

## DESING AND SIMULATION OF FRICTION MECHANICAL TRANSMISSIONS

Assoc. Prof. Radostin Dolchinkov, PhD  
Burgas Free University

**Abstract:** *The creation of transmission gear and the overcoming of drawbacks such as high cost of materials, designing of instruments, tools and machines, precision control, etc., can be achieved by using existing machine elements.*

*It is possible to achieve good results with some minor alterations in the construction, with suitable combination of the comprising elements and with the creation of efficient schemes. The aim of the present paper is to define the structure and to carry out computer analysis of friction gear with two successive comprising elements.*

**Keywords:** *friction mechanical transmission, computer analysis, creation of efficient schemes.*

## ПРОЕКТИРАНЕ И СИМУЛАЦИЯ НА ФРИКЦИОННА МЕХАНИЧНА ПРЕДАВКА

доц. д-р инж. Радостин Долчинков  
Бургаски свободен университет

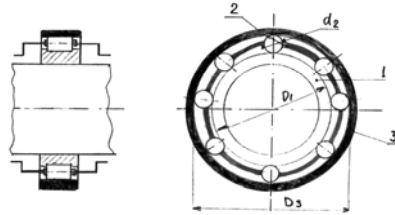
През последните десетилетия усилията на специалистите по зъбни механизми са насочени преди всичко към намаляване на габаритните размери, при повишаване на предавателното число на зъбните механизми и тяхната товароносимост. Това е сложен процес, като се има в предвид, че се изисква съвместно решаване на редица задачи свързани с конструирането, производствения контрол и експлоатационните изпитания.

За някои области на приложение това не е необходимо, а за други това не винаги може да бъде постигнато. Ако се постигне ще е свързано с по-големи разходи за материали, проектиране на инструменти, приспособления и машини, установки за контрол на точността и др..

Начин за преодоляване на тези недостатъци е използването на готови машинни елементи. С малки промени в конструкцията им и при умело съчетаване на елементите от които са съставени е възможно да се постигнат добри резултати. Един от тези стандартни елементи е търкалящият лагер – фиг. 1.

Ако сачмите или ролките на лагера се свържат с някой детайл, оста на въртене на който съпада с оста на лагера, при въртенето на лагера, детайлът, увлечен от сачмите, ще се върти  $i_1$  пъти по-бавно от вътрешната гривна и  $i_3$  пъти по-бавно от външната гривна, при неподвижна една от двете гривни. При това положение лагерът се превръща в редуктор с предавателно число  $i_1$  или  $i_3$ .

Предимство на лагерните редуктори са компактността и простотата на конструкцията, ниската себестойност и възможност за голям и гъвкав избор от предавателни числа.

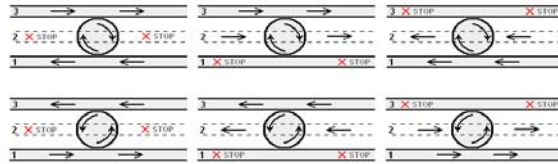


Фиг. 1. Конструкция на търкалящ лагер

При конструкция на фрикционна механична предавка с един търкалящ лагер, кинематичната схема много наподобява на схема на планетен зъбен механизъм с две и повече степени на свобода. Аналогията в движенията на отделните звена определя и аналогията в наименованията на самите звена:

- вътрешна и външна гривна ↔ централни звена (централни зъбни колела);
- сачми или ролки ↔ сателити (планетни зъбни колела);
- сепаратор ↔ водило – Н.

Възможни са няколко схеми на реализиране при различни предавателни числа:



Фиксиран сепаратор 2    Фиксиран пръстен 1    Фиксиран пръстен 3

Фиг. 2. Схеми на задвижване и извеждане на движението

От всяка схема се получават по още две подзвена в зависимост от това кое звено от лагера е водещо или водимо и кое звено е неподвижно.

