

- простая регрессия — предполагает построения элементарной зависимости одного параметра от другого, причем это могут быть как измеряемые, так и рассчитываемые по формулам, задаваемым пользователем, величины. При работе в этом режиме на графике отображается набор данных, характеризующий распределение значений выбранных параметров, линия тренда и значение критерия достоверности аппроксимации;

- множественная регрессия позволяет формировать модели, отображающие фактическую зависимость одного параметра от множества других. Получаемые с его помощью эталонные зависимости, определенные по заведомо "правильной" информации, в дальнейшем используются для решения задач диагностирования физических и поведенческих дефектов объектов. Модуль позволяет графически сопоставлять на временной оси измеренные и вычисленные значения параметра, соответствующего функции, аппроксимирующей сформированную зависимость.

Основной эффект от внедрения системы АИСТ заключается в том, что ее использование позволяет обеспечить качественно новый уровень управления ТП котельных с использованием измерительного оборудования нового поколения и современных информационных технологий. Возможности системы ориентированы на обеспечение бесперебойного и качественного

*Чипулис Валерий Павлович — д-р техн. наук, ген. директор ЗАО "ВИРА", Институт автоматики и процессов управления ДВО РАН, г. Владивосток.  
Контактные телефоны (4232) 317-544, 310-221.  
[Http://www.vladvira.ru](http://www.vladvira.ru)*

## О ПОВЫШЕНИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ, МОНИТОРИНГЕ И ДИАГНОСТИКЕ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Д.А. Марченко (ООО "ФЕСТО-РФ")

*Сжатый воздух, используемый в пневмосистемах промышленного оборудования, является одним из самых дорогих энергоносителей. Предложены пути снижения потребления энергии за счет устранения утечек, мониторинга за расходом сжатого воздуха и оптимизации пневматической схемы, реализуемые на базе оборудования компании Festo.*

*Ключевые слова: пневмосистемы, энергоэффективность, сжатый воздух, утечки, мониторинг.*

За последние несколько лет в большинстве отраслей промышленности обострилась ценовая конкуренция, что в свою очередь ставит перед компаниями задачу оптимизации своих затрат, включаемых в себестоимость продукции. В этой статье мы рассмотрим один из путей сокращения эксплуатационных издержек производства — повышение эффективности использования сжатого воздуха и снижение уровня его потребления, поскольку именно оптимизация этих расходов, а не экономия на стоимости комплектующих, дает наибольший экономический эффект, каждый день увеличивая размер сэкономленных средств.

Сжатый воздух, используемый в пневмосистемах промышленного оборудования, является одним из самых дорогих энергоносителей и вторым по популярности после электроэнергии. В Европе на генерацию сжатого воздуха тратится порядка 3,65 млрд. евро в год. Как показывает практика, в среднем около

теплоснабжения, поддержание оптимальных (энергоэффективных) эксплуатационных режимов котельных, а также получение реального экономического эффекта и, как следствие, сдерживание роста тарифов на тепловую энергию и горячую воду.

В настоящее время ведутся работы по проектированию, разработке и внедрению информационно-аналитических систем мониторинга и анализа котельной г. Большой Камень (вторая очередь, первая завершена в 2007 г.), инженерной инфраструктуры спорткомплекса "Спартак" и системы теплопотребления ОАО "Радиоприбор" (17 тепловых узлов) (г. Владивосток).

### Список литературы

1. *Бабенко В.Р., Кузнецов Р.С., Орлов С.И., Чипулис В.П.* Система мониторинга и анализа режимов функционирования потребителей тепловой энергии // Информатизация и системы управления в промышленности. 2005. №7.
2. *Бабенко В.Н., Виноградов А.Н., Малышко А.В., Михальцов А.С., Орлов С.И., Чипулис В.П.* Автоматизация процессов мониторинга, регулирования и анализа режимов функционирования источников теплоты // Там же. 2004. №1.
3. *Виноградов А.Н., Гербек Ф.Э., Раздобудько В.В., Кузнецов Р.С., Чипулис В.П.* Учет и анализ параметров технологических процессов выработки тепловой энергии // Там же. 2006. №7.

30% сжатого воздуха, вырабатываемого на предприятии, расходуется впустую, что открывает огромный потенциал для экономии средств, расходуемых на обслуживание пневматических систем, производство и подготовку сжатого воздуха.

Причин неэффективного использования сжатого воздуха две — утечки и неоптимальный подбор пневматических элементов/просчеты в построении пневмосхем.

### Утечки сжатого воздуха

Утечки воздуха малозаметны, но приводят к большим экономическим потерям. Так, отверстие в пневмомагистрали диаметром 2 мм приводит к потере более 1000 евро в год (из расчета, что средняя стоимость 1 м<sup>3</sup> сжатого воздуха составляет 0,02 евро).

