

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТРОЙСТВА БЕЗЛЮФТОВОГО СОЕДИНЕНИЯ ВАЛ-СТУПИЦА В ПРИВОДАХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ МНОГОЦЕЛЕВЫХ СТАНКОВ

Ким Ю.С.,

научный руководитель доктор. техн. наук, профессор, Лимаренко Г. Н.

Сибирский федеральный университет

Для увеличения точности привода, уменьшения люфта при реверсе вращательного движения, уменьшения шумности и повышения плавности хода, а также для других целей в автоматизированных приводных системах применяются безлюфтовые соединения вал-ступица. Соединения вал-ступица в современных приводах автоматического оборудования испытывают значительные динамические нагрузки, а использование безлюфтовых соединений с помощью упругодеформируемых втулок увеличивает жесткость кинематических цепей приводов, уменьшает их виброактивность, снижает трудоемкость сборочных операций в конструкциях механизмов.

Элементом сборки для передачи крутящего момента является упругая втулка (рукав), устанавливаемая в кольцевом зазоре между валом и ступицей, деформируемая при осевой затяжке установленных по ее торцевой поверхности группы винтов (рис.1).

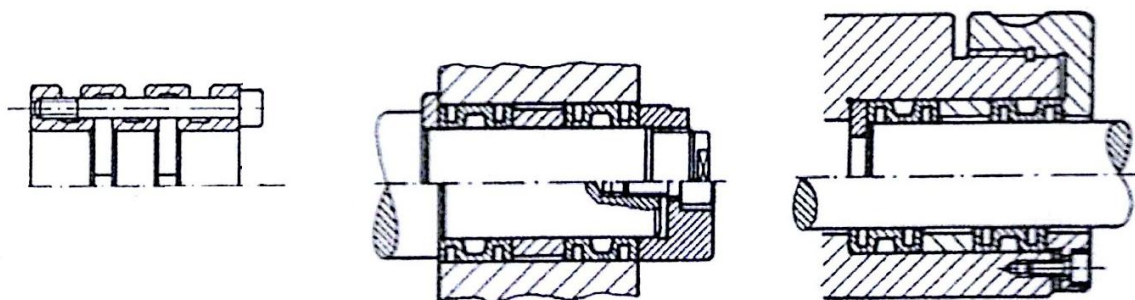


Рис.1 – Варианты исполнений соединений

Преимущества соединения, отмечаемые производителями [1]:

- Простота монтажа.
- Экономия материала. Из-за отсутствия ослабления вала шпоночным или шлицевым пазом возможно уменьшение диаметра вала.
- Подходит для многократного использования. При монтаже и демонтаже не происходит повреждения поверхностей.
- Подходит для высокоскоростных приводов. Имеет точную центровку и балансировку.
- Нечувствительно к загрязнениям.
- Защищает привод от перегрузки. Благодаря возможности проскальзывания при превышении максимального допустимого момента.
- Отсутствие концентраторов напряжения (отсутствие шпоночных и шлицевых пазов на валах и ступицах, уменьшающих прочность соединения).
- Самоцентрирование.

Конструкция деформируемых втулок технологична (рис.2)

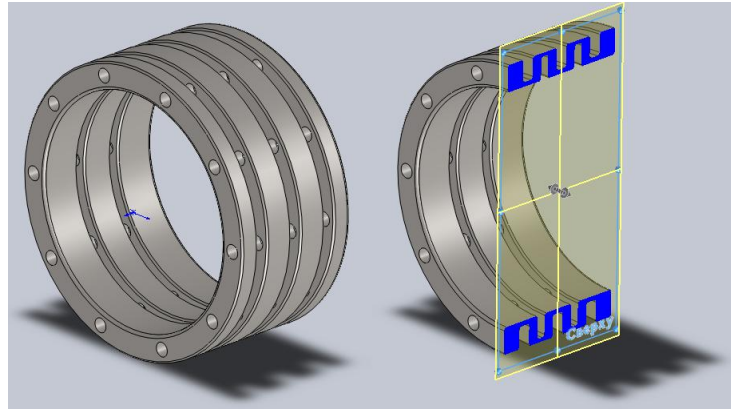


Рисунок 2 – втулка сжатия

В каталожной информации на фрикционные упругодеформируемые соединения вал-ступица с натягом содержатся данные о передаваемом крутящем моменте и требуемом моменте затяжки винтов. Однако в каталогах отсутствует информация о силах натяга в соединении при произвольных моментах затяжки винтов и измененном числе гофр во втулках, что не всегда дает возможности оптимизировать варианты конструкции элементов передач.

В рамках разработки конструкции зубчатого реечного модуля поступательного перемещения рабочего органа станка, с использованием следящего регулируемого мотор-редуктора, в данной работе проведено исследование фрикционного соединения вал-ступица. А так же исследование самой втулки сжатия.

