

# ЛАБОРАТОРЕН СТЕНД ЗА ИЗПИТВАНЕ НА МЕХАНИЧНИ ПРЕДАВКИ С ПЛАВНО ИЗМЕНЕНИЕ НА ПРЕДАВАТЕЛНОТО ОТНОШЕНИЕ

Валери Бакърджиев, Димитър Петров  
inj.bakardjiev@abv.bg, dimgog@abv.bg

Технически Университет – София, Филиал Пловдив, ФМУ, кат.МУ

# LABORATORY STAND FOR TESTING OF MECHANICAL TRANSMISSIONS WITH CONTINUOUSLY VARIABLE GEAR RATIO

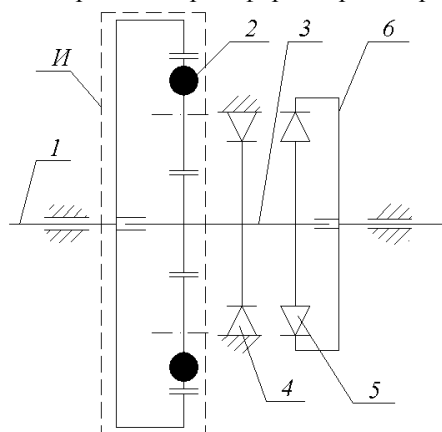
Valeri Bakardzhiev, Dimitar Petrov  
Technical University – Sofia, branch Plovdiv

**Abstract:** The paper represents the implementation of a stand that includes an electric motor, an inertial torque transformer and an electromagnetic brake in the capacity of a load device. The PLC controller and the SCADA system are used to visualize the measured mechanical quantities. The controller allows to measure the torque and the angular velocity of the input and the output shaft of the inertial torque transformer. Thus it can be determined the efficiency and the change of the gear ratio depending on the load of the output shaft of the inertial torque transformer.

**Key words:** inertial torque transformer, PLC, SCADA

## 1. Въведение

Представената в доклада работа е във връзка с научен проект 142ПД0006-24 от 2014 година в помощ на докторант и финансиран от субсидията за научни изследвания към ТУ-София с конкретна цел разработка на модули от и реализация на стенд за изпитване на предавки с плавно изменение на предавателното отношение. Изпитваната механична предавка е позната под наименованието инерционен трансформатор на въртящ момент – ИТВМ [1].

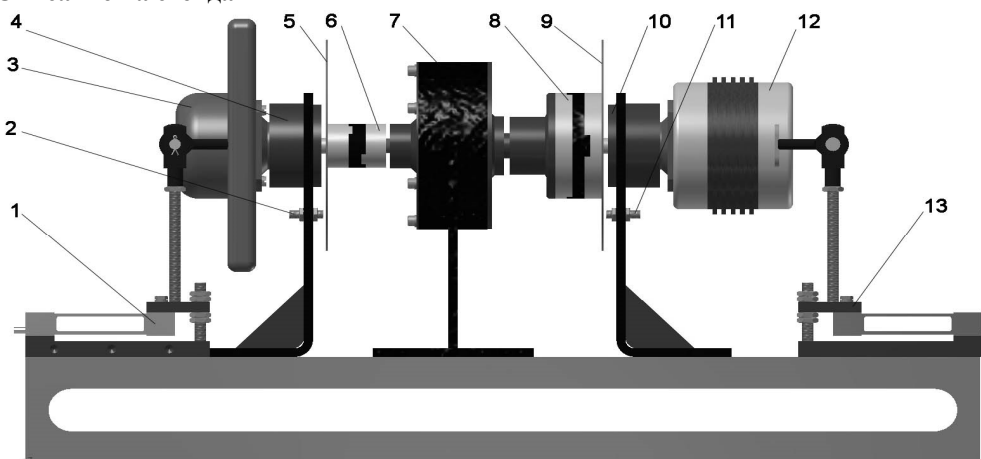


Фиг. 1 Обобщена схема на ИТВМ

Обобщената схема (фиг.1) на ИТВМ [2] съдържа импулсен механизъм И (механична система с две степени на свобода имаща неуравновесени товари 2), три вала (входен 1, междинен 3 и изходен с маховик 6) и два еднопосочни съединителя 4 и 5 (4 отвежда отрицателния импулс на въртящ момент от импулсния механизъм И през междинния вал 3 към неподвижния корпус, а 5 предава положителния импулс към изходния вал 6).