Причинами утечек могут быть изношенные или некачественные пневмоприводы и распределители,

поврежденные пневмошланги и негерметичные фитинги и т.д. Но самостоятельно найти и устранить причину утечек сжатого воздуха в современном технологическом оборудовании бывает достаточно сложно, поскольку это требует достаточного опыта эксплуатации пневматики, профессиональных знаний и оборудования – дорогостоящих ультразвуковых приборов для определения мест утечек и специального спрея для проверки герметичности фитингов. Таким образом, подавляющему большинству предприятий выявление и устранение утечек оказывается не под силу. Максимум, что службы эксплуатации могут сделать, – это тактильно и на слух проверить наличие утечек в характерных (у штокового уплотнения цилиндра, места соединения фитинга с шлангом и пневмоэлементом, выхлопное отверстие распределителя и т.п.) легкодоступных местах. Для труднодоступных мест уже потребуются специальные приборы. Выходом из сложившейся ситуации может служить обращение к крупным компаниям-поставщикам пневматической аппаратуры. Например, российское представительство концерна Festo, европейского лидера в области пневматических средств автоматизации – компания ООО "ФЕСТО-РФ" имеет в своем арсенале услугу "Энергосбережение". В ее рамках специалисты компании, используя измерительный комплекс (рис. 1), проводят полное обследование пневмосистем предприятия: измеряется потребляемый расход в различных режимах работы оборудования, определяется уровень утечек и выявляются изношенные элементы пневматических систем. Дополнительно к этому проводится контроль эффективности потребления сжатого воздуха, который является вторым дополнительным способом снижения энергопотребления и ощутимо увеличивает результативность мероприятий по энергосбережению. По результатам обследования предлагается программа оптимизации, позволяющая существенно снизить потребление сжатого воздуха. Экономия может составлять >50%. К настоящему моменту уже многие отечественные промышленные предприятия, такие как ОАО "Русал", использовали данную возможность для снижения энергопотребления, достигнув тем самым ощутимой экономии затрат на получение сжатого воздуха.

Вторым способом выявления утечек может служить мониторинг расхода воздуха, потребляемого пневмосистемой оборудования. Интеллектуальная система мониторинга потребления сжатого воздуха GFDM (рис. 2) от компании Festo позволяет проводить

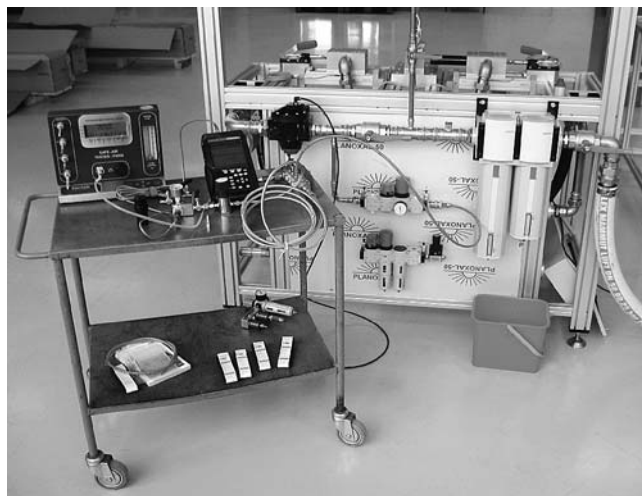


Рис. 1. Измерительный комплекс для выявления утечек в пневмосистеме

контроль и анализ расхода сжатого воздуха на оборудовании, что позволяет оперативно узнать о возникновении утечки, ее месте и принять меры по ее устранению. Система состоит из датчиков расхода (SFE1 или MS6-SFE, последний может входить в состав блока подготовки воздуха), контроллера FDC и системы визуализации (FED или SCADA-VipWin). Контроллер FDC проводит непрерывное сравнение, оценку (на основе графика расхода) и накопление данных о расходе сжатого воздуха, что позволяет выявить утечки и принять превентивные меры прежде, чем произойдет поломка. Контроллер имеет световую индикацию состояния процесса. Возможен мониторинг 16 отдельных процессов или оценка всей системы в целом. Помимо уже упоминавшихся датчиков расхода для постоянного мониторинга уровня утечек в исполнительных приводах можно использовать прецизионные расходомеры Festo серии SFE3, которые способны измерять расход от 0,05 л/мин. Подобные системы мониторинга потребления сжатого воздуха основаны на использовании обыкновенных датчиков расхода, поэтому всегда можно сконфигурировать или модернизировать систему мониторинга для каждого конкретного случая. Важно, что при этом не возникает проблем со встраиванием системы мониторинга в существующие пневмомагистрали.

