

ЕЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕН СТЕНД ЗА ИЗПИТВАНЕ НА ИЗНОСОУСТОЙЧИВОСТ

Георги Илиев*, Христо Христов, Ангел Анчев, Дочо Димитров

Технически Университет Габрово

**кореспондиращ автор: e-mail: g.iliev@tugab.bg*

ELECTROPNEUMATIC TEST STAND FOR WEAR RESISTANCE

Georgi Iliev*, Hristo Hristov, Angel Anchev, Docho Dimitrov

Technical University of Gabrovo

**Corresponding author: e-mail g.iliev@tugab.bg*

Abstract

The paper presents an Electropneumatic stand for testing the wear resistance of various materials. The stand is controlled by a personal computer, a dedicated virtual instrument and a proportional pneumatic valve. A specialised device for fixing details during their wear resistance testing is created, attached to a pneumatic cylinder which performs reciprocating motion according to a predefined law.

Keywords: electropneumatic stand; proportional pneumatic valve; wear resistance.

ВЪВЕДЕНИЕ

За изследване износоустойчивостта на различни материали е разработен е експериментален стенд, задвижването на който е чрез безпрътов пневматичен цилиндър, електропневматичен пропорционален разпределител, управляван от персонален компютър и виртуален инструмент. Стендът позволява да се наблюдава и изследва износоустойчивостта на метали и сплави подложени на сухо или визкозно триене. Разработено е приспособление за закрепване на проби за изпитване на износването при плъзгане с възвратно-постъпателно движение в два режима: сухо триене и триене с гранично смазване. Приспособлението позволява да се избере подходяща сила на притискане между пробата и инструмента. Резултатите, получени от тестовите за износване при плъзгане с възвратно-постъпателно движение в режими на триене със сухо и гранично смазване, позволяват да се характеризира износо-

устойчивостта на различни видове метали и сплави [1, 2, 3, 6, 7, 11].

ИЗЛОЖЕНИЕ

Изработения стенд позволява да се изследват както износоустойчивостта, така и динамичните процеси в електропневматична система. Стендът е проектиран и изработен с възможност да се изследват и заснемат експериментални преходни процеси с различни по характер входни въздействия и различен тип натоварващи сили. Управлението на експериментите, събирането и обработката на данни, както и архивирането им се извършва автоматично от персонален компютър и съответната интерфейсна платка. Използва се софтуерния продукт „LabView“, който позволява неограничени измервания и обработка на данни в реално време. На фиг. 1 е показана схемата на експерименталния електропневматичен стенд за изпитване на износоустойчивост.



Задаващото устройство (ЗУ) подава входен сигнал едновременно към терминална платка (ТП) и към сравняващото устройство (СУ), то сравнява двата сигнала: напрежение U_z от ЗУ и напрежение U_{OB} от обратната връзка 0-5V (потенциометричен датчик за преместване).

Електронният регулатор е от типа PID и има възможността за регулиране на всяка една от трите съставляващи – P, I и D. От регулатора се подава сигнал към управляващата бобина на пропорционалния разпределител. При подаване на управляващо напрежение от ЗУ към СУ, а от неговия изход на входа на ЕУ възниква управляващо напрежение което се подава пряко към бобина на пропорционалния разпределител. Съответния електрически ток в управляващата намотка отклонява плунжера на разпределителя от средното му положение измествайки го като се съединява едната камера на пневматичния цилиндър (7) през пневматичните линии, а другата с изхода към атмосферата. Буталото на пневматичния

цилиндър, под действието на разликата на наляганията в камерите му, започва да се премества. Заедно с него се движи и потенциометричен датчик за преместване, чиито сигнал се усилва от усилвателя и се подава на входа на СУ. Движението на буталото на пневматичен цилиндър (7) продължава до тогава, докато се изравнят напреженията от ЗУ и това от обратната връзка. От двете страни на пневматичния цилиндър има поставени датчици за налягане, които преобразуват налягането от двете камери на пневматичния цилиндър в електрическо напрежение U_{pc1} и U_{pc2} .

