

A smiling woman with brown hair, wearing a blue long-sleeved polo shirt with the Atlas Copco logo on the chest, stands in a factory. She is holding a silver briefcase in her right hand. The background shows industrial machinery and equipment. In the top right corner, there is a blue square with the Atlas Copco logo. In the bottom left corner, there is a blue triangle containing technical drawings of a pneumatic tool.

*Atlas Copco*

**Обучающая брошюра  
по подключению  
пневматического  
инструмента**

## ВВЕДЕНИЕ

Пневматический инструмент и системы сжатого воздуха широко применяются в промышленности. Настоящая брошюра подготовлена компанией «Атлас Копко» с целью подбора параметров работы систем сжатого воздуха, предоставления общей информации для правильного расчета таких систем и наглядного отображения недостатков и дополнительных расходов, связанных с неверным проектированием системы.



# СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Важность наличия качественной пневматической инфраструктуры</b> .....	<b>4</b>
1.1 Практические примеры для шлифования, сверления, сборки с использованием гайковертов, ударных и импульсных инструментов .....	4
<b>2. Использование правильного давления воздуха</b> .....	<b>8</b>
2.1 Какое падение давления является допустимым? .....	8
2.2 Усовершенствование пневматической линии .....	9
2.3 Ключевые вопросы .....	10
<b>3. Пневматические установки</b> .....	<b>12</b>
3.1 Сборочный инструмент .....	12
3.2 Инструменты для обработки поверхности .....	13
<b>4. Как создать свою пневматическую линию?</b> .....	<b>14</b>
<b>5. Инфраструктура пневматической линии</b> .....	<b>14</b>
5.1 Устройства подготовки воздуха .....	14
5.2 Воздушные фильтры .....	15
5.3 Регуляторы давления воздуха .....	16
5.4 Лубрикаторы .....	16
5.5 Шланги .....	17
5.6 Гибкие переходные шланги .....	18
5.7 Спиральные шланги .....	18
5.8 Балансиры шланговых катушек .....	18
5.9 Устройства защиты от срыва .....	19
5.10 Вертлюги .....	19
5.11 Муфты и ниппели .....	19
5.12 Предохранительные ниппели .....	20
5.13 Шланговые хомуты .....	20
<b>6. Пневматическая установка, рекомендованная компанией «Атлас Копко»</b> .....	<b>21</b>
<b>7. Техническое обслуживание</b> .....	<b>23</b>
7.1 Утечки .....	23
7.2 План технического обслуживания .....	23
<b>8. Безопасность</b> .....	<b>24</b>
<b>9. Что собой представляет сжатый воздух?</b> .....	<b>26</b>
9.1 Сила тяжести на уровне моря .....	26
9.2 Разница между газом и жидкостью .....	27
9.3 Связь между давлением инструмента и расходом воздуха .....	28
9.4 Падение давления .....	29
9.5 Определения .....	29
<b>10. Распределение воздуха</b> .....	<b>30</b>
10.1 Система .....	30
10.2 Кольцевая магистраль и отводы .....	31
10.3 Линия подачи .....	31
10.4 Потребители воздуха .....	31
10.5 Обработка сжатого воздуха .....	32
10.6 Удаление воды из сжатого воздуха .....	32
10.7 Адсорбционный осушитель .....	33
10.8 Прочие методы .....	33
10.9 Необходимость использования водоуловителей и фильтров .....	33
10.10 Стоимость трубопроводной системы .....	33

# 1. ВАЖНОСТЬ НАЛИЧИЯ КАЧЕСТВЕННОЙ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Наличие правильно организованной пневматической инфраструктуры имеет большое значение для длительной работы оборудования и обеспечения высокой производительности. Выбрав необходимый инструмент, следует уделить определенное время организации пневматической инфраструктуры. Для работы при номинальной мощности, пневматическому оборудованию необходимо давление 6,3 (90 ф/д2) бар. Падение рабочего давления на 1 бар (15 ф/д2) приводит к снижению производительности на 25-30%.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИМЕРЫ

### Временные затраты в рабочем цикле шлифовальной машины

Испытание проводится с использованием шлифовальной машины. Рабочую заготовку взвешивают, затем снимают материал и снова взвешивают заготовку. Результаты заносят в таблицу:

Рабочее давление (бар)	Производительность (кг/ч)	Время (с)
6,3	5,5	11
5,8	4,5	13
5,0	4,0	15

Падение давления на 1 бар приводит к снижению объема снимаемого материала почти на 30%. Это означает, что для выполнения той же задачи оператору придется работать на 40% дольше. Эффективное время использования шлифовальной машины составляет 3 часа в день. Если, например, стоимость рабочего часа равна 20 евро, дополнительные 1,2 часа работы, которые потребуются оператору для выполнения задачи, обойдутся работодателю в 24 евро в день. За месяц эта сумма вырастет до 480 евро, за год — до 5760 евро.

**Падение давления  
на 1 бар  
обойдется вашей  
компании в 5760  
евро в год!**



## ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИМЕРЫ



### Сверление

Рабочее давление (бар)	Время для изготовления отверстия (с)
6,3	2,0
5,8	3,2

При сверлении с пониженным давлением на каждое отверстие может тратиться до 1,2 дополнительных секунд. Время увеличивается на 60%. Если эффективное время сверления составляет 1 час за день, то для

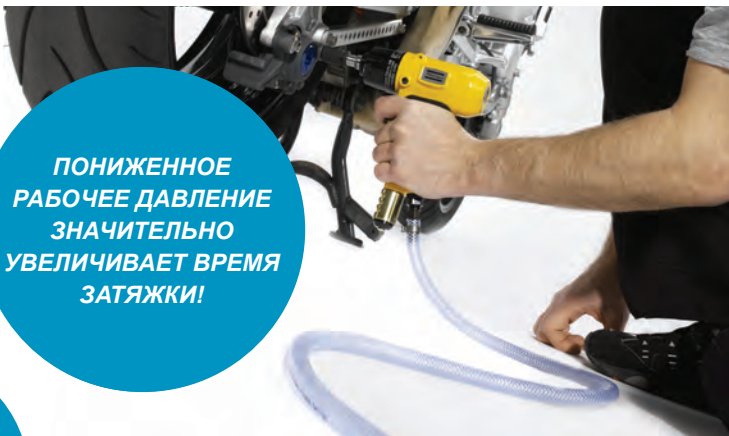
выполнения той же задачи потребуются 36 минут дополнительного времени ежедневно. Эти расходы дополнительно составят 12 евро в день (при стоимости рабочего часа 20 евро).

**ЕСЛИ ВАША ПНЕВМОСИСТЕМА ФУНКЦИОНИРУЕТ ПРАВИЛЬНО, ВЫ ЭКОНОМИТЕ ДО 2880 ЕВРО В ГОД!**

### Сборка

Рабочее давление (бар)	Максимальный момент (Нм)	Время (с)
6,3	248	0,8
5,8	240	0,9

Использование пневматического шуруповерта при слишком низком давлении в данном примере приводит к увеличению продолжительности сборки на 12,5 %. Предположим, что стоимость рабочего времени оператора составляет 20 евро/час, а эффективное время сборки — 4 часа в день. **Это означает, что плановые затраты составят 80 евро/день.  $80 \times 0,125 = 10$  евро/день на оплату лишней работы.**



**ПОНИЖЕННОЕ  
РАБОЧЕЕ ДАВЛЕНИЕ  
ЗНАЧИТЕЛЬНО  
УВЕЛИЧИВАЕТ ВРЕМЯ  
ЗАТЯЖКИ!**

**ЭКОНОМЬТЕ  
ДО 2400 ЕВРО  
В ГОД!**



### Ударные гайковерты

С течением времени момент в ударных гайковертах возрастает. При снижении давления время, необходимое для достижения требуемого момента, увеличивается. Инструментальные испытания показали увеличение времени на 12,5% при падении давления на 0,5 бар.