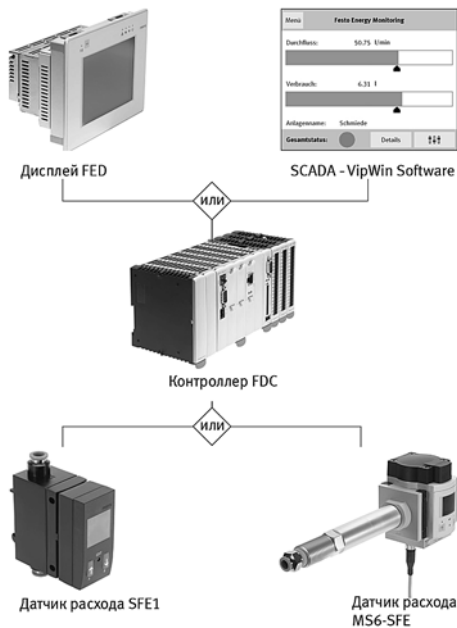


Рис. 2. Система мониторинга потребления сжатого воздуха

### Оптимизация пневматических схем и устранение просчетов в их построении

Наиболее характерными примерами неэффективного использования сжатого воздуха на производстве являются:

- использование сжатого воздуха одного и того же номиналь-

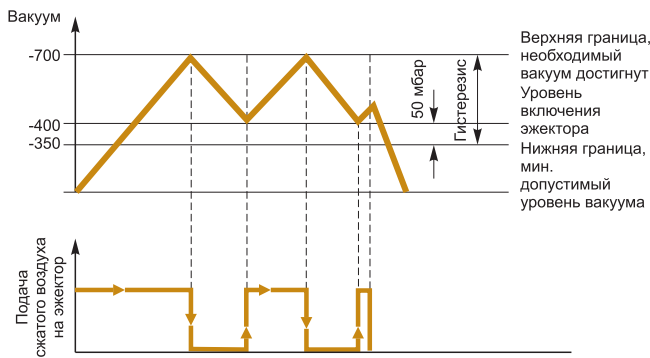


Рис. 3. Схема работы эжектора Festo OVEM

ного давления для всех исполнительных механизмов, независимо от их нагрузки;

- отсутствие в таких системах, как система обдува заготовок, барботажа, распыления, пневмотранспорта, управления диафрагменными насосами, охлаждения шкафов управления и пр. редуктора, понижающего давление. Дело в том, что зачастую для всех этих задач можно использовать сжатый воздух более низкого давления, чем в пневмосети;

- неэффективность использования и генерации вакуума. Примерами могут служить использование более глубокого вакуума, чем требуется, непрерывная подача сжатого воздуха на вакуумный эжектор при длительном времени удерживается детали вакуумной присоской.

*Марченко Денис Александрович* — руководитель группы маркетинга ООО "ФЕСТО-РФ".

Контактный телефон (495) 737-34-00.

[Http://www.festo.ru](http://www.festo.ru) E-mail: [marchenko@festo.ru](mailto:marchenko@festo.ru)

## АНАЛИЗ И ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ФАКТОРОВ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ В ЭЛЕКТРОПРИВОДНЫХ ТУРБОКОМПРЕССОРАХ

О.В. Крюков (ОАО "Гипрогазцентр")

Представлен статистический анализ технического состояния электроприводных газоперекачивающих агрегатов компрессорных станций. Рассмотрены инновационные пути модернизации и проектирования современных САУ электроприводов турбокомпрессоров магистральных газопроводов.

Ключевые слова: электроприводные газоперекачивающие агрегаты, САУ электроприводами турбокомпрессоров, факторы энергоэффективности инноваций.

### Введение

В настоящее время Россия располагает значительными запасами энергетических ресурсов и уникальным по мощности топливно-энергетическим комплексом, который является базой развития экономики страны. Именно энергетический сектор экономики обеспечивает жизнедеятельность всех отраслей отечественной промышленности и определяет формирование основных финансово-экономических показателей, влияющих на благосостояние граждан страны. Экспорт энергоносителей дает до 60 % валютных поступлений России, а вопрос энергосбережения — это вопрос и финансовой безопасности страны. Поэтому природные топливно-энергетические ресурсы, производственный, научно-технический и кадровый потенциал всех отраслей, составляющих ТЭК, является национальным достоянием России.

Главной целью современной энергетической политики страны является бережное и максимально эффективное использование природных ресурсов и потенциала энергетического сектора для неуклонного роста экономики, поддержки новых наукоемких направлений промышленности и повышения качества жизни населения страны [1].

Правительством РФ в рамках энергетической стратегии перед энергетиками поставлены следующие приоритетные задачи:

- полное и надежное обеспечение населения и промышленности России энергоресурсами по доступным, и, вместе с тем, стимулирующим энергосбережение ценам;
- снижение рисков и недопущение развития кризисных ситуаций в энергообеспечении страны;
- снижение удельных затрат на производство и использование энергоресурсов за счет их рационального