

УДК 621

**ПНЕВМАТИЧЕСКОЕ НАГРУЖАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО**  
**PNEUMATIC LOADING DEVICE**

**П.Р. Бартош**, канд. техн. наук, доц.; **С.В. Джежора**, ст. преп.,  
**Л.Г. Филипова**, ст. преп., **Я.А. Чикилевский**, студ.,  
**А.А. Шабунько**, студ.,

Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Беларусь

P. Bartosh, Ph.D. in Engineering, Associate professor,  
S. Dzhezhora, senior lecturer, L. Filipova, senior lecturer,  
Y. Chikilevsky, student; A. Shabunko, student,  
Belarusian national technical University, Minsk, Belarus

*Пневматические устройства в настоящее время все более и более широко применяются в различных областях производственной деятельности, в спорте, а также в медицине. Одно из таких устройств предлагается для применения в медицинской реабилитации больных и травмированных для разработки и увеличения силы мышц, прежде всего, рук, а также для проведения тренировок спортсменов.*

*Pneumatic devices are now more and more widely used in various fields of industrial activity, in sports, as well as in medicine. One of these devices is offered for use in the medical rehabilitation of patients and injured to develop and increase the strength of the muscles, primarily the hands, as well as for training athletes.*

*Ключевые слова: пневматическое устройство, тренажер, нагружение, реабилитация, пневмоцилиндр.*

*Key words: pneumatic device, simulator, loading, rehabilitation, pneumatic cylinder.*

## ВВЕДЕНИЕ

Развитие науки и техники позволило получить большое количество механических, электрических, гидравлических и пневматических приводов и систем. Все они содержат различные исполнительные устройства, предназначенные для преобразования электрической, гидравлической и пневматической энергии в механическую энергию движения рабочих органов машин, выполняющих какую-то заданную технологическую операцию или другие силовые функции.

Значительная часть из них совершает поступательное движение выходного звена. В частности, очень широкое распространение получили двухпозиционные приводы, являющиеся важнейшим средством при механизации и автоматизации производственных процессов.

## ПНЕВМАТИЧЕСКОЕ НАГРУЖАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО

При совершенствовании, доводке и проектировании таких приводов проводятся многие испытания и экспериментальные исследования. В процессе проведения таких работ, как правило, требуется создавать на исполнительных устройствах и приводах в целом различные нагрузки, т.е. применять нагружающие устройства. Задачей таких устройств часто является создавать не только какую-то постоянную нагрузку, но и создавать её изменяющейся по заданному закону с требуемой точностью. Обычно сложно это осуществить с помощью механических устройств. При использовании других типов нагружающих устройств необходимо оценить их преимущества и недостатки.

Основными свойствами пневматических приводов, благодаря которым они получили широкое применение при создании новой техники и автоматизации осуществляемых процессов, являются надежность их работы, простота конструкции и управления, сравнительная легкость их эксплуатации и обслуживания, невысокая стоимость, гибкость при автоматизации.

Несмотря на недостаток пневмоприводов, заключающийся в меньшей скорости срабатывания по сравнению с электрическими и гидравлическими, во многих случаях быстроедействие таких приводов является достаточным, или не оказывает какое-то отрицательное влияние на работу агрегата или машины. Поэтому пневматические приводы и устройства получили широкое применение в общем машиностроении, станкостроении, на различных видах транспорта, горной промышленности, литейном и кузнечном производстве и т.д. На рисунке 1 приведена расчетная схема пневматического нагружающего устройства, которое можно применять при испытании двухпозиционных приводов. Его можно использовать не только при испытании каких-то промышленных технологических приводов, но, в частности, в тренажерах для спортивных залов и реабилитационных центров, т.к. рынок фитнеса продолжает стремительно развиваться.

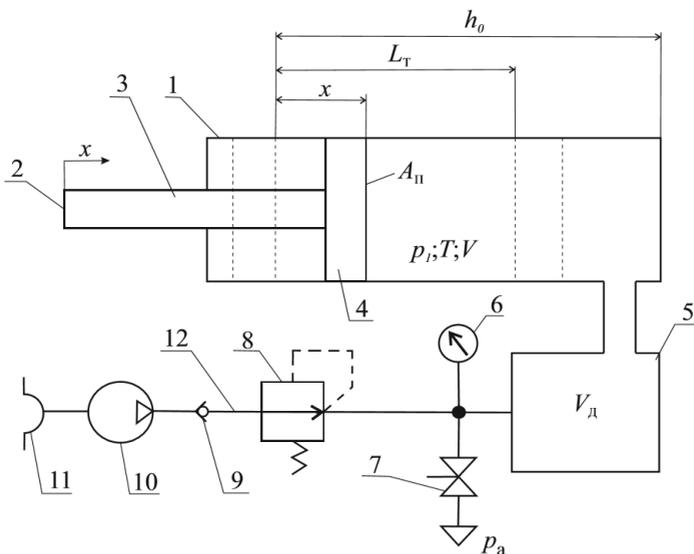


Рисунок 1 – Расчетная схема пневматического нагружающего устройства

Например, финская компания HUR одной из первых начала применять пневмоблоки и цилиндры немецкой фирмы FESTO в тренажерах.