При стоимости рабочего времени оператора 20 евро в час и 4 часах эффективной сборки получается 10 евро, расходуемых на оплату лишней работы ежедневно **(200 евро ежемесячно, 2400 евро ежегодно).**

### Импульсные инструменты

Испытания компании «Атлас Копко», показывают, что пониженное рабочее давление значительно увеличивает время и снижает достигаемый момент затяжки. Испытания проводились с использованием ErgoPulse 8 XS.

Рабочее давление (бар)	Время (с)	Момент (Нм)
6,3	6,5	48,3
5,3	10	44,3
4,3	10	38,2

Инструмент может работать неэффективно, если не обеспечивается рекомендуемое давление воздуха.

Для импульсного инструмента из данного примера увеличение времени цикла составит 50%. Если эффективное время затяжки составляет 4 часа в день, а заработная плата оператора равна 20 евро/час, **это означает, что, обеспечив правильное рабочее давление, можно сэкономить сумму 800 евро в месяц и 9600 евро в год.**

## 2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРАВИЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ВОЗДУХА

На практике многие рабочие места имеют подведенное давление 3-5 бар, что приводит к значительному перерасходу энергии и снижению производительности. «Атлас Копко» может оказать помощь в замерах давления подачи воздуха и помочь сохранить производительность. В сети, между компрессором и инструментом, потери давления происходят из-за трения в сужениях, изгибах и стенках трубопровода.

Основное падение давления происходит на участке между концом трубопровода и инструментом, т.е., блоках подготовки воздуха, быстроразъемных соединениях и шлангах. Потери давления в этих компонентах должны быть минимально возможными для обеспечения высокой производительности и экономии энергии. Падение давления на этом участке не должно превышать 0,6 бар (8,6 ф/д<sup>2</sup>). Для получения давления 6,3 бар (90 ф/д<sup>2</sup>) на входе инструмента необходимо наличие давления 6,9 бар (100 ф/д<sup>2</sup>) на выходе магистрали, следовательно, установка должна иметь мощный компрессор для компенсации падения давления в пневматической сети.

### 2.1 Какое падение давления является допустимым?

Падение давления зависит от объемного расхода воздуха: чем выше расход, тем больше падение давления. Таким образом, падение давления в установке зависит от расхода, требуемого для инструмента. Потери в блоках подготовки воздуха, быстроразъемных соединениях и шлангах не должны превышать 0,6–1,0 бар. Имеет смысл работать с давлением 7 бар в системе для получения значения 6,3 бар на входе инструмента, что гарантирует его оптимальную производительность.

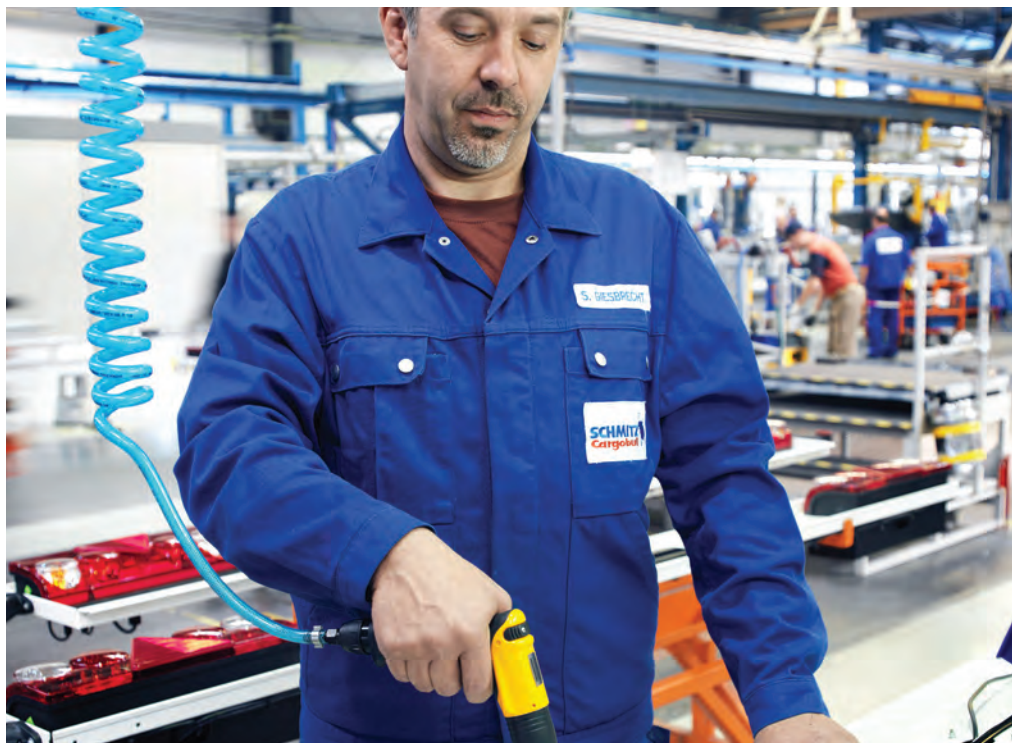




## 2.2 Усовершенствование пневматической линии

Существуют измеренные значения пропускной способности пневматических линий и пневматических аксессуаров Atlas Copco, и расход указывается с соответствующим значением падения давления. Это позволяет пользователю выбрать необходимые аксессуары для выполнения задачи и обеспечить приемлемое падение давления.

Такие ограничения, как малый размер быстроразъемных соединений, слишком большая длина и малый диаметр шлангов вызывают потери давления. Спиральные шланги, вследствие своей формы, имеют большую длину и поэтому становятся причиной значительного падения давления. Альтернативу — стандартный ПВХ шланг — также необходимо оценивать с точки зрения потерь давления. Каждое быстроразъемное соединение в составе линии является источником потерь. Например, гибкий переходной шланг упрощает работу с инструментом, но дополнительная быстроразъемное соединение и малый внутренний диаметр шланга могут вызывать падение давления 0,2–0,5 бар, в зависимости от размера и потребления воздуха.



## 2.3 КЛЮЧЕВЫЕ ВОПРОСЫ

После выбора правильного размера и мощности инструмента, для решения задачи необходимо определить правильные параметры пневматической линии. Ключевые точки для расчетов будут следующими:

### Нуждается ли инструмент в смазке?

Производители пневматического оборудования изготавливают инструменты со специальными лопатками, не требующими смазки. Турбины не нуждаются в смазке. Некоторым инструментам смазка нужна: используемые для коротких операций требуют непосредственной смазки, используемые для продолжительных операций — смазки масляным туманом.

### Расстояние между инструментом и отводом

Расстояние между инструментом и отводом в идеале не должно превышать 3–5 метров.

Реальная практика показывает, что во многих случаях это нереализуемо, например, на судоремонтных заводах, где часто встречаются расстояния в 20 и более метров.

### Размер резьбы на впуске инструмента

Размер соединения между шлангом и инструментом варьируется от 1/8" до 1/2". Для каждого инструмента должен быть выбран правильный ниппель.

### Расход воздуха

Размер аксессуаров определяется объемом воздуха, потребляемого инструментом. Большой расход воздуха требует использования аксессуаров большего размера.

