

Для ABS пластика предел текучести составляет 30 МПа. Так как проводилось два испытания. Требуется провести два расчёта на прочность:

$$n_{\max 1} = \frac{30}{1,412} = 21,2; n_{\min 1} = \frac{30}{0,08832} = 339,7; n_{\max 2} = \frac{30}{0,7293} = 41,1; n_{\min 2} = \frac{30}{0,04558} = 658,2.$$

Закключение. В ходе проведённого исследования был выполнен прочностной анализ детали «Рычаг» с использованием метода конечных элементов в системе автоматизированного проектирования Компас-3D. Проведены испытания на двух материалах: сталь 10 и ABS пластике. Результаты анализа показали, что деталь, изготовленная как из стали, так и из пластика, выдерживает заданные нагрузки, соответствующие условиям эксплуатации. Кроме того, изменение материала с металла на пластик, оказало существенное влияние на механические свойства детали, однако, коэффициент запаса прочности остался в рамках допустимого, что свидетельствует о возможности использования ABS пластика в аналогичных конструкциях. На основе всего ранее сказанного, делаем вывод, что изменение материала, несет за собой сокращение затрат на производство детали «Рычаг» входящей в состав сборочного узла, без потери его работоспособности.

Список цитируемых источников

1. GeekBrains – образовательный портал // 3D-моделирование: виды, принципы, инструменты [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://gb.ru/blog/3d-modelirovanie/> (дата обращения 25.09.2024).
2. ГОСТ 1050–88 – Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические условия (дата обращения 25.09.2024).

УДК 621.9

М. Н. Гусейнов

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи, Республика Беларусь

Научные руководители

Т. Я. Богданова, И. А. Богданович

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОДЪЕМА ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПНЕВМОМУСКУЛОВ

Введение. Современным трендом развития техники и технологии является увеличение качества производимых продуктов при увеличении доли автоматизации труда. С появлением новых материалов и развитием технологических процессов становится возможным использование новых технических подходов, упрощающих решение традиционных задач. Примером данного явления является распространение в технике двигателей шлангового (оболочкового) типа, или по—другому «пневматических мускулов».

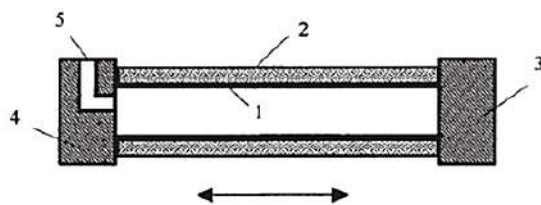
Для создания воздействия производится сокращение: в герметичную полость, снаружи опутанную гибкими связями с помощью компрессора и системы клапанов подается сжатый воздух. При повышении давления (обычно до 0,5—0,8 МПа из-за ограниченной прочности материала) оболочка раздувается, растет объем, увеличивая радиальные размеры полости. В это же время, за счёт нерастяжимости окаймляющих связей из-за сохранения их длины появляются усилия, уменьшающие осевые размеры системы. Предельное состояние сжатия такой мышцы — шар. При достижении данной формы оболочки дальнейшее увеличение объема рабочего тела невозможно, и привод перестает совершать работу. Необходимо отметить, что оболочковый мускул данного типа, как и природный прообраз, является приводом одностороннего действия — т.е. работающим исключительно на сокращение. При подаче внутрь оболочки воздуха под давлением, создается сила, направленная на уменьшение линейного размера мышцы, но обратного процесса не происходит. Для возврата системы в исходное «расслабленное» состояние, а также для возможности двухсторонней работы привода, чаще всего применяются схемы, в которых мышцы делают парными — то есть, антагонистами. В такой паре, одна отвечает за сжатие, а ее антагонист – за растяжение.

Как и большинство изобретений человека, идея была подсмотрена у природы. Принцип действия таких оболочковых двигателей во многом основан на подражании работе скелетных мускулов живых существ: при первичном утолщении мышца развивает тянущее усилие, и кости, к которым она прикреплена, по мере ее осевого сокращения, подтягиваются друг к другу. Тянущее усилие, развиваемое шланговыми пневмодвигателями, может в несколько раз превышать усилие, развиваемое поршневыми пневмоцилиндрами такого же диаметра.

Целью работы является разработка подъемника с использованием пневматического мускула.

