



Improving Linear Performance

Anton Shlenskiy and Dmitriy Yakimovsky

EasyChair preprints are intended for rapid dissemination of research results and are integrated with the rest of EasyChair.

February 8, 2021

УДК 62-187.2

А. Ю. Шленский

Магистрант кафедры «Управление в технических системах»

Д. О. Якимовский

Доцент, кандидат технических наук – научный руководитель

Усовершенствование характеристик линейного перемещения.

Приводы линейного перемещения (ПЛП) предназначены для координатного позиционирования отдельных узлов и агрегатов оборудования. ПЛП получили наиболее широкое распространение в гидравлическом оборудовании и в станках с числовым программным управлением. Для того, что бы определить тип привода линейного перемещения, который будет использоваться в оборудовании, выделяют два основных критерия выбора, применяемых к ПЛП, а именно, точность координатного позиционирования и скорость перемещения, которую он может обеспечить. Под точностью координатного позиционирования будем понимать минимальную величину перемещения, которую может обеспечить привод линейного перемещения.

Современные промышленные технологии постоянно повышают требования к точности координатного позиционирования и скорости перемещения приводов линейного перемещения, поэтому, задача повышения точности и повышения скорости перемещения является главной.

Рассмотрев ПЛП станков с числовым программным управлением [3, 6, 14, 16, 20, 21, 22] , был сделан вывод, что ПЛП делятся на две категории: быстрые, но с низкой точностью и медленные, но с высокой точностью.

На рисунке 1 представлена первая категория ПЛП, где в качестве главной пары использует зубчатую рейку и зубчатое колесо. ПЛП с использованием такой главной пары используется в станках с большим рабочим полем и позволяет обеспечить одинаковую скорость, как при малой, так и при большой длине зубчатой рейки без увеличения вибраций. Скорость линейного перемещения может достигать до 45 метров в минуту, однако, главным недостатком ПЛП с такой главной парой является низкая точность координатного позиционирования в пределах от 25 до 70 микрон. [3, 14, 19]



Рис.1. ГПП Зубчатая рейка и зубчатое колесо

Также в станкостроении для преобразования вращательного движения в поступательное используется шарико-винтовая пара. На рисунке 2 представлена вторая категория ПЛП, где в качестве главной пары используется шарико-винтовая пара.



Рис.2. ГПП шарико-винтовая пара.

Результаты анализа показали, что наибольшую точность позиционирования в пределах от 10 до 25 микрон обеспечивают станки, имеющие на своём борту шарико-винтовую передачу, однако они имеют низкие скоростные показатели. Они обеспечивают максимальную скорость перемещения до 3000 мм/минуту при использовании шаговых двигателей. Это обусловлено тем, что при больших оборотах длинного ходового винта появляются сильные вибрации и биения. Допустимые обороты ходового винта указаны в технической документации на ШВП. [2]

На рисунке 3 представлена кинематическая схема привода линейного перемещения на базе шарико-винтовой пары.

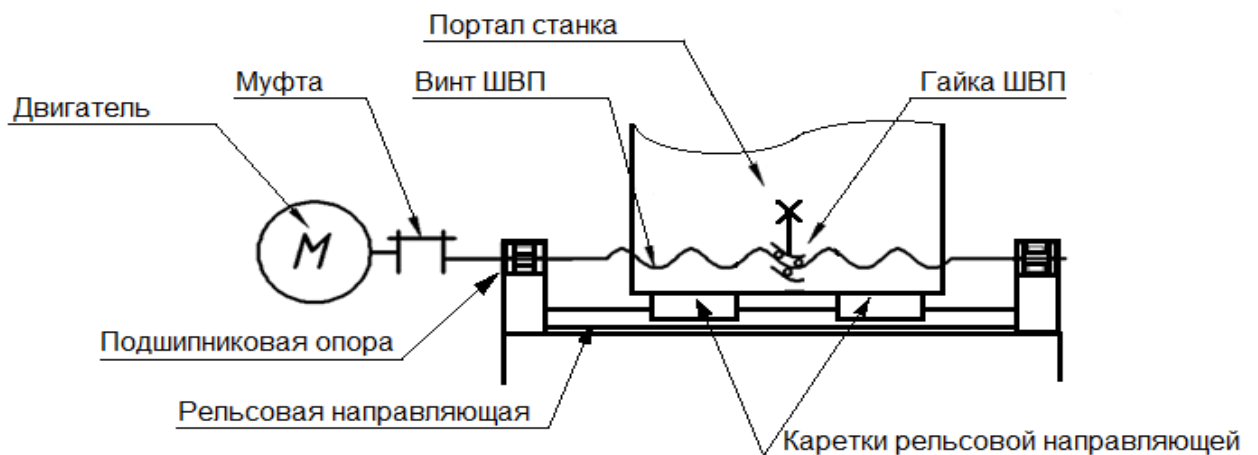


Рис.3. Кинематическая схема привода линейного перемещения.