### Рабочая среда

Выбор аксессуаров зависит от условий рабочей среды. Использование вне помещений или в сложных условиях (например, в литейных цехах) требует применения более стойких аксессуаров пневматических линий, по сравнению с использованием при проведении слесарных работ или при сборке малого машинного оборудования, выполняемыми в помещениях.

### Допустимое значение падения давления

Для правильного функционирования инструмента требуется достаточное давление. При больших потерях давление в системе может быть установлено высоким, но в любом случае, необходимо определить максимальное допустимое значение падения давления в аксессуарах и подобрать их соответствующим образом.



## 3. ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ

### 3.1 Сборочные инструменты

Быстроразъемные соединения малого размера предназначены для сборочных инструментов, характеризующихся низким расходом воздуха. Для больших ударных гайковертов требуются соединения большего размера. Размер шланга для сборочного инструмента, в большинстве случаев, составляет от 6 до 13 мм, а длина обычно равна 3–5 м. В некоторых случаях необходимы шланги большего размера и длины.

Установка, включающая прямой пластиковый шланг и быстроразъемные соединения, является наиболее распространенным вариантом при работе со сборочными инструментами, имеющими пистолетную рукоятку и низкий уровень вибраций.

Шланговые катушки с балансиром используются для прямых моделей шуруповертов; потребность в быстроразъемных соединениях зависит от наличия/отсутствия необходимости смены инструмента оператором.

Главный шланг в комбинации с коротким гибким переходным шлангом рекомендуется применять в случаях, когда оказывается жесткое ударное воздействие на соединение (в ударных гайковертах) или когда инструменты слишком тяжелые, и их вес может стать причиной поломки муфт.

Спиральный шланг может использоваться для прямых моделей шуруповертов в комбинации с балансиром. Альтернативой является применение большего спирального шланга совместно с инструментами с пистолетной рукояткой. Потребность в быстроразъемных соединениях зависит от наличия/отсутствия необходимости смены инструмента оператором.



### 3.2 Инструменты для обработки поверхности

При работе с инструментами для обработки поверхности необходимо использовать быстроразъемные соединения большего размера, так как расход воздуха тут выше, чем для сборочных инструментов.

Соединения меньшего размера применяются для небольших шлифовальных машин, например, шлифмашины под борфрезы серии LSF.

Размер шланга для инструмента, предназначенного для обработки поверхности, в большинстве случаев, составляет от 10 до 20 мм, а длина обычно равна 5–10 м. В некоторых случаях необходимы шланги большего размера и длины. Такая установка является наиболее распространенным вариантом при работе с инструментами для обработки поверхности, имеющими низкий уровень вибраций.

Главный шланг в комбинации с коротким гибким переходным шлангом рекомендуется применять в случаях, когда оказывается жесткое ударное воздействие на быстроразъемное соединение (в ударных инструментах и некоторых шлифовальных машинах), или когда инструменты слишком тяжелые, и их вес может стать причиной поломки соединений. Дополнительный шланг можно использовать при необходимости проведения работ на большем расстоянии. Помните о том, что размер дополнительного шланга должен быть большим.



## 4. КАК СОЗДАТЬ СВОЮ ПНЕВМАТИЧЕСКУЮ ЛИНИЮ?

Воздушный компрессор и высококачественная пневматическая линия повышают производительность, как инструмента, так и оператора. Высокое давление воздуха не всегда является наилучшим вариантом; только правильно рассчитанное давление будет наиболее выгодным при долгосрочной эксплуатации.

Как правило, оператор стремится максимизировать производительность и повышает рабочее давление инструмента. Однако это не самое лучшее решение в долгосрочной перспективе с точки зрения срока службы инструмента и эргономики рабочего места. Лучшие эксплуатационные характеристики инструмента обеспечиваются при давлении 6,3 бар (90 ф/д<sup>2</sup>).

Оптимизация пневматической линии позволит сэкономить деньги и повысить производительность, поэтому ниже приведены аксессуары, рекомендованные к использованию в действительно качественной пневматической линии.

### Экспресс-помощь и рекомендации:

- ✓ Избегайте утечек
- ✓ Избегайте использования длинных шлангов
- ✓ Используйте правильный тип шланга (ПВХ или резиновый), в зависимости от задачи
- ✓ Используйте быстроразъёмные соединения, рассчитанные на номинальный расход воздуха
- ✓ Используйте чистый сжатый воздух
- ✓ Используйте регулятор и контролируйте давление воздуха (обеспечивая своевременную смазку)

## 5. ИНФРАСТРУКТУРА ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ

### 5.1 Блоки подготовки воздуха

Из ассортимента блоков подготовки воздуха, «Атлас Копко» предлагает Midi Optimizer. Он подходит для большинства сборочных и ударных инструментов, дрелей, пил и компактных шлифовальных машин (по сути, охватывая примерно 90% всех задач).

#### Макс. рекомендованный расход:

MINI — до 12 л/с  
MIDI — до 43 л/с  
MAXI — до 80 л/с



## 5.2 Воздушные фильтры

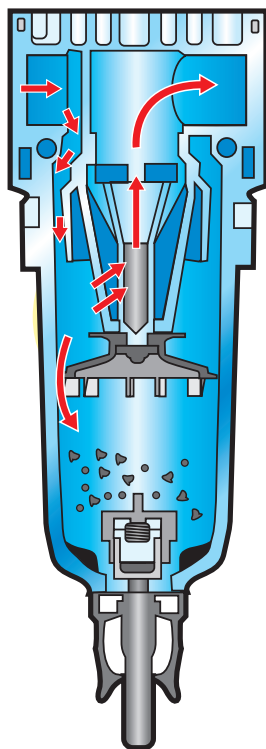
Фильтр обеспечивает отделение посторонних веществ, таких как вода и твердые частицы. Использование пневматических инструментов без фильтров приводит к сокращению срока их службы, повышенным расходам на техническое обслуживание и снижению эффективности. Старые пневматические системы с рефрижераторными осушителями образуют большое количество ржавчины. Работа без установленного фильтра в данном случае может привести к выходу инструмента из строя меньше, чем за неделю. Находящиеся в идеальном техническом состоянии пневматические системы обеспечивают подачу чистого воздуха. Несмотря на то, что разница может показаться неочевидной, мельчайшие хлопья ржавчины способны повредить инструмент. Посредственное качество воздуха становится причиной сокращения интервалов между обслуживаниями, что приводит к увеличению затрат.

Фильтры Atlas Copco отделяют до 98% воды при функционировании в расчетном рабочем диапазоне. Как правило, они оборудованы полуавтоматическим спуском. Все фильтры поставляются с комплектом, позволяющим произвести простой переход с полуавтоматического режима спуска на ручной.

Полуавтоматический спуск активируется, когда давление в стакане фильтра падает ниже 0,2 бар (требуя регулярного отключения подачи воздуха). При автоматическом спуске стакан опорожняется, когда накопленная вода достигает определенного уровня.

Металлический стакан используется в том случае, если существует вероятность присутствия растворителей в среде. Растворители, способные повредить поликарбонатный стакан, представляют собой химические соединения, содержащие ацетон, бензин, глицерин, некоторые гидравлические и синтетические масла, хлороформ, метиловый спирт, четыреххлористый углерод и аналогичные растворяющие вещества, дисульфид углерода, перхлорэтилен, толуол, трихлорэтилен, ксилол (нитроцеллюлозный растворитель) и уксусную кислоту.

Если стандартный стакан разрушился, необходимо использовать металлический. Металлические кожухи стаканов являются стандартом на ряде рынков.



