

УДК 621.512

ПУТИ УМЕНЬШЕНИЯ ЭНЕРГОЗАТРАТ В ПНЕВМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Осинский Ю. А., Якимчук Н. В. кан. тех наук, Педченко А.В.
Дочернее предприятие «Фесто», г.Киев

Рассмотрена актуальность проблемы утечек сжатого воздуха из пневматической системы. Показаны методы определения величины утечек, проведен анализ их применения. Разработаны рекомендации для уменьшения потерь сжатого воздуха.

There is adduced actuality of problem compressed air leak from pneumatic system. There are shown methods of leakage size determination, carried out analysis of their using. There is developed recommendations for compressed air loss decreasing.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

Наибольшую долю затрат при производстве сжатого воздуха составляет стоимость потребленной энергии. Эксперты утверждают, что около 50% себестоимости продукции составляют энергозатраты на ее изготовление. И эта цифра в дальнейшем будет увеличиваться в связи с нестабильностью энергетического рынка. Поэтому в последние годы большое внимание в мире начали уделять энергосберегающим технологиям.

Элементная база пневматики, как правило, представлена в виде приводов исполнительных органов. Она является наибольшим потребителем воздушной энергии. А система управления приводами состоит из трубопроводов, фитингов, распределителей и вспомогательных систем очистки и подготовки воздуха. Потери сжатого воздуха в пневматической системе можно представить в виде диаграммы (рис.1).

Наибольшие потери воздуха:

- до 20%, наблюдаются в местах соединения трубопроводов;
- до 18% сжатого воздуха теряется за счет ошибок при проектировании пневматической системы питания;
- эксплуатация распределителей с изношенными уплотнениями и манжетами приводит к потерям 12% сжатого воздуха;
- в пневмоцилиндрах до 10%;

- для работы морально устаревших схем управления пневмоцилиндрами нужно использовать до 30% больше воздуха.

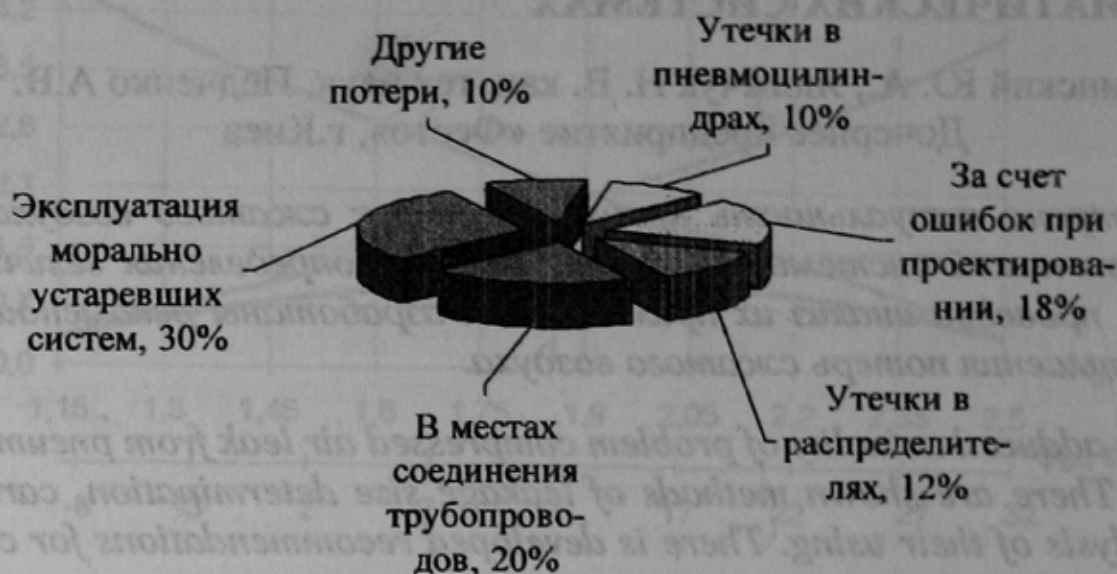


Рисунок 1 – Диаграмма потерь воздуха в пневматической системе

Понятно, что обеспечить абсолютно герметичную систему подачи сжатого воздуха к пневмоцилиндрам невозможно. Например, по Европейским стандартам потери сжатого воздуха из системы со скоростью от 10,2 до 10,5 мбар x л./с. считается допустимым, то есть потеря давления до 0,6 бар для системы с рабочим давлением в точке потребления 7 бар есть приемлемым условием эксплуатации системы.

