

УДК 621.01

ПЕРЕДАЧА ВРАЩАТЕЛЬНОГО МОМЕНТА МЕЖДУ ВАЛАМИ. МУФТА ШМИДТА ¹**Кравченко Роман Витальевич,**
ad1_2_1@mail.ru**Сараев Владимир Дмитриевич,**
pavlik.durov.19@mail.ru**Терешин Артём Олегович,**
a.tereshin03@gmail.com

студенты 2 курса механико-технологического факультета Новосибирский государственный технический университет НЭТИ Россия, г. Новосибирск

Аннотация

Работа посвящена описанию муфты Шмидта как способу передачи вращательного движения между несоосными валами. Даны определения вращательного движения, муфты и муфты Шмидта. Раскрыты устройство и преимущества муфты Шмидта. Проведён эксперимент по выявлению входного и выходного крутящих моментов муфты Шмидта.

Ключевые слова: вал, вращательное движение, крутящий момент, муфта, муфта Шмидта.

TRANSMISSION OF TORQUE BETWEEN SHAFTS. SCHMIDT COUPLING ²**Roman V. Kravchenko,**
ad1_2_1@mail.ru**Vladimir D. Saraev,**
pavlik.durov.19@mail.ru**Artem O. Tereshin,**
a.tereshin03@gmail.com

2nd year students of the Faculty of Mechanics and Technology
Novosibirsk State Technical University NETI

¹ **Научный руководитель: Чусовитин Николай Анатольевич**

кандидат технических наук, доцент Новосибирский государственный технический университет НЭТИ Россия, г. Новосибирск. chusovitin@corp.nstu.ru

² **Scientific supervisor: Nikolay A. Chusovitin**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor Novosibirsk State Technical University NETI Russia, Novosibirsk

ABSTRACT

The work is devoted to the description of the Schmidt coupling as a method of transmitting rotational motion between misaligned shafts. Definitions of rotational motion, coupling and Schmidt coupling are given. The device and advantages of the Schmidt coupling are disclosed. An experiment was carried out to identify the input and output torques of the Schmidt coupling.

Keywords: shaft, rotational motion, torque, coupling, Schmidt coupling.

Вращательное движение и способы его передачи

Вращательное движение – это вид движения, наиболее распространённый в механизмах и машинах. Это объясняется рядом его качественных отличий [1]. Например, обеспечением непрерывного и равномерного движения при небольших потерях на трение, в сравнении с возвратно-поступательным движением, а также компактностью конструкции передаточного механизма.

Существуют различные способы передачи вращательного движения одного звена механизма к другому [2]. Один из таких способов – соединение звеньев (валов) муфтой.

Муфтами называются устройства, служащие для кинематической и силовой связи валов в приводах машин и механизмов. Муфты передают с одного вала на другой вращающий момент без изменения его величины и направления, а также компенсируют монтажные неточности и деформации геометрических осей валов, разъединяют и соединяют валы без остановки двигателя, предохраняют машину от поломок в аварийных режимах, в некоторых случаях поглощают толчки и вибрации, ограничивают частоту вращения и т. д. [3]. В общем случае муфта состоит из ведущей и ведомой полумуфт и соединительных элементов и предназначена для соединения валов, имеющих общую ось вращения. Но не всегда удаётся так расположить элементы механизма. Зачастую оси валов, между которыми необходимо осуществить соединение, смещены друг относительно друга (валы несоосны). Для соединения валов с радиальным смещением используют подвижные муфты, т. е. муфты, конструкция которых позволяет отдельным элементам смещаться относительно друг друга без изменения модуля вращающего момента. Одним из видов таких муфт является муфта Шмидта (рис. 1).



Рисунок 1. Муфта Шмидта

Муфта Шмидта – это муфта для точной угловой передачи вращательного движения, разработанная в 1963 году американцем Ричардом Шмидтом. Данная муфта предназначена для компенсации большого радиального смещения между валами [4].

Устройство муфты Шмидта

В общем виде муфта Шмидта состоит из трех последовательно расположенных дисков, вращающихся в унисон (рис. 2). При этом два крайних диска соединены с основными валами, а центральный диск соединен с соседними при помощи кривошипов.