### 5.3 Регуляторы давления воздуха

Регулятор обеспечивает соответствие предустановленному рабочему давлению воздуха, несмотря на колебания давления всасываемого воздуха и незначительные изменения расхода воздуха. Предотвращая излишнее потребление воздуха, регулятор давления улучшает общую функциональную экономичность.

Давление инструмента (бар)	Расход воздуха (%)
6,3	100
7,0	110
8,0	125

В поршневых регуляторах для регулировки используется воздух, поэтому они реагируют более медленно. С другой стороны, они отличаются улучшенными регулировочными характеристиками, такими как поддерживаемое давление на выходе в широком диапазоне значений расхода воздуха. Поршневые регуляторы следует использовать в том случае, когда важна точность, а медленная реакция является допустимой (обычно для пневматических двигателей).

Подпружиненные регуляторы являются быстродействующими, и поэтому могут использоваться для всех типов пневматических инструментов. Регуляторы такого типа также являются наиболее распространенными.

### 5.4 Лубрикатеры

Если лубрикатеры не применяются, лопатки приходится менять чаще. Срок службы лопаток может сократиться вплоть до 1/10 от нормального времени эксплуатации. Испытания, проведенные в лабораториях «Атлас Копко», показали, что полезная мощность шлифовальной машины снижается на 15-20% через 20 минут работы без смазки.

Наиболее распространенный тип лубрикатера — генератор масляного тумана, обеспечивает подачу капель масла в воздушный шланг. Он используется для смазывания пневматических инструментов, имеющих стандартные режимы работы, и представляет собой стандартный метод смазки таких инструментов. При наличии агрессивной среды следует использовать металлические стаканы (см. фильтры). Устройства с металлическим стаканом могут быть оснащены стеклянным смотровым колпаком.

Для пневматических инструментов, работающих в режиме старт-стоп с короткими временными интервалами или имеющих очень низкий расход воздуха, должен использоваться одноточечный лубрикатер. Он обеспечивает подачу капель масла через капиллярную трубку в шланге непосредственно в инструмент и управляется пусковой частотой инструмента.



Многие сборочные инструменты, кроме тех, что имеют не смазываемые лопатки, могут использоваться совместно с лубрикато́ром непосредственного впрыска. При использовании длинных шлангов легко получить провес (т.е. петлю шланга, образующую низкую точку, в которой скапливается масло). В данном случае лучше будет по возможности использовать портативный лубрикато́р, генерирующий масляный туман, или вручную каждый час добавлять несколько капель масла во впуск пневматического инструмента.

Блоки, содержащие фильтр и регулятор, собранные в одном узле, рекомендуется применять во всех случаях, когда существует потребность в одновременном наличии фильтра и регулятора. Фильтрующие, регулирующие и смазывающие свойства при этом обеспечиваются практически такие же, как для отдельных устройств.

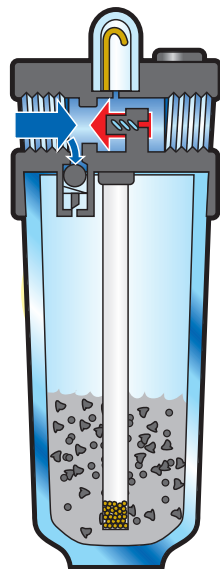
## 5.5 Шланги

Шланги должны соответствовать условиям рабочей среды. Их длина должна составлять 3-5 м (10-30 футов), что обеспечивает достаточную мобильность на рабочем месте и лимитированное падение давления. Для легких инструментов рекомендуется применять CABLAIR — мягкий ПВХ-шланг, имеющий небольшую массу. Он на 30-50% легче, чем обычный ПВХ-шланг, и предназначен для использования в чистых помещениях.

ПВХ-шланги пригодны для выполнения основных задач, от простого шлифования до работ на сложной сборочной линии. Для промышленных условий требуются резиновые шланги, среди которых «Атлас Копко» предлагает два типа — RUBAIR и TURBO.

TURBO легкий и очень прочный, тогда как RUBAIR еще более устойчив к жесткой среде и может поставляться в широкой линейке размеров. Во избежание слишком большого падения давления, диаметр шланга следует увеличить на один размер для длины 5-10 м (32-50 футов), два размера для длины 20 м (65 футов) и три размера для длины 20-40 м (65-130 футов).

Общепринятым правилом является применение шлангов большого диаметра, использование быстроразъемных соединений с высокой пропускной способностью и блоков подготовки воздуха с малым падением давления. Все эти меры уменьшают общее падение давления, тем самым повышая производительность и сокращая расход энергии.



## 5.6 Гибкие переходные шланги

Ударные инструменты и гайковерты имеют тенденцию к разрушению быстроразъемного соединения, если она непосредственно подключается к инструменту (из-за воздействия ударов и вибраций). Кроме того, если вес инструмента превышает 3 кг (большие шлифовальные машины или гайковерты), соединение может разрушиться при его падении. Поэтому для инструментов такого типа рекомендуется использовать короткий гибкий переходной шланг.

Важно отметить, что воздушный поток уменьшится при добавлении другого шланга. Например, если к шлангу диаметром 13 мм и длиной 5 м, имеющему пропускную способность 21 л/с, присоединяют гибкий переходной шланг, пропускная способность снизится до 16 л/с ( $\approx 80\%$ ). Типовая длина гибких переходных шлангов составляет 0,3–0,7 м.

## 5.7 Спиральные шланги

Спиральный шланг в комбинации с балансиром является идеальным решением для работ по вертикали.

Спиральные шланги из-за своей формы очень длинные и, следовательно, имеют очень высокое падение давления.

Во избежание больших потерь выбирайте короткие спиральные шланги.



## 5.8 Балансиры шланговых катушек

При выполнении некоторых видов работ (преимущественно по вертикали), шланг используют в комбинации с балансиром. Типовым примером применения балансира шланговой катушки является прямой шурупверт. Пневматическую линию соединяют с блоком балансира и пропускают через намотанный шланг, который может вытягиваться на необходимую длину. Балансир шланговой катушки выбирают в соответствии с требуемым расходом воздуха и массой инструмента.

## 5.9 Устройства защиты от срыва

Когда фитинг отсоединяется от шланга, находящегося под давлением, шланг начинает неконтролируемо испускать струю воздуха, совершая хлестательные движения.

Это может привести к травмированию персонала, повреждению рабочей заготовки и порче имущества. Для предотвращения такой ситуации используется устройство защиты от срыва. Как правило, воздушные шланги должны подбираться по размеру в соответствии с расходом воздуха, размером и длиной шланга. Необходимо выбирать муфты с малым падением давления, в противном случае устройство защиты от срыва будет работать неправильно.

Особое внимание следует уделить выбору устройств защиты от срыва для использования с ударными гайковертами и импульсными инструментами. Расход воздуха под нагрузкой должен быть увеличен на 50% для получения заданного значения расхода воздуха, иначе предохранитель будет отключаться при работе на холостом ходу.

## 5.10 Вертлюги

При работе с шуруповертами, импульсными инструментами, дрелями или компактными шлифмашинами под борфрезы, шланг иногда вызывает ощущение неудобства, например, если оператор сидит на скамье. В таких случаях применяют вертлюг, обеспечивающий возможность отклонения шланга на определенный угол относительно инструмента. Вертлюги не используются, если на шланг воздействует вытягивающее усилие или вибрации высокого уровня, так как шланг при этом быстро изнашивается и начинает пропускать воздух.



