

<https://doi.org/10.26160/2572-4347-2021-12-11-16>

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ПРИВОДНОЙ И КОМПРЕССОРНОЙ ТЕХНИКИ

Оскома А.А., Суриков Д.Г.

Ключевые слова: повышение надежности, эксплуатационная надежность, искусственный интеллект, приводная техника, корабельные поршневые компрессоры, ряды Фурье, индикаторная диаграмма, недостатки известных методов диагностирования, разложение индикаторной диаграммы в ряд Фурье, диагностические параметры, улучшение экологической обстановки на суше и на море.

Аннотация. В статье приведены преимущества и недостатки применения искусственного интеллекта при эксплуатации приводной и компрессорной техники в нефтегазодобывающей и кораблестроительной отраслях, приведены узлы поршневого компрессора где чаще всего наступают отказы, приведен существенный недостаток известных методов диагностирования корабельных поршневых компрессоров, приведен способ представления диагностических параметров поршневого компрессора через разложение индикаторных диаграмм его ступеней в ряды Фурье,

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO IMPROVE THE RELIABILITY OF DRIVE AND COMPRESSOR EQUIPMENT

Oskoma A.A., Surikov D.G.

Keywords: reliability improvement, operational reliability, artificial intelligence, drive technology, shipboard reciprocating compressors, Fourier series, indicator diagram, disadvantages of known diagnostic methods, decomposition of the indicator diagram into a Fourier series, diagnostic parameters, improvement of the environmental situation on land and at sea.

Abstract. The article presents the advantages and disadvantages of artificial intelligence in the operation of the drive and compressors in the oil and gas and shipbuilding industries, the nodes of a piston compressor, where most failures occur, given the significant disadvantage of the known methods of diagnosing ship reciprocating compressors, provides a method of representation of diagnostic parameters of a piston compressor through the decomposition of the indicator diagrams of the steps in the Fourier series,

Информационные технологии всё больше входят в нашу жизнь, если не сказать больше, постепенно они заполняют всё информационное пространство. Это стало естественным и мы начали не замечать как технологии искусственного интеллекта понемногу начали, продолжают, а где-то окончательно вошли в нашу жизнь в различных промышленных областях, включая нефтегазодобывающую и кораблестроительную. В частности, из анализа работ по отказам приводной и компрессорной техники видно, что человеческий фактор имеет не мало важное влияние в отказах оборудования [1-3].

Иногда время простоя оборудования из-за возникших неисправностей может сказываться на эффективности работы всей организации, что в итоге может привести к ее банкротству.

А отказы приводной и компрессорной техники могут привести к тяжелым последствиям: в нефтегазодобывающей отрасли – к загрязнению

окружающей среды; в кораблестроительной отрасли – к гибели обслуживающего персонала или гибели корабля.

Выполненный анализ статистических данных о характерных неисправностях поршневых компрессоров показывает, что наибольшее число отказов происходит в следующих его основных узлах:

- цилиндро-поршневая группа,
- самодействующие клапана,
- кривошипно-шатунный механизм,
- система охлаждения;
- система смазки.

Одним из путей повышения эксплуатационной надежности корабельных технических средств является разработка и внедрение методов и средств технического диагностирования.

Формирование системы технического диагностирования применительно к компрессорной станции базируется на статистическом анализе характерных неисправностей, которые имеют место при эксплуатации компрессоров и на возможностях контрольно-измерительного комплекса, позволяющего определять ряд технических параметров в процессе эксплуатации компрессора.

Существенным недостатком известных методов диагностирования корабельных поршневых компрессоров является отсутствие достоверных алгоритмов прогнозирования изменения их технического состояния. Принципиальная сложность в решении данной задачи заключается в том, что параметры, по которым оценивают состояние поршневого компрессора являются случайными величинами. При попытке решить задачу аналитического прогнозирования характера их изменения проявляется проблема статистической неопределенности, возникающая на базе отсутствия информации о законе распределения этих параметров.

Повышение эксплуатационной надежности и их технических средств актуальная задача обуславливаемая соответствующими требованиями предъявляемыми к приводной и компрессорной технике.

