

УДК 53.084.823

ПРИМЕНЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ ПРИВОДОВ В МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ

Никита Евгеньевич Гострый⁽¹⁾, Виталий Андреевич Плетнев⁽²⁾

Студент 5 курса⁽¹⁾, студент 3 курса⁽²⁾,

кафедра «Металлорежущие станки и комплексы»

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: А.Г. Ягопольский,

старший преподаватель кафедры «Металлорежущие станки»

Современные металлорежущие станки – это сложные технологические машины, имеющие в своей конструкции различные формообразующие узлы и механизмы.

Привод подач является одним из сложных станочных узлов, поскольку с его помощью осуществляется движение подачи, необходимое для поддержания процесса резания по всей поверхности заготовки.

Приводы подач современных металлорежущих станков с ЧПУ выполнены по традиционной схеме. Как правило, для преобразования вращательного движения в поступательное применяются следующие механизмы:

- 1) Винт-гайка скольжения;
- 2) Шарико-винтовая передача (ШВП);
- 3) Шестерня-рейка;
- 4) Зубчатременная передача.

Однако все вышеперечисленные решения по преобразованию вращательного движения в поступательное имеют ряд недостатков: большое количество промежуточных элементов между источником энергии и рабочим органом; наличие зазоров в механизмах; излишняя инерционность элементов передач; износ сопрягаемых элементов механизмов и т.д. Кроме того, эти недостатки определяют качественные характеристики приводов подач, а именно точность перемещения рабочего органа, равномерность и плавность хода, допустимые ускорения и скорости рабочего органа.

Недостатки традиционных схем приводов подач подтолкнули конструкторов к разработке и внедрению в производство приводов подач на основе линейных двигателей, а также наиболее распространенных вариантов – цилиндрических линейных двигателей. Применение данного вида двигателя в приводах подач металлорежущих станков обуславливается их соответствием всем требованиям к приводам подач станков: точности перемещения рабочих органов (до 0,1 мкм); ходом подач (до 2000 мм и более); скоростями перемещения (до 150 м/мин и более). Также использование линейных приводов подач в технологических машинах позволяет избежать всех недостатков традиционных схем преобразования вращательного движения в поступательное.

Область применения цилиндрических линейных двигателей постепенно расширяется и включает любое станочное оборудование, требующее быстрых и точных перемещений, например, многофункциональные станки, в частности, для точения и шлифования. Отсутствие износа, а также возможность выполнения этими двигателями частых быстрых и коротких ходов обуславливает их применение в шлифовальных станках, поскольку шарико-винтовые передачи нередко не выдерживают высоких темпов работы и выходят из строя.

Линейный двигатель – это электродвигатель, у которого один из элементов магнитной системы разомкнут и имеет развёрнутую обмотку, создающую магнитное поле, а другой взаимодействует с ним и выполнен в виде направляющей, обеспечивающей линейное перемещение подвижной части двигателя.

На рис. 1 изображены основные составляющие простейшего цилиндрического линейного двигателя.

