

# ПНЕВМАТИКА ДЛЯ ВСЕХ

От теоретических основ к практическим навыкам

# Актуальность образования в Пневматике

Учебно-научный центр Camozzi  
Профессионализм и преданность делу



Миссия Camozzi s.p.a., уже 50 лет высоко ценимая нашими клиентами, – предоставление эффективных и инновационных технических решений, достигаемых за счет безупречного качества, абсолютной надежности и высокой технологичности пневматических компонентов, адаптированных к требованиям промышленности.

В условиях растущего спроса к освоению все более сложных автоматических систем, объединяющих технологии и компоненты различной физической

природы и имеющих различные функциональные назначения, Camozzi предлагает структурированные образовательные программы, включающие широкий спектр знаний – от физических основ пневмоавтоматики, электроники и программирования ПЛК до мехатроники, кибернетики, робототехники и теории решения изобретательских задач.

Эйнштейн говорил: “Высшее искусство учителя – это умение пробуждать радость от творческого выражения и получения знаний”. Фундаментальные

знания в пневматике невозможны в отрыве теории от эмпирики и научного эксперимента. Учебно-научные центры Camozzi по всему миру, в т. ч. в России и Украине, регулярно проводят практически ориентированные обучающие семинары по промышленной пневматике, рассчитанные на специалистов промышленных предприятий и предусматривающие глубокое изучение вопросов, связанных с проектированием, функционированием и обслуживанием пневматических систем.