## 5.11 Муфты и ниппели

### Сборочные инструменты

Сборочные инструменты обычно имеют ограниченный расход воздуха, поэтому для них применяются быстроразъемные соединения малого размера. Большие ударные гайковерты должны использоваться с соединениями большего размера и гибким переходным шлангом.

### Инструменты для обработки поверхности

Инструменты для обработки поверхности потребляют большое количество воздуха и работают в интенсивных промышленных условиях. Поэтому очень важно для их правильной работы подобрать большие быстроразъемные соединения.

## 5.12 Предохранительные ниппели

Если длина шланга более 3 метров, оставшийся в шланге воздух под давлением может с громким хлопком внезапно выйти наружу при отсоединении шланга, поэтому необходимо использовать предохранительный ниппель. Предохранительный ниппель обеспечивает медленное выпускание воздуха во время отсоединения шланга.

При использовании предохранительных ниппелей, расход воздуха снижается на 20%. Например, если шланг диаметром 16 мм и длиной 5 м используется с предохранительным ниппелем и гибким переходным шлангом, происходит следующее: нормальный максимальный расход воздуха 43 л/с уменьшается до 80% из-за предохранительного ниппеля и становится равным 35 л/с, затем дополнительно уменьшается на 20% из-за гибкого переходного шланга и становится равным 28 л/с.

## 5.13 Шланговые хомуты

Шланговые хомуты выпускаются трех типов: гофрированные для шлангов с наружным диаметром 7–27 мм, червячные для шлангов с наружным диаметром 8–65 мм и двухкомпонентные высокопрочные хомуты с оцинкованными болтом и гайкой для шлангов с наружными диаметрами 22–40 мм.

Для использования с ПВХ-шлангами малого размера рекомендуются хомуты одностороннего типа, рассчитанные на среднее давление. Хомуты среднего давления (червячные) рекомендованы для ПВХ-шлангов и резиновых шлангов малого размера диаметром до 16 мм. Для резиновых шлангов диаметром более 16 мм необходимо использовать хомуты для промышленных режимов эксплуатации.

## 6. ПНЕВМАТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА, РЕКОМЕНДУЕМАЯ «АТЛАС КОПКО»

В состав рекомендованной пневматической установки входят блок подготовки воздуха с отсечным клапаном, устройство защиты от срыва, шланг и балансир (в некоторых случаях).

Отсечной клапан может быть установлен рукояткой вверх или вниз. Направление потока воздуха показано стрелками на блоке подготовки воздуха и устройстве защиты от срыва. Порядок монтажа блоков подготовки воздуха следующий: сначала фильтр, затем регулятор расхода, после которого устанавливается лубрикатор.

Фильтр и регулятор могут быть заменены готовой комбинацией этих устройств. При использовании блоков подготовки воздуха с лубрикатором важно избегать провисаний шланга (т.е. петель шланга, образующих низкую точку, в которой скапливается масло). При наличии низкой точки масло не используется для смазки инструмента, а остается в шланге.



RUAG  
Aerospace  
Praktika

## 7. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

### 7.1 Утечки

Утечка в правильно спроектированной и надлежащим образом обслуживаемой системе распределения воздуха составляет не более 5% от пропускной способности установки.

К сожалению, довольно часто встречаются утечки, до 15-20%. Утечка влечет потерю пропускной способности. Это означает повышенную нагрузку на компрессор, вынужденный компенсировать потери, что, в свою очередь, ведет к значительному росту энергозатрат.

#### Скорость утечки и эквивалентный диаметр отверстия

Диаметр отверстия, мм	Утечка при 6,3 бар, л/с	Дополнительная необходимая мощность компрессора	Типовая стоимость кВт энергии за год*
1	1	0,3	91 евро
3	10	3,1	937 евро
5	27	8,3	2510 евро
10	105	33,0	9979 евро

\*1 кВт·ч = 0,035 евро

\*\* Расчет основан на значении времени 24 ч/сут. Например, отверстие диаметром 5 мм приводит к утечке 27 л воздуха в распределительной системе. Для компенсации этих потерь пропускной способности от компрессора требуется дополнительная мощность 8,3 кВт. При средней стоимости 0,035 евро за кВт·ч это относительно небольшое отверстие станет причиной дополнительных ежегодных затрат на оплату энергии в размере 2510 евро.

### 7.2 План технического обслуживания

В отношении пневматической системы должно проводиться регулярное техническое обслуживание.

**УТЕЧКА ВОЗДУХА ЧАСТО ДЛИТСЯ НЕПРЕРЫВНО, 24 ЧАСА В СУТКИ!**

#### ЕЖЕДНЕВНО:

Опорожняйте применяемые фильтры.

#### ЕЖЕНЕДЕЛЬНО:

Участок линии, расположенный наиболее близко к рабочему месту, необходимо ежедневно проверять на предмет утечек.

Проверке подлежат соединения между инструментами и ниппелями, в муфтах, шлангах и устройствах подготовки воздуха. Лубрикатеры должны быть заправлены маслом.

#### КАЖДЫЕ ДВА МЕСЯЦА:

Каждые два месяца необходимо проверять всю пневматическую систему. После окончания рабочего дня, прежде всего, прислушайтесь, нет ли звуков выпускаемого воздуха. Ощупайте ладонью подозрительные места. Для обнаружения точного места утечки (пузырьков) можно использовать мыльный раствор. Примите необходимые меры по устранению утечки.

Каждое рабочее место через каждые два месяца подлежит проверке с использованием имитатора пневматического инструмента. Имитатор подключают к шлангу и устанавливают требуемый расход воздуха (указанный в таблице, поставляемой с имитатором), сделав определенное число оборотов ручкой. Для правильного функционирования инструмента

давление на выходе шланга должно составлять 6,3 бар (90 ф/д<sup>2</sup>). Примите необходимые меры по замене фильтра/ регулятора/ лубрикатора, шланга и/или муфты.

#### EVERY SIX MONTHS:

Через каждые 6 месяцев необходимо очищать элементы фильтра продувкой. Это позволяет избежать увеличения падения давления.

Каждые 6 месяцев необходимо выполнять продувку предохранительного клапана устройства защиты от срыва. Это позволяет избежать лишних сбросов устройства защиты от срыва.

«Атлас Копко» рекомендует также составить план технического обслуживания рабочего места и неуклонно следовать ему.

## 8. БЕЗОПАСНОСТЬ

**Шаровые клапаны:** Если вы не работаете, перекройте подачу сжатого воздуха шаровым клапаном. Открывайте все шаровые клапаны медленно, чтобы обнаружить ненадлежащим образом затянутые устройства.

**Блоки подготовки воздуха:** Помните о растворителях, которые могут изменить структуру поликарбонатных стаканов, делая их хрупкими.

При использовании агрессивных растворителей требуется специальное оборудование. Поликарбонат обладает хорошей химической стойкостью к воздействию всех растворителей, за исключением соединений, содержащих ацетон, бензин, глицерин, некоторые гидравлические и синтетические масла, хлороформ, метиловый спирт, четыреххлористый углерод (и аналогичные растворяющие вещества), дисульфид углерода, перхлорэтилен, толуол, трихлорэтилен, ксилол (нитроцеллюлозный растворитель) и уксусную кислоту. Перед открыванием шарового клапана для подачи сжатого воздуха необходимо убедиться, что стаканы прочно затянуты и все устройства соединены между собой.

**Быстроразъемные соединения:** Быстроразъемные соединения, как правило, являются весьма безопасными устройствами. Тем не менее, дополнительную осторожность следует проявлять при работе со шлангами, которые имеют диаметр более 16 мм или длину более 3 м. В этих случаях рекомендуется применять предохранительный ниппель, стравливающий воздух из шланга.

