

## ВЛИЯНИЕ НА НАКЛОНА НА ИЗХОДЯЩИЯ ВАЛ ПРИ ШАРНИРА НА ХУК ВЪРХУ КОЕФИЦИЕНТА НА ПОЛЕЗНО ДЕЙСТВИЕ

Стефан ГАРАБИТОВ<sup>1</sup> Валери ИВАНОВ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>катедра „Теория на механизмите и машините”, Технически университет - София, България  
e-mail: [stefang@tu-sofia.bg](mailto:stefang@tu-sofia.bg)

<sup>2</sup>катедра „Теория на механизмите и машините”, Технически университет - София, България  
e-mail: [valio23@yahoo.com](mailto:valio23@yahoo.com)

**Резюме:** Шарнира на Хук или известен също като Карданов съединител е компенсиращ съединител позволяващ свързването на два вала с наличие на ъглово изместване. Конструкцията е проста и надеждна, но има ред недостатъци, които са добре известни и анализирани. В статията се анализира още един аспект на качествените показатели на механизма. Важно значение за надеждността и дълготрайността на механизма се явява коефициента на полезно действие, който пък е в пряка зависимост от загубите при триене в лагерните опори. Рязката промяна на вътрешните реакции във връзките, както и големите стойности на самата реакция довеждат до бързо износване и повреда на механизма. Точното определяне на границата на спадането на к.п.д. е много важно за предотвратяване на заклиняването на механизма както и за увеличаване на неговата надеждност. С помощта на програма за анализ на механизми MSC ADAMS е направен модел и е анализиран такъв механизъм относно изменението на коефициента на полезно действие в зависимост от промяната на ъгъла сключен между двата вала.

**Ключови думи:** съединител, Кардан, Хук, к.п.д.

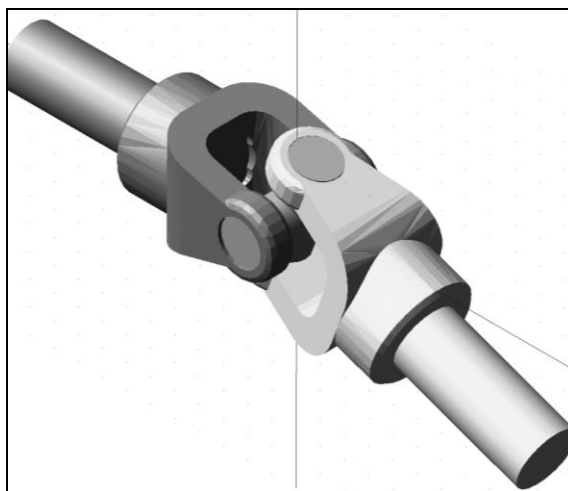
### 1. ПОСТАНОВКА НА ЗАДАЧАТА

Моментния коефициент на предавателен механизъм, какъвто се явява съединителя се определя по класическата формула:

$$\eta = \frac{M_{out} \cdot \omega_{out}}{M_{in} \cdot \omega_{in}}; \quad (1)$$

Трябва в процеса на изчисление да се отчете загубата при триене във връзките. Промяната на ъгъла между входния и изходния вал се отразява върху големината на опорните реакции и вътрешните реакции във връзките. Аналитичния израз за това не е необходим, а всичките изчисления се правят от готова програма за анализ на механизми. Съпротивителният момент на изхода е константа. Изчислява се консумираната мощност на входа при константна ъглова скорост на входа и променлива на изхода.

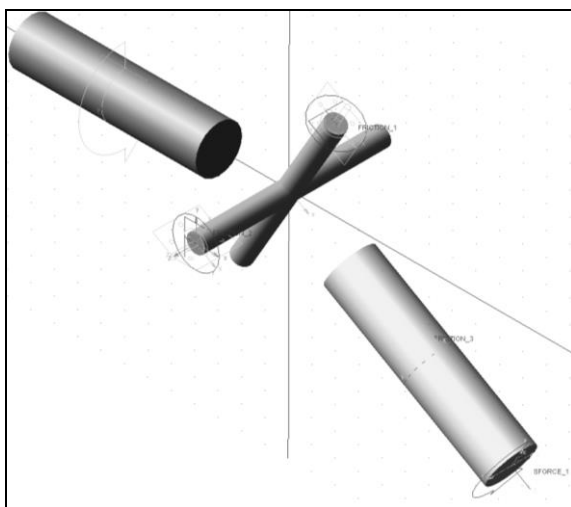
Определянето на коефициента на полезно действие е от значение за дълготрайността и надеждността на конструкцията. Особено важно е за конструирането на междинното звено, което е подложено на значителни натоварвания при големи стойности на ъгловото изместване. [1,2,3,4,5].