Исключение человеческого фактора в предупреждении аварий на трубопроводном транспорте и в поршневых компрессорах неразрывно может быть связано с внедрением искусственного интеллекта, который за микросекунды способен принять правильное решение и предотвратить аварию.

Основной задачей является разработка новых и перспективных, методик, способов предотвращения отказов оборудования и внедрение новых технологий для сокращения затрат связанных с ликвидацией последствий аварий, которая может быть реализована в разработке и внедрении программно-аналитического комплекса - искусственного интеллекта, способного выполнять следующие задачи:

- прогнозировать неисправности и время наступления отказов;

- диагностировать фактическое техническое состояние оборудования с выдачей действительных технических параметров;
- выдавать рекомендации обслуживающему персоналу о допустимых режимах работы оборудования, для предотвращения наступления отказов;
- выдавать рекомендации обслуживающему персоналу по срокам предупредительных или капитальных ремонтов и внеочередных технических осмотров оборудования [4,5].

При обучении искусственного интеллекта, обеспечивающего надежную эксплуатацию поршневых компрессоров можно использовать метод обработки индикаторных диаграмм поршневых машин посредством разложения индикаторных диаграмм в ряды Фурье.

Периодический процесс, которым является действительный цикл компрессора, можно представить как сумму некоторого числа гармоник (разложение в гармонический ряд Фурье). Поэтому экспериментально снятые индикаторные диаграммы возможно представить в виде разложения в ряд Фурье. Коэффициенты этого ряда являются диагностическими параметрами ступени компрессора. Причем для получения приемлемой точности достаточно учитывать лишь первые восемь коэффициентов ряда Фурье. В качестве диагностических параметров технического оборудования, могут быть использованы безразмерные величины, представляющие собой линейные комбинации коэффициентов Фурье с эмпирически подобранными весовыми множителями [6].

В качестве примера на рисунках 1 и 2 приведены индикаторные диаграммы для исправного компрессора (пунктирная линия) и при наличии двух из приведенных ниже неисправностей (сплошная линия). Для остальных неисправностей также получены типовые изменения начального вида индикаторной диаграммы.

Таким образом, каждому техническому состоянию компрессора соответствует определенный вид его индикаторной диаграммы, а значит, и вполне определенное значение коэффициентов разложения в ряд Фурье.

Это значит, что любая типовая неисправность отображается вполне определенным образом в пространстве новых диагностических признаков – коэффициентов разложения или их комплексов [7].

Для обеспечения надежной работы такого искусственного интеллекта потребуется дополнительно разработка специальных датчиков (высоко- и низко- температурных), способных работать в различных климатических условиях при широком спектре изменения низких и высоких температур, что в свою очередь повышает финансовые затраты на его проектирование и внедрение в эксплуатацию. И конечно же дополнительные финансовые затраты при внедрении новых искусственных интеллектов появятся на содержание высококвалифицированных специалистов, способных грамотно и быстро обслуживать оборудование искусственного интеллекта в процессе эксплуатации.