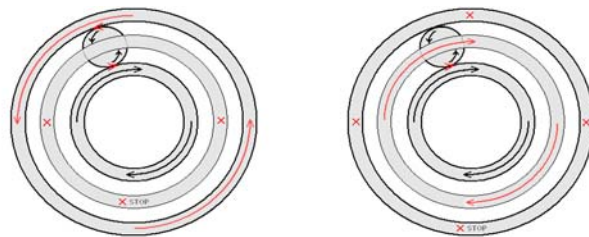


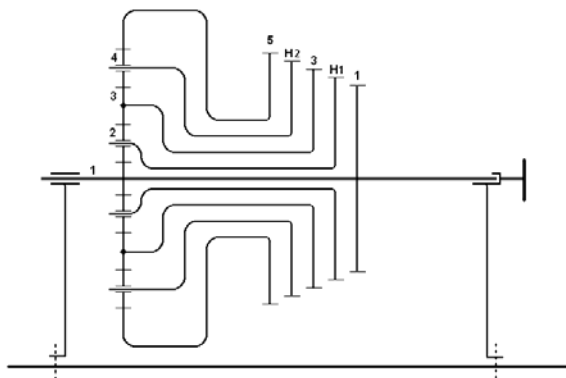
Схема при фиксиран сепаратор

Схема при фиксиран външен пръстен

Фиг. 3. Схеми на въвеждане и извеждане на движението

### 1. Фрикционна механична предавка с два един в друг съставни елемента

При вметване един в друг на два лагера се реализира фрикционна предавка с два един в друг съставни елемента, с повече степени на свобода – фиг. 4. Със свързването или застопоряването на отделни нейни звена се получават различни видове механизми.

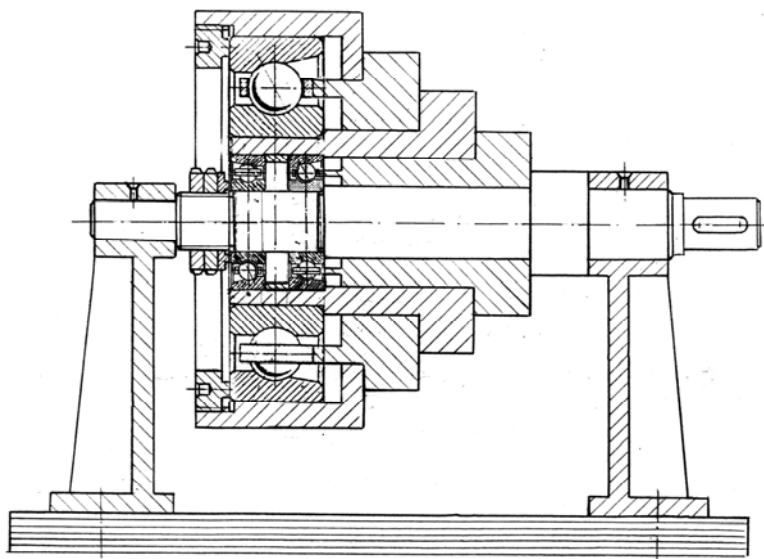


**вътрешен лагер:**  
 3 – вътрешен пръстен  
 H1 – сепаратор  
 4 – външен пръстен

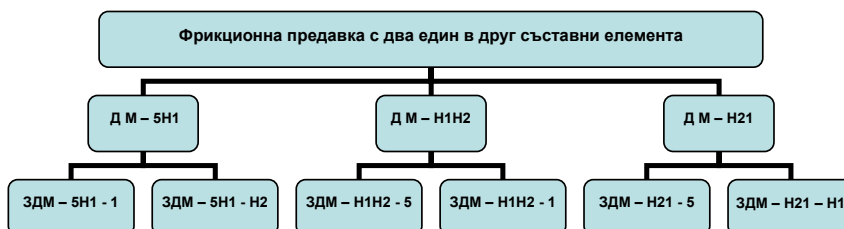
**външен лагер:**  
 1 – вътрешен пръстен  
 H2 – сепаратор  
 2 – външен пръстен

*Фиг. 4. Кинематична схема на фриktionна механична предавка с два един в друг съставни елемента*

Предмет на първата част на работата е да се направи структурна и кинематична класификация на производните на фриktionна предавка с два един в друг съставни елемента.