фиг.1 Общ вид на CAD модела на шарнира

### 2. ИЗГРАЖДАНЕ НА МОДЕЛ

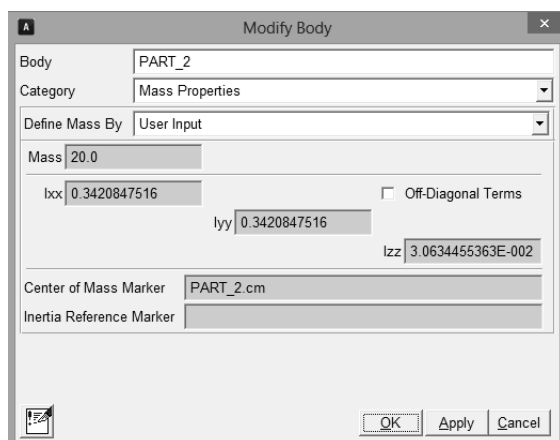
CAD модела, използван за изграждане на опростен модел за анализа е показан на фиг. 1. Вече изградения модел е показан на фиг. 2.



фиг.2 Изчислителен модел на механизма

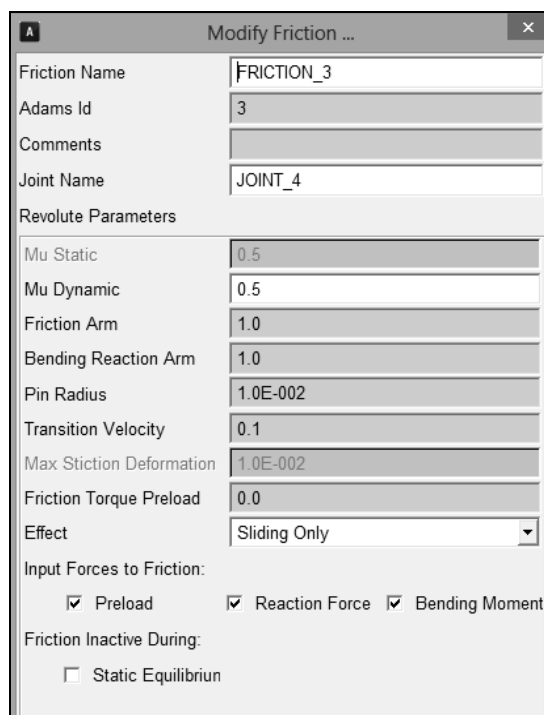
### 1.1 Параметри на модела

Изчислителния модел е направен с конкретни стойности на параметрите, като входящото и изходящото звено са идентични и имат параметри показани на фиг. 2.



фиг.2 :Масови параметри на входящото звената

Във всички изградени въртящи връзки е приложено триене, като параметрите му са показани на фиг. 3.