**Кулачковые соединения:** Кулачковые соединения всегда открыты и должны использоваться очень аккуратно. Соблюдайте следующий порядок:



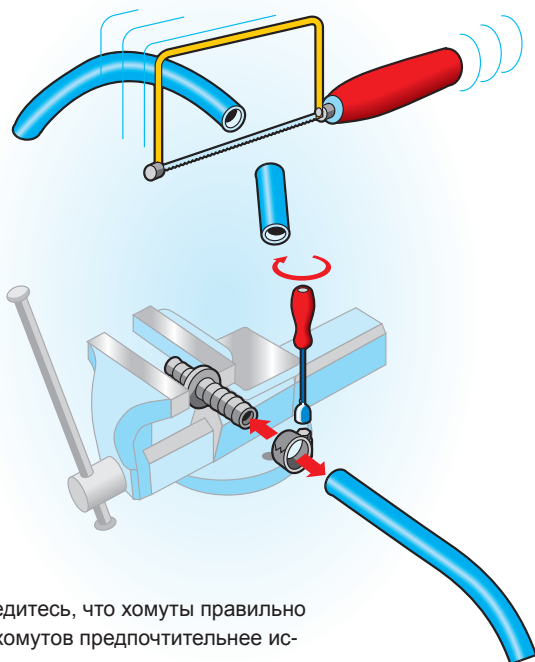
**При открывании ....**

1. закройте шаровой клапан
2. включите инструмент, чтобы воздух вышел
3. освободите кулачковое соединение

**При закрывании ....**

1. убедитесь, что оба соединения правильно соединены
1. медленно откройте клапан





**Хомуты и соединения:** Убедитесь, что хомуты правильно затянуты. При затягивании хомутов предпочтительнее использовать ключ, так как отвертка может соскользнуть и нанести травмы. При использовании отвертки зажмите хомут в тиски для предотвращения травм.

**Шланги:** При соединении шланга с ниппелем рекомендуется использовать мыльный раствор. Это упрощает насаживание шланга на ниппель. Не допускается использовать масло, так как оно не высохнет впоследствии. Пропускающие шланги необходимо заменить — небольшой прокол может легко превратиться в большое отверстие!

**Устройство защиты от срыва:** При отсоединении фитинга от шланга, находящегося под давлением, последний начинает неконтролируемо выпускать сжатый воздух, совершая хлестательные движения. Это может привести к травмированию персонала, повреждению рабочей заготовки и порче имущества. Для предотвращения такой ситуации используется устройство защиты от срыва. Также рекомендуется использовать устройство защиты от срыва при работе с кулачковыми соединениями, так как это минимизирует риск случайного отсоединения.

## 9. ЧТО СОБОЙ ПРЕДСТАВЛЯЕТ СЖАТЫЙ ВОЗДУХ?

Воздух жизненно необходим для всего живого на земле. Это бесцветная, не имеющая запаха и вкуса смесь газов, состоящая, главным образом, из азота, кислорода и некоторого количества водяного пара.

В воздухе всегда содержатся твердые частицы, такие как песок, сажа и кристаллы соли; его состав относительно постоянен от уровня моря до высоты 25 км.

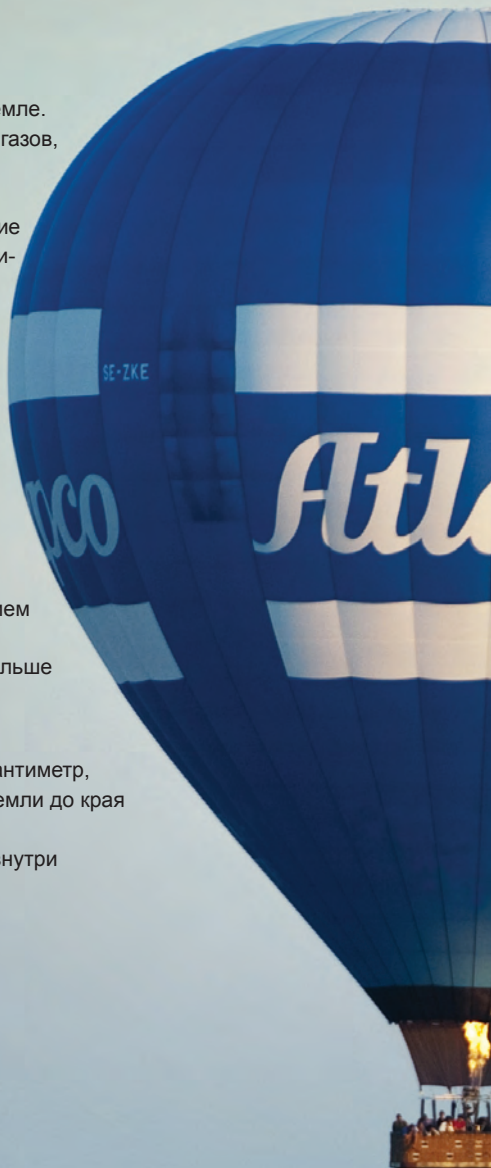
В сжатом состоянии воздух превращается в безопасную, универсальную среду для передачи и сохранения энергии. Но что собой представляет сжатый воздух? Говоря простым языком, это атмосфера, используемая для совершения работы.

### 9.1 Сила тяжести на уровне моря

Все вещества, включая малые частицы воздуха, притягиваются к поверхности земли под воздействием силы тяжести. Гравитационная сила, действующая на объект, определяется его удаленностью, чем дальше от земли, тем меньше гравитационная сила.

Представим участок площадью один квадратный сантиметр, расположенный на уровне моря и отдаляемый от земли до края атмосферы, с формированием столба воздуха.

Представим, что сила тяжести притягивает атомы внутри столба к земле.





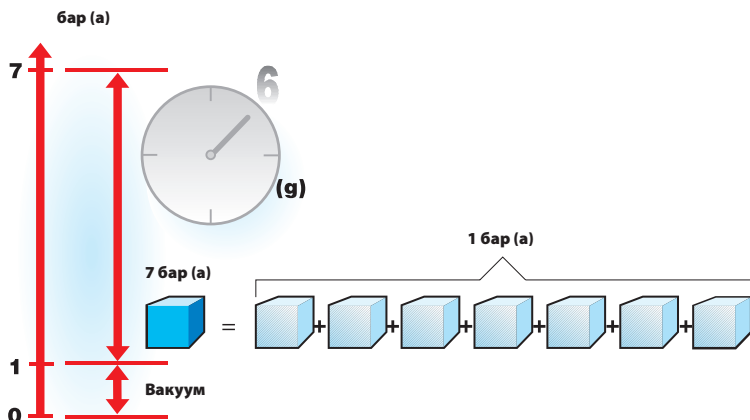
$$10 \text{ Н/см}^2 = 1 \text{ бар}$$

## 9.2 Разница между газом и жидкостью

Измеряемая в ньютонах, сила, действующая на один квадратный сантиметр на уровне моря, составляет примерно 10,13 Н.

Следовательно, абсолютное атмосферное давление на уровне моря равно примерно 10,13 х 10<sup>4</sup> Н на квадратный метр, или 1 Па (паскаль) — единица системы СИ для измерения давления. Наиболее часто используемой единицей для измерения давления, тем не менее, является бар.

Таким образом, атмосферное давление на уровне моря составляет 105 Па или примерно 1 бар — давление воздуха, называемое абсолютным.