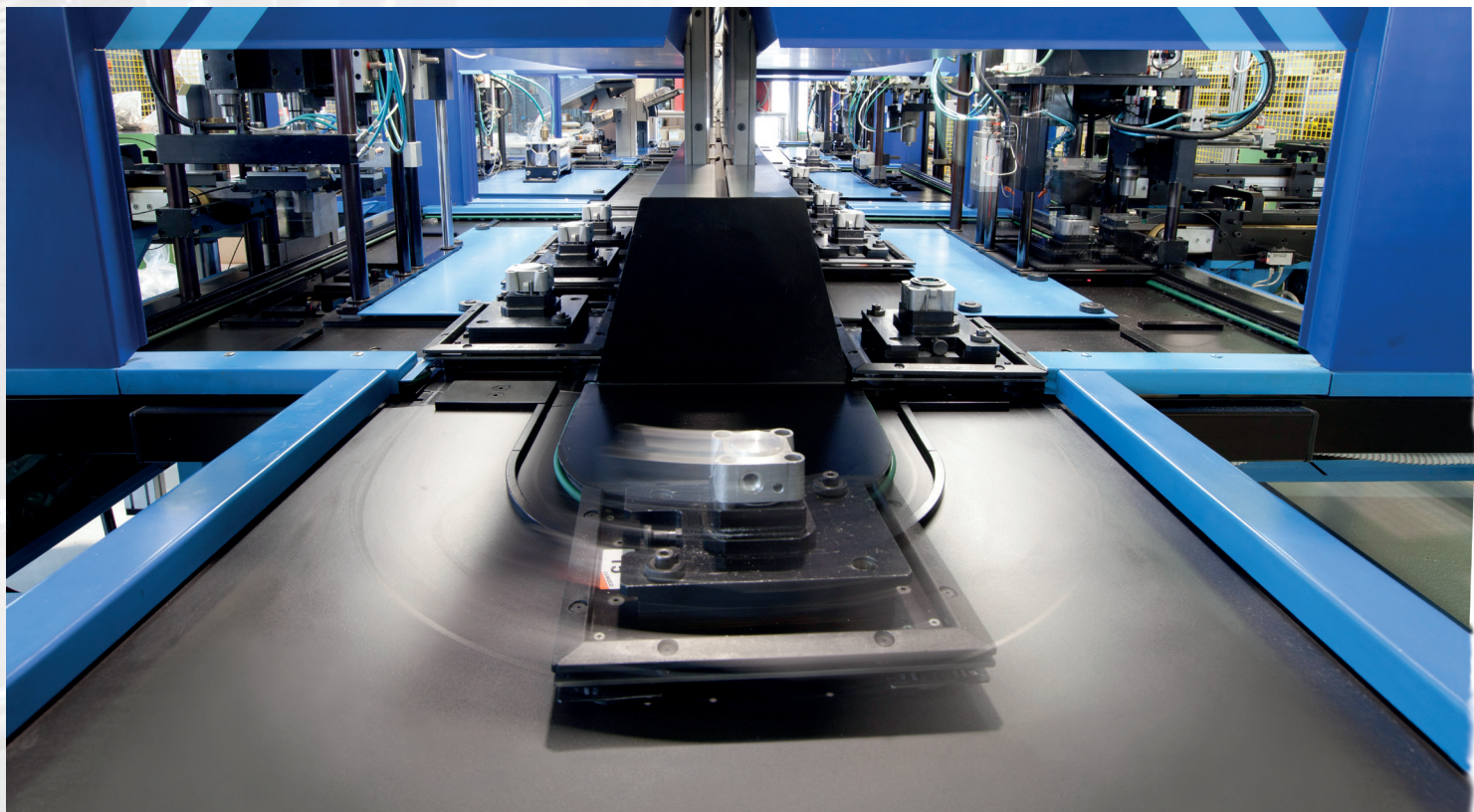






# Использование пневмоавтоматики в промышленном секторе

Знание, воображение, креативность  
Прогресс начинается здесь



Знание – наша самая большая ценность, и когда знание, воображение и креативность соединяются, рождаются идеи, стимулирующие изобретательность, прогресс и рост. Автоматизация средствами пневмоавтоматики уникальна для каждого отдельного сектора промышленности.

Скорость развития технологий требует от производителей пневматики глубокого понимания условий её интеграции в разные промышленные сегменты, из которых вытекают жесткие требования к эксплуатационным свойствам, качеству и надежности выпускаемых пневматических изделий.



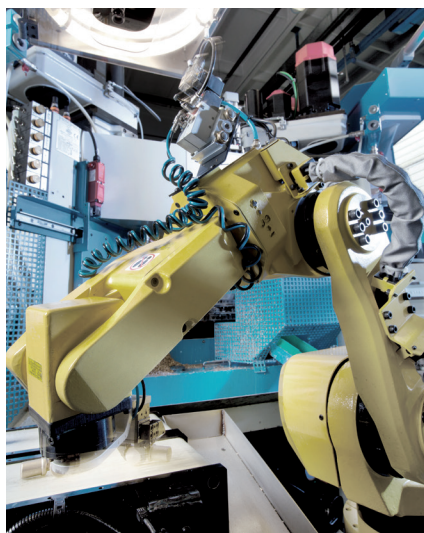
# Camozzi

## Пневматика для всех

Книга написана на основании итальянского дидактического пособия «Пневматическая автоматизация». В книге представлены физические основы функционирования пневмосистем, описаны конструктивные особенности современных пневмокомпонентов, подробно рассмотрена структура привода, и приведена методика синтеза его силовой части, начиная от изучения свойств объектов движения и заканчивая выбором элементов привода, компрессорных станций и магистралей питания. В пособии большое внимание уделено организации систем управления приводами, построенных на законах булевой алгебры и реализован-

ных на пневмомеханических логических элементах или на релейных электротехнических устройствах.

Книга рассчитана на всех энтузиастов, не равнодушных к технике, реализующей управляемое Движение. Её материал будет особенно полезен специалистам промышленности, занятым разработкой и эксплуатацией пневматических приводов и систем, а также студентам профильных колледжей и технических вузов таких кафедр как «Гидравлический и пневматический привод и гидропневмоавтоматика», «Автоматизация технологических процессов и производств», «Робототехника и мехатроника», «Системы приводов» и др.









