

2. Питер Д. Трибология – возникновение и будущие задачи / Первая международная конференция «Энергодиагностика»: Сборник трудов. М., 1995. – Т. 3. – С. 3–28.

3. Вибромониторинг и диагностика – основа достоверной информации о состоянии ГПА. / С. Зарицкий, А. Стрельченко, В. Тимофеев и др. // Газотурбинные технологии, 2000. – № 5. С. 24–26.

УДК 658.512

Маслов М.Ю.

## **ОСОБЕННОСТИ РАСЧЁТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПНЕВМОСЕТЕЙ**

*Белорусский национальный технический университет*

*г. Минск Республика Беларусь*

*Научный руководитель: канд. техн. наук,  
доцент Комаровская В.М.*

Ошибки при проектировании системы распределения сжатого воздуха приведут к высоким счетам за электроэнергию, низкой производительности и плохой работе пневматического инструмента.

Существуют три основных положения, которые необходимо выполнить при проектировании систем распределения сжатого воздуха:

1. Низкий перепад давления между компрессором и точкой потребления.

2. Минимум утечек из распределительного трубопровода.

3. Эффективное отделение конденсата, если осушитель сжатого воздуха не установлен.

Это основные требования, относящиеся к магистральным трубопроводам, и они обязательно должны соблюдаться для того, чтобы избежать дальнейших проблем в пневмосети. Кроме того, соблюдение этих требований поможет уложиться в рамки запланированного потребления сжатого воздуха как для текущих, так и для будущих нужд.

Стационарные распределительные сети сжатого воздуха должны иметь такие размеры, чтобы падение давления в трубопроводах не превышало 10 кПа между компрессором и наиболее удаленной точкой потребления. К этому следует добавить падение давления в со-

единительных гибких шлангах, шланговых соединениях и другой арматуре. Особенно важно правильно подобрать размеры этих компонентов, так как на таких соединениях часто возникает наибольший перепад давления.

Следовательно, основная цель при проектировании - это обеспечение минимального перепада давления от компрессора до потребителя на всей протяженности пневмосети и соблюдение стандартов чистоты сжатого воздуха установленных для потребителя.

Класс чистоты сжатого воздуха устанавливается в зависимости от трех показателей:

- 1) размер твердых частиц и их количество в  $\text{м}^3$  сжатого воздуха;
- 2) содержание влаги в сжатом воздухе,  $\text{г}/\text{м}^3$ ;
- 3) содержание масла в  $\text{мг}/\text{м}^3$  сжатого воздуха.

Эти требования устанавливаются в соответствии с международным стандартом ISO 8573-1.

В паспорте каждого потребителя сжатого воздуха указывается класс чистоты сжатого воздуха, требуемый для его нормального функционирования. Несоблюдение этого класса может привести к сокращению срока службы этого оборудования, либо выходу его из строя.

Лучшее решение включает проектирование системы трубопроводов в виде кольцевой линии с замкнутым контуром вокруг зоны, в которой будет происходить потребление воздуха. Затем от контура к различным точкам потребителя прокладываются ответвления. Это обеспечивает равномерную подачу сжатого воздуха, несмотря на интенсивное прерывистое использование, поскольку воздух направляется к фактической точке потребления с двух сторон. Эту систему следует использовать для всех установок, за исключением случаев, когда некоторые точки большого расхода воздуха расположены на большом расстоянии от компрессорной установки. Затем к этим точкам подводится отдельная основная труба.

Одним из основных элементов пневмосети является ресивер. В каждую компрессорную установку входит один или несколько ресиверов воздуха. Их размер зависит от мощности компрессора, системы регулирования и требований потребителя к воздуху. Воздушный ресивер образует буферную зону хранения сжатого воздуха, уравнивает пульсации компрессора, охлаждает воздух и собирает конденсат.

Для компрессоров с регулятором скорости (VSD) требуемый объем воздушного ресивера существенно уменьшается. Когда спрос на сжатый воздух требует больших количеств в течение коротких периодов времени, экономически нецелесообразно рассчитывать размер компрессора или трубопроводной сети исключительно для этого экстремального режима потребления воздуха. Рядом с точкой потребителя должен быть установлен отдельный воздушный ресивер, размеры которого должны соответствовать максимальной производительности по воздуху. В более экстремальных случаях используется меньший компрессор высокого давления вместе с большим ресивером для удовлетворения краткосрочных потребностей в большом объеме воздуха через длительные промежутки времени.

Простой метод оценки нынешней и будущей потребности в воздухе – это вычисление потребности в воздухе для подключенного оборудования и коэффициента использования. Для этого типа расчета требуется список машин с соответствующими данными о потреблении воздуха и ожидаемыми коэффициентами использования. Если данные по потреблению воздуха или коэффициенту использования недоступны, можно использовать стандартные значения из списков. Коэффициент использования инструментов иногда трудно оценить, поэтому расчетные значения следует сравнивать с измеренным потреблением в аналогичных приложениях. Например, крупные пневматические потребители, такие как шлифовальные машины и пескоструйные аппараты, часто используются в течение длительного времени (3–10 минут) при непрерывной работе, несмотря на их низкий общий коэффициент использования. Это нельзя действительно охарактеризовать как прерывистый режим работы, и необходимо оценить, сколько машин будет использоваться одновременно, чтобы оценить общее потребление воздуха. Производительность компрессора в основном определяется общей номинальной потребностью в сжатом воздухе. Скорость свободного выходного потока компрессора должна покрывать этот расход воздуха. Расчетная резервная мощность в первую очередь определяется стоимостью потери продукции в результате потенциального отказа сжатого воздуха. Количество компрессоров и их взаимные размеры определяются в основном требуемой степенью гибкости, системой управления и энергоэффективностью. В установке, в которой только один компрессор подает сжатый воздух (из-за ограничений по

стоимости), систему можно подготовить для быстрого подключения переносного компрессора в рамках обслуживания. Более старый компрессор, используемый в качестве резервного источника, может использоваться как недорогой резервный источник питания.

УДК 621.528.12

Мацкевич Э.П.

## **ИОННЫЙ ИСТОЧНИК ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ DLC-ПОКРЫТИЙ МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОЙ АБЛЯЦИИ**

*Белорусский национальный технический университет*

*г. Минск Республика Беларусь*

*Научный руководитель: канд. техн. наук,*

*доцент Комаровская В.М.*

Ионный источник – устройство для получения направленных потоков (пучков) ионов. Наиболее эффективное в получение ионов по мнению авторов работы [1] возможно путём воздействия на твёрдое тело мощным лазерным излучением.

Лазеры активно применяются для нанесения алмазоподобных покрытий методом лазерной абляции. В свою очередь лазеры делятся на твердотельные и газовые (CO<sub>2</sub>).

Твердотельный лазер – это лазер, в котором в качестве активной среды используется вещество, находящееся в твердом состоянии.

В газовых (CO<sub>2</sub>) лазерах, в качестве активной среды выступает углекислый газ CO<sub>2</sub>.

На рисунке 1 представлена схема твердотельного лазера.

В состав входит гранатовый стержень 1 и два параллельных зеркала: непрозрачное 2 и полупрозрачное (выходное) 3, частично пропускающее лазерное излучение. Оптическую накачку лазера обеспечивает импульсная лампа 4, которая включается при замыкании ключом 5 источника напряжения 6 на батарею конденсаторов 7. Необходимое охлаждение лазера обеспечивает система 8. Спиральная импульсная лампа 4 окружает рубиновый стержень 1. Вспышка включенной лампы позволяет сформировать импульс света продолжительностью 0,5 мс [2]. Данная схема обладает рядом преимуществ: