

К ВОПРОСУ ОЧИСТКИ СЖАТОГО ВОЗДУХА ДЛЯ ПНЕВМОСИСТЕМ

П. Р. Бартош¹, Л. Г. Филипова², Я. А. Чикилевский³¹ К. т. н., доцент, кафедры «Гидропневмоавтоматика и гидропневмопривод» АФ, Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь, e-mail: gra_atf@bntu.by² Старший преподаватель кафедры «Гидропневмоавтоматика и гидропневмопривод» АФ, Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь, e-mail: gra_atf@bntu.by³ Студент кафедры «Гидропневмоавтоматика и гидропневмопривод» АФ, Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь, e-mail: yarikch29@gmail.com**Реферат**

Пневматические системы широко используются в различных отраслях промышленности. Такие системы обладают рядом преимуществ: скорость, простота конструкции, невысокая цена и многое другое. А поскольку энергия сжатого воздуха используется в качестве рабочего тела в пневматических устройствах, качество самого воздуха является одним из основных критериев в работе всей пневматической системы. Мелкие частицы грязи, воды или масла, попадающие в пневматическую систему, значительно ухудшают ее работу или приводят к выходу из строя всей системы. Поэтому для очистки сжатого воздуха от посторонних частиц в пневматических системах используется специальное оборудование для очистки воздуха.

Ключевые слова: пневматическая система, сжатый воздух, очистка, фильтр-влагоотделитель, испытание, герметичность.

TO THE ISSUE OF COMPRESSED AIR CLEANING FOR PNEUMATIC SYSTEMS

P. R. Bartosh, L. G. Filipova, Y. A. Chikilevsky

Abstract

Pneumatic systems are widely used in various industries. Such systems have a number of advantages: speed, simplicity of design, low price, and more. And since compressed air energy is used as a working medium in pneumatic devices, the quality of the air itself is one of the main criteria in the operation of the entire pneumatic system. Small particles of dirt, water or oil entering the pneumatic system significantly impair its operation or lead to breakdown of the entire system. Therefore, to purify compressed air from unwanted particles, special equipment for air purification is used in pneumatic systems.

Keywords: pneumatic system, compressed air, cleaning, filter drier, testing, tightness.

Введение

Широкое распространение в современном мире нашли системы, в которых применяется энергия сжатого воздуха. Такие системы используются на производственных и добывающих предприятиях, в быту, в медицине, в пищевой, парфюмерной и химической промышленности. Обязательным критерием надежного функционирования электропневматических систем (ЭПС) является качество очистки сжатого воздуха от загрязнений, которые, оказывая физическое, химическое и электролитическое воздействие на элементы электропневмоавтоматики, снижают их долговечность в несколько раз. Помимо этого могут вызывать следующие проблемы: потерю качества при обработке поверхностей; простои оборудования, имеющего пневмопривод; выход из строя приборов регулировки и измерения и другое. Сжатый воздух содержит пять основных видов загрязнений: вода (в жидком и парообразном виде), капли масла, масляный туман, твердые частицы. Загрязнения в сжатом воздухе содержатся в виде аэрозолей, т. е. дисперсных образований, состоящих из твердых или жидких частиц, взвешенных в воздушной среде.

Для устранения данных проблем необходимо использовать и правильно подбирать системы воздушной очистки. В состав этих систем должны входить такие устройства как осушители воздуха, охладители, фильтры и влагоотделители. Все эти элементы предпочтительно устанавливать как можно ближе к месту использования воздуха.

К вопросу очистки сжатого воздуха для пневмосистем

Выбор воздушного фильтра играет важную роль для обеспечения пневматической системы сжатым воздухом хорошего качества. Параметром фильтра сжатого воздуха является размер ширины ячейки фильтрующего элемента, от которого зависит размер наименьших частиц, задерживаемых фильтром.

Собранный конденсат должен удаляться из отстойника прежде, чем он достигнет верхнего уровня, иначе конденсат вновь будет вовлекаться в движение потоком воздуха (рисунок 1).