Наряду с этим приходится констатировать тот факт, что отечественные производители не всегда серьезно воспринимают опасность потерь сжатого воздуха из системы и их вреда для окружающей среды.

Объяснить это можно, прежде всего, низкой культурой отечественного производства, а также тем, что процесс потерь воздуха существенно отличается от потерь гидравлического масла или электрической энергии.

Анализ исследований и публикаций:

Результаты экспериментальных исследований потерь воздуха из пневматической системы приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Таблица утечек воздуха через отверстия в трубопроводе

Диаметр отверстий, мм	Утечки воздуха (давление 6 бар), л/с	Эквивалентные утечки энергии, кВт·ч
1	1,3	0,3
2	11,1	3,1
3	31	8,3

Если вытек воздуха в атмосферу осуществляется через отверстие диаметром от 1 до 3 мм, при магистральном давлении в системе 6 бар, то за секунду через отверстие 2 мм теряется около 11 литров воздуха, а через отверстие 3 мм – 31 литр, что эквивалентно соответственно 3,1 кВт/ч и 8,3 кВт/ч затрат электроэнергии. А дальше нетрудно сосчитать сумму утраченных средств (например, через отверстие 3 мм до 500 гривен за месяц). Следует отметить, что приведенные в таблице данные отвечают режиму работы, когда питание включено, но оборудование не работает. Такие потери составляют около 30% от общих, а остальные 70% потерь проявляются при динамическом режиме работы.

Постановка задачи. Закономерно возникает вопрос – можно ли измерить величину и установить место потерь? Наиболее распространенным способом для их измерения есть способ поддержки давления в ресивере компрессора. Этот способ базируется на определении времени циклов работы компрессора (рис. 2)

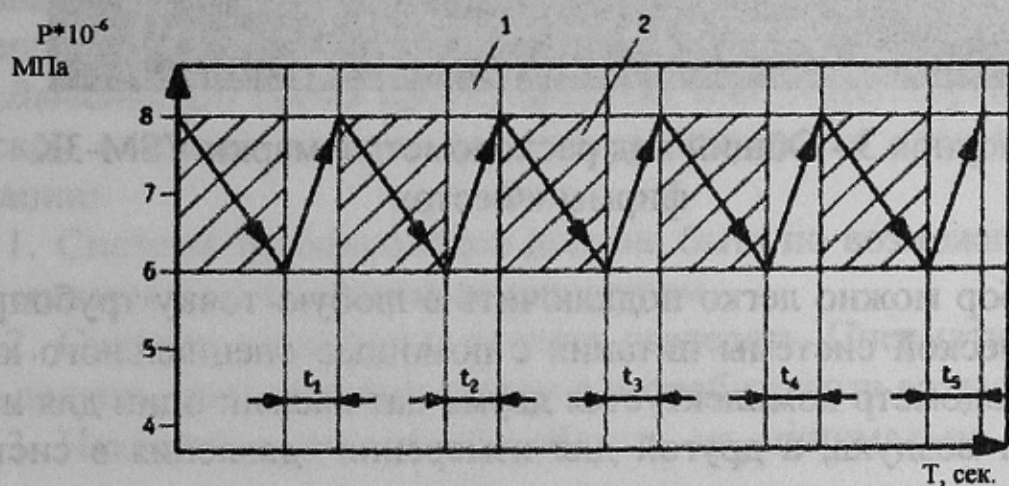


Рис.2 Диаграмма зависимости изменения давления в ресивере от времени

Время $t_1, t_2 \dots t_i$ измеряется с помощью секундомера. Затраты воздуха определяются по формуле

$$G_L = \frac{V_k \sum_{i=1}^n t_i}{T},$$

где G_L - расход утечек воздуха; V_k - техническая производительность компрессора; t_i - время работы i -го цикла; n - число замеренных циклов; T - общая продолжительность измерения.