С целью облегчения конструкции или экономии материала диски могут иметь иную геометрическую форму.

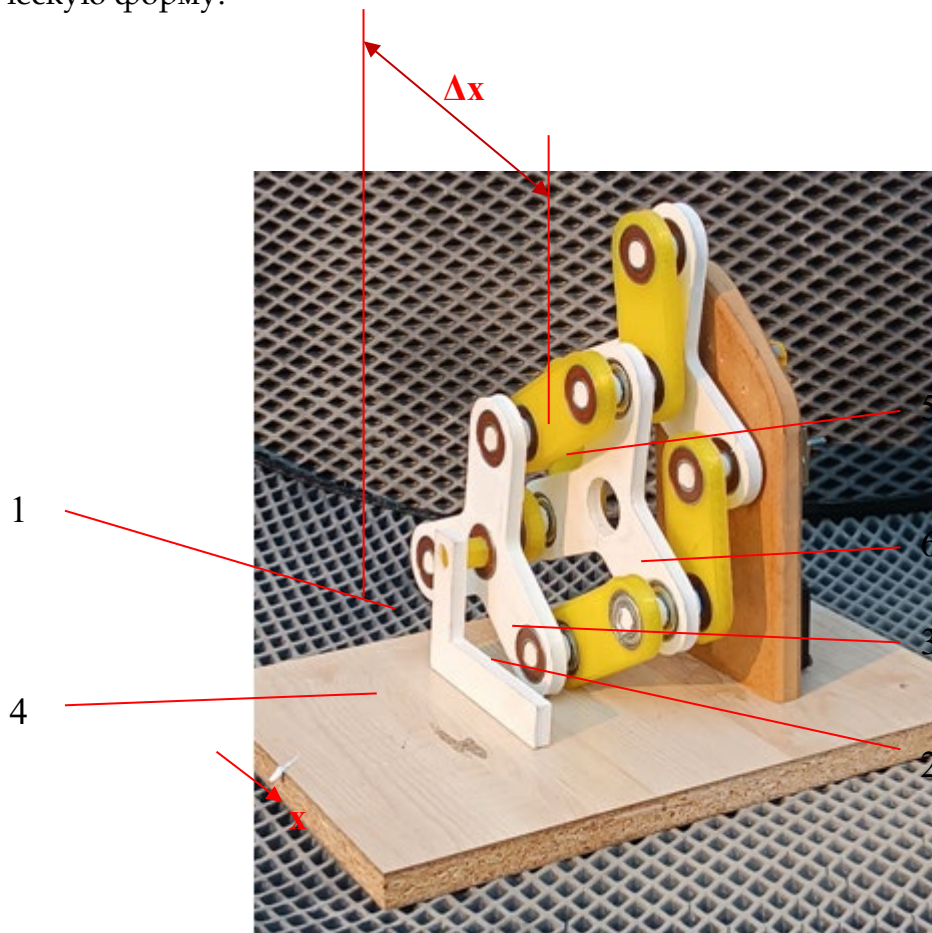


Рисунок 2. Экспериментальная модель муфты Шмидта:

1 – диск; 2 – кривошип; 3 – вал; 4 – ручка выходного диска;

5 – подшипник; 6 – стойка

Эксплуатационные характеристики муфты Шмидта

При работе все три диска муфты Шмидта вращаются с одинаковой скоростью. На дисках на одинаковом расстоянии от их центра расположены три подшипника для соединения с кривошипами, смещенные друг относительно друга на 120° градусов. Расстояние между валами можно плавно изменять в пределах от минимального значения до максимального, вдвое превышающего длину кривошипов.

Конструкция муфты позволяет перемещать валы не в одном направлении, а в плоскости. Она практически не имеет люфта, лишена гибких звеньев (как ременная или цепная передачи), а самое главное сохраняет постоянство передаточного отношения между валами.

