназначенные для циркуляции водорода и водородосодержащего газа эксплуатируются на технологических линиях производства на протяжении тридцати и более лет. В течение столь продолжительного применения данная система устарела и не способна предоставлять необходимые параметры производительности и эффективности. В связи с чем является необходимым внедрение инновационных технологий для совершенствования оборудования в механическом и технологическом аспектах.

Материалы и методы

Одним из направлений модернизации является увеличение производительности за счет оптимизации эффективности отдельных узлов компрессорного оборудования.

Для полноценного понимания сути совершенствования приведем основные задачи предполагаемые для достижения вследствие внедрения соответствующей технологии, представленной в данной статье:

- повышение межремонтного периода, надежности и безопасности компрессорного оборудования;
- сокращение эксплуатационных ресурсозатрат;
- улучшение характеристик выходного продукта.

Одним из наиболее продуктивных способов снижения эксплуатационных затрат является переход на режим без использования смазочного материала, а именно на режим сухого трения. Данный метод позволяет существенно сократить финансовые расходы вследствие:

- отсутствия необходимости в приобретении смазочного материала;
- получения чистого выходного продукта (понижение содержания цилиндрического масла в составе сжатого газа);
- исключения затрат на закуп вспомогательного очистного оборудования, фильтрующих составляющих и т.д.;
- уменьшение износа штоков и цилиндров в результате их взаимодействия с уплотняющими элементами из самосмазывающихся структур;
- увеличение длительности эксплуатации клапанов из-за устранения образований из гари, масла и грязи;

Переход компрессорного оборудования на сухой ход цилиндрических групп и уплотнений штока не требует внушительных капитальных вложений. Что также является крайне положительным аспектом данного предложения.

Преобразование влажного принципа работы поршневого компрессора на сухой метод эксплуатации осуществляется за счет реконструкции уплотняющих узлов поршней и штоков. Это достигается благодаря применению для изготовления элементов уплотнения штоков (рис. 1) и поршневых колец композитных материалов со свойствами позволяющими осуществлять самопроизвольное смазывание.

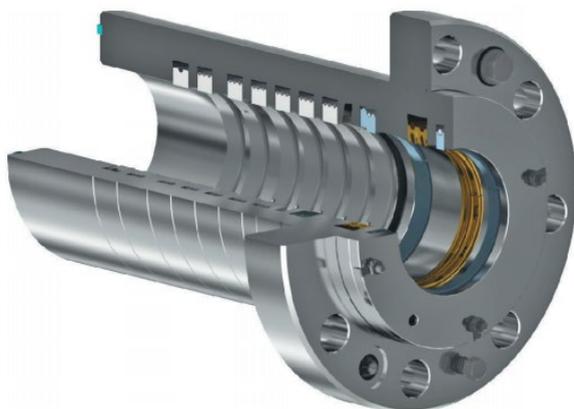


Рисунок 1 – Уплотняющий элемент штока

Конструкция, позволяющая штоку осуществлять возвратно-поступательные движения в смазанном состоянии, предполагает вероятность пропуска некоторого количества смазочного материала в рабочее пространство, а именно, в сжимаемый газ. Для исключения просачивания масла в рабочую полость разработана улучшенная модель колец маслосъемного сальника, когда как уплотнения штоков оборудуются дополнительными маслосъемными элементами.

Конструкция усовершенствованных маслосъемных колец сальника проиллюстрирована на рисунке № 2.



а – дроссельное; б – уплотнительное; в – маслоъемное

Рисунок 2 – Маслоъемные кольца сальников

В целях реализации данного метода модернизации необходимо внести некоторые изменения в конструкции узлов компрессорного оборудования:

- увеличить осевую ширину поршневых колец 1 – ой группы ступени с 9 до 10 мм;
- увеличить толщину радиальных поршневых колец и направляющих;
- применение направляющих колец с разгрузочными канавками;
- сместить канавки в поршнях под направляющие на 0,4 мм вниз по отношению к оси поршня для увеличения хода направляющих колец и зазора между цилиндром и поршнем;
- изготовить поршневые кольца и направляющие из композитных материалов более высокого качества.

В целях обеспечения сухого хода компрессорного оборудования были установлены штоки выполненные из коррозионно-стойкой марки стали с поверхностной термической обработкой (ТВЧ). Уплотняющие узлы маслоъемных сальников (рис.3), поршней, а также уплотнений штоков произведены из композитных материалов в основе которых РЕЕК (полиэфирэфиркетон) и ПТФЭ (фторопласт), которые обладают свойствами, обеспечивающими их эксплуатацию в режимах влажного и сухого ходов.