Основная часть. По сравнению с силовыми цилиндрами, пневмомускулы развивают большие начальные усилия на тех же рабочих диаметрах. Различают удлиняющиеся и сокращающиеся пневмомускулы.

Характер движения определяет геометрия оплетки пневмомускула. Схема удлиняющегося пневмомускула приведена на рисунке 1.



1 — эластичная трубка; 2 — оплетка; 3, 4 — крышки; 5 — канал питания

Рисунок 1 — Схема пневмомускула

Внутренняя эластичная трубка имеет оплетку с трехмерной ячеистой структурой. Ячейки имеют ромбовидную форму. Когда в канал питания подается давление, трубка начинает удлиняться в обе стороны, как это показано на рисунке, если обе крышки не закреплены. Если одна из крышек закреплена, то выходным звеном этого привода будет являться другая крышка. Конструкция не имеет движущихся механических частей и обладает повышенной надежностью. Рабочий ход выходного звена составляет до 25 % от длины пневмомускула.

Развиваемое приводом усилие имеет максимальную величину в начале рабочего хода и далее практически линейно уменьшается. Это позволяет реализовывать значительные ускорения выходного звена в сочетании с плавным и точным подходом к желаемой конечной позиции.

На рисунке 2 приведены сравнительные характеристики выходных усилий силового цилиндра и пневмомускула для одного и того же рабочего диаметра и давления питания в функции рабочего хода [1].

В отличие от удлиняющихся пневмомускулов, сокращающиеся пневмомускулы имеют оплетку в виде ячеек, образующих сетку из пантографов, преобразующих давление на внутреннюю поверхность эластичной трубки в ее сокращение по длине (рисунок 3) [1].

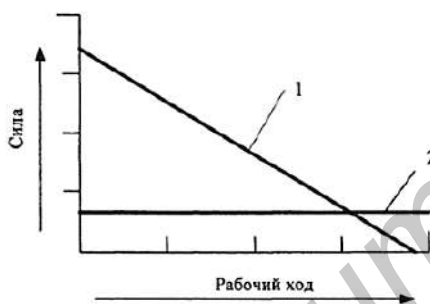


Рисунок 2 — Сравнительные характеристики выходных усилий пневмомускула и силового цилиндра: 1 — пневмомускул; 2 — силовой цилиндр

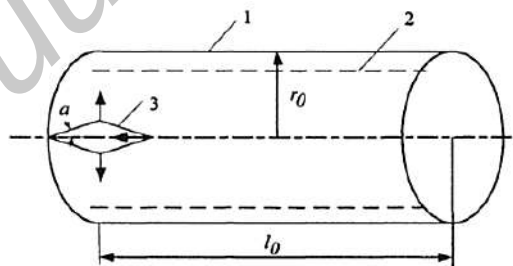


Рисунок 3 — Геометрические параметры сокращающегося пневмомускула: 1 — оплетка; 2 — эластичная трубка; 3 — ячейка пантографа

Благодаря симметрии оплетки пневмомускул всегда сохраняет цилиндрическую форму. Начальный угол a определяется как угол между продольной осью пневмомускула и стороной ячейки при отсутствии рабочего давления. Параметры r_0 и l_0 являются начальными радиусом и длиной пневмомускула.

Использование пневмомускула имеет несколько преимуществ по сравнению с другими типами управления и перемещения, основанными на иных принципах работы:

1. Надежность: механизмы имеют меньше движущихся частей, что делает их более надежными и менее подверженными поломкам. Применение в конструкции мышц новых материалов, отсутствие трущихся частей (соответственно не нужна смазка и техническое обслуживание в период работы), отсутствие люфтов подвижных частей, а также устойчивость материала к агрессивным условиям значительно расширяет область применения.

2. Простота применения: легко управлять и контролировать с помощью клапанов и компрессоров. Механическая мышца обладает инверсной силовой характеристикой (это значит, что механическая мышца работает от максимальной мощности, которая к концу работы снижается до нуля). Данное свойство позволяет осуществлять интенсивный разгон привода и последующее его торможение.

3. Безопасность: обеспечивают безопасность при использовании в промышленности, так как не используют электрический ток и не являются источником возгорания.

Но помимо преимуществ, использование пневмомускула имеет и недостатки, а именно:

- возникает необходимость в устройстве для нагнетания воздуха (например, компрессоре);
- имеет место малая величина продольных перемещений относительно длины (до 25 %);
- имеем меньший диапазон рабочих температур по сравнению с традиционными приводами [2].

