

## ПОДГОТОВКА СЖАТОГО ВОЗДУХА

Санкт-Петербург, ООО «ЭС ЭМ СИ ПНЕВМАТИК»

Корпорация SMC ([www.smc-pneumatik.ru](http://www.smc-pneumatik.ru)) является мировым лидером в области пневматических технологий и в создании новых высококачественных пневматических компонентов, направленных на поддержку самых современных разработок в сфере промышленной автоматизации. В пневматических системах управления в качестве энергоносителя выступает сжатый атмосферный воздух, энергия которого преобразуется в механическую энергию исполнительных устройств путем воздействия на их поршень или лопасть.

Процесс подготовки сжатого воздуха состоит в удалении из него разного рода примесей в виде твердых, жидких и газообразных включений, таких как пыль, конденсат, окалина, компрессорное масло, продукты износа пневмо-оборудования и другие загрязнители. Качество очистки определяется областью применения сжатого воздуха, требованиями потребителя и выбором оборудования, соответствующего данным требованиям. Процесс подготовки сжатого воздуха включает в себя также регулирование давления и сглаживание его колебаний, а при необходимости - подачу смазки для пневматических устройств.

Устройства подготовки сжатого воздуха включают в себя осушители и водоотделители, ресиверы, фильтры разной степени очистки, регуляторы и реле давления, маслораспылители.

Рациональный выбор и снижение затрат на обслуживание систем подготовки сжатого воздуха является важной темой исследования компании SMC, которая начинала свою деятельность именно с производства фильтрующих элементов из спеченных бронзовых порошковых материалов. Поэтому высокий уровень качества подготовки воздуха является результатом накопленного опыта и корпоративной нормой. Продолжающиеся в этом направлении исследования приводят к разработке новых материалов и конструкций фильтрующих устройств. Применяемые ранее сменные фильтрующие материалы из спеченного бронзового порошка сменяются полимерными фильтрующими элементами, обладающими существенно лучшими эксплуатационными характеристиками. Срок службы таких элементов в два раза больше и составляет 2 года, потери давления значительно меньше, а стоимость ниже.

Одним из параметров качества подготовки сжатого воздуха является количество содержащейся в нем влаги. В атмосферном воздухе всегда присутствует определенное количество водяного пара, которое зависит от влажности воздуха и его температуры. При понижении температуры атмосферного воздуха можно достичь такого ее значения, при котором воздух предельно насыщается влагой. Если температура воздуха будет понижаться ниже этой точки, влага больше не сможет удерживаться в воздухе в прежнем количестве и часть ее начнет выпадать в виде миниатюрных капель, именуемых конденсатом. Это значение температуры называется точкой росы. Температура точки росы зависит от давления сжатого воздуха и с увеличением давления повышается. Термин "точка росы сжатого воздуха" используется в технической документации промышленных осушителей для обозначения влажности сжатого воздуха в момент, когда он покидает осушитель. Понятие температуры точки росы сжатого воздуха означает то ее значение, при котором водяной пар, содержащийся в сжатом воздухе при указанном давлении, будет конденсироваться в воду.

После окончательного сжатия воздух будет иметь высокую температуру. По мере его охлаждения будет происходить конденсация влаги, и в воздушную систему будет поступать большое количество воды, которую необходимо удалять. Наиболее эффективным способом удаления большей части конденсата является охлаждение воздуха на выходе сразу же после сжатия. Охладители сжатого воздуха представляют собой теплообменники с воздушным или водяным охлаждением.

### Охладитель воздушного типа



Рис. 1

Охладитель представляет собой систему трубопроводов, по которым пропускается сжатый воздух. Снаружи эти трубопроводы охлаждаются потоком холодного воздуха, поступающего от вентилятора. Температура охлажденного сжатого воздуха примерно на 15°С выше, чем температура охлаждающего воздуха (рис.1).

### Охладитель водяного типа.

В водяном охладителе такая же система трубопроводов монтируется в стальном корпусе. По трубам пропускают сжатый воздух, а в корпусе циркулирует холодная вода. Температура охлажденного сжатого воздуха примерно на 10°С выше, чем температура охлаждающей воды. Для удаления накопившегося в охладителе конденсата служит автоматическое сливное устройство (рис. 2).



Рис. 2

### Осушители воздуха

Температура воздуха после охладила может оказаться выше, чем температура окружающей среды, через которую будет проходить трубопровод. В такой ситуации сжатый воздух будет продолжать охлаждаться, в результате чего может выпасть большое количество конденсата. Осушка воздуха принципиально сводится к снижению точки росы. В промышленности применяется три основных вида осушителей воздуха, которые работают по принципу абсорбции, адсорбции или охлаждения.

### Абсорбционная осушка

Принцип действия заключается в пропускании потока сжатого воздуха через специальное осушающее вещество. Им может быть обезвоженный мел или хлористый магний. Эти вещества сохраняют после контакта с влагой твердое состояние. Основным преимуществом этого способа очистки являются его низкие первоначальные и эксплуатационные затраты. Температура сжатого воздуха на входе в осушитель не должна превышать 30° С.

### Осушитель адсорбционного типа



Рис. 3

В вертикальную камеру помещают специальные химикаты, такие как силикагель или активированный глинозем в гранулах. При прохождении сжатого воздуха через эту камеру гранулы химикатов осаждают на своей поверхности содержащуюся в нем влагу. Как только осушающий агент насыщается влагой, он подвергается регенерации путем осушения за счет нагрева или за счет пропускания через него предварительно осушенного воздуха. При помощи этого метода можно добиться очень низких значений точки росы - например,  $-40^{\circ}\text{C}$  (рис. 3).