Крутящий момент передаётся непосредственно на ходовой винт. При вращении ходового винта происходит перемещение гайки шарико-винтовой пары вдоль ходового винта. Гайка ШВП имеет жёсткое соединение с портала ЧПУ станка и сохраняет радиальное статичное положение во время движения портала.

Так как данная компоновка с использованием ШВП не позволяет получить скорость перемещения более 3000 мм/мин и дискретности меньшей 0,025 мм на 1 угловой шаг двигателя не представляется возможным, предлагается внести изменения в конструкцию ПЛП.

Для решения проблемы по увеличению скорости линейного перемещения предлагается использовать ранее спроектированную конструкцию привода [1] с неподвижным ходовым винтом и произвести замену шагового двигателя на шаговый двигатель с большей частотой оборотов. Шаговый двигатель выбран в соответствии с документацией [15].

Для увеличения точности координатного позиционирования разработать и внедрить понижающий редуктор [4, 5, 7, 8, 11, 12, 13, 17, 18] и в качестве главной пары использовать роliko-винтовую пару представленную на рисунке 4. [10]

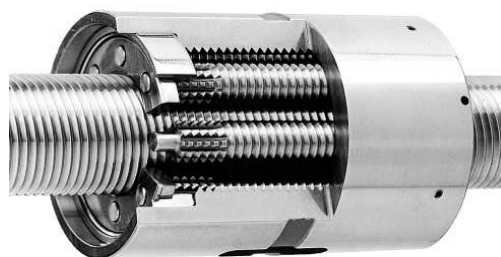


Рис.4. Роliko-винтовая пара.

На рисунке 5 представлена проектная кинематическая схема привода линейного перемещения после изменения конструкции:

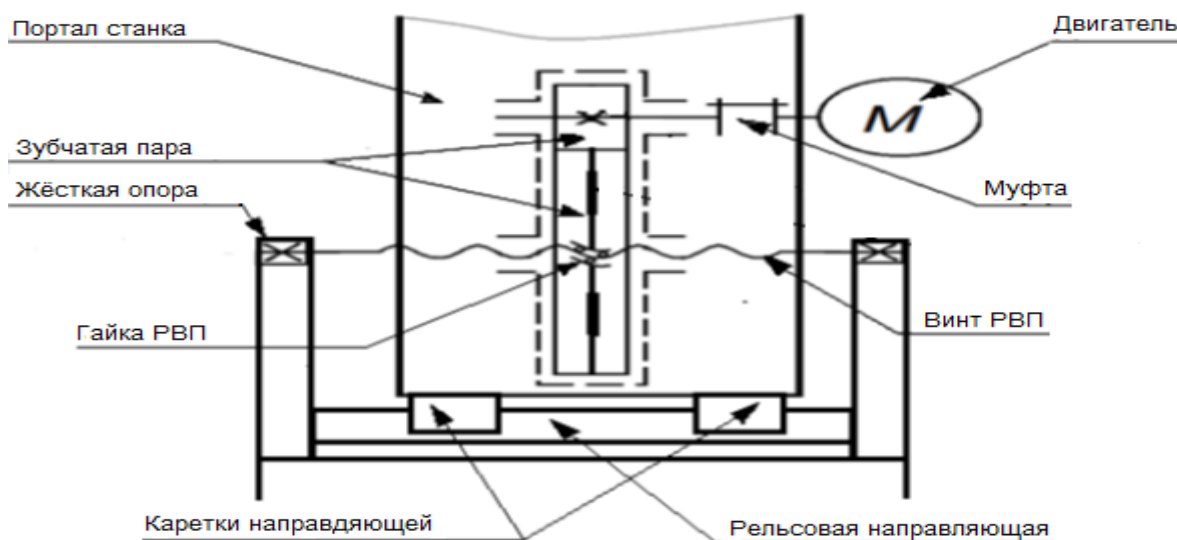


Рис.5. Проектная кинематическая схема привода с «неподвижным ходовым винтом».