Рисунок 3 – Маслосъемный сальник

Результаты и обсуждение

Вследствие внедрения данных изменений была достигнута бесперебойная работа колец с общей наработкой в 24 месяца. Производительность соответствует требуемым параметрам эксплуатации поршневой системы циркуляции рабочего газа.

Сухой ход элементов, ранее функционировавших по принципу влажного смазывания, обеспечивает повышенный межремонтный период системы, увеличение конкурентоспособности выходной продукции (снижение примесей в готовой продукции).

Выводы

Данный метод оптимизации работы поршневой аппаратуры, предназначенной для циркуляции рабочего газа по системе гидроочистки вакуумного дистиллята является полномерной и эффективной вследствие достижения необходимых параметров эксплуатации, а также финансовой привлекательности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Пластинин, П. И.** Поршневые компрессоры. Том 1. Теория и расчет [Текст]/ П.И. Пластинин. – М. : Колос, 2000. – 456 с.

2 **Черкасский, В. М.** Насосы, вентиляторы, компрессоры [Текст]/ В. М. Черкасский. – М. : Энергия, 1977. – 416 с.

- 3 **Захаренко, С. Е.** Поршневые компрессоры: Учебное пособие [Текст]/ Френкель М. И. – Ленинград : «Машгиз», 1961. – 455 с.
- 4 **Френкель, М. И.** Поршневые компрессоры : Машиностроение [Текст]/ Френкель М. И. – 3 – е изд., 1969. – 744 с.
- 5 Компрессорные машины [Текст]/ Страхович К.И., Френкель М.И., Кондряков И. К., Рис В. Ф. – Гос. изд – во торговой литературы, 1961 – 600 с.
- 6 Правила устройства и безопасной эксплуатации компрессорных установок с поршневыми компрессорами, работающими на взрывоопасных и вредных газах ПБ 03-582-03. – М. : Альвис, 2014. – 496 с.
- 7 Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Холодильные и компрессорные машины и установки» [Текст]/ Б. С. Фотин, И. Б. Пирумов, И. К. Прилуцкий, П. И. Пластинин; Под ред. Б. С. Фотина. – Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1987. — 372 с.
- 8 **Пластинин, П. И.** Поршневые компрессоры. Том 2. Основы проектирования. Конструкции [Текст]/ П.И. Пластинин. – М. : КолосС, 2008. – 720 с.
- 9 **Бобровский, С. А.** Гидравлика, насосы и компрессоры [Текст] / Бобровский С. А., Соколовский С. М. – 1972 – 123 с.
- 10 **Елин, В. И.** Насосы и компрессоры [Текст]// Елин В. И. – 1960 – 258 с.

REFERENCES

- 1 **Plastinin, P. I.** Porshnevye kompressory [Piston compressors. Volume 1. Theory and calculation] [Text]/ P. I. Plastinin. – М. : Kolos, 2000. – 456 p.
- 2 **Cherkasskij, V. M.** Nasosy, ventilyatory, kompressory [Pumps, fans, compressors] [Text] / V. M. Cherkassky. – М. : Energiya, 1977. – 416 p.
- 3 **Zaharenko, S. E.** Porshnevye kompressory: Uchebnoe posobie [Piston compressors: Textbook] [Text] / Frenkel M. I. – Leningrad : «Mashgiz», 1961. – 455 p.
- 4 **Frenkel, M. I.** Porshnevye kompressory : Mashinostroenie [Piston compressors: Mechanical engineering]. [Text] / Frenkel M. I. – 3rd ed., 1969 – 744 p.
- 5 Kompessornye mashiny [Compressor machines] [Text]/ Strahovich K. I., Frenkel M. I., Kondryakov I. K., Ris V. F. – Gos. trade literature publishing house, 1961. – 600 p.
- 6 Pravila ustrojstva i bezopasnoj ekspluatatsii kompressornyh ustanovok s porshnevymi kompressorami, rabota yushchimi na vzyrvoopasnyh i vrednyh gazah PB 03-582-03 [The rules of construction and safe operation of compressor units with piston compressors working in hazardous and harmful gases PB 03-582-03]. – М. : AI, 2014. – 496 p.

7 Ucheb. posobie dlya studentov vuzov, obuchayushchihsya po special'nosti «Holodil'nyei kompressornye mashinyi ustanovki» [Proc. textbook for University students enrolled in the specialty «Refrigeration and compressor machines and installations»] [Text]/ B. S. fotin, I. B. Pirumov, K. I. Prilutsky, P. I. Plastinin; Under the editorship of B. S. Fotina]. – L. : Mashinostroenie. Leningr. otd-nie, 1987 – 372 p.