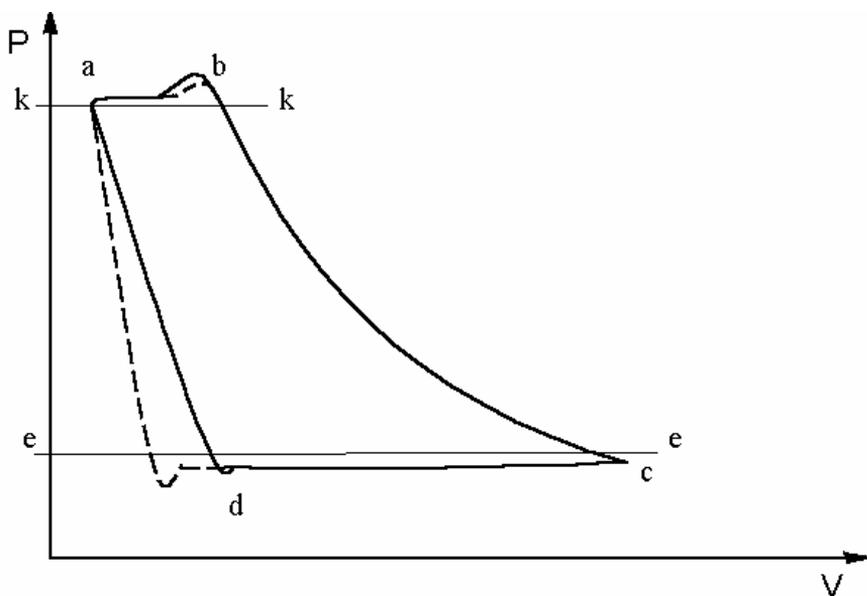


Рис. 1. Заедание в открытом положении нагнетательного клапана

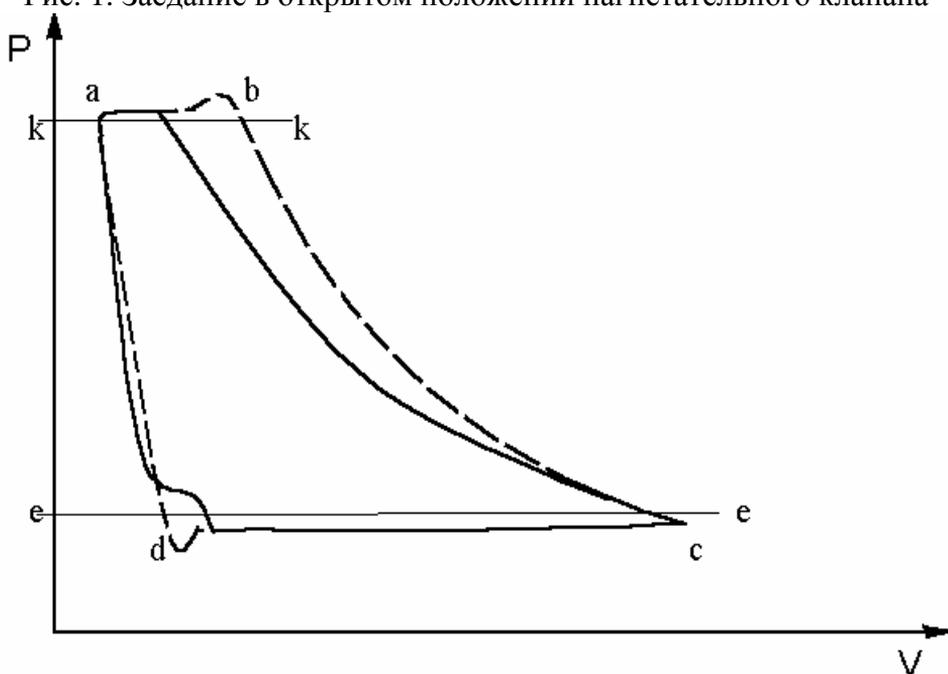


Рис. 2. Пропуск воздуха поршневыми кольцами

Таким образом, применение искусственного интеллекта в процессе эксплуатации приводной и компрессорной техники хоть и повысит финансовые затраты за счет дополнительных затрат на обслуживание самого искусственного интеллекта, но со временем эти затраты окупятся с лихвой, так как искусственный интеллект способен значительно повысить надежность технических средств предотвратить аварии на нефте- газопроводе, а также

предотвратить разрушение поршневого компрессора, что в итоге значительно улучшает экологическую обстановку на суше и на море.