фиг.3 Общ вид на CAD модела на шарнира

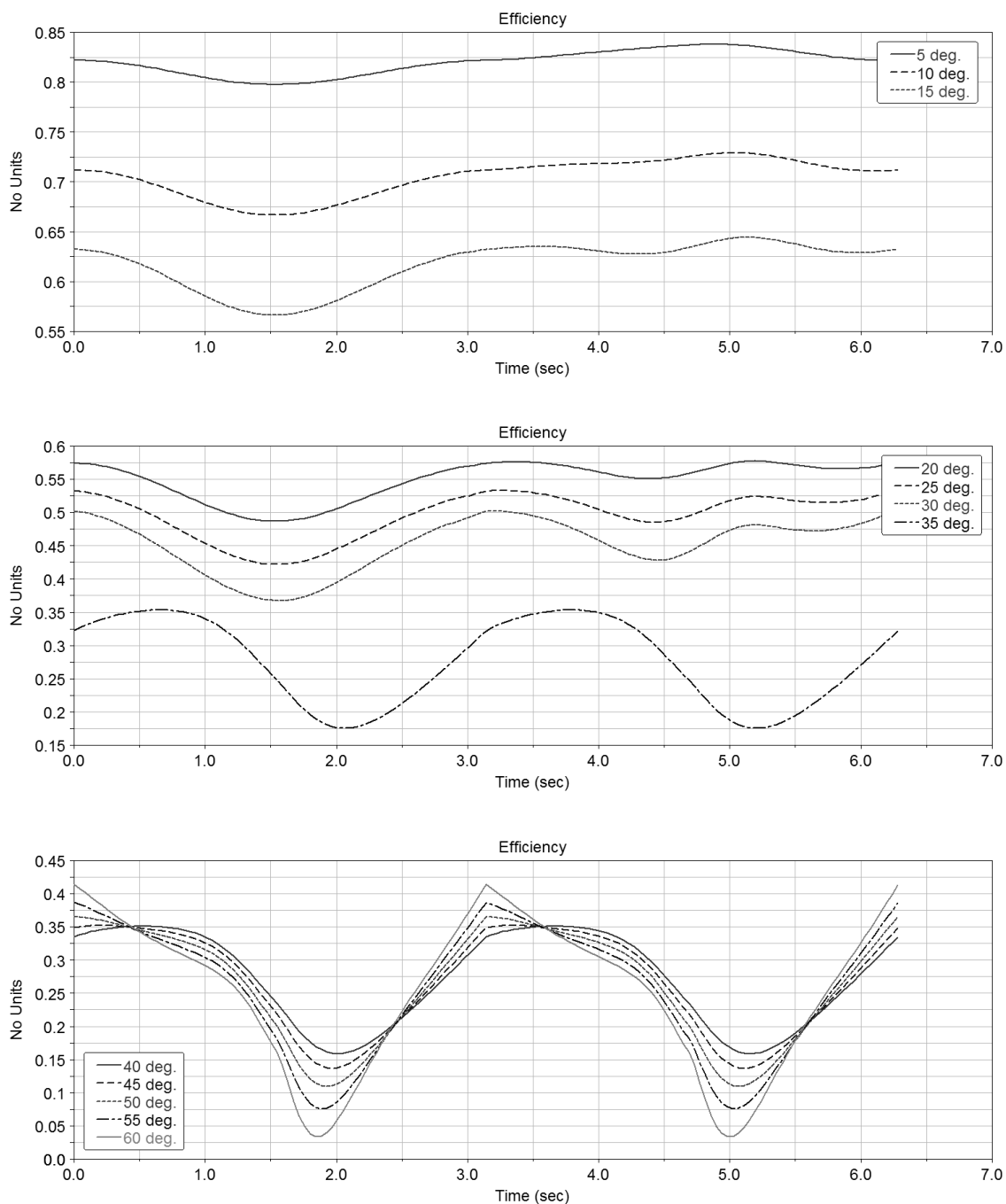
Симулацията се извършва при ъглова скорост на входния вал  $1 \text{ r/sec}$  и съпротивителен момент на изходния вал  $20 \text{ Nm}$ .