8 **Plastinin, P. I.** Porshnevye kompressory. Tom 2. Osnovy proektirovaniya [Piston compressors. Volume 2. Fundamentals of design. Constructions] [Text]/ P. I. Plastinin. – M. : KolosS, 2008. – 720 p.

9 **Bobrovsky, S. A.** Gidravlika, nasosyikompressory [Hydraulics, pumps and compressors] [Text]/ Bobrovsky S. A., Sokolovsky S. – M., 1972. – 123 p.

10 **Elin, V. I.** Nasosy i kompressory [Pumps and compressors] [Text] // Elin V. I. – 1960. – 258 p.

Материал поступил в редакцию 14.12.20.

**А. А. Жапар*

Торайғыров университеті,
Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.
Материал 14.12.20 баспағатүсті.

Вакуумды дистиллятты гидротазалаудың жұмыс процесін оңтайландырумен пістекті компрессорды жаңарту

Осы мақалада вакуумдық дистиллятты гидротазалау жүйесі арқылы сутегі және құрамында сутегі бар газдың (көлемі бойынша 98 %) айналымына арналған 4M16 - 45 - 35/55 поршенді компрессорды модернизациялау тұжырымдамасы келтірілген.

Мақалада модернизацияның технологиялық аспектілері келтірілген, іске асыру кезеңдері тізімделген. Оңтайландыру жобасының әдістері, практикалық және теориялық компоненттері қарастырылған. Қазіргі әлемдік тенденциялардағы технологиялық құзыреттілікке, жетілдірудің дәйектілігіне талдау жүргізілген. Модернизацияның жүйенің тиімділігіне әсерінің оң факторлары сипатталады. Кейіннен жағымсыз жақтар бағаланды, нәтижесінде олар жойылды.

Бұл өнімділік моделі ұсыныстың тұтастығын құруға арналған дәйекті және технологияға негізделген конфигурациясын көрсетеді.

Тапсырманың толықтығы мен толықтығын, іске асыру кезеңдерінің реттілігіне бақылау жүзеге асырылды.

Бұл тұжырымдама өнімділіктің (тиімділіктің) жоғарылауын, осы компрессорлық жабдықты күтіп ұстауға және жөндеуге арналған шығындардың төмендеуін қамтиды.

Қазіргі уақытта мұнай-химия өнеркәсібінде ескірген жабдықтардың жұмыс істеуі жалпы салаға кері әсерін тигізуде. Инновациялық технологияларды енгізу - бұл мұнай өңдеу саласын одан әрі дамытудың ажырамас компоненті және тұтастай алғанда және жалпы алғанда міндетті процессі.

Кілтті сөздер: піскекті компрессор, жаңғырту, сығымдауыш жабдығы, нығыздағыш тығыздама, технология.

**A. A. Zhapar*

Toraighyrov University,
Republic of Kazakhstan, Pavlodar.
Material received on 14.12.20.

Modernization of reciprocating compressor with optimization of the working process of hydrotreating vacuum distillate

This article contains the concept of modernization of a 4M16 - 45 - 35/55 reciprocating compressor designed for the circulation of hydrogen and hydrogen-containing gas (98 % by volume) through the vacuum distillate hydrotreating system, which was developed within the framework of the master's thesis on the topic «Modernization of a reciprocating compressor with optimization working process of vacuum distillate hydrotreating».

The article presents the technological aspects of modernization, lists the stages of the development implementation. Methods, practical and theoretical components of the optimization project are considered. The analysis of the technology competence in the current global trends, the consistency of the improvement as such is carried out. The positive factors of the impact of modernization on the efficiency of the system are characterized. Subsequently, the negative aspects were assessed, which, as a result, were eliminated.

This performance model demonstrates a consistent and technology-driven configuration for building an offering integrity. Control over the

fullness and completeness of the task, the sequence of implementation stages was carried out.

This concept includes an increase in productivity (efficiency), a decrease in resource costs for maintenance and repair of this compressor equipment.

At the moment, the operation of obsolete equipment in the petrochemical industry has a negative impact on the industry as a whole. The introduction of innovative technologies is an integral component for the further development of the oil refining industry and an obligatory process in general and in particular.

Keywords: piston compressor, modernization, compressor equipment, sealing seals, technology.

Теруге 14.12.2020 ж. жіберілді. Басуға 29.12.2020 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

989 КБ RAM

Шартты баспа табағы 6,4

Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: З. С. Исакова

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 3774

Сдано в набор 14.12.2020 г. Подписано в печать 29.12.2020 г.

Электронное издание

989 КБ Мб RAM

Усл.п.л. 6,4. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: З. С. Исакова

Корректор: А. Р. Омарова

Заказ № 3774

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

Павлодар мемлекеттік университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

8 (7182) 67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik.tou.edu.kz