Список литературы

1. Суриков Д.Г. Причины разрушения зубьев зубчатых передач и меры по предотвращению разрушения зуба / Д.Г. Суриков, А.А. Маликов, В.В. Лихошерст, Е.В. Шалобаев, В.Е. Старжинский // Справочник. Инженерный журнал. – 2011.– № 10. – С.6-13.
2. Суриков Д.Г. Обзор возможных отказов редукторов электроприводов / Д.Г. Суриков, В.Е. Старжинский, Е.В. Шалобаев, Р.Т. Толочка // Известия ТулГУ/ – 2011. – Вып. 5. – Ч. 2. – С. 277-286.
3. Суриков Д.Г. Обзор отказов редукторов электроприводов / Д.Г. Суриков, В.Е. Старжинский, Е.В. Шалобаев, Р.Т. Толочка // Электроцех. – 2012. – №6. – С.13-17.
4. Суриков Д.Г. Разработка методики предупреждения отказов механических трансмиссий мехатронных приводов трубопроводной арматуры // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2015. – №5. – С. 296-304.
5. Оскома А.А., Суриков Д.Г. Инновационный способ (технология) изготовления пружин как средство повышения надежности машин и механизмов. // Интернаука. – 2020. – №5(87) – С. 51-52.
6. Оскома А.А. Диагностирование поршневых компрессоров корабельных систем сжатого воздуха на основе временного анализа их индикаторных диаграмм // Тезисы доклада на итоговом заседании постоянно действующего семинара при Доме Ученых РАН “Информационные технологии в транспортной и стационарной энергетике”. – СПб.: Санкт-Петербургская Инженерная Академия, 1998. – 5 с.
7. Оскома А.А. Статистический метод диагностирования компрессоров воздуха высокого давления, как эффективный способ повышения безопасности их эксплуатации // Межвузовский сборник научных трудов “Проблемы безопасности на транспорте”. Материалы конференции ППС государственных образовательных учреждений высшего профессионального образования. – СПб.: ГМА им. адм. С.О. Макарова, 1997. – 2 с.

References

1. Surikov D.G., Malikov A.A., Likhosherst V.V., Shalobaev E.V., Starzhinsky V.E., The reasons for the destruction of the teeth of gear gears and measures to prevent the destruction of the tooth // Engineering journal. – 2011. – No. 10. – P. 6-13.
2. Surikov D.G. Overview of the possible failures of gearboxes drives / D.G. Surikov, V.E. starzhinsky, E.V. Shalobaev, R.T. Tolocka // News TulSU. – 2011. – Vol. 5. – Part 2. – P. 277-286.

3. Surikov D.G. Review of the failures of gearboxes drives / D.G. Surikov, V.E. Starzhinsky, E.V. Shalobaev, R.T. Tolocka // *Elektrotsekh.* – 2012. – No. 6. – P. 13-17.
4. Surikov D.G. Development of methods for preventing failures of mechanical transmissions of mechatronic drives of pipeline fittings // *Fundamental and applied problems of engineering and technology.* – 2015. – No. 5. – P. 296-304.
5. Oskoma A.A., Surikov D. G. Innovative method (technology) of manufacturing springs as a means of improving the reliability of machines and mechanisms. // *Interscience.* – 2020. – No. 5 (87). – P. 51-52.
6. Oskoma A.A. Diagnostics of piston compressors of shipboard compressed air systems based on the time analysis of their indicator diagrams // Abstracts of the report at the final meeting of the permanent seminar at the House of Scientists of the Russian Academy of Sciences "Information technologies in transport and stationary energy". – SPb.: St. Petersburg Engineering Academy, 1998. – 5 p.
7. Oskoma A.A. Statistical method for diagnosing high-pressure air compressors, as an effective way to improve the safety of their operation // Interuniversity collection of scientific papers "Problems of transport safety". Materials of the conference of teaching staff of state educational institutions of higher professional education. – SPb.: GMA named after Adm. S.O. Makarov, 1997. – 2 p.

<p>Оскома Анатолий Архипович – кандидат технических наук, начальник хозяйственного отдела, Университет ИТМО, г.Санкт-Петербург, Россия, oscoma1@yandex.ru</p>	<p>Oskoma Anatoly Arkhipovich – candidate of technical science, Head of the Economic Department, ITMO University, Saint-Petersburg, Russia, oscoma1@yandex.ru</p>
<p>Суриков Дмитрий Геннадьевич – кандидат технических наук, начальник департамента эксплуатации объектов недвижимости, Университет ИТМО, г.Санкт-Петербург, Россия, surikov77@mail.ru</p>	<p>Surikov Dmitry Gennadyevich – candidate of technical science, Head of the Department of Real Estate Objects Operation, ITMO University, Saint-Petersburg, Russia, surikov77@mail.ru</p>

Received 05.03.2021