Данная компоновка с использованием понижающего редуктора и ролико-винтовой пары позволяет получить точность координатного позиционирования 0,005 мм на один шаг шагового двигателя, скорость линейного перемещения равна 10000 мм/мин. На рисунке 6 изображена схема ПЛП:

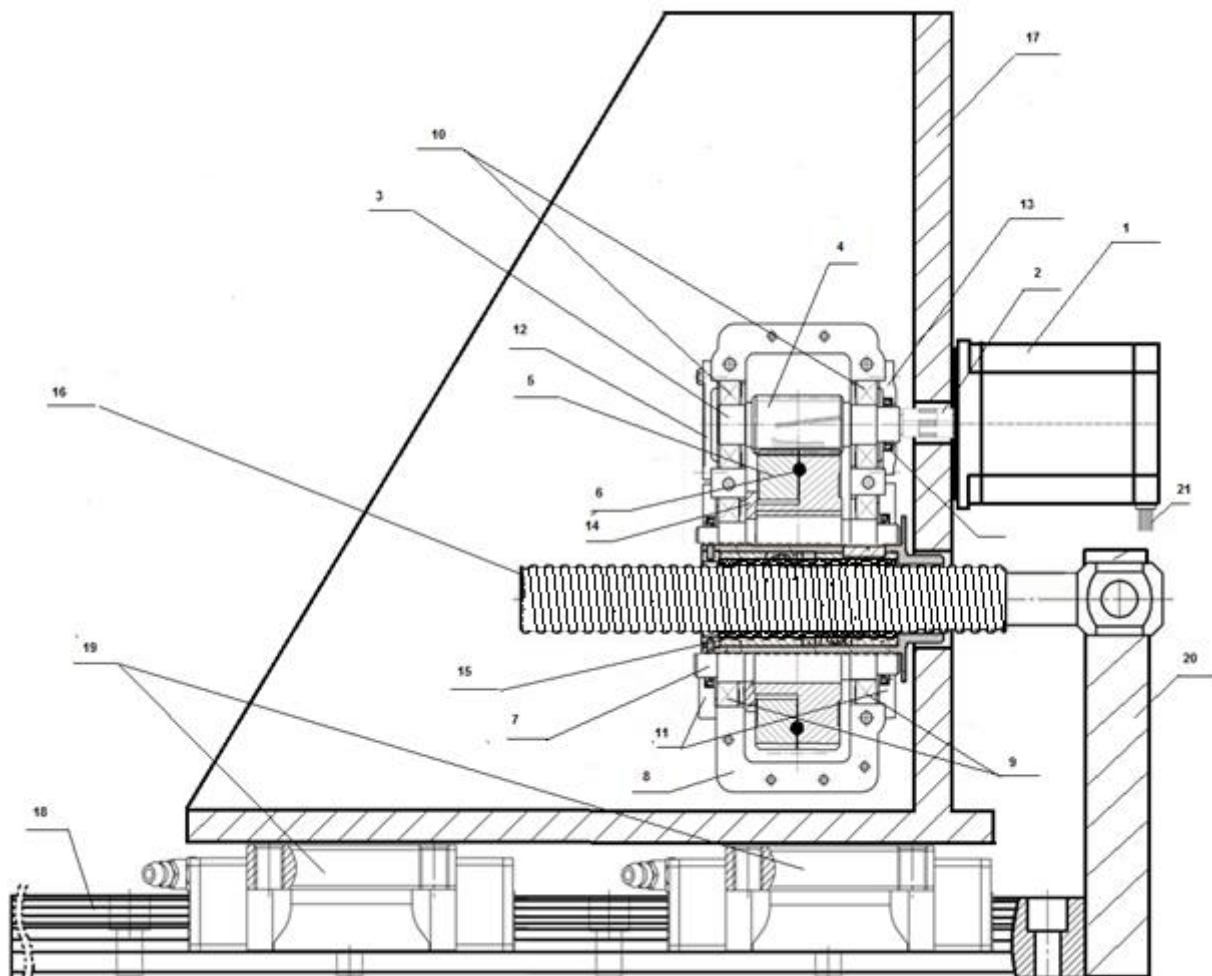


Рис.6. Проектный чертёж ПЛП

Где: 1-шаговый двигатель, 2-жесткая муфта, 3-быстроходный вал редуктора, 4-шестерня быстроходного вала, 5-разрезное зубчатое колесо, 6-люфтовыбирающее устройство, 7-тихоходный вал, 8-корпус редуктора, 9-радиально-упорные подшипники, 10-радиальные подшипники, 11-крышки подшипников тихоходного вала, 12-крышка подшипника быстроходного вала, 13-крышка быстроходного вала, 14-упорное кольцо, 15-гайка РВП, 16-винт РВП, 17-рама портала, 18-рельсовая направляющая, 19-каретки, 20-жесткие опоры ходового винта, 21- кабель питания и управления шаговым двигателем.