Разработана пневматическая схема подъемника, изображенная на рисунке 4.

В данной схеме предусмотрено следующее: блок подготовки воздуха (состоит из клапана, манометра и фильтра), два распределителя $\frac{2}{3}$ и $\frac{3}{4}$ с ручным управлением. Благодаря распределителю $\frac{2}{3}$ система способна полностью отключаться, а распределитель $\frac{3}{4}$ служит для контроля мускулов. Также в системе присутствуют глушители.

Общий вид устройства представлен на рисунке 5.

Основные параметры подъемной системы показаны в таблице 1 [2].

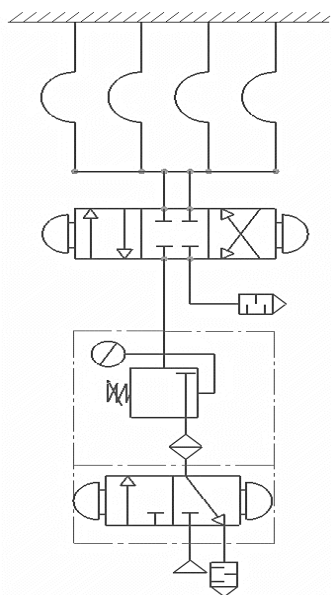
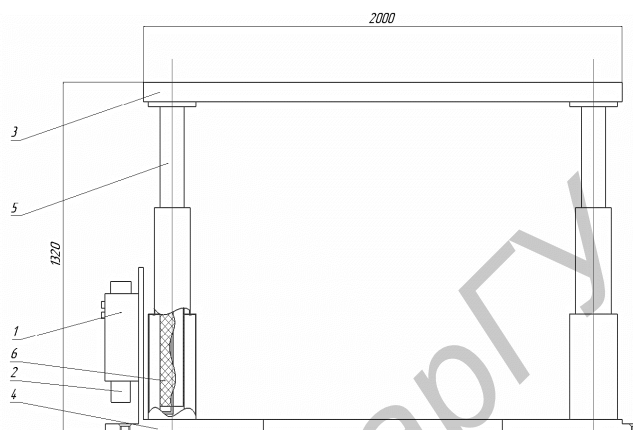


Рисунок 4 — Пневматическая схема подъемника



1 — блок подготовки воздуха; 2 — распределитель; 3 — подвижная платформа; 4 — основная платформа; 5 — защитный кожух; 6 — пневматический мускул

Рисунок 5 — Общий вид устройства

Т а б л и ц а 1 — Основные параметры системы

| Наименование | Значение |
|---------------------------------------|----------|
| Количество мускулов | 4 |
| Давление в системе | 9 атм |
| Усилие, вырабатываемое одним мускулом | 5800 Н |
| Длина мускула | 400 мм |
| Внутренний диаметр мускула | 65 мм |

Основанием подъемника является платформа, на которой и крепятся все основные узлы. Также присутствуют четыре крепежных отверстия. Мускулы закреплены на подвижной платформе и на самом основании. Далее на листе закреплен блок подготовки воздуха, панель управления и распределитель. Сами мускулы защищены телескопическим кожухом, чтобы не допустить повреждения основных узлов.

Заключение. В заключении хотелось бы отметить удобство, эффективность и эргономичность данного устройства. Основной задачей подъемника является обеспечение удобной работы, сборки, установки деталей или узлов. Сам мускул выполнен на базе эластичной цилиндрической мембраны с твердым дном и крышкой. Способность цилиндрической мембраны укорачиваться при создании в ее внутренней полости избыточного давления обеспечивается плетением корда из недеформируемой нити и его заполнением эластомером. Также использование пневматического подъемника экономически выгодно, так как пневмомускулы потребляют меньше энергии по сравнению с другими двигателями. Низкая стоимость из-за исключения из конструкции различного рода компенсирующих звеньев (подшипниковые опоры), низкие требования на допуски по точности расположения и качеству обработки посадочных мест для мышц в конструкции тоже являются преимуществами предложенной конструкции.

Список цитируемых источников

1. Рачков, М. Ю. Пневматические системы автоматизации: учебное пособие для вузов / М. Ю. Рачков. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Юрайт, 2023. — 264 с.
2. Стефан, Х. Пневмомускул за работой / Х. Стефан. — М.: ЛОГОС, 2003. — 140 с.