# СОДЕРЖАНИЕ

## Глава 1

---

### ФИЗИКА

- 12 Воздух
- 13 Атмосферное давление
- 14 Абсолютное и избыточное давление
- 16 Газовые законы. Закон Бойля
- 18 Воздействие температуры на газ
- 19 Газовые законы. Закон Гей-Люссака
- 22 Соотношение между давлением, объемом и температурой
- 25 Давление и расход
- 27 Принцип Паскаля
- 29 Принцип Вентури
- 30 Вопросы механики
- 34 Магнетизм и электромагнетизм

## Глава 2

---

### ПОДГОТОВКА ВОЗДУХА

- 38 Компрессоры
- 40 От компрессора к ресиверу
- 41 Подача воздуха к ресиверу
- 43 Расчет трубопроводов
- 44 Подготовка сжатого воздуха
- 45 Центробежные фильтры
- 46 Коалесцентные фильтры
- 47 Регулятор давления
- 48 Клапан безопасности
- 49 Клапан мягкого пуска
- 50 Регулятор давления без компенсации
- 51 Маслораспылитель

## Глава 3

---

### ЦИЛИНДРЫ

- 56 Принцип действия пневмоцилиндра
- 58 Основные определения
- 59 Изменение давлений в полостях пневмоцилиндра двустороннего действия при выдвигании штока
- 60 Усилия, развиваемые цилиндром
- 61 Конструктивные параметры цилиндров
- 63 Определение параметров цилиндра при действии приложенной нагрузки
- 65 Система торможения пневмоцилиндра в конце хода
- 66 Начало движения цилиндра с системой торможения в конце хода
- 67 Крепления цилиндра
- 68 Присоединение штока
- 69 Напряжения в штоке при сжимающей нагрузке
- 72 Устройства для изменения рабочих характеристик цилиндра:
  - Рычаг
  - Кривошип
  - Зубчатые передачи
  - Клин
- 81 Поворотные цилиндры
- 83 Магнитные цилиндры
- 84 Другие исполнения цилиндров
- 86 Потребление воздуха в пневмосистеме
- 88 Гидравлический тормоз
- 90 Мультипликатор давления

## Глава 4

---

### РАСПРЕДЕЛИТЕЛИ

- 94 Управление потоками сжатого воздуха
- 95 Классификация распределителей
- 96 Распределители клапанного типа
- 98 Принцип действия нормально закрытого распределителя 3/2 клапанного типа
- 99 Принцип действия нормально открытого распределителя 3/2 клапанного типа
- 100 Виды ручного управления распределителями клапанного типа
- 101 Виды механического управления клапанными распределителями
- 102 Минираспределитель клапанного типа



- 103 Распределители 3/2 золотникового типа
- 105 Распределители 5/2 золотникового типа
- 106 Устройства с ручным и механическим управлением
- 107 Типы пневматического управления распределителем
- 108 Прямое электромагнитное управление
- 110 Электропневмоклапаны прямого действия
- 114 Электропневматические распределители с управлением от клапанов пилотов
- 118 Трехпозиционные распределители
- 120 Однонаправленный блокирующий клапан
- 121 Двухнаправленный блокирующий клапан
- 122 Сдвоенный распределитель 3/2
- 123 Логические клапаны обработки сигналов
- 124 Логическая функция НЕТ
- 125 Логическая функция ДА
- 125 Логические функции ИЛИ и И
- 127 Логическая функция ПАМЯТЬ
- 128 Усилитель сигнала
- 129 Пневмодатчик прерывания струи
- 130 Нормальный объемный расход
- 131 Определение параметров распределителей и воздушной магистрали
- 137 Отсечные клапаны
- 138 Устройства регулирования потока
- 140 Типовые режимы работы пневматических приводов
- 143 Использование распределителей при работе на вакуумном давлении
- 144 Реле давления