Однако этот способ имеет один существенный недостаток, он точный лишь для режима, когда питание включено, а оборудование не работает.

Изложение материала и результаты:

Более мобильным и простым, на наш взгляд, есть расходомер марки VSM-3K фирмы Фесто (рис.3), который может измерять потери воздуха в диапазоне затрат от 1,5 литров/мин до 3000 литров/мин с погрешностью до 2,5%.

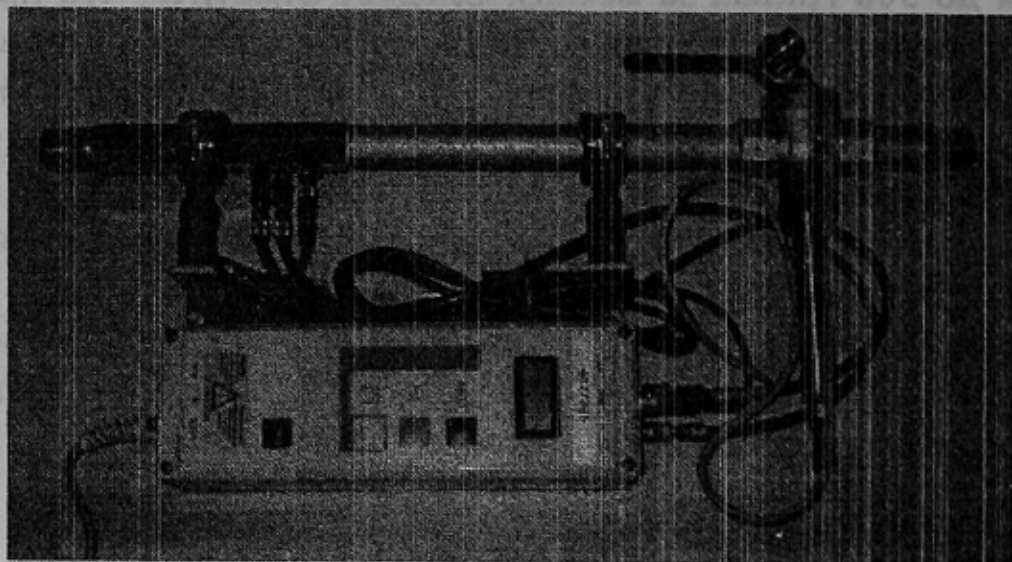


Рисунок 3 - Общий вид расходомера марки VSM-3K фирмы «Фесто»

Прибор можно легко подключить в любую точку трубопровода пневматической системы питания с помощью специального коллектора. Расходомер комплектуется двумя датчиками: один для измерения затрат воздуха, а другой для измерения давления в системе и блоке управления, которые через специальную шину соединяются с компьютером. Результаты измерений обрабатываются и анализируются с помощью специального программного обеспечения.

Таким прибором можно измерять затраты сжатого воздуха в устройствах и оснащении при разных режимах их работы и опреде-

литель величину потерь воздуха в каждой точке измерения. Таким образом, можно проводить анализ схем управления и определять состояние износа пневмоцилиндров. Результаты замеров с показателями изменения затрат воздуха и величин потерь до и после модернизации можно представить в удобной для исследования форме и единицах измерения (рис.4).