*Фиг. 5. Конструктивно изпълнение на кинематичната схема от фиг. 4*

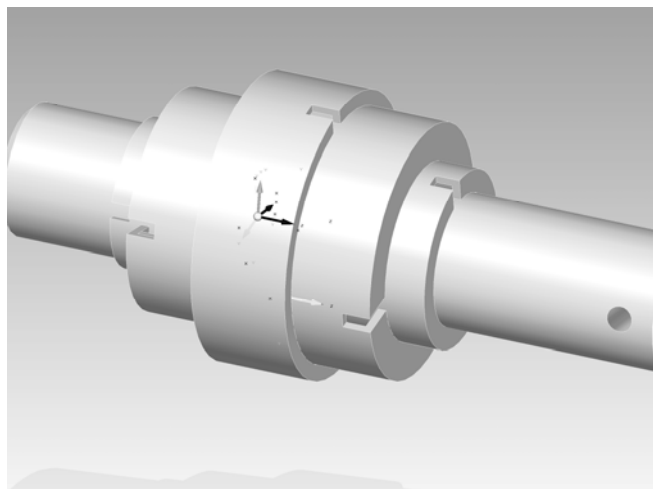


Д М – Диференциален механизъм; З Д М – Затворен диференциален механизъм

*Фиг. 6. Структурна и кинематична класификация на фрикционна предавка с два един в друг съставни елемента*

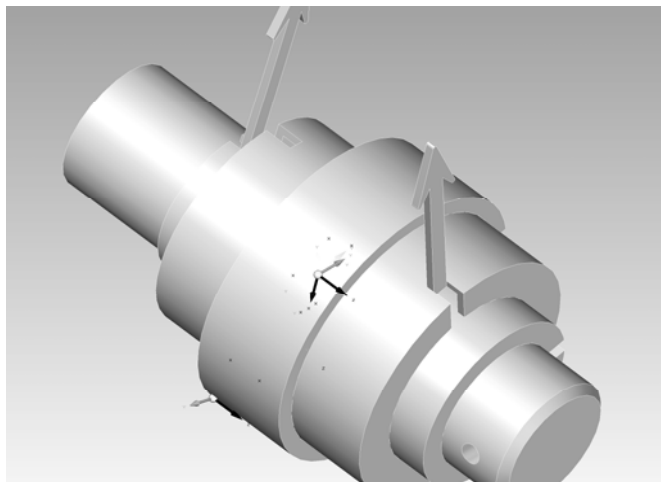
Програмният продукт използван за проектирането и симулирането на предавките е Solid Edge ST5. Това е CAD софтуерен продукт с пълна приемственост към САМ системите чрез инсталиране на допълнителен модул. Чрез него са създадени 3D обекти и са реализирани различни симулации. Чрез тях се забелязват скрити дефекти при проектирането на бъдещите изделия, възможност за промяна на конструкцията, премахване, замяна или допълване на елементи, промяна на габаритите на изделието, промяна на дизайна и др.

След закупуване на допълнителен модул към продукта – NX UNIGRAPHICS, ще има възможност и за якостни изпитания на проектираните изделия.

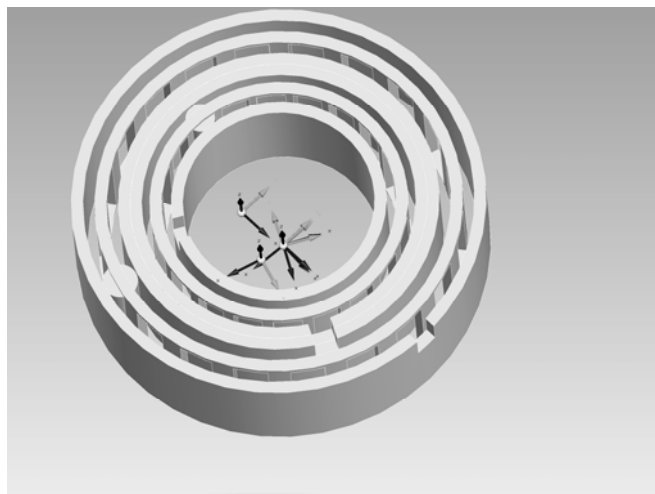


*Фиг. 7. Компютърен модел на фрикционна механична предавка с два един в друг съставни елемента*