Изменение радиального перемещения не влияет на соотношение постоянных скоростей между входным и выходным валами. Муфты Шмидта поддерживают постоянную скорость между входным и выходным валами, в то время как валы претерпевают радиальные сдвиги в своих относительных положениях.

Если муфта Шмидта работает на высоких оборотах, валы ни в коем случае не должны становиться близкими к соосным. При соосности положение среднего диска больше не фиксировано, и он может свободно колебаться.

Область применения муфты Шмидта

Муфта Шмидта может использоваться как в тех механизмах, где необходимо компенсировать радиальное смещение зафиксированных валов, так и в тех, где это смещение постоянно изменяется.

Представленный механизм изначально разрабатывался как компактная и надёжная система подачи ракет в условиях невесомости. В настоящее время муфта нашла своё применение в качестве замены карданных валов, для соединения электродвигателей и редукторов с исполнительным механизмом и пр.

Экспериментальная часть

Для убеждения в достоверности приведённых характеристик было принято решение создать экспериментальную модель и сравнить значения крутящих моментов на входном и выходном дисках.

Для выполнения поставленной задачи на 3D принтере AnycubicChiron была изготовлена модель муфты Шмидта из PLA-пластика, представленная на рисунке 2. В ней использованы однорядные радиальные подшипники от фирмы NSK модели 6001-DU. Подставка под ведущий диск сборная и выполнена из древесины. Движение осуществляется электродвигателем, работающем от элемента питания с напряжением 4,5 В.

В качестве устройства, определяющего входной и выходной крутящий момент, использовался цифровой датчик крутящего момента МТТТ03-100 фирмы MARK-10 [5].

Согласно экспериментальным данным значение крутящего момента на входном диске составило 9,48 Н*см. Замеры значения на выходном диске производились с увеличением осевого смещения (Δx). По мере удаления от начального, близкого к соосному, положения никаких изменений в величине крутящего момента не произошло, показатель остался равным 9,48 Н*см. Однако в области максимального удаления прибор улавливал потерю крутящего момента на 0,01 Н*см и давал скачкообразные показания 9,47-9,48 Н*см.

Таким образом, была подтверждена точная передача вращательного движения между валами, которые могут быть соединены с помощью муфты Шмидта. Полученное отклонение в 0,01 Н*см может быть объяснимо не совершенностью подгонки деталей собранного механизма или погрешностью прибора.

Список литературы:

1. Детали машин и основы конструирования / М.Н. Ерохин, С.П. Казанцев, А.В. Кирп и др.; под редакцией М.Н. Ерохина. – 2 изд. перераб. и доп. – М.: Колос, 2011. – 512 с.
2. Артоболевский И. И. Теория механизмов и машин: учеб. для вузов / И. И. Артоболевский – 4 изд. перераб. и доп. – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. – 640 с.
3. Ряховский О. А. Справочник по муфтам / О. А. Ряховский, С. С. Иванов. – Л.: Политехника, 1991. – 384 с
4. Schmidt-Kupplung – URL <https://olnisa.ru/manufacturers/schmidt-kupplung/>
5. Mark-10: Force and Torque Measurement Engineering Better – URL <http://mark-10.com.pl/EN/instruments/torque/TT03.html>

References:

1. Machine parts and design basics / M.N. Erokhin, S.P. Kazantsev, A.V. Kirp, etc.; edited by M.N. Erokhin. – 2nd ed. reprint. and additional – M.: Kolos, 2011. – 512 p.

2. I. Artobolevsky. I. Theory of mechanisms and machines: textbook. for vtuzov / I. I. Artobolevsky - 4th ed. reprint. and dop. - M.: Nauka, Gl. ed. phys.-mat.-mat. lit., 1988. - 640 p.
3. O. Ryakhovsky. A. Handbook of couplings / O. A. Ryakhovsky, S. S. Ivanova. - L.: Polytechnic, 1991. - 384 p.
4. Schmidt-Kupplung - URL <https://olnisa.ru/manufacturers/schmidt-kupplung/>
5. Mark-10: Force and Torque Measurement Engineering Better - URL <http://mark-10.com.pl/EN/instruments/torque/TT03.html>