### 3. РЕЗУЛТАТИ ОТ СИМУЛАЦИЯТА

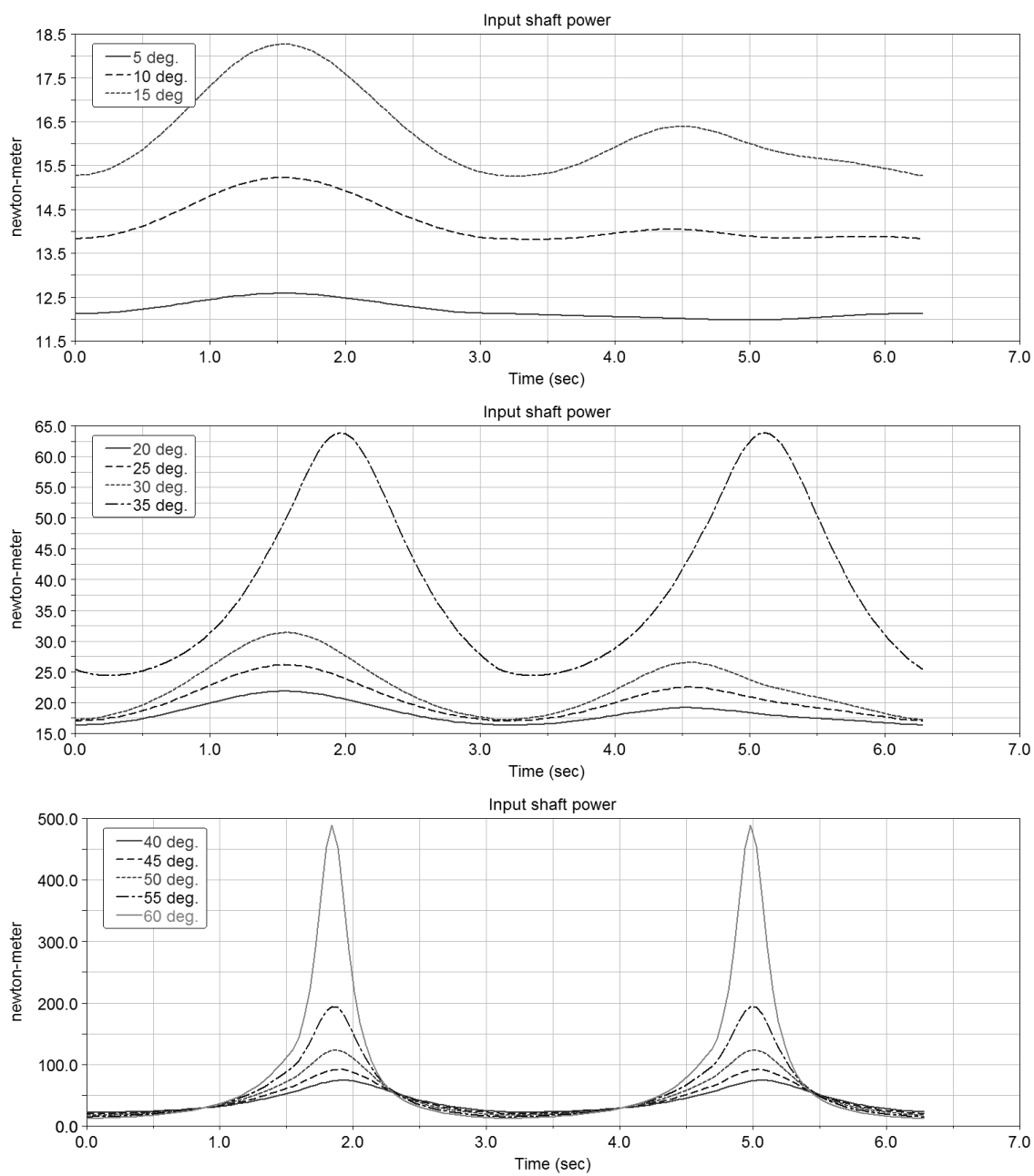
При симулацията, като силови параметри бяха отчетени вътрешните реакции във връзките, големината на триещите моменти, големината на изходящия съпротивителен момент, консумираната мощност на входа. Коефициента на полезно действие, след измерване на изходящата ъглова скорост, беше изчислен по формула (1).

Коефициента на полезно действие (Efficiency) е показан на фиг. 4. На фиг.5 е показана мощността на входящия вал на изследвания механизъм, а на фиг.6 - силите във вътрешната връзка на междинното звено. На фиг.6 и фиг. 7 съответно са показани силите във връзка на междинното звено към изходящия и входящия вал. Функцията на положението - ъгъл на завъртане на изходящия вал в функция на ъгъла

