

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИИ ЛИНЕЙНЫХ СЕРВОПРИВОДОВ

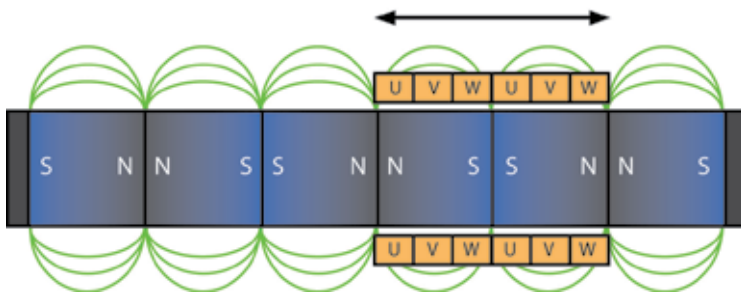
Исторически сложилось, что промышленность так или иначе зависит от разного рода винтовых и ременных передач или пневматических механизмов для решения задач линейного позиционирования. Но растущий спрос на увеличение скорости пропускной способности, миллионы рабочих циклов, гибкость настройки и программирования выявил недостатки данных механизмов. Зачастую приходится идти на компромисс, если дело доходит до точного контролируемого позиционирования в поступательном движении.

В последнее время производители пневмоприводов обновили устройства управления пневматических цилиндров с внешними регулируемыми клапанами, датчиками положения и сервоэлектроникой в целях решения некоторых из этих трудностей. Но не так просто построить замкнутую систему позиционирования, учитывая высокий коэффициент трения и динамиче-

ские линейные двигатели имеют именно такую конструкцию.

Новые линейные двигатели, так называемые tubular linear actuator, имеют форм-фактор соленоида.

Сам двигатель находится в пределах немагнитного корпуса из нержавеющей стали, так называемой каретки. Самонесущая обмотка находится внутри каретки вместе с подшипником



Структура трубчатого линейного двигателя

скую вязкость сжатого воздуха. Управление становится проблематичным из-за упругости и трения воздуха, а также трения поршня.

Технология непосредственного привода линейного двигателя обеспечивает значительно лучший подход к решению задач позиционирования. Данная технология предполагает прямое применение силы электромагнитного взаимодействия без использования ремня, шарико-винтовой передачи или иного промежуточного звена. Линейный привод производит непосредственное линейное перемещение, а не преобразует вращательное движение в поступательное.

1. Устройство линейного двигателя

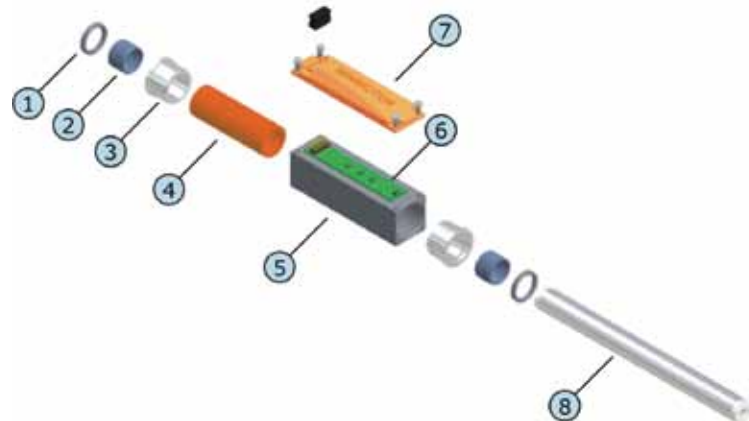
Самый простой способ описать устройство линейного двигателя – это представить двигатель вращения с постоянными магнитами, разрезанный вдоль и развернутый в плоскость. Тради-

ционные линейные двигатели имеют именно такую конструкцию. Новые линейные двигатели, так называемые tubular linear actuator, имеют форм-фактор соленоида. Сам двигатель находится в пределах немагнитного корпуса из нержавеющей стали, так называемой каретки. Самонесущая обмотка находится внутри каретки вместе с подшипником

редкоземельные магниты в форме таблеток. Подвижный шток является ключевым компонентом двигателя, он воплощает в себе запатентованный дизайн, который позволяет создать точное синусоидальное магнитное поле по всей его длине. Данная особенность позволяет использовать интегрированные в корпус двигателя датчики обратной связи вместо традиционных внешних датчиков положения. Это важно, поскольку внешние датчики линейных перемещений зачастую могут стоить почти столько же, сколько и сам привод, кроме того, они сами являются высокоточными устройствами, которые требуют специальных условий окружающей среды, точной настройки и технического обслуживания. Интегрированные датчики Холла располагаются на электронной плате под защитной крышкой каретки.

Трубчатый форм-фактор дает разительные преимущества. Данное исполнение обеспечивает математически идеальную ориентацию магнитного поля между обмотками каретки двигателя и магнитным штоком. Все магнитные силовые линии пересекают проводники с током под прямым углом. Такая ориентация позволяет создать максимальное усилие и эффективность. Высокая эффективность в свою очередь означает минимальное количество выделяемого тепла, которое максимизирует количество рабочих циклов.