Работата по проекта включва проектиране и изработка на специализирана стойка за реализиране на т.нар. двигателен балансен моментоизмервател [3] за измерване на въртящия момент на електродвигателя, проектиране и изработка на ИТВМ, проектиране и изработване на стойки да измервателните датчици. В проекта е включено също закупуване на PLC контролер тип DVP-SV28T11T [4], теглоизмервателни модули DVP-LC1[5], сензори за маса тип PC22 и PC42[5] и индуктивни датчици за измерване на импулси от дискове с отвори, монтирани на входния и изходния вал на ИТВМ за определяне на ъгловата скорост на входния и изходния вал. Конкретно поставената задача е събиране на сигнали от датчиците и тяхната обработка в PLC контролера, както и разработка на софтуерен продукт SCADA, който да визуализира получените данни от всеки сензор на персонален компютър. Вследствие на това може да се определи КПД и изменението на предавателното отношение на ИТВМ чрез натоварване на изхода с помощта на електромагнитна спирачка.

## 2.Описание на стенда



Фиг. 2 Лабораторен стенд

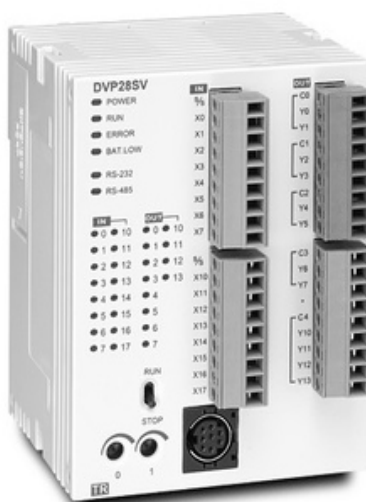
Принципната схема на лабораторния стенд е показана на Фигура 2. Стендът се състои от:

1. Тензометричен сензор PC22 (диапазон на измерване 5кг.) - отчита възникналата сила породена от реактивния въртящ момент на електродвигателя.
2. Индуктивен датчик отчита импулсите, получени вследствие на въртенето на оста на електродвигателя, чрез метален диск с прорези от позиция 5.
3. Електродвигател тип VM 1060CE [6] с висока честота на въртене 17000rpm и плавно регулиране на оборотите чрез вграден в електродвигателя регулатор.
4. Стойка за електродвигателя, реализирана по схемата на двигателен балансен моментоизмервател [3] за измерване на въртящия момент на електродвигателя.
5. Метален диск с 6 отвора.
6. Олдхамов съединител.
7. ИТВМ изработен с импулсен механизъм по схемата на Левин [1], с 6 сателита за предаването на номинален момент от 20Nm.
8. Олдхамов съединител
9. Метален диск с 6 отвора

10. Стойка за реализиране на спирачен балансен моментоизмервател [3] на електромагнитната спирачка.
11. Индуктивен датчик - отчита импулсите, получени вследствие на въртене оста на електромагнитната спирачката, чрез метален диск позиция 9.
12. Електромагнитна спирачка за създаване на натоварване на изследвания ИТВМ.
13. Тензометричен сензор РС42 (диапазон на измерване 50кг.) Отчита опорната реакция породена от спирачния момент на електромагнитната спирачка 12.

### 3. Система за събиране на данни

Системата за събиране на данни е базирана на промишлен контролер (PLC) DVP-SV28T11T на фирма Delta Group, показан на фигура 3 и модули за измерване на маса тип DVP-LC на същата фирма. Промишленият контролер има 16 входа и 12 изхода.



Фиг.3 PLC контролер DVP-SV28T11T

Четири входа поддържат броячи с честота 200kHz и това позволява да се обработват сигнали от ротационни фоторастерни преобразуватели (ФРП). Това позволява измерването на ъгли на завъртане на валове и кинематична точност на механични предавки. Останалите входове поддържат 10 kHz. В нашия случай използваме два входа x10 и x11 за обработка на импулси, получени от индуктивните датчици за определяне за ъглова скорост. Тегло-измервателните модули DVP-LC получават сигнали от тензометричните сензори, усилват сигнала и чрез I/O terminal модулите се свързват с контролера за предаване информацията към и от него. Модулите позволяват калибриране на тензометричните сензори чрез поставянето на маса с известна стойност, а също поддържат и функцията тара за нулиране на показанието по всяко време. Измереният въртящ момент се получава по зависимостта:

$$T = m.g.L$$

където:  $m$  – показание от тензометричен сензор в кг,  $g$  - земно ускорение в  $m/s^2$ ,  $L$  – разстоянието от оста на въртене до центъра на сензора в m;  $T$  - въртящ момент в Nm. PLC комуникира с персонален компютър чрез порт RS232 и протокол Modbus ASCII/RTU. За визуализиране на измерванията използваме програмата Xscada [7], която поддържа протокол Modbus ASCII/RTU. Това е среда даваща възможност за създаване и редактиране на потребителски интерфейс за изграждане на интерактивни графични приложения. Xscada позволява да се включват текстови полета за вход/изход на данни, бутони, радио бутони, списъци с полета, падащи менюта, плъзгачи и т.н. Също така има възможности за вмъкване