При стартиране пневматичната система, буталото на пневматичния безпрътов цилиндър, заедно с приспособлението за изпитване на износоустойчивостта се преместват на дясно до достигане на зададеното преместване ($U_s = U_{OB}$)

$\Delta U = 0$ към регулатора се подава сигнал и движението се преустановява. В зависимост от настройката на ЕР динамичните процеси на установяване в зададеното крайно положение е различно.[2, 3, 4]

В процеса на работа сигналите от датчиците за налягане, преместване, входния сигнал от ЗУ и сигнала от сигнал генератора се подават към терминалната платна от там към софтуера „LabView“.

Терминалната платка ТП улеснява потребителя при първоначално включване на външни сигнали с помощта на редове от клеми, които са номерирани и надписани. Към клемите лесно се включват и допълнителни пасивни елементи на пътя на аналоговия сигнал. По този начин могат да се реализират RC-филтри, делители или да се измерват токови сигнали.

Сигналите се обработват от виртуален инструмент в „LabView“ посредством DAQ платка NI PSle-6351, която представлява аналогово-цифров 16-т битов преобразовател, като е използвана скорост на семплиране в интервала 200...2000 samples/sec на всеки хард-

уерен канал. Предварително е извършено тариране на постъпващите сигнали от сензорите с цел работа в натурални измервателни единици.

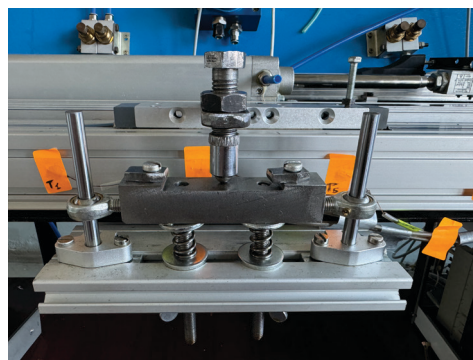
Външен сигнал генератор подава към терминалната платка еталонен синусоидален сигнал U_{sg} , служещ за еталон по

време. Освен това се подава и синусоидален входен сигнал с променлива честота за експерименталните изисквания на приспособлението за изпитване на износоустойчивостта на метали и сплави. Изработен е и виртуален инструмент - мултифункционален генератор на честота фиг. 2.

Датчиците за налягане (p/U1 и p/U2) преобразуват входния сигнал (налягане) в пропорционален изходен сигнал - електрически ток (mA) и през RC – филтър се подава към ТП като електрическо напрежение.

ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ЗА ИЗПИТВАНЕ НА ИЗНОСОУСТОЙЧИВОСТА НА МЕТАЛИ И СПЛАВИ

Приспособлението, показано на фиг. 2 позволява за да се избере подходяща сила на притискане между пробата и инструмента. Резултатите, получени от тестовете за износване при плъзгане с възвратно-постъпателно движение в режими на триене със сухо и гранично смазване позволяват да се характеризира износоустойчивостта на различни видове метали и сплави. Експерименталните резултати и анализа са представени и подробно описани в [1].



Фиг. 2. Приспособление за изпитване на износоустойчивостта на метали и сплави

РЕД НА ПРОВЕЖДАНЕ НА ЕКСПЕРИМЕНТА

1. Първоначално се проверява захранващата мрежа дали е включена, пуска се компресора да създаде необходимо количество съгъстен въздух за захранването на стенда (стойността се настройва в зависимост от изискванията на експеримента). Проверява се налягането в ресивера. Следи се въздухоподготвителната група за настройката на работното налягане.

2. Пуска се захранването на измервателната техника и персоналният компютър. Стартира се софтуера за измерване обработка и архивиране на данни от експеримента. Стартират се виртуалните инструменти създадени за нуждите на експеримента. Прави се проверка и тест за работата на първичните измервателни средства- датчици за налагане и потенциометричен датчик за преместване. Стартира се и виртуалния инструмент фиг. 2. за мултифункционален генератор. Проверяват се сигналите от входовете и изходите на терминалната палатка. След тестването на измервателната схема, и ако има нередности се отстраняват. [2, 3]

3. Поставя се пробата в леглото на приспособлението за изпитване на износоустойчивостта, настройват се необходимите натоварващи сили на инструмента спрямо пробата с помощта на пружините.