Так как воздух является газом, он состоит из относительно свободных молекул. Когда он «выдавливается» или сжимается под воздействием гравитации, сила направлена не только к земле, но также во всех других направлениях.

Если воздух или любой другой газ сжимается дополнительно, механически или в результате колебаний температуры, создаваемое давление вычисляется как один бар на уровне моря плюс дополнительное давление.

Важно различать а — абсолютное давление и g — манометрическое давление.

Используемое обычно для измерения давления в системе распределения воз-

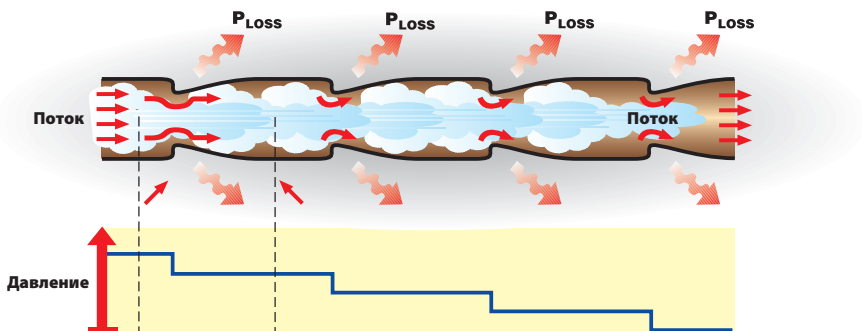
духа манометрическое давление определяется как разница абсолютного давления в системе и абсолютного давления вне системы.

Другими словами, абсолютное давление применяется для расчетов. Манометрическое давление — это показания датчика давления или манометра, например, в устройстве подготовки воздуха.

При сжатии газа (например, воздуха) пространство уменьшается, и свободные молекулы кислорода и азота сжимаются до меньшего объема (с повышенным давлением). Жидкость, напротив, не может занимать меньший объем при повышении давления.

### 9.3 Связь между давлением инструмента и расходом воздуха

Давление инструмента (бар)	Расход воздуха (%)	Действие
8,0	125	Уменьшить давление регулятором
7,0	111	Уменьшить давление регулятором
<b>6,3</b>	<b>100</b>	<b>Оптимальная эффективность!</b>
6,0	96	Увеличить давление, изменить инфраструктуру пневматической линии
5,0	77	Увеличить давление, изменить инфраструктуру пневматической линии
4,0	61	Увеличить давление, изменить инфраструктуру пневматической линии
3,0	44	Увеличить давление, изменить инфраструктуру пневматической линии



## 9.4 Падение давления

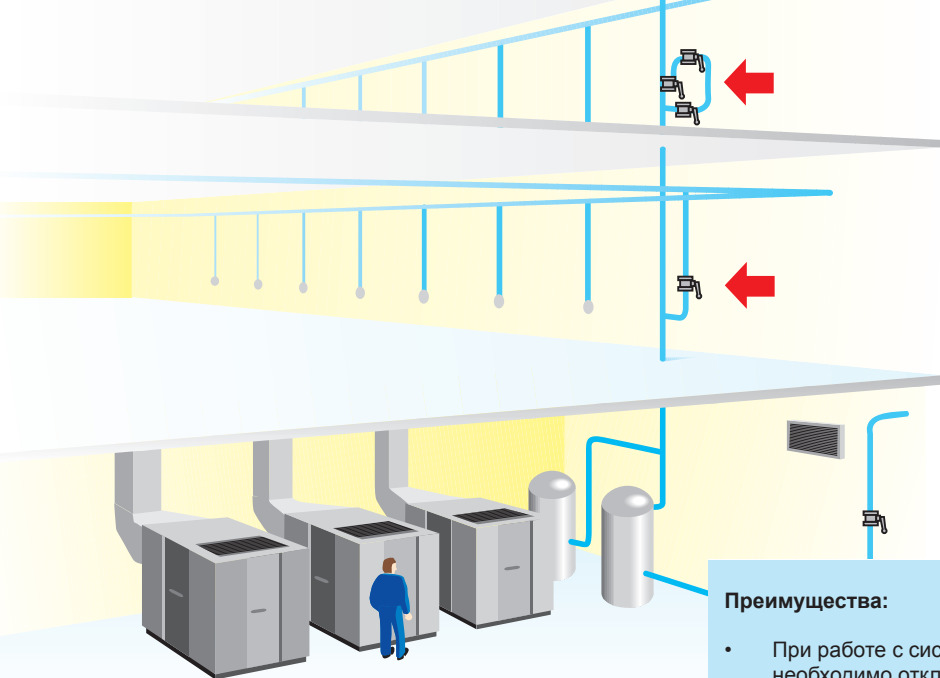
Рабочее давление создается в компрессоре и подводится через трубопровод и шланги к потребителю (инструменту). При передаче сжатого воздуха происходит снижение давления из-за препятствий, таких как сужения, изгибы, участки малого сечения и т. п.). Это снижение давления называется падением. Падение давления всегда имеет место при подаче сжатого воздуха, и потери возрастают, если подводящая линия слишком длинная или если сечение системы подачи слишком мало.

## 9.5 Определения

**Статическое давление:** давление, получаемое в замкнутой системе, когда воздух не используется. **Динамическое давление на отводе:** давление, получаемое в точке ответвления от магистрали или коллектора, когда воздух используется инструментом или другим потребителем.

**Динамическое давление в фильтре/регуляторе/лубликаторе:** давление, получаемое в этом блоке (измеряемое манометром регулятора) в процессе использования воздуха.

**Динамическое давление на впуске инструмента:** давление, получаемое при работе инструмента; должно составлять 6,3 бар для обеспечения номинальной производительности. Давление, отображаемое манометром регулятора, отличается от давления инструмента. Давление на манометре выше, когда инструмент не работает, к тому же в шланге, ведущем к инструменту, присутствуют потери. Для определения динамического давления на инструменте необходимо использовать манометр с Т-образным впуском.



## 10. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗДУХА

Система распределения воздуха является важнейшим звеном между компрессорной установкой и машиной или инструментом. Реализуется на основе эффективной системы пневматических линий и аксессуаров.

Производительность инструментов с пневматическим приводом во многом зависит от способности системы выдавать достаточный объем воздуха необходимого качества при требуемом давлении. Принципы проектирования системы распределения воздуха лучше всего поясняются при рассмотрении того, что происходит со сжатым воздухом по мере его продвижения по трубопроводу.

### 10.1 Система

Главная магистраль обеспечивает подвод воздуха от компрессора и оборудования к кольцевой магистрали, т.е. к помещениям, где этот воздух будет использоваться. В крупной пневматической системе, обслуживающей несколько помещений или подразделений, главная магистраль должна располагаться таким образом, чтобы каждое устройство можно было отключить, не оказывая воздействия на остальную часть системы. Для очистки сжатого воздуха от воды в систему встраивают влагоотделители. Трубы устанавливают под наклоном, а контейнер (влагоотделитель) устанавливается в самой нижней точке.

#### Преимущества:

- При работе с системой необходимо отключать только используемое устройство.
- Утечку можно снизить, отключив неиспользуемые устройства.
- Поиск источника утечек упрощается; становится возможным обеспечение воздухом наиболее важного устройства, если производительности компрессора недостаточно для снабжения всей системы.
- Если компрессорная станция предназначена для подачи воздуха в несколько разных помещений, к каждому помещению можно проложить отдельную магистраль. Это обеспечивает возможность регулирования качества и давления воздуха в соответствии с потребностями каждого устройства.

