

УДК 621.9

**В. Ю. Новиков**, к.т.н., проф., МГТУ «Станкин», **Р. А. Нуртеисова**, к.т.н., доц., **А. Т. Альпеисов**, к.т.н., доц., Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева, г. Алматы

## Исследование динамики работы тяжело нагруженной пары «ходовой винт-гайка»

*В статье рассматривается динамика работы тяжело нагруженной пары «ходовой винт-гайка», применяемой на различных типах металлорежущих станков.*

**Ключевые слова:** динамика, ходовой винт, тяжело нагруженная пара, каретка.

**V. Yu. Novikov, R. A. Nurteisova, A. T. Alpeisov**

## Analysis of Dynamics of Operation of Heavily Loaded Feed Screw-Nut Pair

*The article discusses dynamics of operation of heavily loaded feed screw-nut pair used on different types of metal-cutting machine tools.*

**Keywords:** dynamics, feed screw, heavily loaded pair, carriage

В статье рассматривается привод, включающий аксиально-поршневой гидромотор 1, трехступенчатый зубчатый редуктор 2, соединительную муфту с упругим элементом 8, ходовой винт 4, гайку 5 и связанную с ней каретку копировального суппорта 6 (рис. 1, а).

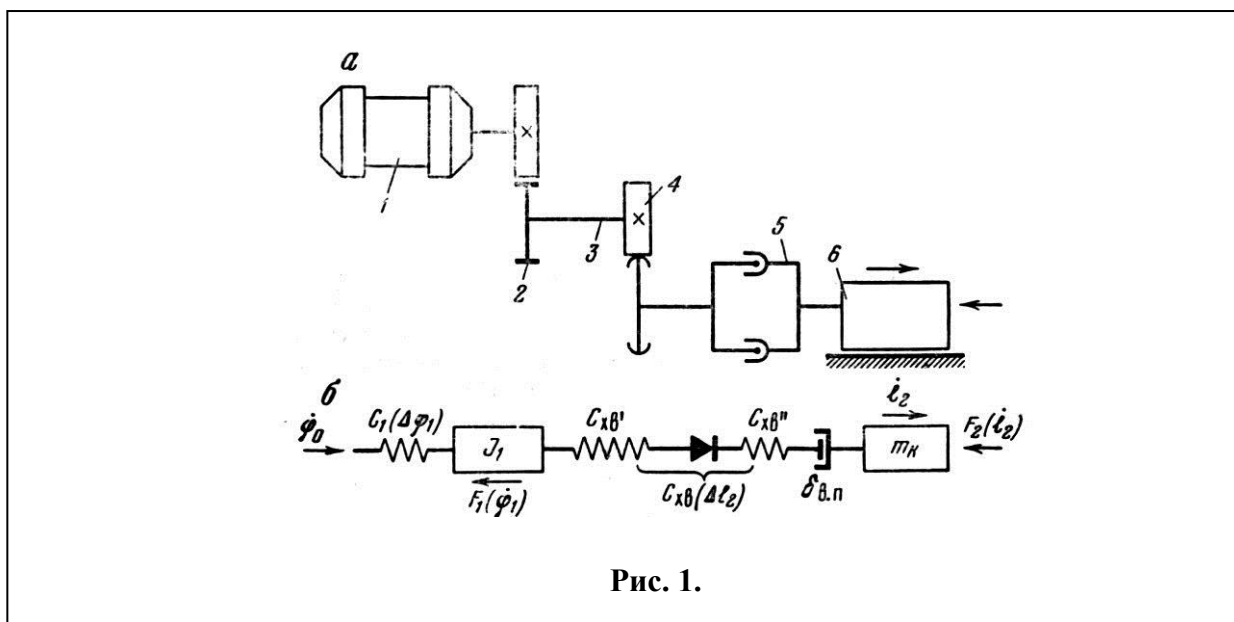


Рис. 1.

Механизм привода рассматривается как двухмассовая система. При исследовании учитываются две нелинейные упругости, нелинейные силы трения и зазор (между боковыми поверхностями витков гайки и ходового винта). Самотормозящая винтовая передача сообщает системе определенные демпфирующие свойства. Для анализа динамики привода каретки была построена ее динамическая модель.

Составлено уравнения движения привода каретки продольной подачи копировального суппорта.