## Глава 5

---

### СХЕМОТЕХНИКА

- 148 Условные обозначения в пневматике
- 149 Правила создания схемы
- 151 Элементарные схемы
- 155 Одиночный или полуавтоматический цикл
- 156 Непрерывный или автоматический цикл
- 157 Функции третьей позиции распределителей
- 158 Буквенное и графическое представление движения цилиндров
- 160 Сигналы, формируемые концевыми выключателями
- 164 Логические принципы
- 166 Базовые логические функции
- 168 Пример применения основных логических функций
- 169 Применение логических функций «ДА» и «НЕТ»
- 171 Функции «ИЛИ» и «И», реализуемые через соединение распределителей
- 172 Распределитель с памятью
- 174 Пневматический таймер
- 175 Команда начала цикла
- 177 Цикл одиночный или непрерывный
- 178 Команда аварийного останова
- 180 Разработка последовательности
- 181 Диаграмма движения и разработка схемы
- 183 Управление несколькими цилиндрами
- 187 Определение блокирующих сигналов
- 189 Методы устранения блокирующих сигналов
- 197 Метод каскадной памяти
- 202 Повторяющиеся сигналы
- 204 Секвенсор
- 209 Запуск привода от двух кнопок

## Глава 6

---

### ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИКА

- 214 Обозначения в электрике
- 215 Цепи с реле
- 217 Системы управления
- 220 Электропневматические схемы
- 221 Реализация логических функций
- 224 Схемы с самоудержанием для запоминания электрических сигналов
- 226 Схемы с перекидными контактами
- 227 Команды аварийного останова
- 231 Цикл с участием нескольких цилиндров
- 234 Последовательности с блокирующими сигналами



# ГЛАВА 1 ФИЗИКА

- 12 Воздух
- 13 Атмосферное давление
- 14 Абсолютное и избыточное давление
- 16 Газовые законы. Закон Бойля
- 18 Воздействие температуры на газ
- 19 Газовые законы. Закон Гей-Люссака
- 22 Соотношение между давлением, объемом и температурой
- 25 Давление и расход
- 27 Принцип Паскаля
- 29 Принцип Вентури
- 30 Вопросы механики
- 34 Магнетизм и электромагнетизм



## Воздух

Каждая единица объема, обладающая массой и пространственными размерами, определяется как материя и состоит из частиц, называемых молекулами. Материя существует в следующих формах:

- **твердая**, то есть обладающая определенным объемом и формой: молекулы тесно привязаны друг к другу;
- **жидкая**, то есть с определенным объемом, но не формой: молекулы заполняют форму емкости, которая их содержит;
- **газообразная** материя не имеет определенной формы и объема: молекулы свободно перемещаются в пространстве, так что их положение и расстояние между ними постоянно меняются.

В этом разделе остановимся на **сжимаемости** – характеристике, присущей газам, и на двух их свойствах. Для того чтобы подойти к рассмотрению понятия сжимаемости, воспользуемся, в качестве примера, принципом работы велосипедного насоса.

### Рисунок 1

**Рис. 1.1:** Через отверстие, расположенное на выходе насоса, воздух извне **втягивается** в цилиндр (или камеру) при помощи поршня. Затем его объем и форма совпадают по размерам с размерами камеры.

**Рис. 1.2:** Отверстие насоса закрыто и при давлении на поршень, воздух **сжимается**, при этом занимаемый им объем уменьшается.

**Рис. 1.3:** Давление на поршень увеличивается, объем, занимаемый воздухом, уменьшается. Молекулы при сжатии вынуждены располагаться во все меньшем пространстве.