Исследование выполнялось в программном комплексе ANSYS. Задачей исследования являлось установление зависимости между осевой силой, сжимающей втулку, и изменением ее внутреннего и внешнего диаметров. Такие зависимости позволят рассчитать передаваемый крутящий момент фрикционного соединения в зависимости от числа гофр и усилия затяжки. Ниже приведены результаты некоторых выполненных исследований. На рисунке 3 дана картина радиальных деформаций втулки.

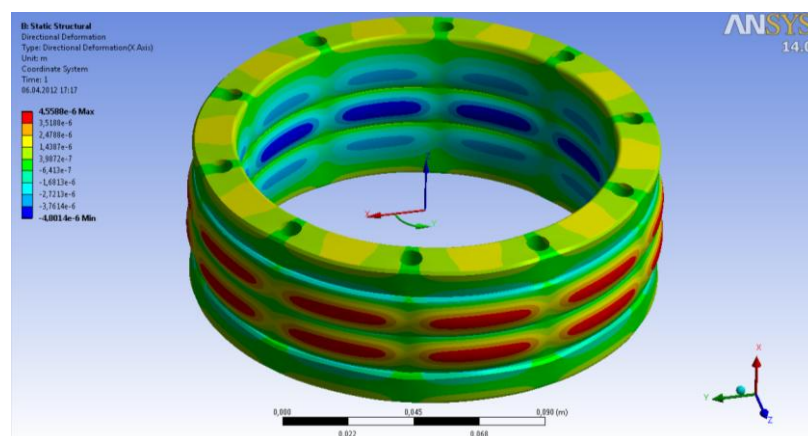


Рисунок 3 – радиальные деформации

По результатам моделирования построен график изменения диаметральных размеров от приложенного осевого усилия (рисунок 4)

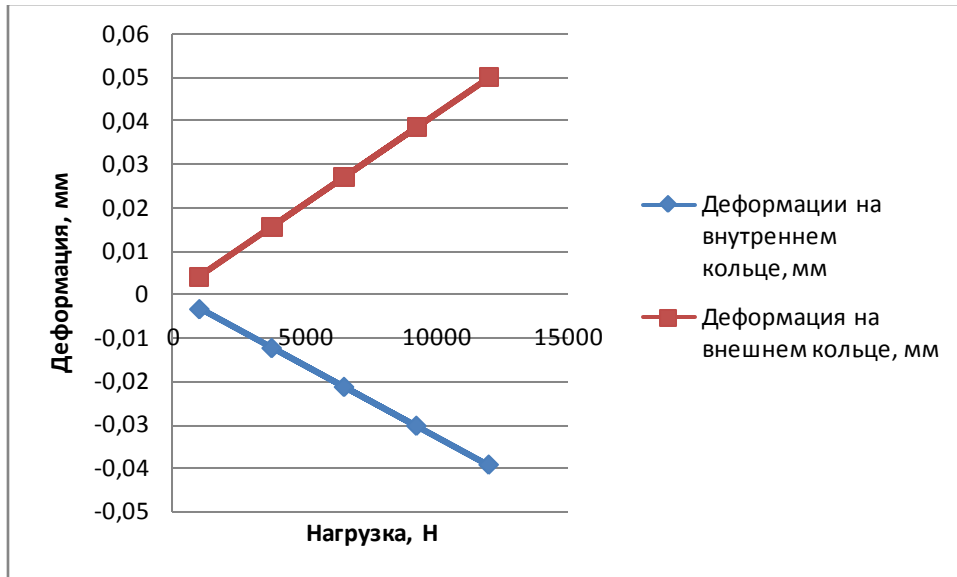


Рисунок 4 Деформации втулки при осевом сжатии

Одновременно контролировались напряжения в элементах конструкции втулок (рисунки 5,6) и на поверхности вала (рисунок 7)