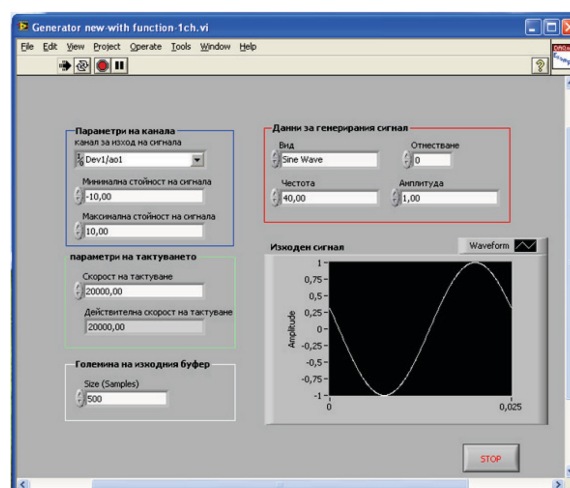
4. Установява се първоначалното положение на електропневматична система спрямо изпитваната проба (центрира се).

5. Настройват се параметрите на регулатора или се изключват при необходимост.

6. След приключване на статичните положения се преминава към стартиране на експеримента. Наблюдават се на екрана опитните резултати преобразувани от цифров в графичен вид от входните сигнали, както и задаващите изходни сигнали. Ако всички сигнали са на лице се извършва запис на данни. Експериментът продължава в зависимост от зададения

план, за изпитване на пробата, за износоустойчивост.

7. След края на записа системата се връща в изходно положение. Експеримента се повтаря толкова пъти колкото необходимо да се избегне грешката. Получените резултати се записват в съответните директории, като се отбелязват условията за провеждане на експеримента. Името на файла и условията на експеримента се записват в дневник.



Фиг. 3. Потребителски интерфейс на мултифункционален генератор на честота

БРОЙ НА НАБЛЮДЕНИЯТА

За конкретни условия се правят няколко измервания. Докато се получат два експеримента с добри резултати.

ФОРМА НА ПРЕДСТАВЯНЕ

Дани от всеки експеримент могат да се представят във вид на таблици като масиви от числа. Те са с голяма дължина тъй като данните се записват от 20 до 100 пъти в секунда. По-удобно е представянето им в графичен вид. В графиките могат да се изобразят както данните от един измервателен прибор във функция на времето, така и фамилия от данни от всички измервателни прибори, което е по-удобно за анализ на процеса в електропневматичната система.

ТОЧНОСТ НА ИЗМЕРВАНИЯТА

За експерименталното изследване на динамичните процеси в електропневма-

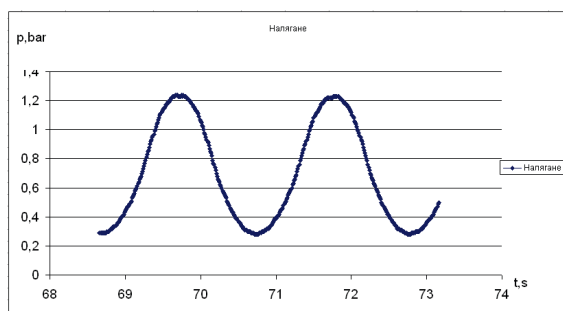
тична система с приспособление за изследване на износоустойчивостта се приема, че измерванията направени по описания начин по-горе са с много по-малки времекопстанти от тези на изпитваната система. На практика техните преходни процеси протичат многократно по-бързо и се приемат, че са идеални пропорционални звена.

ВИРТУАЛЕН ИНСТРУМЕНТ

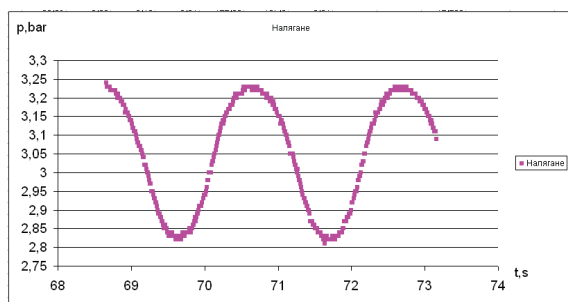
За целите на експеримента е разработен виртуален инструмент изпълняващ следните основни функции:

ПРОЧИТАНЕ НА ВХОДНИТЕ КАНАЛИ В СЛЕДНИЯ РЕД

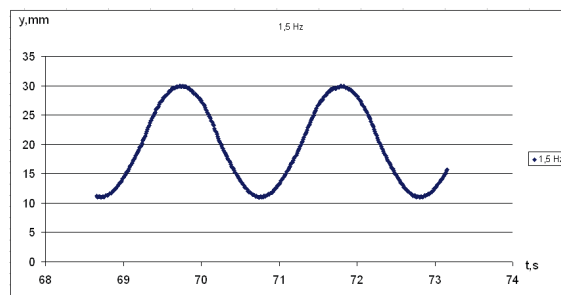
- Стойност на управляващото напрежение входен сигнал.
- Измерване на налягането в лявата камера на пневматичния безпрътов цилиндър.
- Измерване на налягането в дясната камера на пневматичния безпрътов цилиндър.
- Измерване на преместването.