Предположим, что общее число молекул, содержащихся в насосе, составляет 900 и что объем камеры насоса равен  $150 \text{ см}^3$ ; рассчитаем число молекул на каждый  $\text{см}^3$ :

$$\text{число молекул на } \text{см}^3 = \frac{\text{общее число молекул}}{\text{объем}} = \frac{900}{150} = 6$$

При сокращении объемного пространства воздух сжимается, и количество молекул в одном  $\text{см}^3$  увеличивается. Доведа объем со  $150$  до  $100 \text{ см}^3$ , а затем до  $60 \text{ см}^3$ , рассчитаем количество молекул в одном  $\text{см}^3$ :

$$\text{число молекул на } \text{см}^3 = \frac{\text{общее число молекул}}{\text{объем}} = \frac{900}{100} = 9$$

$$\text{число молекул на } \text{см}^3 = \frac{\text{общее число молекул}}{\text{объем}} = \frac{900}{60} = 15$$

Мы можем сделать вывод, что при сжатии воздуха общее число молекул не меняется, но **увеличивается их концентрация в единице объема**.

**Рис. 1.4:** Помимо этого, сжатие имеет свойство оказывать влияние на температуру газа. Действительно, молекулы газа всегда находятся в хаотичном движении с прямолинейной траекторией. При движении они сталкиваются друг с другом и со стенками резервуара. При уменьшении объема молекулы сближаются, увеличивается скорость их движения и количество соударений, что вызывает повышение температуры, как показано на рис. 1.4, часть тепловой энергии передается резервуару.

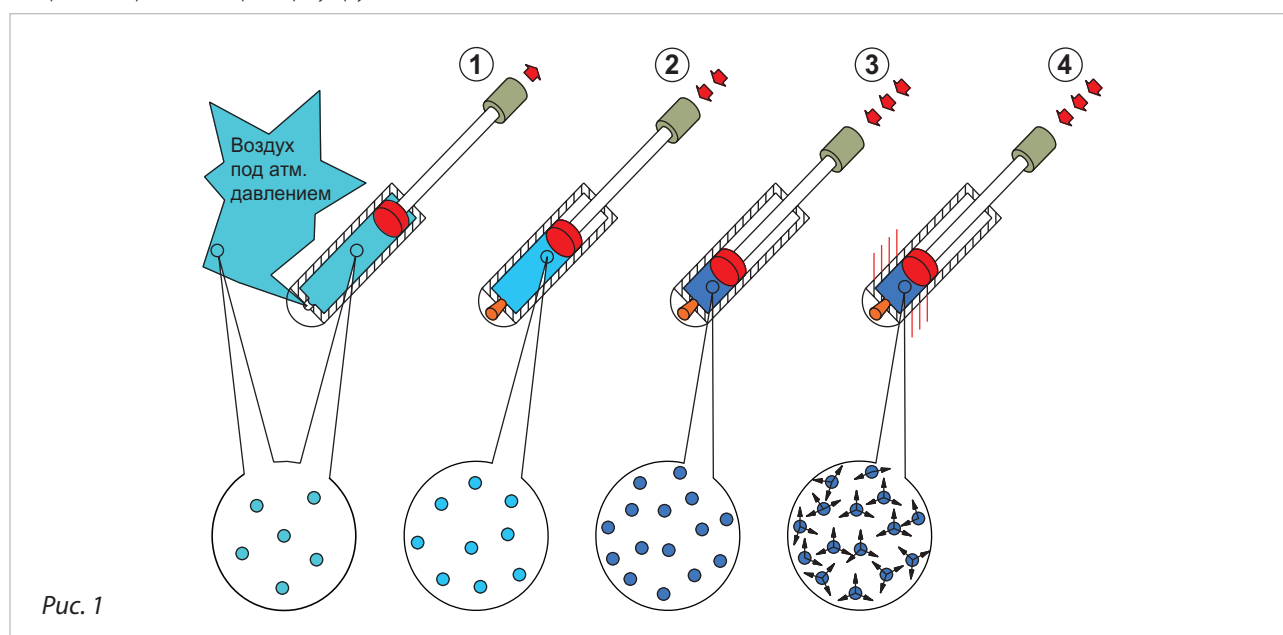


Рис. 1