и визуализация на графики. Екран от Xscada е показан на Фигура 4. Вижда се прозореца, разработен за нашия стенд, който показва 6 измервани величини, две маси, две ъглови скорости и две показания на импулси от ФРП. Има 4 бутона, чрез които се нулират показанията на масите и импулсите от ФРП. Системата записва данните от проведените експерименти, които могат да бъдат обработени на по-късен етап.



Фиг.4 Xscada работен екран

#### 4. Описание на експеримента и снемане на експериментални данни.

Проведеният експеримент има за цел да се определи максималния въртящ момент, който може да достигне ИТВМ, при следните начални условия:

-обороти на входа на ИТВМ 6000rpm

-максимален въртящ момент 20Nm

От показанията в Xscada определихме, че натоварващото устройство електромагнитната спирачка има висок начален съпротивителен момент възлизаш на 11,6Nm. При подаване на постоянно напрежение достигнахме съпротивителен момент 22,3Nm, при което изходният вал на ИТВМ получи нулева ъглова скорост, т.е. премина в тъй наречения стопов режим. Електродвигателят поддържаеше постоянен въртящ момент от 2,06 Nm и постоянни обороти 6020 rpm, независещи от приложеното натоварване.

#### 5.Изводи

От проведените експерименти става ясно, че изработеният ИТВМ покрива изискванията за максимален въртящ момент.

За да свалим цялата работна характеристика на ИТВМ трябва да сменим натоварващото устройство с друго с минимален начален съпротивителен момент. Пример за токова устройство може да бъде прахов съединител или постояннотоков двигател работещ в спирален режим.

#### 6..Литература

- 1.Леонов А.И. Инерционные автоматические трансформаторы вращающего момента. – М.: Машиностроение, 1978.
- 2.Петров Д., В. Бакърджиев, САD-симуляционно моделиране на динамиката на инерционен трансформатор на въртящ момент при блокиран изходен вал, Механика на машините №104, ISSN 0861-9727, Издателство на ТУ-Варна, 2013 г
- 3.Троянов Б., Уреди за измерване на физико-механични величини, ТУ-София, София,1983г.
- 4.Delta Group [www.delta.com.tw](http://www.delta.com.tw)
- 5.Flintec load cell manufacturer [www.flintec.com/load\\_cells.html](http://www.flintec.com/load_cells.html)
- 6.Спарки елтос АД Ловеч [www.sparky.eu/bg/powertools/paddle-mixers.html](http://www.sparky.eu/bg/powertools/paddle-mixers.html)
- 7.Xscada website [www.micset.net/index.php](http://www.micset.net/index.php)



## СЪЮЗ НА УЧЕНИТЕ В БЪЛГАРИЯ – ПЛОВДИВ

ул. Митрополит Пансий, № 6, п.к.172  
Пловдив 4000, България  
Тел.: +359/32/628654  
e-mail: sub\_plov@mail.bg

Председател: проф. д-р инж. Симеон Василев  
Зам.-председатели: доц. д-р Владимир Андонов, дм  
проф. д-р Йордан Тодоров  
Научен секретар: доц. д-р Атанас Арнаудов

\*\*\*\*\*

### УДОСТОВЕРЕНИЕ

за представени научни доклади на тема:

1. Лабораторен стенд за изпитване на механични предавки с плавно изменение на предавателното отношение – В. БАКЪРДЖИЕВ, Д. ПЕТРОВ
2. Нанасяне на покрития във вакуум върху полимерни детайли със сложен релеф – П. ШИНДОВ, Д. ПЕТРОВ

Горепосочените доклади са изнесени на научната конференция “Дни на науката 2014 година”, 31 октомври - 1 ноември 2014 г. и ще бъдат отпечатани в периодичното издание “Научни трудове на СУБ-Пловдив”.

Председател на СУБ-Пловдив:  
проф. д-р инж. Симеон Василев