При исследовании динамики привода каретки копировального суппорта на ЭВМ моделировался реально возможный цикл движения каретки: разгон, быстрый подвод, переключение на рабочую подачу, рабочая подача. Причем для определения характера перемещения конечного звена на рабочей подаче возмущающее воздействие изменялось в пределах от 0,000125 до 0,0083 м/сел. Продолжительность разгона  $t$  и переключения с быстрого подвода на рабочую подачу  $t$  были определены экспериментально.

Выполнение данного цикла на моделирующей машине осуществляется с помощью интегратора, работой которого управляет программно-временное устройство (ПВУ).

Приведенная к выходному валу редуктора крутильная жесткость гидромотора, редуктора и рабочей жидкости является нелинейной величиной (см. рис. 2).

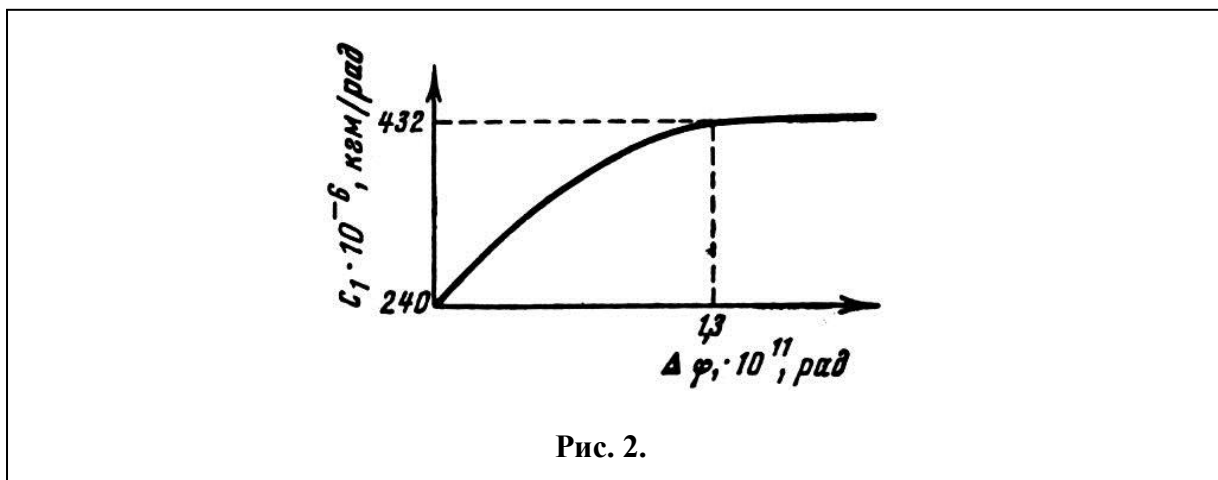


Рис. 2.

Кинематическая пара ходовой винт — гайка является самотормозящей системой, поэтому величина приведенной к ходовому винту крутильной жесткости при различных соотношениях скоростей различна. Условия самоторможения наложены соответствующими зависимостями.

В данной системе зазор между витками ходового винта и гайки имеет максимальную величину допустимую для данного вида соединения при его нормальной точности.

Динамика привода каретки копировального суппорта исследовалась при движении каретки как на холостом ходу, так и при резании.

При исследовании динамики привода каретки на ЭВМ определялся характер поступательного движения каретки при различных параметрах системы, а именно при изменении начального возмущающего воздействия в определенных пределах, при изменении силы трения в направляющих и массы каретки. Определялось также влияние силы резания на характер движения каретки при включении ее в различные моменты цикла.

В широком диапазоне изменялась величина зазора у различных конструкций кинематической пары ходовой винт — гайка зазор может изменяться в пределах от 0,05 мм до 0.

Был исследован характер изменения движения при перемещении каретки в зависимости от возмущающего воздействия при максимальном зазоре 0,05 мм.