Пневмотренажеры могут подстраиваться под силу мышц человеческого тела. Они позволяют обеспечивать различные движения и «мягкое» сопротивление. Нарастает все большая популярность и особая востребованность в реабилитации после аварий и операций. Такие системы легко настраиваются и моделируют естественное движение мышц при работе в упор. Важны в них легкость движения и отсутствие эффекта и нагрузки инерции в отличие от механических устройств. Использование сжатого воздуха в данном случае означает, что оборудование всегда может идеально подстроиться под силу мышц, в том числе, независимо от скорости движения. Таким образом, пневматические нагружающие устройства можно, в частности, применять в тренажерах, используемых в физиотерапии в реабилитационных центрах, домах престарелых, в фитнес-студиях, отелях, спортивных залах.

Нагружающее устройство (рисунок 1) содержит пневмоцилиндр 1, в котором торец 2 штока 3 соединен с подвижным элементом исполнительного двигателя привода, совершающего поступательное движение под нагрузкой, создаваемой этим устройством. Это осуществляется в том случае, если проводятся испытания какого-то привода.

При использовании такого устройства в тренажере торец 2 штока 3 соединяется с рычагом или педалью. При этом конструкция этого соединения с торца 2 (на рисунке не показано) может осуществлять возвратно-поступательные или поворотные движения (усилия). Сжатие воздуха в цилиндре производится с помощью поршня 4. В пневмоустройстве имеется дополнительная емкость 5, сообщающаяся с внутренней полостью пневмоцилиндра 1. Заполнение сжатым воздухом аппаратов 1 и 5 объемом  $V$ , осуществляется через воздухозаборник 11, компрессор 10, обратный клапан 9, регулятор давления 8, т.е. через магистраль 12. Давление воздуха контролируется с помощью манометра 6. Для сброса сжатого воздуха в атмосферу предусмотрен кран 7. При заполнении сжатым воздухом внутренних полостей цилиндра 1 и емкости 5 компрессор выключается.

На рисунке 1 приведены следующие обозначения:  $x$  – ход поршня;  $L_T$  – максимальное перемещение поршня;  $h_0$  – максимальная длина цилиндра для перемещения поршня;  $V_D$  – объем пневмоемкости 5;  $V$  – рабочий объем цилиндра 1.

Заметим, что если возникает необходимость задания сложных видов нагрузок, то  $V_D$  можно сделать переменным путем использования, например, пневмоемкости 5 в виде цилиндра с фиксированным перемещением поршня.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе проектирования таких нагружающих устройств необходимо правильно выбрать объем  $V_D$ , а также параметры напорной магистрали 12, чтобы обеспечить требуемую работоспособность, а также оптимальное время подготовки к работе устройства.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Филипов И.Б., Тормозные устройства пневмоприводов. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1987. – 145 с.: ил
2. Бартош П.Р. Исследование пневматического тормозного привода с корректирующим устройством / В.П. Автушко, Н.Ф. Метлюк и др. РЖ «Автомобильный и городской транспорт». НИИ Навтопром, 1976. – № 12.

Представлено 24.05.2020

УДК 621

### ПУТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ПНЕВМОСИСТЕМАХ WAYS TO SAVE ENERGY IN PNEUMATIC SYSTEMS

**Л.Г. Филипова**, ст. преп., **Я.А. Чикилевский**, студ.,  
**Ю.А. Казеко**, студ.,  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Беларусь  
L. Filipova, senior lecturer; Y. Chikilevsky, student;  
Y. Kazeko, student,  
Belarusian national technical University, Minsk, Belarus

*Сжатый воздух, используемый в пневмосистемах, является одним из самых дорогостоящих энергоносителей. В связи с этим многие современные компании, работающие в области поставки и эксплуатации пневматического оборудования, ищут пути определения скрытого потенциала возможной экономии в этом направлении.*

*Compressed air used in pneumatic systems is one of the most expensive energy carriers. In this regard, many modern companies working in the field of supply and operation of pneumatic equipment are looking for ways to determine the hidden potential of possible savings in this direction.*

Ключевые слова: *электронепневматическая система, сжатый воздух, загрязнение, воздухопровод.*

Key words: *electropneumatic system, compressed air, pollution, airduct.*