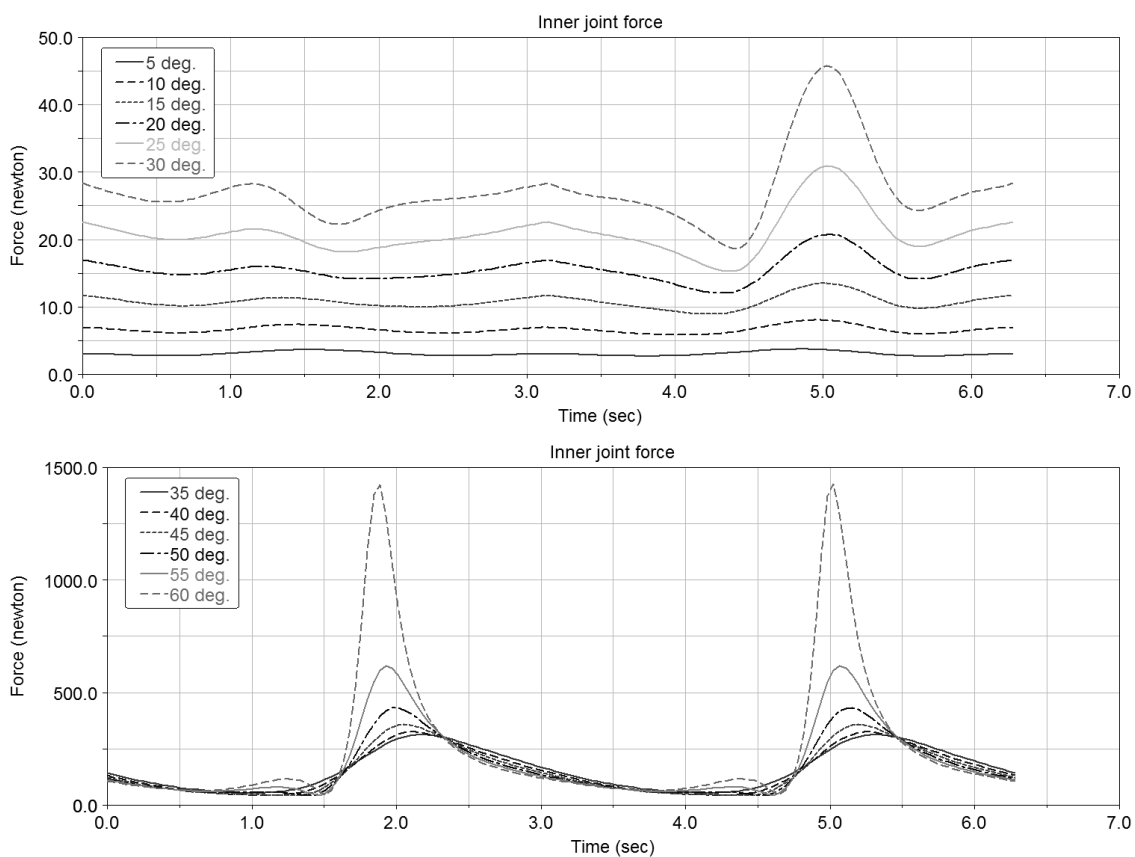
на входящия вал е показана на фиг.9. И на фиг.10 на изхода на изследвания механизъм.  
е показано к.п.д. във функция от ъгловата скорост



