

УДК 62.231.223

ШАРИКО-ВИНТОВАЯ ПЕРЕДАЧА С ПРИВОДНОЙ ГАЙКОЙ В ПРИВОДАХ ПОДАЧ СТАНКОВ

Кациев Микаил Умарович

*Студент 1 курса, магистратура**кафедра «Металлорежущие станки»**Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана**Научный руководитель: С.К. Руднев,**Старший преподаватель кафедры «Металлорежущие станки»*

Увеличение скорости и качества обработки предъявляет высокие требования к системам подачи современных машин. Классический вариант шарико-винтовой передачи представляет собой винт, вращающийся от электродвигателя и гайку неподвижно закрепленную на столе. Данный тип привода широко распространен в приводах подач станков, так как имеет ряд преимуществ перед другими видами передач. ШВП обладает высоким КПД ($\approx 0,9$), благодаря низкому трению, высокой осевой несущей способностью, высокой точностью позиционирования и значительным ресурсом работы.

С увеличением длины ходового винта, соответственно увеличивается момент инерции, что сказывается на ускорении и скорости перемещения «гайки». Кроме того, максимальная скорость вращения винта ограничивается резонансом, вызывая его биение. Критическая скорость вращения зависит от длины и диаметра винта и от используемых подшипников [1].

$$n_c = k \left(\frac{d_n}{L_{cr}^2} \right) \times 10^7, \text{ где}$$

n_c – критическая скорость $\left(\frac{\text{об}}{\text{мин}} \right)$;

k – коэффициент для концевых опорных подшипников;

d_n – диаметр основания шарико – винтовой передачи (мм);

L_{cr} – длина ШВП без опоры (мм).

Исполнение ШВП с приводной гайкой (Рисунок 1), может решить данные проблемы. В этом случае винт жестко закреплён с обоих концов, а гайка вращается от электродвигателя через ременную передачу. Так как гайка установлена в подшипниковые опоры, радиальная сила, действующая на шкив от натяжения ремня, не оказывает никакого влияния на винт ШВП. Поскольку винт неподвижен, резонанс и, следовательно, критическая скорость больше не являются ограничивающими факторами.

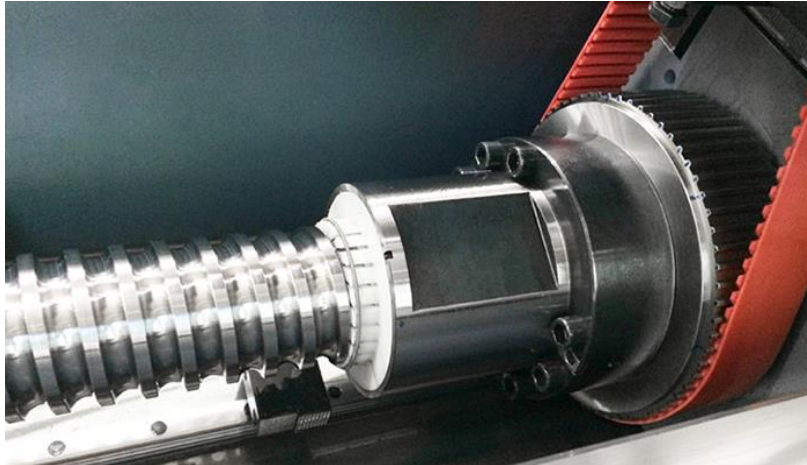


Рис. 1 ШВП с приводной гайкой.

Преимущества и недостатки ШВП с приводной гайкой определяются её конструктивными особенностями.

Преимущества:

- меньший момент инерции, следовательно, больше ускорение (чем длиннее винт, тем более благоприятный момент инерции);
- отсутствует биение винта (максимальная скорость ограничена характеристической скоростью шариковой гайки);
- отсутствует необходимость обработки концов винта;
- неподвижный винт проще натянуть для компенсации изменения размеров из-за разницы температур.

Недостатки:

- малоэффективно для коротких винтов;
- сложная система прокладки кабелей для питания серводвигателя;
- требуется пространство для установки электродвигателя на столе.

Для проведения исследований в Autodesk Inventor 2020 была разработана 3D модель привода (Рисунок 2). Винт, гайка и направляющие производства тайваньской компании HIWIN. Длина направляющих составляет 1 метр. Диаметр и шаг резьбы винта равны 32 и 10 мм соответственно. Гайка вращается от серводвигателя Siemens 1FT6034. Вращение передаётся посредством ременной зубчатой передачи с передаточным отношением 20/40. При проектировании передачи, под выбранный серводвигатель ($n = 6000$ об/мин, $T = 2$ Н*м) был успешно проведен расчёт на прочность.

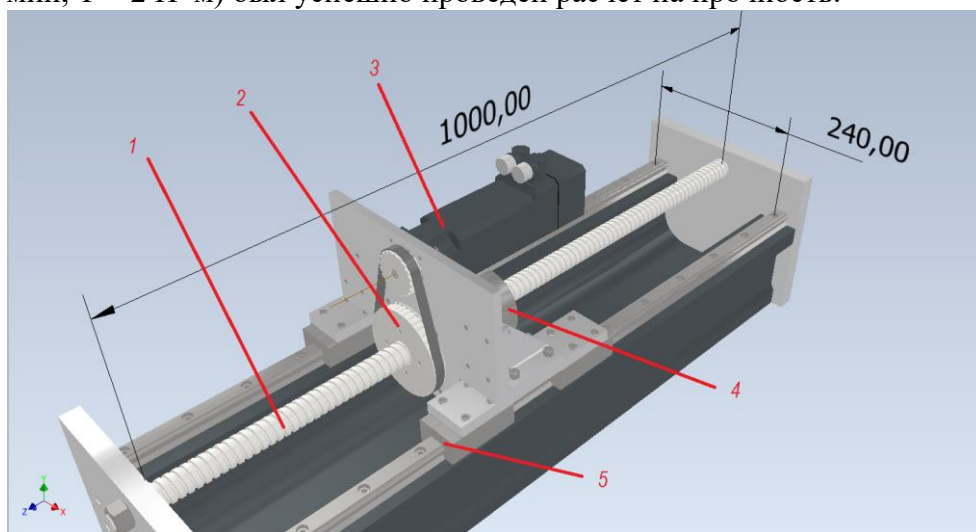


Рис. 2 Трехмерная модель привода: 1 – винт, 2 – ременная зубчатая передача, 3 – серводвигатель, 4 – гайка, 5 – направляющая.

В продолжении исследований планируется опытное изготовление привода на основе такой передачи. Таким образом, привод с приводной гайкой может стать альтернативой традиционной шарико-винтовой передаче. Уже есть фирмы, которые предлагают свои решения по данному типу привода, такие как: Bosch Rexroth, THK, MANNESMANN. Возможно исполнение гайки с дорожками качения или использовать серводвигатель с полым валом для уменьшения массы и размеров движущейся конструкции.

Литература

1. *www.linearmotiontips.com*: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.linearmotiontips.com/what-are-the-benefits-of-a-rotating-ball-nut-aka-driven-nut/> – Каковы преимущества вращающейся шариковой гайки (также известной как ведомая гайка)?
2. H. Weule (I), T. Frank – *Advantages and Characteristics of a Dynamic Feeds Axis with Ball Screw Drive and Driven Nut* – University (TH) of Karlsruhe, Germany, 1999.