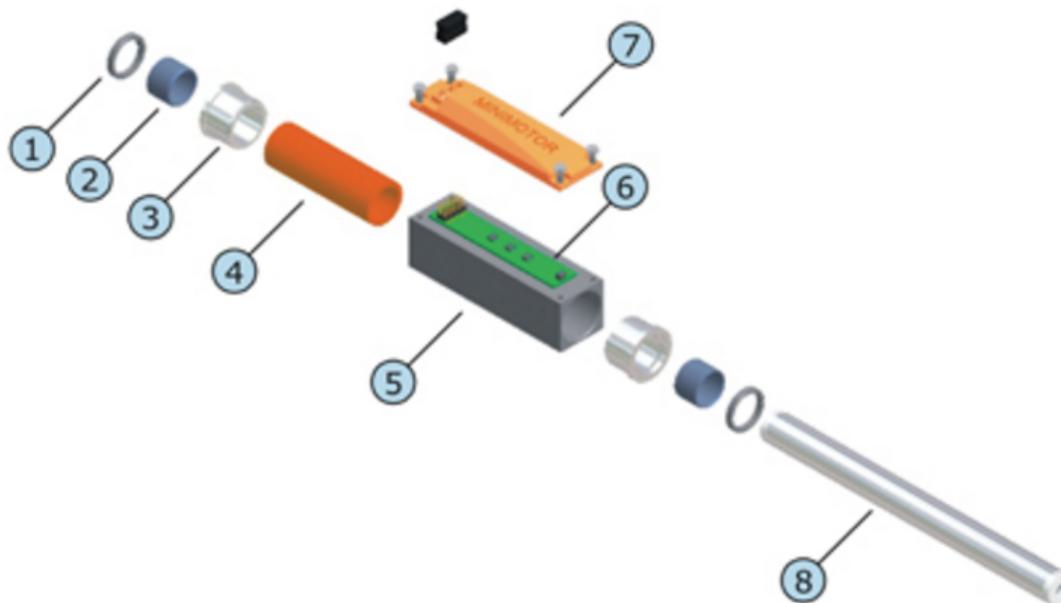


Рис. 1. Составляющие цилиндрического линейного двигателя
1- кольцевая гайка, 2- подшипник скольжения, 3- суппорт, 4- обмотка, 5- корпус, 6- печатная плата, 7- крышка, 8- цилиндрический шток с магнитами.

Преимуществами использования линейных двигателей являются:

- 1) оптимальное использование магнитного поля;
- 2) низкие силы притяжения и отталкивания (благодаря симметричной конструкции – магнитные поля сбалансированы);
- 3) хорошие условия теплоотдачи (в цилиндрических двигателях неподвижная стержневая часть выполняет функции теплоотвода);
- 4) в двигателях допустим большой воздушный зазор (1 мм).

В то же время данный вид двигателей имеет на сегодняшний день один недостаток – относительная дороговизна по сравнению с традиционными электродвигателями. Однако этот недостаток все менее значителен, так как данный вид приводов уже успешно эксплуатируется на предприятиях всех типов производств.

Принцип действия линейного двигателя основан на простейшей электромагнитной системе. Такая система состоит из металлического сердечника-магнита и статорной обмотки. В зависимости от полярности подаваемого на обмотки тока сердечник будет смещаться либо в одну, либо в другую сторону. Передача энергии в таких двигателях осуществляется через воздушный зазор. На рис. 2 представлена электромагнитная система, на которой основан принцип действия линейного двигателя.

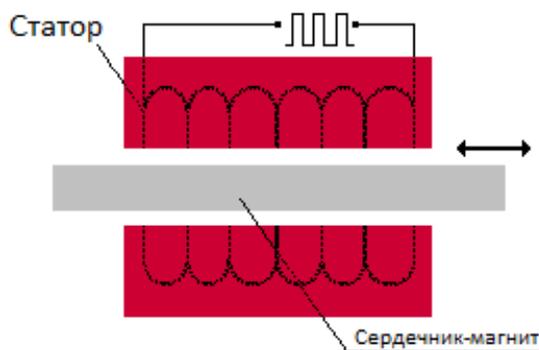


Рис. 2. Электромагнитная система линейного двигателя

Основными узлами линейных двигателей являются обмотка с подшипниками скольжения, изготавливаемыми из специального полимерного материала, а также полый шток с редкоземельными магнитами. Шток с магнитами позволяет создавать равномерное магнитное поле по всей его длине, что позволяет использовать в линейных двигателях датчики обратной связи вместо традиционных датчиков положения для точного отслеживания положения штока при работе двигателя. На рис. 3 изображена структура цилиндрического линейного двигателя.