#### Осушка охлаждением (рефрижераторная)



Рис. 4

Осушитель рефрижераторного типа представляет собой механический агрегат, состоящий из охлаждающего контура и двух теплообменников. Влажный, нагретый до высокой температуры воздух подвергается предварительному охлаждению в первом теплообменнике за счет передачи части тепла охлажденному воздуху на выходе из осушителя. Далее воздух охлаждается по принципу отвода тепла в холодильнике за счет испарения фреона или его заменителя в охлаждающем контуре второго теплообменника. При этом вода и масляный туман конденсируются и автоматически сливаются. Через первый теплообменник проходит возвратная труба, заполненная холодным сухим воздухом, которая и отбирает тепло из подводимого воздуха, имеющего высокую температуру. Благодаря этому, предупреждается образование конденсата в зоне выпуска воздуха, увеличивается объем воздуха и снижается его относительная влажность. Температура на входе может достигать  $60^{\circ}\text{C}$ , а при помощи современных способов можно получить температуру на выходе  $2^{\circ}\text{C}$  (рис.4).

## Мембранный осушитель воздуха



Рис. 5

Мембранный осушитель сжатого воздуха применяется при повышенных требованиях к содержанию влаги в воздухе: прецизионное оборудование (воздушные опоры, лазеры, измерительные приборы и т.д.), производство полупроводников. Медицина, сушка и очистка деталей, окраска электростатическим напылением. Мембранный осушитель понижает точку росы до  $-20^{\circ}\text{C}$  и имеет встроенный индикатор степени осушения. В осушителе воздуха используются тонкие волокна со сквозным отверстием, легко пропускающие молекулы воды, но препятствующие прохождению молекул газов (рис.5).

## Магистральный фильтр



Рис. 6

Для удаления из сжатого воздуха загрязнений, паров масла и воды за ресивером должен быть установлен фильтр с высокой пропускной способностью. Этот фильтр должен иметь минимальное сопротивление потоку сжатого воздуха и при этом обеспечивать удаление паров масла, попавших в воздух из компрессора, во избежание образования эмульсии при контакте масла с конденсатом, присутствующим в магистрали. В магистральном фильтре отсутствует дефлектор, для правильного функционирования которого требуется определенный минимальный перепад давления. Для обеспечения регулярного сброса накопившегося конденсата предусмотрено устройство автоматического слива. Как правило, магистральные фильтры имеют быстросменный фильтрующий элемент (рис.6).

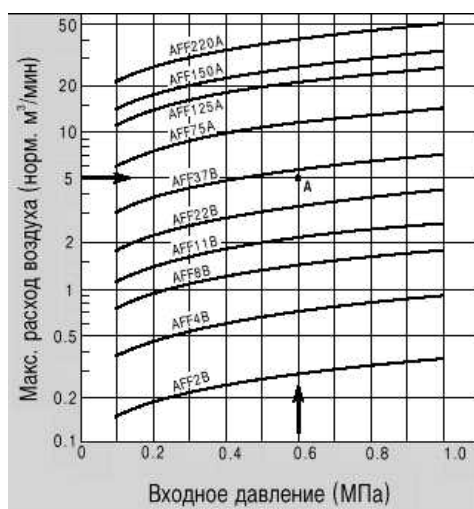


Рис. 7

Модель фильтра выбирается по значениям входного давления и максимального расхода сжатого воздуха с использованием графика расходной характеристики (рис.7).

### Водоотделитель



Рис. 8

Предназначен для удаления из сжатого воздуха капельной влаги и водяного тумана. Принцип действия основан на эффекте слияния мелких капель в более крупные в фильтрующем элементе (явление коалесценции). Образовавшиеся крупные капли оседают на стенках фильтрующего элемента и стекают на дно резервуара. Водоотделитель удаляет более 99 % воды, имеет высокую пропускную способность, создает минимальный перепад давления и автоматический отвод конденсата (рис.8).

### Фильтры тонкой очистки (микрофильтры)

Иногда для потребителя крайне нежелательно наличие в воздухе паров масла. В таком случае используется 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. Масляные пары и водяной туман превращаются в жидкость в

фильтрующем материале за счет слияния мелких капель в более крупные. Затем эти крупные капли оседают на стенках патрона и собираются на дне стакана.

Микрофильтр предназначен для удаления из сжатого воздуха паров масла (удаляет 99,9 % паров масла) и механических частиц размером свыше 0,3 мкм. Микрофильтр имеет высокую пропускную способность и встроенный индикатор контроля состояния фильтрующего элемента (перепада давления).

### **Субмикрофильтр**

Субмикрофильтр предназначен для финишной очистки сжатого воздуха от паров масла и твердых частиц размером свыше 0,01 мкм и применяется для защиты прецизионного и измерительного оборудования.

### **Субмикрофильтр с предфильтром**

Субмикрофильтр с предфильтром представляет собой комбинацию из микрофильтра и субмикрофильтра и предназначен для финишной очистки сжатого воздуха от паров масла и твердых частиц размером свыше 0,01 мкм. Преимуществом этого оборудования является экономия средств и монтажного пространства.

### **Выбор фильтра**

Размеры воздушного фильтра, необходимого для каждого конкретного случая, зависят от двух факторов:

1. Величины максимального расхода сжатого воздуха, потребляемого пневматическим оборудованием.

2. Максимально допустимого падения давления в системе.

В некоторых случаях из-за низкой скорости потока воздуха одного стандартного фильтра может оказаться недостаточно для эффективного удаления загрязнений.

Выбор схемы подготовки сжатого воздуха, ее конфигурации и состава, включая входящие в нее аппараты, зависит от требований к степени очистки, области применения пневмосистемы, а также от класса чистоты сжатого воздуха по международному стандарту DIN ISO 8573-1 и российскому ГОСТ 17433-80.