Линейным электродвигателем можно управлять с помощью любого трехфазного серводрайвера постоянного



Составляющие линейного серводвигателя:

1. Кольцевая гайка. 2. Подшипники скольжения. 3. Суппорт. 4. Обмотка. 5. Корпус. 6. Печатная плата. 7. Крышка. 8. Цилиндрический шток с магнитами.

тока, который также имеет \sin/\cos интерфейс обратной связи. Тем не менее лучших динамических показателей можно достичь только при использовании драйверов, специально оптимизированных для работы с линейными двигателями. В частности, такие виды контроллеров движения предлагает компания Copley Controls.

2. Вращательное движение в поступательное.

Как правило, вращательное движение преобразуют в поступательное посредством следующих решений:

- Винт-гайка скольжения
- Шарико-винтовая передача (ШВП)
- Шестерня-рейка
- Ременная передача.

Кратко рассмотрим данные преобразующие передачи.

2.1. Передача винт-гайка скольжения: представляют собой приводной механизм, служащий для преобразования вращательного движения винта в поступательное движение гайки; работает на принципе трения-скольжения.

Преимущества: низкая цена, необратимый ход, высокое развиваемое усилие.

Недостатки: как правило, эффективность данной передачи зависит от типа приводного двигателя и составляет приблизительно 10–40%; устройству свойственны износ и постоянно нарастающий люфт; винт необходимо содержать в чистоте, даже небольшое загрязнение

Недостатки: высокая стоимость; при использовании ШВП необходимо учитывать значительные аксиальные нагрузки, наводимые на выходной вал двигателя, как следствие, требуется применение дополнительной подшипниковой опоры; винт также необходимо содержать в чистоте во избежание заклинивания.

2.3. Шестерня-рейка: шестерня, вращаясь на валу двигателя, приводит в движение зубчатую рейку.

имущества описанных выше устройств и исключили большинство их недостатков. Например, отсутствие винта, гайки и прочих механических узлов делает линейный сервопривод малозумным устройством. Отсутствие элементов, подверженных износу, увеличивает срок эксплуатации двигателей. Например, если необходима высокая точность позиционирования при небольших нагрузках и высоких скоростях, то

Таблица 1. Сравнительный анализ приводов линейного движения

Характеристика	Линейный двигатель	Передача винт-гайка	ШВП	Ременная передача	Пневно-привод	Шестерня-рейка
Скорость	*****	**	***	*****	****	*****
Ускорение	****	***	****	****	*****	****
Время регулирования	****	***	***	*	*	**
Точность	****	****	****	****	**	****
Размер системы	****	****	****	***	**	***
Усилие	**	*****	****	***	*****	****
Длина перемещения	**	***	***	****	***	****
Эффективность	****	*	****	***	***	****
Обслуживание	****	***	***	***	**	**
Уровень акустического шума	****	**	***	**	*	**
Стоимость	***	****	**	****	**	****

Оценка характеристики * плохо, ***** отлично

Преимущества: являет собой достаточно эффективно решение в экономическом плане, также подходит для применений, где требуется большая длина перемещений, большое усилие и точность; эффективность передачи достигает 95%.

Недостатки: как правило, конструкция имеет люфт, для уменьшения люфта необходимо изготавливать контактные зубья с более высокой точностью либо увеличить прижимную силу между шестерней и рейкой, высокая прижимная

линейный двигатель способен обеспечить гораздо больший срок эксплуатации, чем сервопривод с ШВП. По тем же причинам линейные приводы в трубчатом форм-факторе не испытывают инерции, отсутствуют такие факторы, как гистерезис и люфт. Результатом является превосходная динамическая жесткость.

Наконец, трубчатые линейные двигатели сегодня находятся не на их физическом пределе. Требования будущих приложений создает необходимость в постоянном уменьшении приводов и в увеличении их чувствительности. Поэтому предел размеров двигателя зависит от стоимости, а не от фундаментальной физики.

Благодаря встроенным датчикам Холла линейные серводвигатели Faulhaber демонстрируют точность позиционирования до 120 мкм без применения внешних сенсоров

может привести к снижению эффективности или заклиниванию системы.

2.2. ШВП: принцип работы тот же, что и у передачи винт-гайка, за исключением того, что гайка содержит винтовые канавки криволинейного профиля. Канавки служат дорожками качения для шариков, которые перемещаются между витками винта и гайки. Перемещение шариков происходит по замкнутой траектории – при вращении винта шарики вовлекаются в движение по винтовым канавкам, поступательно перемещают гайку и через перепускной канал возвращаются в исходное положение.

Преимущества: передача имеет очень высокую степень эффективности – до 98%, большой срок эксплуатации, высокую точность и малый люфт.

сила вызывает большие радиальные нагрузки на выходной вал двигателя или редуктора; при движении существует небольшая пульсация скорости; движение носит относительно шумный характер.

2.4. Ременная передача: шкив на валу вращает ремень, который перемещает нагрузку в линейном направлении.

Преимущества: недорогое решение, точность не лучше 50 мкм.

