

АНАЛИЗ ТЕПЛОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ПЕРЕДАЧИ
ВИНТ-ГАЙКА КАЧЕНИЯ

О. М. МИЩИРУК, Д. В. ОМЕСЬ

Учреждение образования

«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Брест, Беларусь

Широкое применение передач винт-гайка качения (ВГК) в современных станках с ЧПУ, по сравнению с другими механизмами, обусловлено рядом их достоинств, а именно: беззазорность, высокая осевая жесткость, высокая стабильность момента трения, высокий к.п.д. и др. К тому же эти передачи удобны в эксплуатации, не требуют циркуляционной системы смазки и могут работать в широком диапазоне подач.

От точности передачи ВГК зависит точность координатных перемещений станка, а именно точность линейного позиционирования рабочего органа. Основными факторами, влияющими на данный параметр, являются: точность изготовления составляющих передачи, точность установки, точность конструкции, теплоустойчивость. Кроме того станки с ЧПУ, особенно многоцелевые, обладают повышенной энергоемкостью, что обуславливает значительные величины тепловых деформаций, как базовых деталей, определяющих несущую конструкцию, так и исполнительных механизмов, в частности передач ВГК. Данные передачи могут нагреваться как от внутренних, так и от внешних источников тепла. Внутренними источниками тепла являются сама передача и подшипники опор. Внешними источниками могут быть процесс резания, гидросистема станка, горячий воздух и прочее. Все основные источники тепла можно разделить на два вида: сосредоточенные по концам винта и распределенные вдоль его длины.

В общем случае процесс нагрева не стационарный, так как режим работы передачи ВГК переменный с различными величинами рабочих подач, ускоренным перемещением и различным временем их проявления.

В качестве примера рассмотрена величина теплового смещения передачи ВГК с односторонним осевым закреплением (на примере токарного станка с ЧПУ мод. 1Г340Ф3). Расчет проведен по методике, изложенной в [1]. Величина смещения Δ_x вдоль ходового винта будет определяться зависимостью: $\Delta_x = \beta \cdot \vartheta_{cp} \cdot x$, где β – линейное расширение материала, $1/^\circ\text{C}$; ϑ_{cp} – температурное поле, $^\circ\text{C}$; x – перемещение рабочего органа, м.

Величина ϑ_{cp} характеризуется геометрическими параметрами передачи (винт рассматривается как стержень конечной длины $L=630$ мм и постоянного сечения $d=40$ мм, упруго закрепленный на одном конце), свойствами охлаждающей среды (режим работы стационарный, соответствующий средневзвешенным значениям коэффициента

теплоотдачи) и мощностью тепловыделений, возникающих в опоре и в самой передаче ВГК. Опора винта рассматривается как сосредоточенный источник, а передача ВГК – как источник, равномерно распределенный на участке длины $Q_{ВГКх}=0,66$ Вт, $Q_{ВГКр}=26,38$ Вт, $Q_{Опх}=0,89$ Вт, $Q_{Опр}=35,60$ Вт. В свою очередь мощность тепловыделений зависит от схемы закрепления опор передачи ВГК, а также от величины подачи, которая зависит от частоты вращения ходового винта и характеризует тяговую силу передачи. При обработке конкретной детали было принято, что рабочая подача $S=100$ мм/мин, $n=10$ мин⁻¹, а подача установочных перемещений (холостого хода) $S=4000$ мм/мин, $n=400$ мин⁻¹. Также следует учитывать то, что часть потока тепла, возникающая в передаче ВГК и опорах, распределяется между винтом и базовой деталью. Для практических расчетов можно полагать, что доля теплового потока, направляющегося в винт, составляет $\chi=0,5$ [2], избыточная температура базовой детали и истечение тепла через торцы винта приняты равными нулю, мощность сосредоточенного источника тепла не зависит от температуры винта, т.е. при расширении винта не происходит раскрытие стыка в подшипнике опоры винта.

В результате проведенных расчетов получены величины теплового смещения для рабочей подачи $\Delta_x=5$ мкм и для подачи холостого хода $\Delta_x=18$ мкм. Полученная величина теплового смещения ходового винта оказывает влияние на точность перемещения исполнительных органов станка, что существенно для станков высокого класса точности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем: справочник-учебник в 3-х т. Т. 1. Проектирование станков / А. С. Пронников [и др.] ; под общ. ред. А. С. Пронникова. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана: Машиностроение, 1994. – 444 с.
2. Соколов, Ю. Н. Термические расчеты в станкостроении. – М. : Машиностроение, 1968. – 77с.