Библиографический список.

1. Статья. «Привод линейного перемещения». Шленский А.Ю., Якимовский Д.О. Завалишинские чтения 2020.
2. Технический справочник шарико-винтовых передач HIWIN.
3. Электрические линейные приводы и мехатроника
https://www.festo.com/net/SupportPortal/Files/652003/Electric_automation_RU.pdf
4. Статья «Особенности конструкции редукторов» 20 ноября 2018
<https://reductor58.ru/library/osobennosti-konstruktsii-reduktorov>
5. Статья «Выбор и расчёт мотор-редуктора» 25 июля 2018.
<https://reductor58.ru/library/vybor-i-raschet-motor-reduktora>
6. Серков Н.А. Точность многокоординатных машин с ЧПУ: Теоретические и экспериментальные основы. М.: ЛЕНАНД, 2015.
7. Статья « Роль передаточного числа в современных редукторах редукторах» 17 марта 2020 <https://reductor58.ru/library/rol-peredatochnogo-chisla-v-sovremennykh-reduktorakh>
8. Статья «Что такое вал редуктора» 23 сентября 2019 <https://reductor58.ru/library/chto-takoe-val-reduktora>
9. Accuracy Drives Machine Tools.
<http://americanmachinist.com/machiningcutting/accuracydrivesmachinetools>
10. Технический справочник ролико-винтовых передач SKF.
11. Статья «Конструирование корпуса редуктора» 15 июля 2019
<https://reductor58.ru/library/konstruirovanie-korpusa-reduktora>
12. Статья «Особенности конструкции редукторов» 20 ноября 2018
<https://reductor58.ru/library/osobennosti-konstruktsii-reduktorov>
13. Статья «Редукторы в металлургии» 25 апреля 2018.
<https://reductor58.ru/library/reduktory-v-metallyrgii>
14. Обзор продукции Системы линейных перемещений
<https://www.promsnab.info/catalogues/bosch/product%20overview%20rus.pdf>
15. Технический справочник шаговых двигателей Stepper motors EMMS-ST 2018г.
16. Технология линейных перемещений Справочное руководство <http://www.motion-products.ru/upload/iblock/e49/e498bfc1fb259dd6f80e3f670c13d151.pdf>
17. Учебное пособие «Электропривод с шаговым двигателем» 2016 .
<http://bestreferat.ru/files/32/bestreferat-408532/dox>
18. Анурьев В. И. Справочник конструктора – машиностроителя. Том №1, 6-е издание.1982.
19. Технический справочник зубчатых передач CNC tehnology
20. ЧПУ станки BEAVER
https://www.stanki.ru/catalog/frezernye_stanki_s_chpu/?utm_campaign=CHPU_Frezernye_Stanki_i_Skanery&utm_medium=cpc&utm_source=google&utm_term=%2Вчпу%20

[%2Bbeaver&utm_content=Ads_2&gclid=EAIaIQobChMI8c6-
oek7gIVD9GyCh217w81EAAYASAAEgJ3oPD_BwE](#)

21. ЧПУ станки LIGA

https://stanki.promoil.com/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=stanki-s-chpu-v-nalichii--poisk--rf%7C12063515194&utm_content=k50id%7Ckwd-295901099002%7Ccid%7C12063515194%7Caid%7C491049493650%7Cgid%7C116610021775%7Cpos%7C%7Csrc%7Cg_%7Cdvc%7Cc%7Creg%7C9051422%7Crin%7C9051394%7C&utm_term=станок%20чпу%20по%20металлу&k50id=116610021775%7Ckwd-295901099002&gclid=EAIaIQobChMI67eooOek7gIVn0eRBR3UFwQnEAAYAiAAEgJ7Y_D_BwE

22. ЧПУ станки CNC-step

https://protechnolog.ru/oborudovanie/metallorезhuwee/frezernoe-oborudovanie/?keyword=фрезерный%20станок%20с%20чпу&matchtype=b&utm_content=403978183612&device=c&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=Sankt-Peterburg_i_Leningradskaa_oblast_&gclid=EAIaIQobChMIqJDYquik7gIVjrWyCh0tsgfBEAAYAiAAEgKMsvD_BwE