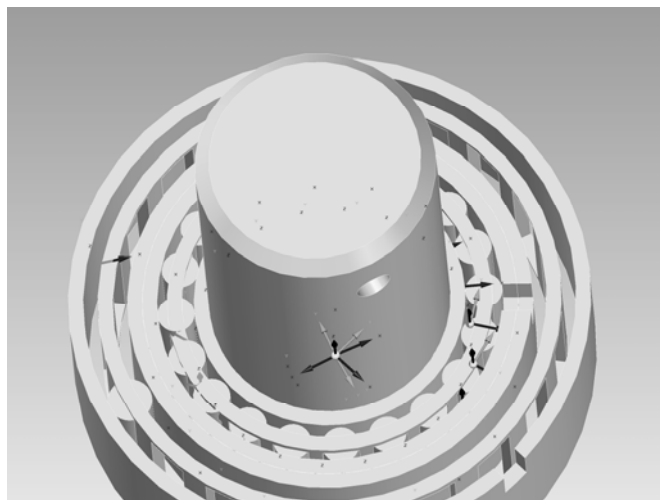
С помощта на указаните стрелки се наблюдава при симулацията въртенето в различни посоки на входящия и изходящия валове.



**Фиг. 8.** Компютърен модел на фрикционна механична предавка с два един в друг съставни елемента /със стрелки/



**Фиг. 9.** Устройство на фрикционна механична предавка с два един в друг търкалящи лагера /без входящ и изходящ вал/



*Фиг. 10. Фрикционна механична предавка с два един в друг търкалящи лагера  
/с входящ и изходящ валове/*

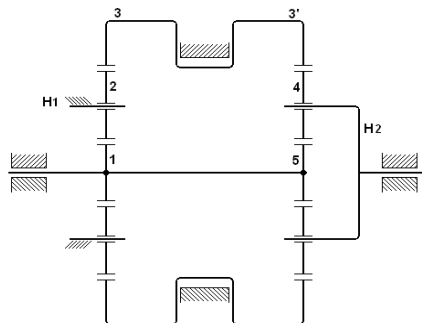
#### **II. Фрикционна механична предавка с два един след друг съставни елемента**

От така реализирания диференциален механизъм могат да се получат механизми с една степен на подвижност, чрез последователно спиране /застопоряване/ на централните му звена.



*Фиг. 11. Затворен диференциален механизъм с елементарен механизъм  
в затварящата верига*

Характерно за ЗДМ е, че две от централните звена на диференциалния механизъм са свързани с допълнителната кинематична верига – елементарен механизъм.