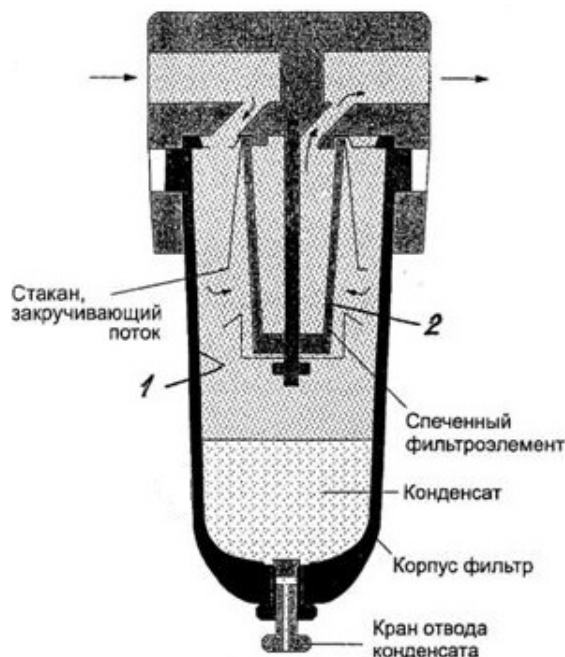


Рисунок 1 – Фильтр сжатого воздуха

При постоянном поступлении конденсата его целесообразно удалять автоматически, а не вручную. В этом случае используется автоматическое устройство для отвода конденсата, содержащее поплавок, который при достижении определенного предельного уровня конденсата открывает с помощью рычага сопло. Протекающий через сопло сжатый воздух воздействует на поршень затвора седельного клапана, открывая канал для удаления конденсата из корпуса фильтра. Если поплавок достигает своего нижнего уровня, то сопло закрывается, и процесс сброса конденсата прекращается. При этом также возможно и ручное удаление конденсата из его накопителя.

Входящий в воздушный фильтр (рисунок 1) сжатый воздух протекает через направляющий аппарат – стакан с лопатками, закручивающий поток, который приводит воздух во вращательное движение. Под воздействием центробежных сил частицы воды и твердые загрязнения выделяются из потока воздуха. Они устремляются к внутренней стенке 1 корпуса фильтра. Предварительно очищенный воздух затем протекает через фильтрующий элемент 2. Здесь происходит дальнейшее отделение частиц загрязнений, размеры которых больше, чем ширина ячеек фильтрующего элемента. В нормальных фильтрах размеры ячеек находятся в диапазоне 5..40 мкм.

Бывает, что для потребителя крайне нежелательно наличие в воздухе паров масла. В таком случае используется фильтр тонкой очистки (рисунок 2).

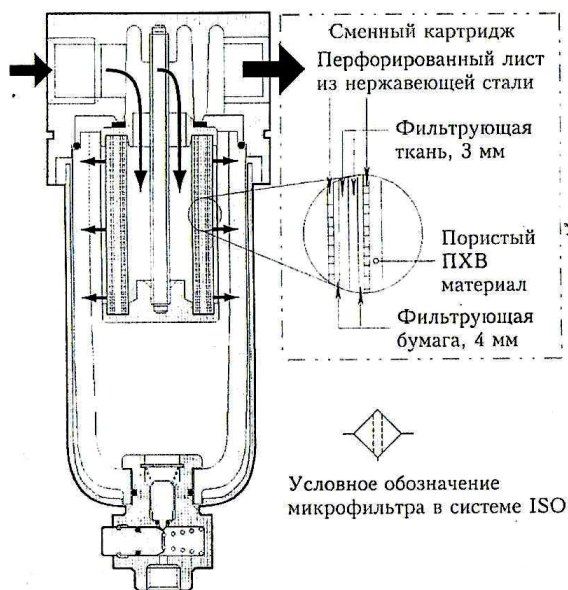


Рисунок 2 – Фильтр тонкой очистки

Поток воздуха через входное отверстие сначала направляется в центр патрона фильтра и затем выходит наружу через выпускное отверстие. Пыль улавливается фильтрующим элементом. Что касается масляных паров и водяного тумана, то они превращаются в жидкость в фильтрующем материале за счет слияния мелких капель в более крупные (это явление носит название коалесценции, из-за чего и сами фильтры иногда называются коалесцентными). Затем эти крупные капли оседают на стенках патрона и собираются на дне стакана.

Для обеспечения максимальной защиты таких специальных устройств как прецизионное измерительное пневматическое оборудование, устройства для окраски методом электростатического напыления, устройства для чистки и осушки электронных узлов и т.п. применяются фильтры сверхтонкой очистки, которые удаляют практически все масло и воду, а также мельчайшие частицы размером до 0,01 мкм.