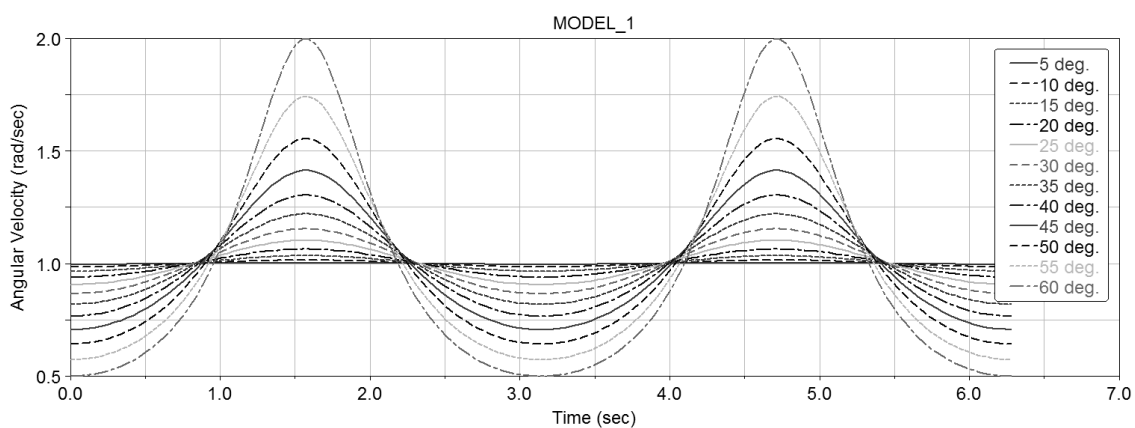
фиг.4 К.П.Д. на изследвания механизъм



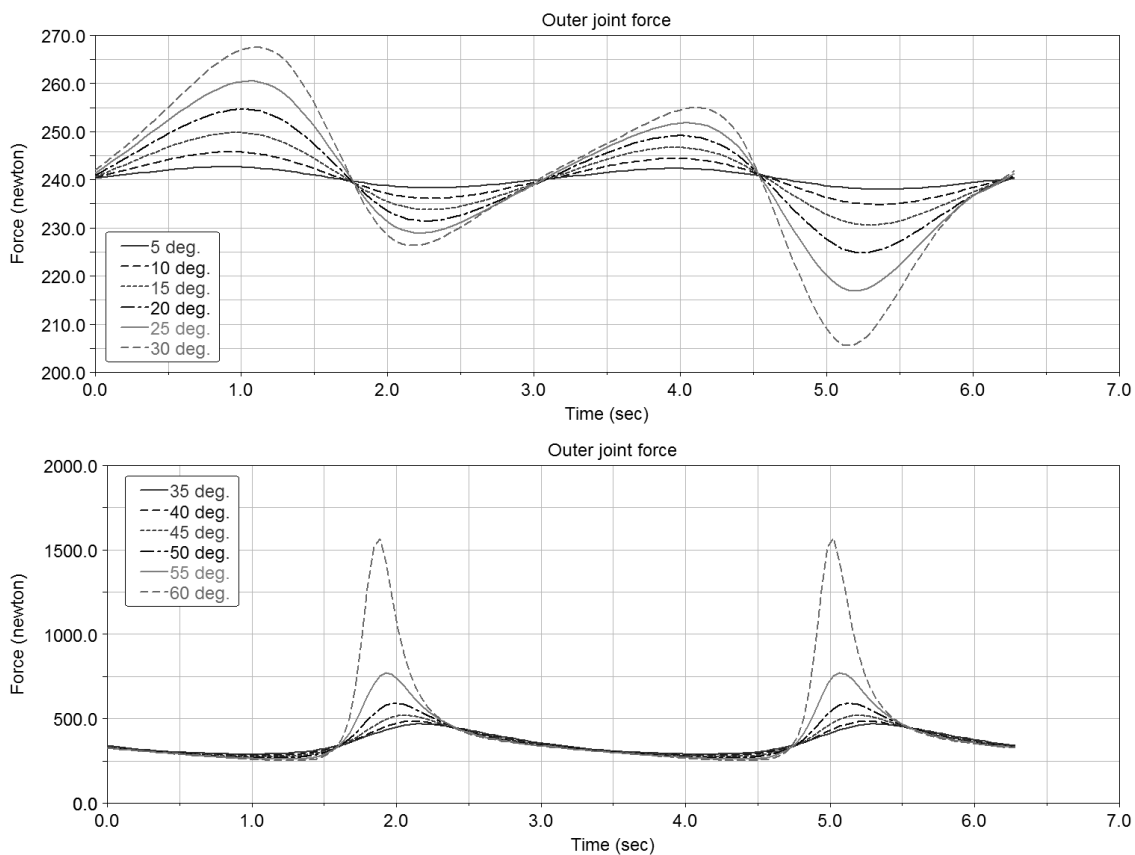
фиг.5 Мощност на входящия вал на изследвания механизъм



