

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ПОРШНЕВЫХ МАШИН И ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ ЗА СЧЕТ ВНЕДРЕНИЯ ПРУЖИН, ПОЛУЧЕННЫХ НОВЫМ СПОСОБОМ

Оскома А.А., Суриков Д.Г.

Университет ИТМО, г.Санкт-Петербург

Ключевые слова: повышение надежности, поршневые машины, трубопроводная арматура, пружины сжатия, тарельчатые пружины, предохранительная арматура, регуляторы давления, жаропрочная пружина, новый способ (технология) изготовления цилиндрических пружин сжатия.

Аннотация. В статье приведена область применения пружин сжатия, описаны последствия выхода их из строя в наиболее ответственных областях промышленности, представлена новая технология изготовления пружин сжатия, проведено сравнение габаритных и силовых характеристик новых пружин с традиционными витыми и тарельчатыми пружинами.

IMPROVING THE RELIABILITY OF PISTON MACHINES AND PIPELINE VALVES THROUGH THE INTRODUCTION OF SPRINGS OBTAINED IN A NEW WAY

Oskoma A.A., Surikov D.G.

ITMO University, St. Petersburg

Keywords: reliability improvement, piston machines, pipeline valves, compression springs, disc springs, safety valves, pressure regulators, heat-resistant spring, a new method (technology) of manufacturing cylindrical compression springs.

Abstract. The article describes the scope of compression springs, describes the consequences of their failure in the most critical areas of industry, presents a new technology for the manufacture of compression springs, compares the overall and power characteristics of new springs with traditional twisted and disc springs.

Анализ аварий и поломок машин и механизмов, применяемых на морских и речных судах, на железнодорожном транспорте, на АЭС, на ТЭЦ, в грузоподъемных механизмах, в трубопроводном транспорте и т.п. показал, что имеют место быть, на данном этапе развития нашей страны, случаи поломки цилиндрических пружин сжатия. Эти пружины выполняют ответственную работу в регуляторах давления, предохранительной арматуре, специальных демпферах, поршневых компрессорах, ДВС и т.п.

Как правило, эти машины, механизмы и устройства работают в тяжелых условиях, при высоких или низких температурах, высоком давлении и постоянных циклических нагрузках. В полостях этих машин, механизмов и устройств могут находиться и агрессивные среды.

К примеру, несрабатывание предохранительного клапана в системе судовой гидравлики может привести к тяжелым последствиям с возникновением пожара и затоплением отсека, что может привести не только к невыполнению поставленной задачи, но и к материальным потерям и

человеческим жертвам. А несрабатывание предохранительной арматуры системы охлаждения ядерного реактора может привести к разрыву трубопровода системы охлаждения, и как следствие - к выбросу радиоактивной воды в окружающую среду. В поршневых машинах, таких как двигатели внутреннего сгорания и поршневые компрессоры выход из строя впускных или выпускных клапанов приводит к остановке оборудования, как правило, в неудобный – ответственный момент.

Причем проведенный анализ показал, что выше приведенные факты имеют место быть именно в настоящее время в большей степени, чем это было при СССР, когда металлургические заводы в нужном количестве и в нужном калибре изготавливали жаропрочную пружинную проволоку, в том числе и прямоугольного сечения. Поэтому нужную проволоку и заготовки наша промышленность до недавнего времени закупала в Европе, но в связи с антироссийскими санкциями это сейчас стало невозможным. И некоторые производители пытаются найти замену тем маркам стали, которые уже прошли испытание временем, другими марками сталей, без должного испытательного цикла, что и приводит к уменьшению межремонтного периода машин и механизмов в связи с быстрой поломкой пружин. В данное время также снизилось качество технического и инструментального контроля производимой продукции.

Поэтому повышение надежности и долговечности пружин сжатия напрямую связано с повышением надежности и долговечности машин, механизмов и оборудования, применяемых на морских и речных судах, на железнодорожном транспорте, на АЭС, на ТЭЦ, в грузоподъемных механизмах, в трубопроводном транспорте.