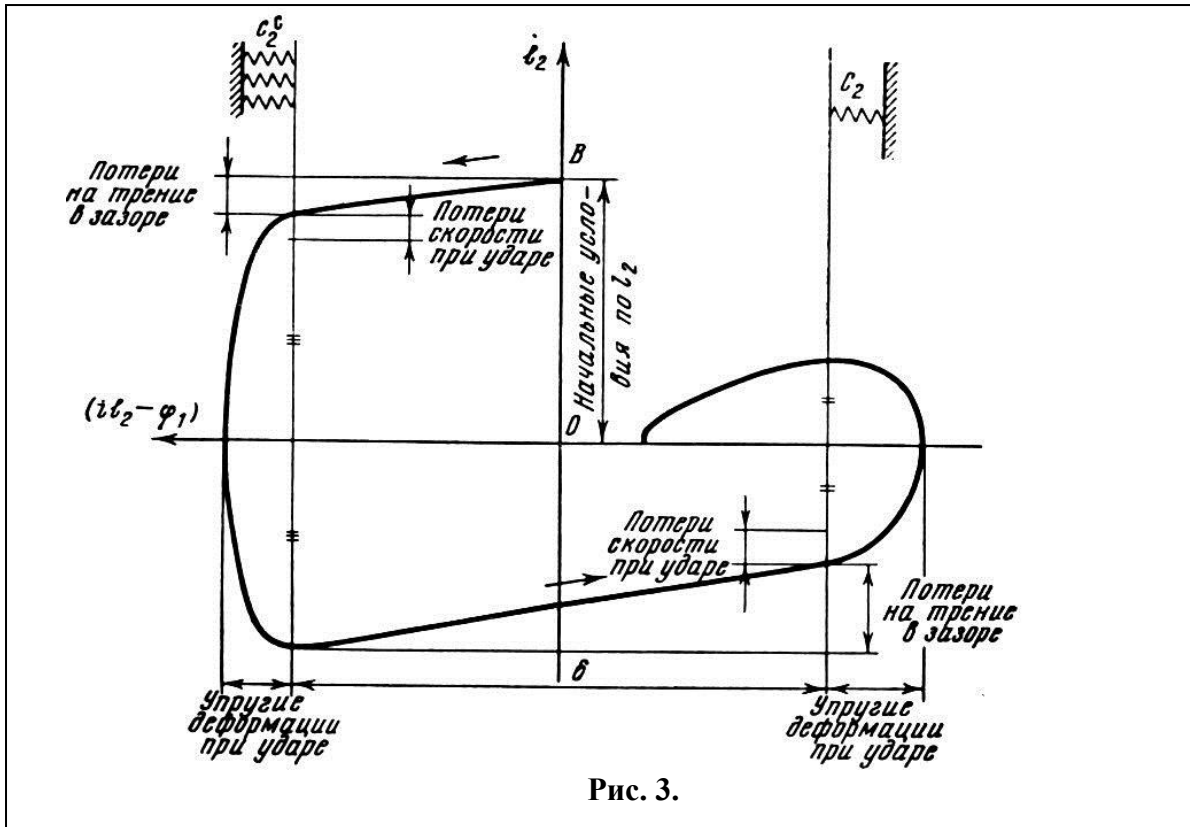
При увеличении величины возмущающего воздействия до 0,0008 м/сек неравномерность хода и прерывистость уменьшается, скачкообразность исчезают. Было исследовано также движение каретки как с зазором, так и без него. Последний случай возможен в шариковой кинематической паре ходовой винт — гайка. Характер изменения скорости каретки исследовался при зазорах от 0 до 0,05 мм.

Увеличение зазора несколько повышает длительность выстоя прерывистого движения рабочей подачи, а также значительно сказывается при разгоне каретки от нулевой скорости до скорости быстрого подвода, равной 0,0083 м/сек, — резко возрастает амплитуда.

Так как станки могут быть оснащены одним или двумя поперечными копировальными суппортами, различные исполнения гидрокопировальных полуавтоматов имеют значительно отличающиеся массы кареток копировального суппорта. Было показано, что при увеличении массы каретки с копировальными суппортами вдвое начинает сказываться прерывистое движение

При исследовании динамики привода изменялась величина жесткости. При увеличении жесткости в 20 раз наблюдалось некоторое увеличение частоты скачков и амплитуды 1.

Для определения оптимального трения в системе и влияния самоторможения винтовой передачи была получена зависимость (см.рис.3).



Таким образом, исследование динамики привода каретки копировального суппорта гидрокопировального полуавтомата показало удобство применения ЭВМ при оценке качества оборудования и выявлении дефектов как на стадии конструирования опытных образцов, так и на стадии сборки, регулировки и эксплуатации. Исследования динамики механизмов на АВМ позволят также значительно сократить экспериментальные исследования опытных образцов.

#### Список литературы

1. **Проектирование** металлорежущих станков и станочных комплексов. Справочник-учебник в трёх томах под ред. А.С. Пронникова. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана. - ФГБОУ ВПО МГТУ «Станкин». - 2000.