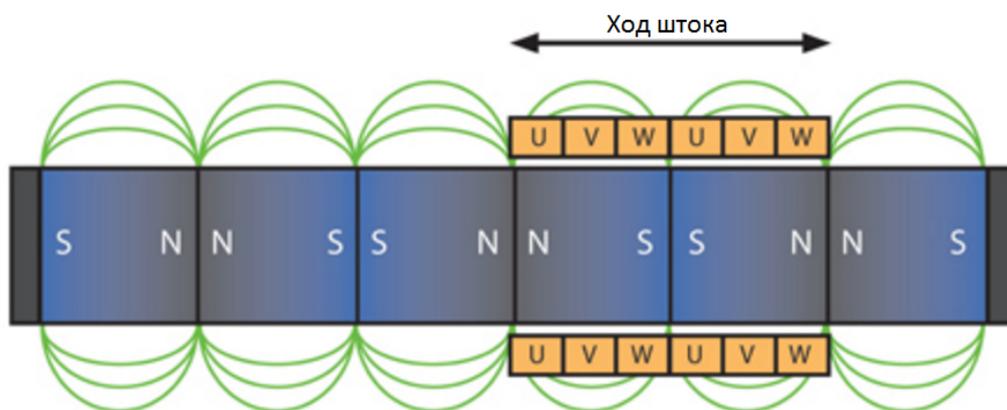


Рис. 3. Структура цилиндрического линейного двигателя

В силу особенностей конструкции, цилиндрические линейные двигатели не требуют специальной системы охлаждения, так как тепло, производимое во время работы двигателя эффективно поглощается внешней средой, в то время как в традиционных шарико-винтовых механизмах при высоких режимах работы требуется специальное охлаждение. Данная особенность является еще одним преимуществом цилиндрических линейных двигателей по сравнению с традиционными механизмами, используемыми в приводах подач станков.

В цилиндрическом линейном двигателе все нагрузки на шток сбалансированы, в радиальном и осевых направлениях не возникает дополнительных нагрузок, поэтому данный тип двигателей работает плавно, без скачков скорости перемещения. На рис. 4 представлен график изменения скорости при движении на высоких скоростях.

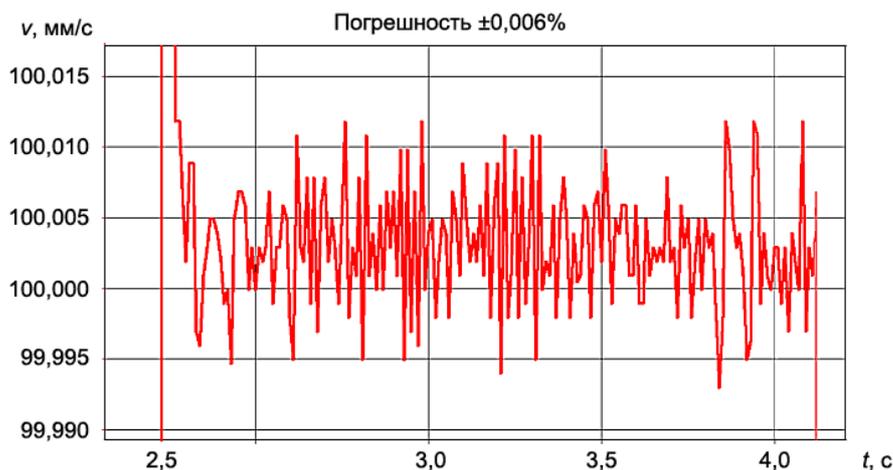


Рис. 4. График изменения скорости при движении на высоких скоростях

Цилиндрический линейный двигатель не нуждается в смазке, так как в нем нет непосредственно трущихся элементов, поэтому данный вид двигателей работает бесшумно. Кроме того, демонтаж данного вида двигателей довольно прост по сравнению с ШВП, что обуславливает его высокую ремонтпригодность.

Произведенная оценка позволяет сделать вывод о рациональности применения линейных цилиндрических приводов в качестве приводов подач металлорежущих станков, а также расширения их применения в условиях современного производства.

По прогнозам зарубежных предприятий, выпуск линейных двигателей с учетом их дальнейшего усовершенствования будет увеличиваться довольно быстрыми темпами. Также значительная часть отечественных исследований направлена на разработку линейных приводов для многоцелевых станков и внедрение их в производство.

Литература

1. Проектирование автоматизированных станков и комплексов: учебник в 2 т. / под ред. *П.М.Чернянского*. – 1-е изд., испр.—М.: издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2014.
2. *Алексеев К.Б.*, Микроконтроллерное управление электроприводом: учебное пособие для вузов по специальности "Автоматизация технологических процессов и производств (машиностроение)", Москва, МГИУ, 2008. – с. 149-151.
3. Металлорежущие системы машиностроительных производств: учебное пособие для ВУЗов, под ред. *О.В.Таратынова*, 2-е изд., доп. и перераб.- М.: МГИУ, 2006, с. 143-144.
4. *Л.И.Вереина, А.Г.Ягопольский*, Расчет и конструирование станков, М.: издательский центр «Академия», 2014. – 271 с.
5. *А.Г.Ягопольский*, «Обеспечение технологической надежности токарных станков мониторингом параметров перемещения суппортных узлов», Вестник МГТУ, серия «Машиностроение», 2010, №2(79). с. 91-105.