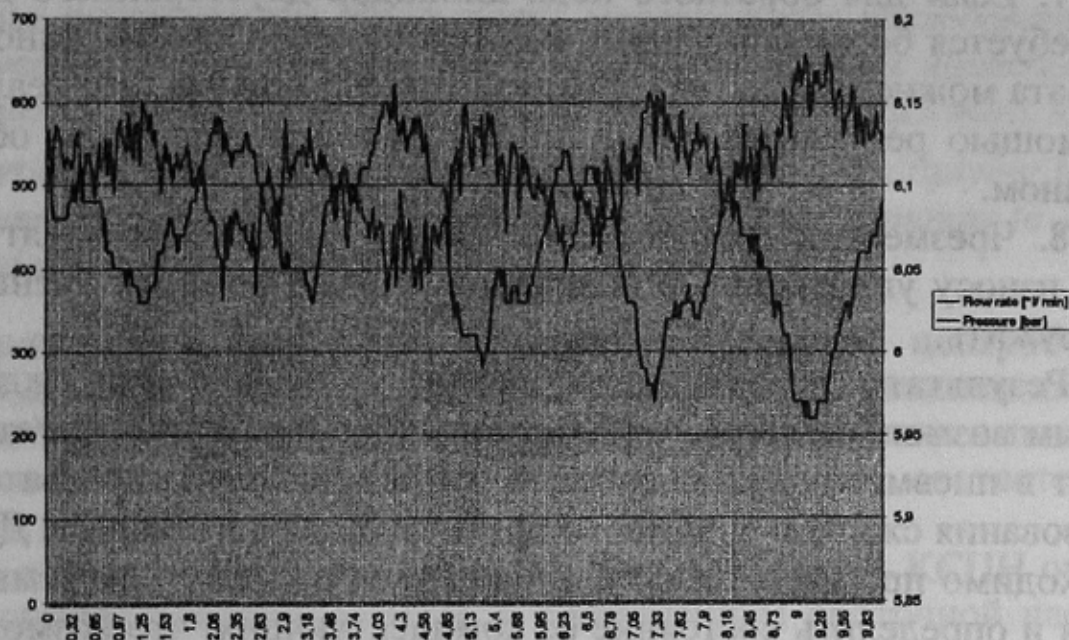


Рисунок 4 - График изменения расхода и давления во время работы пневматической системы

Определение величины потерь воздуха из системы есть лишь первым этапом на пути уменьшения энергозатрат. Второй этап - это усовершенствование работы пневматической системы.

Выводы. Во время проектирования или реконструкции пневматической системы следует помнить и выполнять следующие рекомендации:

1. Система трубопроводов должна быть по возможности короткой с минимально допустимым диаметром.
2. Системы управления следует разделять. Пневматические системы должны располагаться рядом с потребителями воздуха.
3. Наиболее экономично работать на минимально возможном давлении.
4. Необходимо использовать цилиндры одностороннего действия там, где это возможно, вместо цилиндров двустороннего действия, поскольку первые потребляют воздух только для прямого хода.

5. Устройства для чистки, обдувки и т. п. расходуют очень много воздуха. Целесообразно использовать для них давление 2 бара, а не 6 бар из сети, что дает экономию воздуха около 50%.

6. Тройники являются источником больших потерь давления из-за значительной турбулентности, что приводит к повышению давления в сети. Рациональнее использовать коллектор с большими отверстиями.

7. Если для обратного хода цилиндра двустороннего действия не требуется большого усилия и время возврата не критично, то для возврата можно использовать более низкое давление. Это реализуется с помощью регулятора с параллельным или встроенным обратным клапаном.

8. Чрезмерные нагрузки на штоки цилиндров приводят к быстрому износу уплотнений и появлению утечек, которые очень трудно обнаружить.

Результаты проведенного анализа позволяют утверждать, что первым возможным шагом относительно сбережения энергетических затрат в пневматических системах есть определения показателей использования сжатого воздуха во время работы механизмов. Для этого необходимо провести тестирование пневматической системы управления и определить состояние ее комплектующих, что возможно при помощи специальных приборов, подбор и подключение которых есть одной из составных процесса энергосбережения.

Список источников.

1. Бабилов М. А. Элементы и устройства автоматики: Учеб. пособие для студентов вузов / М. А. Бабилов, А. В. Косинский. – М.: Высш. шк., 1975. – 464 с.
2. Волков С. П. Проектирование автоматизированных систем управления производственным оборудованием / С. П. Волков, Ю. К. Сопин, В. А. Тараненко. – Севастополь: КМУ Сев-ГТУ, 1994. – 85с.

Дата поступления статьи в редакцию: 31.10.06