Принцип работы фильтра сверхтонкой очистки такой же, как и у фильтра тонкой очистки, с той лишь разницей, что в нем фильтрующий элемент имеет дополнительные слои с более высокой фильтрующей способностью.

Выбор размера воздушного фильтра, необходимого для каждого конкретного случая, зависит от двух факторов:

1. Величины максимального расхода сжатого воздуха, потребляемого пневматическим оборудованием.
2. Максимально допустимого падения давления в системе.

Для того чтобы можно было правильно подобрать размеры фильтра, следует запросить у изготовителя его характеристики (графики зависимости расхода от давления).

Необходимо отметить, что в некоторых случаях из-за низкой скорости потока воздуха одного стандартного фильтра может оказаться недостаточно для эффективного удаления загрязнений.

При длительной эксплуатации установки фильтрующий элемент необходимо заменить, так как он может засориться отфильтрованными частицами. С увеличением степени загрязненности фильтра возрастает его сопротивление потоку газа. Поэтому потери давления на фильтре становятся больше.

Для определения срока замены фильтра необходимо проводить визуальный контроль или измерение перепада давления на фильтре.

Периодичность замены фильтрующего элемента зависит от состояния сжатого воздуха, от количества воздуха, потребляемого пневматической системой, и от размеров фильтра. Обслуживание фильтра предполагает:

- замену или очистку фильтрующего элемента;
- удаление конденсата.

При выполнении работ по очистке фильтра должны использоваться чистящие вещества, рекомендуемые производителем фильтрующего элемента.

Давление сжатого воздуха, поступающего от компрессора, подвержено колебаниям. Эти колебания давления питания отрицательно сказываются на скорости движения штоков цилиндров и на характеристиках переключения клапанов, дросселей, реле времени и распределителей с памятью.

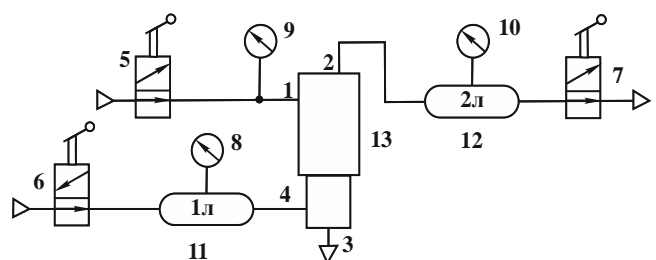
Таким образом, постоянство давления питания является необходимым условием нормальной работы пневматических систем управления. Чтобы в пневмосистеме поддерживать постоянное давление питания, за фильтром сжатого воздуха (по течению потока) устанавливается регулятор давления (редукционный клапан), задачей которого является поддержание постоянного давления на выходе, несмотря на колебания давления и изменения расхода сжатого воздуха на входе. Установка в систему нескольких регуляторов давления позволяет независимо друг от друга поддерживать различные давления питания в отдельных ее частях. На практике установлено, что наилучшими и с экономической, и с технической точки зрения значениями давления питания являются:

- 0,6 МПа (6 бар) – для исполнительной части пневмосистемы;
- 0,3...0,4 МПа (3...4 бар) – для управляющей части.

Более высокий уровень давления приведет к неэкономичному расходованию энергии и ускорению износа элементов пневмосистем, тогда как более низкий уровень давления отрицательно скажется на эффективности работы пневмоэлементов и, прежде всего, элементов исполнительной части.

Каждый собранный фильтр должен быть подвергнут испытаниям на работоспособность и герметичность. Определение работоспособности и герметичности фильтра производится на экспериментальной установке (рисунок 3).

Установка содержит воздушный баллон 11, магистрально подключенный через кран 6 управления подачей воздуха ко входу 4 фильтра 13. Вход 1 соединен напрямую с краном 5. Выход 2 соединен через ресивер 12 с краном 7. Заполнение воздушного баллона сжатым воздухом и поддержание необходимого давления (0,7...0,72 МПа) в процессе проверки обеспечивается компрессорной установкой (на рисунке 3 не показана). Контроль давления осуществляется манометрами 8, 9, 10.