## 10.2 Кольцевая магистраль и отводы

Кольцевая магистраль, распределяющая воздух внутри рабочих помещений, должна быть проложена таким образом, чтобы воздух достигал рабочего места, т. е. инструмента, без чрезмерно длинных отводов. Обычно кольцевая магистраль прокладывается в виде линии, проходящей по периметру помещения, на основании чего и получила свое название. Это означает, что если в какой-либо линии подвода имеется место с непреднамеренно большим расходом воздуха, подача воздуха может быть осуществлена с двух направлений. Тем самым уменьшается падение давления и обеспечивается более стабильное давление во всей системе.

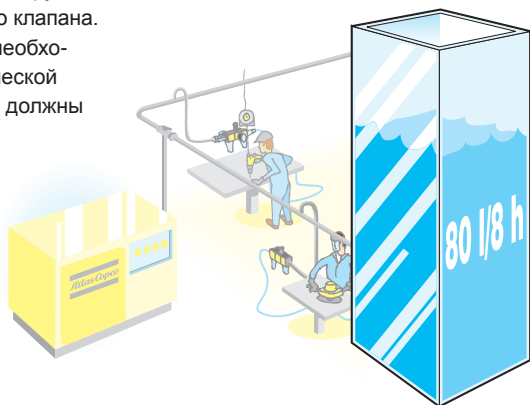
## 10.3 Линия подачи

Отвод, или линия подачи, представляет собой конечный участок постоянной системы и должен располагаться максимально близко к рабочему месту. Это позволяет избежать применения длинного шланга для подключения инструмента и не допустить повышенного падения давления. При наличии риска образования конденсата в какой-либо части системы отвод следует подключать к верхней части магистрального трубопровода или распределительной линии.

## 10.4 Потребители воздуха

Потребителями в системе распределения воздуха являются пневматические инструменты совместно с их устройствами подготовки воздуха или любым иным оборудованием, потребляющим сжатый воздух. Другими словами, все, что установлено после шарового клапана. Для предотвращения утечки и поддержания необходимого давления, инфраструктура пневматической линии, так же как компрессор и инструменты, должны быть высокого качества. Правильная инфраструктура пневматической линии, соответствующая требованиям выполняемой задачи, во многом зависит от типа инструмента и его потребления воздуха.

*К типовым аксессуарам пневматической линии относятся: фильтр в комбинации с влагоотделителем, регулятор давления, лубрикатор с генерацией масляного тумана или система непосредственной смазки, шланги и быстроразъемные муфты.*



## 10.5 Обработка сжатого воздуха

Чем выше температура, тем выше концентрация водяных паров в атмосферном воздухе. Если воздух находится в сжатом состоянии, концентрация воды увеличивается. Например, компрессор с рабочим давлением 7 бар и производительностью 200 л/с, всасывающий воздух при температуре 20 °С с относительной влажностью 80%, образует в пневматической линии 80 литров конденсированной воды за восьмичасовой рабочий день.

Количество воды в сжатом воздухе не представляет проблемы, пока она остается в парообразном состоянии. Однако, при конденсации она может привести к коррозии в трубах, нарушению системы смазки инструмента и постоянному риску замораживания воды в трубах и в инструменте.

Поэтому необходимо как можно раньше обеспечить отделение воды — непосредственно после компрессора или перед поступлением в систему распределения воздуха.

### **10.6 Удаление воды из сжатого воздуха может быть выполнено различными способами:**

#### **Воздухоприемник**

Воздухоприемник обеспечивает сбор воздуха, поступающего из компрессора. При охлаждении нагретого воздуха в воздухоприемнике конденсат скапливается в нижней части устройства, откуда его удаляют. Воздухоприемник используется в сочетании с влагоотделителями в трубопроводах. Это самый дешевый и устаревший способ, обеспечивающий также наиболее низкую степень водоотделения.

#### **Вторичный охладитель**

Обеспечивает водяное или воздушное охлаждение нагретого сжатого воздуха. Вторичный охладитель отделяет 65–75% конденсируемой воды. Применяется практически во всех стационарных компрессорных установках. В современных компрессорах вторичный охладитель встроен в качестве стандартного компонента.

#### **Рефрижераторный осушитель**

Рефрижераторный осушитель обеспечивает охлаждение сжатого воздуха, в результате которого вода конденсируется в большом количестве и может быть отделена. После охлаждения и конденсирования сжатый воздух подогревается до температуры окружающей среды, чтобы конденсат не образовывался на внешней части трубной системы. Рефрижераторные осушители имеют температуру конденсации от +2 до +10 °С.



## 10.7 Адсорбционный осушитель

Существует два типа адсорбционных осушителей: с холодной регенерацией и с горячей. Осушители с горячей регенерацией лучше всего подходят для обработки больших объемов воздуха. В адсорбционных осушителях с горячей регенерацией десикант восстанавливается посредством электроподогрева или, при использовании безмасляных винтовых компрессоров, тепла, выделяемого компрессором.

При этом можно получить очень низкую температуру конденсации до минус 20 °С или ниже.

Мощность потребления адсорбционного компрессора производительностью 1000 л/с составляет всего 120 Вт. Гарантированное отделение и дренаж конденсированной воды должны всегда осуществляться перед адсорбционным осушителем. Если сжатый воздух получают с использованием смазываемых маслом компрессоров, перед адсорбционным осушителем необходимо также установить маслоотделяющий фильтр. В большинстве случаев, после адсорбционного осушителя требуется устанавливать фильтр частиц.

## 10.8 Прочие методы

К прочим методам относится сверхсжатие, которое может применяться в случае сверхмалого потребления воздуха и в адсорбционных осушителях с высоким расходом поглощающего материала.

## 10.9 Необходимость применения влагоотделителей и фильтров

Несколько методов, представленных выше, обеспечивают очень хорошие результаты по обеспечению сухости воздуха. Тем не менее, рекомендуется всегда устанавливать влагоотделители и фильтры в системе распределения воздуха. Небольшое снижение производительности или простои приводят к появлению воды и частиц в трубах, которые должны удаляться фильтром, если обслуживание инструмента не планируется. Небольшие объемы воды также могут превращаться в трубах в хлопья ржавчины и частицы, подлежащие удалению фильтром.

## 10.10 Стоимость трубопроводной системы

Установка новой системы распределения воздуха является инвестицией, которая окупается повышенной производительностью, получаемой от использования компактных и легких инструментов. Рекуперация тепла делает компрессорную установку более эффективной.





# КАРМАННЫЕ РУКОВОДСТВА ATLAS COPCO

Наименование	Артикул
<i>Пневматические двигатели</i>	9833 9067 01
<i>Ручной сверлильный инструмент</i>	9833 8554 01
<i>Операции шлифования</i>	9833 8641 01
<i>Ударные инструменты</i>	9833 1003 01
<i>Импульсные инструменты</i>	9833 1225 01
<i>Болтовые соединения</i>	9833 1007 01
<i>Искусство эргономики</i>	9833 8587 01
<i>Технологии затяжки</i>	9833 8648 01
<i>Оценка влияния вибрации на приводной инструмент</i>	9833 1508 01
<i>Кабельная разводка</i>	9833 1640 01
<i>Эргономика приводного инструмента (книга)</i>	9833 1162 01



Twitter - AtlasCopcoTools. LinkedIn - Atlas Copco Tools.



АО «Атлас Копко»  
141402 Россия  
Московская область, Химки  
Вашутинское шоссе, д. 15

Тел. +7 495 933 55 53 | atlascopco.ru