**първи лагер:**

5 – вътрешен пръстен

H2 – сепаратор

4 – външен пръстен

3 и 3' – устройство за предаване на движението

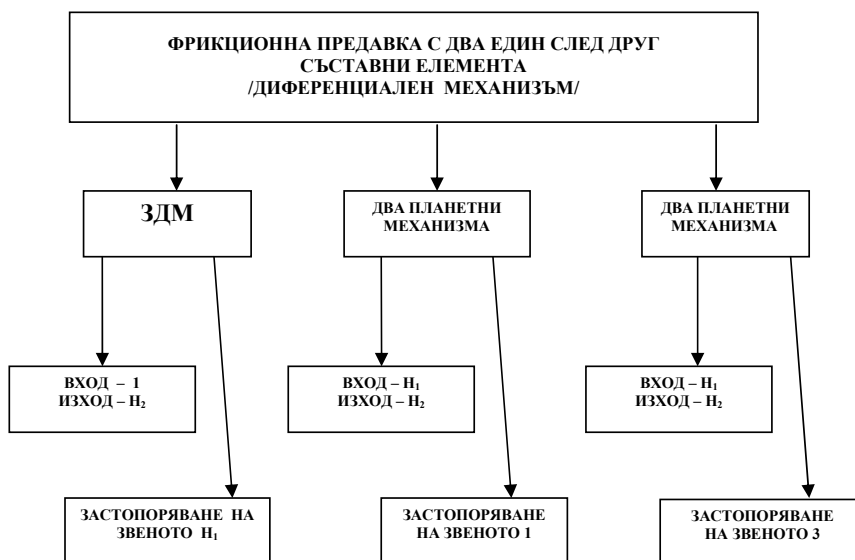
**втори лагер:**

1 – вътрешен пръстен

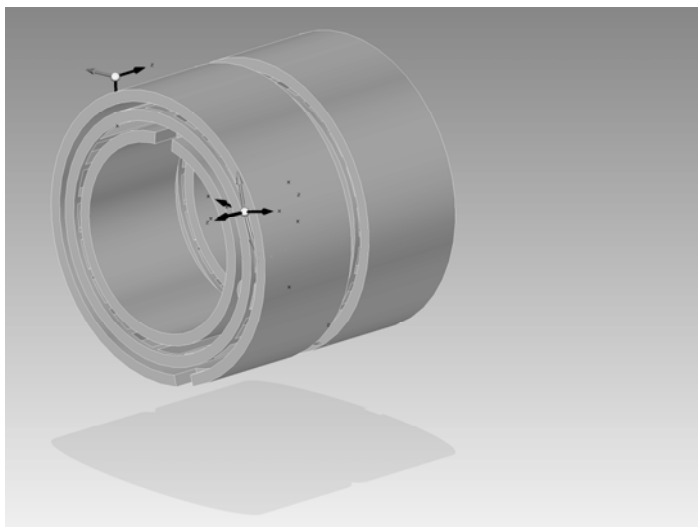
H1 – сепаратор

2 – външен пръстен

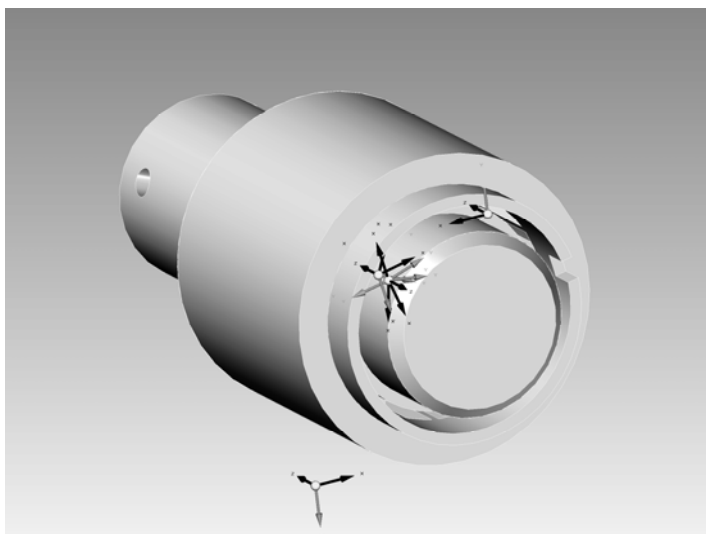
*Фиг. 12. Затворен диференциален механизъм с елементарен механизъм в затварящата верига*



*Фиг. 13. Класификация съставни елемента*



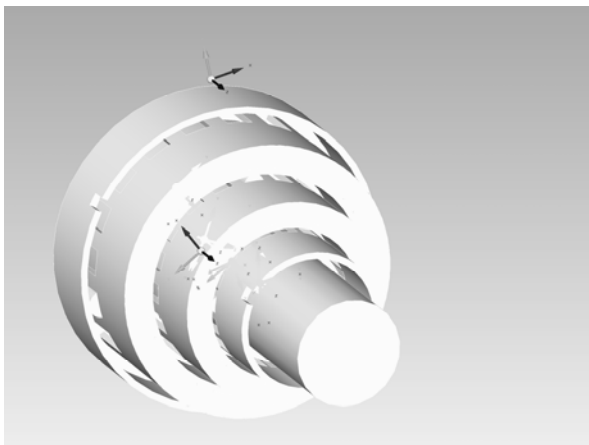
*Фиг. 14. Компютърен модел на фрикционна механична предавка с два един след друг съставни елемента /без валове/*