1, 2, 3, 4 – вывод; 5, 6, 7 – кран; 8, 9, 10 – манометр; 11, 12 – ресивер; 13 – фильтр

Рисунок 3 – Пневматическая схема стенда для проверки фильтра сжатого воздуха на работоспособность и герметичность

Методика проверки фильтра сжатого воздуха на работоспособность и герметичность проводится согласно ГОСТ 24054-80. Порядок проведения испытаний:

1. Испытания проводить при температуре от плюс 15 до плюс 25 °С.
2. Подключение влагонаслоотделителя для испытаний производить согласно схеме, изображенной на рисунке 2.
3. Проверить влагонаслоотделитель на работоспособность и герметичность.
4. Подать воздух под давлением $P_1 = 1,24$ МПа в вывод 1. Трижды подать и выпустить воздух в вывод 4 под давлением $P_4 = 0,7$ МПа.
5. Подать воздух под давлением $P_1 = 1,24$ МПа в вывод 1. Предохранительный клапан должен быть закрыт.

Утечка воздуха из выхлопного окна (вывод 3) не должна превышать $1,33 \times 10^{-7}$ м³/с. Утечка воздуха по месту стыка составных частей влагонаслоотделителя не допускается.

Метод испытаний на герметичность – пузырьковый по ГОСТ 24054-80.

Допускается проверку герметичности влагонаслоотделителя производить манометрическим методом по ГОСТ 24054-80.

7. Медленно подавать воздух в вывод 1. При достижении в выводе 1 давления P_1 от 1,25 до 1,55 МПа должен сработать предохранительный клапан. Воздух через выхлопное окно должен выходить в атмосферу.
8. Подать воздух давлением $P_1 = 0,8$ МПа в вывод 1. При этом в выводе 2 должно установиться такое же давление – $P_2 = 0,8$ МПа. Медленно подавать воздух в вывод 4. При достижении в выводе 4 давления P_4 от 0,18 до 0,7 МПа должен сработать предохранительный клапан. Воздух через выхлопное окно должен выходить в атмосферу.

Сбросить воздух из вывода 4 – $P_4 = 0$ МПа. Предохранительный клапан должен закрыться.

Утечка воздуха из выхлопного окна не должна превышать $1,33 \times 10^{-7}$ м³/с.

Заключение

Преимущества сжатого воздуха как надежного, многосторонне применяемого и безопасного в работе, проявляется лишь тогда, когда он предоставляется потребителю требуемой чистоты. Именно поэтому очистка сжатого воздуха является одной из приоритетных задач на предприятиях, где используется пневматическое оборудование. Для этой цели используют различные средства очистки воздуха, в частности, фильтры. Фильтры очистки сжатого воздуха обеспечивают необходимую степень очистки. Они надежны, просты в эксплуатации и не требуют подключения к источникам энергии. Однако, как бы ни была хороша конструкция фильтра, для сохранения эффективности он требует регулярного технического обслуживания, что означает регулярную чистку всех деталей, включая фильтрующий элемент.

Список цитированных источников

1. Желтовский, Б. Ю. Исследования и испытания гидропневмосистем машин: учебно-методическое пособие для вузов / Б. Ю. Желтовский, М. Г. Халамонский, В. С. Шевченко. – Минск: УП «Технопринт», 2004. – 204 с.
2. Пашков, Е. В. Электропневмоавтоматика в производственных процессах: учеб. пособие / Е. В. Пашков, Ю. А. Осинский, А. А. Четверкин; под ред. Е. В. Пашкова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Севастополь : Изд-во СевНТУ, 2003. – 496 с.
3. Изделия машиностроения и приборостроения. Методы испытаний на герметичность. Общие требования : ГОСТ 24054-80.

References

1. ZHeltovskij, B. YU. Issledovaniya i ispytaniya gidropnevmosistem mashin: uchebno-metodicheskoe posobie dlya vuzov / B. Yu. ZHeltovskij, M. G. Halamonskij, V. S. Shevchenko. – Minsk: UP «Tekhnoprint», 2004. – 204 s.
2. Pashkov, E. V. Elektropnevmoavtomatika v proizvodstvennyh processah: ucheb. posobie / E. V. Pashkov, Yu. A. Osinskij, A. A. CHetverkin; pod red. E. V. Pashkova. – 2-e izd., pererab. i dop. – Sevastopol' : Izd-vo SevNTU, 2003. – 496 s.
3. Izdeliya mashinostroeniya i priborostroeniya. Metody ispytaniy na germetichnost'. Obshchie trebovaniya : GOST 24054-80.

Материал поступил в редакцию 13.10.2020