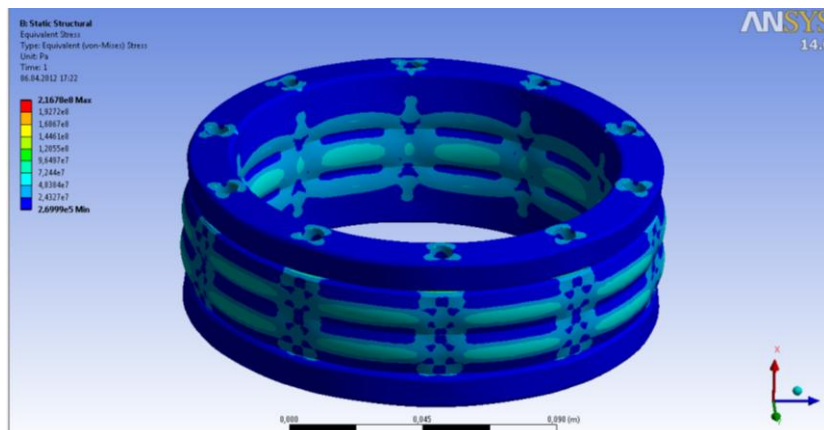


Рисунок 5 – напряжения по VonMises

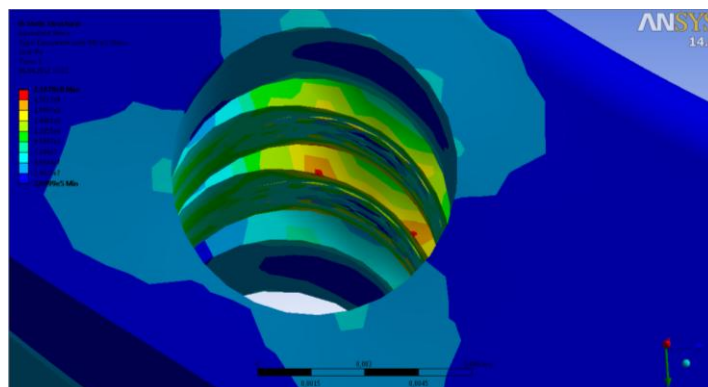


Рисунок 6 – концентраторы напряжений

Исследовалось давление на валу, создаваемого при затяжке втулки (рисунок 7).

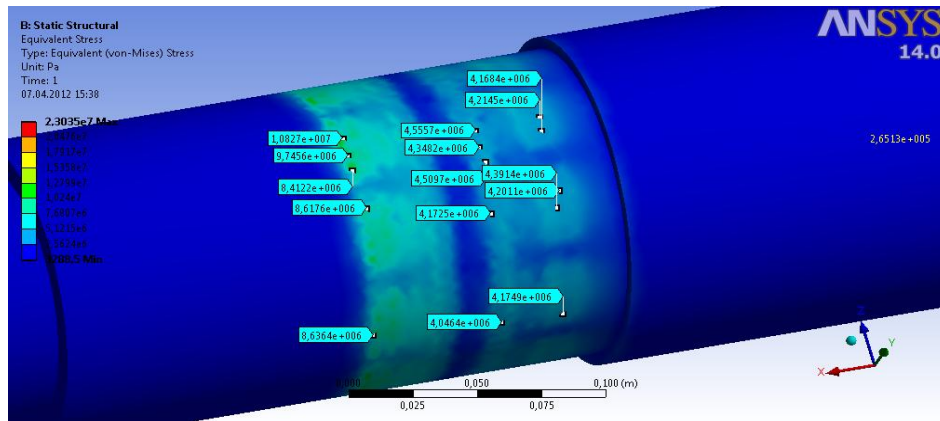


Рисунок 7 – мониторинг давлений на поверхности вала

График передаваемого крутящего момента от усилия затяжки приведен на рисунке 8.

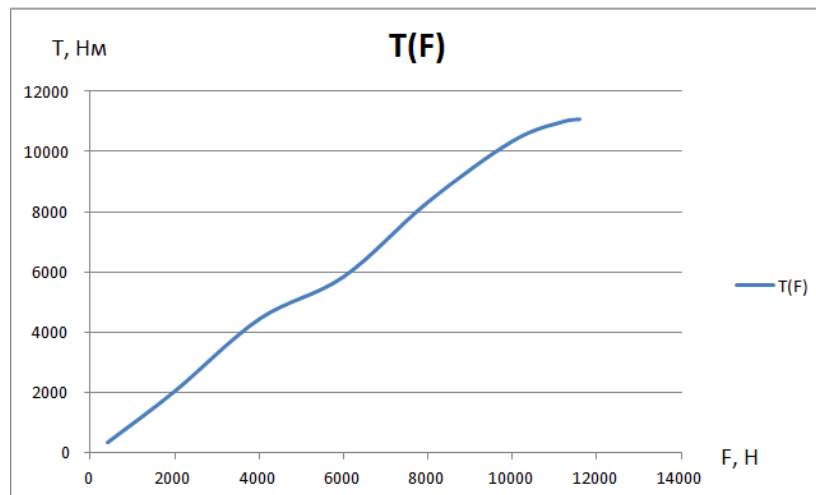


Рисунок 8 – зависимость передаваемого крутящего момента от осевой силы сжатия втулки

По результатам исследования получены численные значения деформаций втулок, позволяющих рассчитать по известной методике соединений вал-ступица с натягом [2] передаваемый крутящий момент, что позволило разработать белюфтовую конструкцию установки специального зубчатого колеса на вал.

Литература:

1. (Электронный ресурс: (<http://www.ktr.com/en/products/couplings/productoverview.htm>) CLAMPEX KTR series catalog.

2. Расчет на прочность деталей машин: Справочник/ И.А.Биргер, Б.Ф.Шорр, Г.Б.Иосилевич – М.: Машиностроение, 1979, 702 с.