*Фиг. 15. Компютърен модел на фрикционна механична предавка с два един след друг съставни елемента /с валове/*

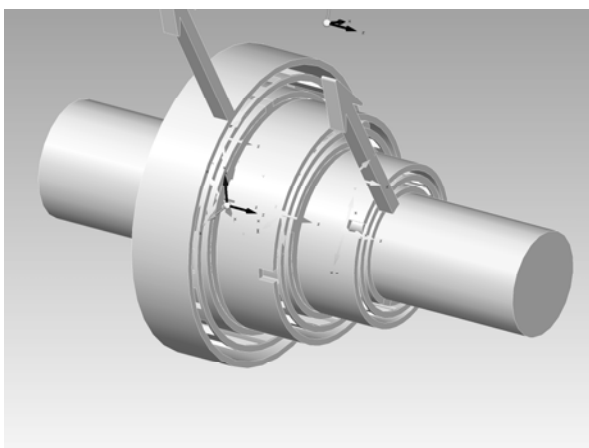


За да се постигнат по високи предавателни числа е възможно да се конструират и предавки със три и повече съставни елемента (фиг. 16 и фиг. 17).



*Фиг. 16. Компютърен модел на фрикционна предавка с три елемента свързани един след друг*

При тази предавка един след друг са свързани три лагера на които са блокирани вътрешните гривни. Стрелките са свързани неподвижно с входящия и изходящия валове.



*Фиг. 17. Компютърен модел на фрикционна предавка с три елемента свързани един след друг /със стрелки/*

Движението се въвежда от сепаратора на първият лагер – Н1 и се извежда от външната гривна на последният лагер. Движението от един лагер на друг става чрез свързване на външна гривна на първият лагер със сепаратора на вторият и аналогично с третия.

#### **Заклучение:**

- Аналогията с планетните и диференциалните зъбни механизми дава възможност да се сегментират получените механизми и да се направи примерна класификация на фрикционната предавка.
  - Тя ще помогне за точното анализиране, бързото пресмятане и правилното място на приложение на използваната конструкция /схема/ фрикционна предавка.
  - Тя ще помогне за правилното и финансово изгодно проектиране на фрикционни предавки.
  - С помощта на компютърното моделиране, бързо и точно могат да се вземат правилните решения, да се направят необходимите експерименти за извличане на технически и дизайнерски изгодната конструкция.

#### **Литература:**

1. Долчинков Р., Лагерен редуктор, Сборник научни трудове РУ „Ангел Кънчев”, том 41, серия 2, Машиностроителни науки, Русе, 2004 г.
2. Долчинков Р., Генов Г., Тонев Г. Анализ и конструкции на фрикционни механични предавки със стандартни търкалящи елементи, Национална конференция с международно участие „Технически системи и технологии 2006”, Сливен, 2006.
3. Долчинков Р., Тонев Г., Структурен и кинематичен анализ на фрикционна предавка с два един след друг съставни елемента, Journal of the Technical University at Plovdiv „Fundamental Sciences and Applications”, Vol. 13, 2006.
4. Долчинков Р., Тонев Г., Структурен и кинематичен анализ на фрикционна предавка с два един в друг съставни елемента, Годишник на БСУ, том XV, 2007.
5. Долчинков Р., Класификация на фрикционни предавки с два съставни елемента, Част 1, Journal of the Technical University at Plovdiv „Fundamental Sciences and Applications”, Vol. 14, 2009.
6. Долчинков Р., Класификация на фрикционни предавки с два съставни елемента, Част 2, Journal of the Technical University at Plovdiv „Fundamental Sciences and Applications”, Vol. 14, 2009.