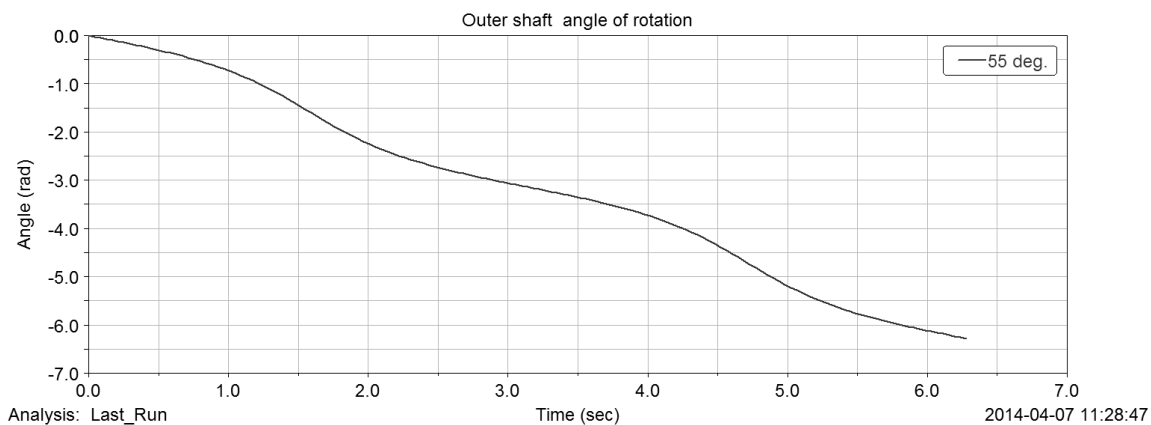
фиг.6 Сили във връзка на междинното звено към изходящия вал



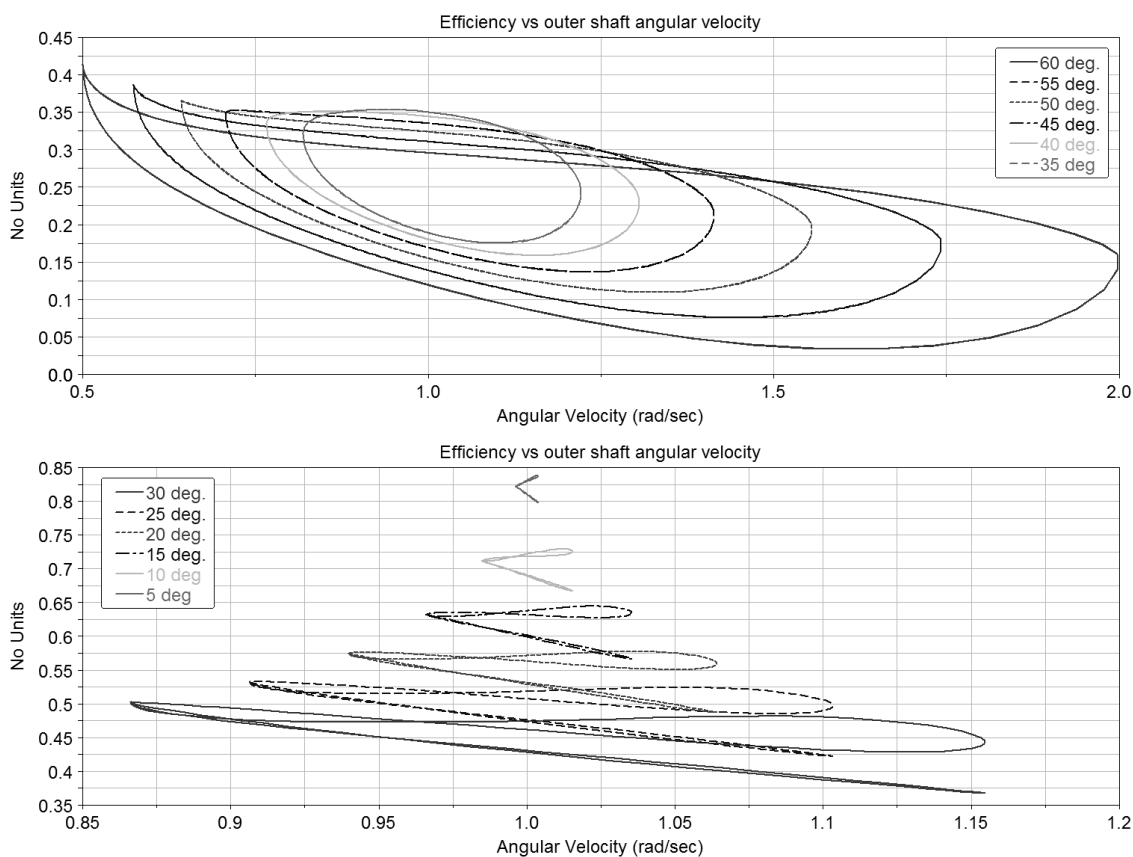
фиг.7 Ъглова скорост на изходящия вал на изследвания механизъм