Недостатки: ремень подвержен износу при высоких скоростях и нагрузках; ремень может растягиваться; малый люфт требует высокую степень натяжения ремня, это в свою очередь увеличивает радиальные нагрузки на выходном валу.

Что касается линейных двигателей, то они вобрали практически все пре-

3. Линейные серводвигатели Faulhaber

Для реализации особо точного программируемого линейного движения Faulhaber предлагает серию линейных серводвигателей.



Эти приводы при компактном размере (двигатель LM2070 – 20 мм стороны квадрата каретки и 70 мм длина)

развивают усилия до 27 Н, могут использоваться как в режиме двигателя (двигается каретка при зафиксированном вале), так и в режиме актуатора (двигается вал, каретка зафиксирована). Благодаря интегрированным линейным датчикам Холла, могут быть достигнуты точности позиционирования до 120 мкм и повторяемости до 40 мкм без применения каких-либо внешних датчиков.

Линейные серводвигатели не требуют смазки либо какого-либо дополнительного обслуживания при работе, бесшумны, развивают скорость до 3,2 м/с, а ускорения – до 198 м/с². Линейные двигатели Faulhaber предлагаются с различной длиной штока. Доступны исполнения как для работы с компактными контроллерами производителя, так и с синусно-косинусной обратной связью, позволяющие реализовать управление с помощью ПЛК-контроллера. Кроме того, компания Faulhaber, предлагает контроллеры движения специально для работы с линейными двигателями, позволяющие реализовать полноценную настройку и конфигурацию линейного привода. Они свободно программируемы и поддерживают как последовательный интерфейс RS-232, так и сетевой интерфейс CAN.

4. Линейные серводвигатели Dunkermotoren

Линейные серводвигатели Dunkermotoren серии ServoTube доступны в двух исполнениях:



1. Двигатели прямого привода, предназначенные для реализации работы в режиме актуатора (подвижный шток двигателя).



2. Компоненты линейных сервосистем, предназначенные для использования в качестве OEM-компонентов и требующие установки дополнительных подшипников. С помощью таких ком-

понент возможно реализовать работу двигателя с нагрузкой, приложенной непосредственно к каретке при зафиксированном штоке.

В состав двигателя входит интегрированный датчик обратной связи по положению, обеспечивающий повторяемость до 12 микрон. В линейные серводвигатели Dunkermotoren интегрированы линейные подшипники, обеспечивающие долгий срок службы изделия и не требующие дополнительной смазки и другого обслуживания. Серия линейных серводвигателей ServoTube может похвастаться диапазоном развиваемых скоростей до 9,4 м/с и ускорений до 586 м/с². Актуаторы харак-

Серия линейных серводвигателей ServoTube может похвастаться диапазоном развиваемых скоростей до 9,4 м/с и ускорений до 586 м/с²

теризуются классом защиты IP67 и развивают постоянное рабочее усилие от 7 до 276 Н при долговременных нагрузках. Все двигатели соответствуют промышленным стандартам, что позволяет провести их быстрое внедрение в уже работающие системы. Предлагается большое количество аксессуаров для интеграции актуаторов на базе линейных серводвигателей на замену пневмоцилиндров. Для комплектации с датчиками также предлагаются различные управляющие контроллеры от производителя двигателей.

4.1. Специальная версия защищенных линейных серводвигателей

Специальная серия серводвигателей Dunkermotoren представляет собой мехатронные изделия, реализующие работу в режиме актуатора (подвижный шток).



Двигатели этой серии отличаются корпусом, выполненным из нержавеющей стали и характеризуются классом защиты IP69K. Водяное охлаждение двигателей этой серии позволяет развить усилие до 460 Н. В двигатель интегрирован энкодер с разрешением 10 мкм, что обеспечивает повторяемость 25 мкм.

Питание двигателя осуществляется от трех фаз, величина питающего напряжения может достигать 600 В. Благодаря этому возможно использование как управляющей электроники, предлагаемой Dunkermotoren, так и контроллеров от сторонних производителей.

4.2. Модули линейного движения

Модули линейного движения компании Dunkermotoren — это готовые к использованию и интеграции в создаваемые системы мехатронные решения. В основе модуля лежит линейный серводвигатель Dunkermotoren, оснащенный направляющей, концевыми

выключателями, цепным шлейфом и другими сопутствующими компонентами. Опционально возможно оснащение модуля линейным энкодером с разрешением до 1 мкм для решения задач позиционирования с высокой точностью.



Модуль линейного движения может иметь от 1 до 3 степеней подвижности и комплектуется всегда индивидуально по ТЗ заказчика. Использование модулей линейного движения на базе линейных серводвигателей является хорошей альтернативой приводам на базе шариковинтовых и ременных передач. Модули Dunkermotoren широко применяются в упаковочных машинах и других автоматических линиях.

Илья Герасимов,
инженер ООО «Микропривод»



Более подробную техническую информацию о решениях в области микроприводной техники вы можете получить, связавшись со специалистами компании по телефону (495) 221-40-52 либо по электронной почте info@microprivoD.ru, а также на официальном сайте ООО «Микропривод»: www.microprivoD.ru

На правах рекламы