В современных условиях цилиндрические пружины сжатия изготавливаются из проволоки (прутков) пружинных сталей круглого или прямоугольного сечения методом холодной или горячей навивки, с использованием специальных навивочных станков с нагревом или без нагрева заготовки. На этих станках в процессе навивки происходит скручивание и растяжение заготовки (проволоки или прутка) и как следствие смещение слоев металла относительно друг друга, что в свою очередь не позволяет снижать индекс пружины $i = D/d$ для увеличения ее силы, то есть для получения большей силы пружины нельзя без контрольно увеличивать диаметр сечения заготовки.

Как известно, существуют эксплуатационные и конструктивные методы повышения надежности машин и механизмов.

Авторы данной статьи предлагают конструктивный метод повышения надежности пружин сжатия, за счет применения нового способа изготовления, минуя процесс навивки. Но используя заготовки из необходимой жаропрочной марки стали в виде круга необходимого диаметра (наружного диаметра пружины) изготавливается заготовка для пружины на токарно-фрезерном станке с ЧПУ или с помощью гидрорезки (либо плазменной резки). В том случае если нужны единичные экземпляры, можно изготовить и

на обычном токарном станке при достаточной подготовленности токаря и точности токарного станка.

Предлагаемая пружина может быть в виде спирали, как обычная витая пружина, либо иметь другой вид упругих элементов, вырезанных симметрично фрезой относительно центра.

Дальнейшая доводка пружины производится уже известными способами торцовка (если требуется), термообработка (закалка, старение) и т.д.

Данный способ (технология) позволяет уменьшить индекс пружины $i = D/d$ (для спиральной пружины) и тем самым значительно увеличить ее силу. То есть при одинаковых внешних габаритных размерах пружина, изготовленная данным способом, по силе не уступает тарельчатой пружине, как показали предварительные расчеты. Расчеты показали, что, меняя геометрию обработки заготовки, можно либо уменьшить, либо увеличить силу пружины при неизменных внешних размерах.

Процесс изготовления предлагаемых пружин не сложнее изготовления тарельчатой пружины и стоимость изготовления ее ниже тарельчатой в разы. В тех механизмах, где используется две обычных витых пружины сжатия (пружина в пружине), достаточно установки одной пружины, полученной новым способом. В процессе изготовления не происходит смещения слоев металла, что повышает надежность пружины сжатия.

Изготовленные данным способом опытные образцы пружин уже показали свою эффективность, так как они изготавливаются из заготовок в виде круга всех необходимых пружинных сортов (марок) сталей, которые российская промышленность выпускает в требуемых количествах.

Таким образом, предложенный новый способ (технология) изготовления цилиндрических пружин сжатия – фрезерованием или гидрорезкой (либо плазменной резкой) из заготовки в виде круга, может значительно повысить надежность и долговечность наиболее ответственных поршневых машин, механизмов и трубопроводной арматуры, увеличить межремонтные сроки и тем самым снизить себестоимость технического обслуживания.

Список литературы

1. Оскома А.А. Разработка метода и средств диагностирования поршневого компрессора и элементов системы сжатого воздуха перспективных ПЛА. Дисс. ... канд. техн. наук. Санкт-Петербург, 1999.
2. Суриков Д.Г. Конструкторско-технологические методы повышения надежности планетарных редукторов мехатронных приводов трубопроводной арматуры. Дисс. ... канд. техн. наук. Санкт-Петербург, 2016.

Сведения об авторах:

Оскома Анатолий Архипович – к.т.н., начальник хозяйственного отдела Университета ИТМО, г. Санкт-Петербург;

Суриков Дмитрий Геннадьевич – к.т.н., начальник департамента эксплуатации объектов недвижимости Университета ИТМО, г. Санкт-Петербург.