фиг.8 Сили във връзка на междинното звено към входящия вал



фиг.9 Ъгъл на завъртане на изходящия вал в функция на ъгъла на входящия вал – функция на положението



фиг.10 К.П.Д. във функция от ъгловата скорост на изхода

#### 4. АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ

При анализа на резултатите ясно се вижда тенденцията на намаляване на к.п.д. на механизма до стойности клонящи към нула и довеждащи до заклиняване при по големи ъгли на отклонение. Интересно е изменението на моментните стойности на к.п.д. в рамките на един период. Натоварването във връзките на междинното звено с входящия вал и изходящия вал скачат съответно до стойности около 1500N, като това е доста натоварващо за лагерите в съответните опори. По натоварена връзка е тази към входящия вал, но натоварването на връзката към изходящия вал е съизмеримо. Това може да обясни по честите повреди във тези лагери – фиг.11.



фиг.11 Типична повреда на съединителя.

За увеличаване на надеждността и дълготрайността е препоръчително да не се използват такива съединители за сравнително

големи отклонения при наклона. Този извод се е наложил и от практическите резултати при експлоатацията на подобни механизми.

#### Благодарности

Научните изследвания, резултатите от които са представени в настоящата публикация са финансирани от Вътрешния конкурс на ТУ-София – №142ПД0003-05.

#### Литература

1. I. I. Artobolevsky, Mechanisms in modern engineering design, (N. Weinstein, Trans.) Moscow: Mir Publisher, (1900).

2. H. I. F. Evernden, The propeller shaft or hooke's coupling and the Cardan joint, Proceedings of the Institute of Mechanical Engineers, Automotive Division, 2 (1) (Jan. 1948)100-110.
3. E. R. Wagner and C. E. Cooney, Universal joint and driveshaft design manual, Advances in Engineering Series, No. 7, Society of Automotive Engineers, Warrendale, PA (1979).
- 4 I. S. Fischer, Internal force and torque transmission in a Cardan joint with manufacturing tolerances, Eng. Sci. D.Dissertation, Columbia University, New York (1985).
5. J. E. Shigley and C. R. Mischke, Standard handbook of machine design, McGraw-Hill, New York (1986).

## INFLUENCE OF THE DEGREE OF THE OUTPUT SHAFT IN HOOKE JOINT ON HIS EFFICIENCY

Stefan GARABITOV<sup>1</sup> Valeri IVANOV<sup>2</sup>

<sup>1</sup>dept. „, Theory of Mechanisms and Machines ”, Technical University - Sofia, Bulgaria  
e-mail: [stefang@tu-sofia.bg](mailto:stefang@tu-sofia.bg)

<sup>2</sup>dept. „, Theory of Mechanisms and Machines ”, Technical University - Sofia, Bulgaria  
e-mail: [valio23@yahoo.com](mailto:valio23@yahoo.com)

**Abstract:** The Hook's joint or also known as Cardan coupling are associated with power transmission systems. They are commonly used when there needs to be angular deviations in the rotating shafts. The construction is simple and reliable, but has a number disadvantages that are well known and analyzed. The article analyzes another aspect of the quality indicators of the mechanism. The efficiency is important for the reliability and durability of the mechanism. It is directly dependent on the friction losses in bushing. Abrupt change of internal reactions lead to rapid wear and failure of the device. The exact delimitation of the drop in efficiency is very important to prevent lock up of the mechanism and to increase its reliability. It is the purpose of this research to study the efficiency of the Hook's joints and to explain some practical sample of a failed Hook's joint. By means of the program MSC ADAMS efficiency is analyzed. It is explained how and the change of the angle between the two shafts depends on efficiency values.

**Keywords:** Hooke, Cardan, Efficiency

---