а)



б)



в)

Фиг. 4. Експериментални преходни процеси в електропневматичната система

а) - налягане в лявата камера на пневматичния цилиндър; б) - налягане в дясната камера на пневматичния цилиндър; в) - преместване на пръта на цилиндъра;

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представения електропневматичен стенд позволява да се записват и обработват динамични процеси на електропневматичната система в реално време при различни по характер натоварващи сили. С помощта на синусидален сигнал от сигнал генератора на виртуалния инструмент и приспособлението за изследване на износоустойчивостта на метали и сплави се реализира възвратно-постъпателно движение на инструмента на приспособлението спрямо неподвижната проба. Електропневматичният стенд позволява да се добавят допълнителни приспособления за различни по вид технически изпитания подложени на възвратно-постъпателни натоварващи сили. Резултатите от опитите са представени графично .

Това изследване е финансирано от Европейския фонд за регионално развитие в рамките на ОП „Научни изследвания, иновации и дигитализация за интелигентна трансформация“ 2021-2027 г., Проект BG16RFPR002-1.014-0005 Център за компетентност „Интелигентни мехатронни, еко- и енергоспестяващи системи и технологии“.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Duncheva G. (2023). Jordan Maximov, Angel Anchev, Vladimir Dunchev, Yaroslav Argirov and Svetlozar Velkov; Modeling and Optimization of Surface Integrity and Sliding Wear Resistance of Diamond-Burnished Holes in Austenitic Stainless Steel Cylinder Lines; *Machines* 2023, 11(9), 872;
<https://doi.org/10.3390/machines11090872>
- [2] Iliev, G. (2023). Hristo Hristov, Modelling and simulation of electropneumatic positioning system including the length of pneumatic lines, environment. *Technology. Resources 14th international scientific and practical conference. June 15-16, 2023, rezekne academy of technologies, rezekne*, pp. (106-111).
- [3] Iliev, G. (2023). Hristo Hristov; Modelling and simulation of dynamic processes of pneumatic lines, environment. *Technology. Resources. Rezekne, latvia proceedings of the 14th international scientific and practical conference. Volume 3*, pp (112-118).
- [4] Iliev, G. (2023). Hristo. Hristov. Mathematical model of electropneumatic positioning system including the length of pneumatic lines" *mechanics of machines year xxxi, №3, 2023 pp (83-88); ISSN 0861-9727, Varna, Bulgaria.*
- [5] Ahn K, (2005). Yokota S - Intelligent switching control of pneumatic actuator using on/off solenoid valves. - *mechatronics* 15: 683–702;
- [6] Dong J.(2021). Jiashun Shi, Cong Liu, Tianbiao Yu. - Research of pneumatic polishing force control system based on high speed on/off with pwm controlling - robotics and computer-integrated manufacturing, volume 70, 102133;
- [7] Zhonglin L.(2018). Tianhong Zhang, Qi Xie, Qingyan Wei - Electro-pneumatic position tracking control system based on an intelligent phase-change pwm strategy, the brazilian society of mechanical sciences and engineering;
- [8] Ahn K. (2005). Yokota S - Intelligent switching control of pneumatic actuator using on/off solenoid valves. - *mechatronics* 15: 683–702;
- [9] Situm Z. (2007). Tihomir Zilić and Mario Essert, high speed solenoid valves in pneumatic servo applications proceedings of the 15th mediterranean conference on control & automation, july 27-29, athens – greece;
- [10] Rachkov M.(2002). Crisostomo M. Et al. Position control of pneumatic manipulators for construction tasks. *Autom construct* ;11:655–65;
- [11] Yakhno, O.(2014). Seminskaya, N., Kolesnikov, D., Stas, S. Destabilization of stream in a channel with the length-varying flow rate. *Eastern-european journal of enterprise technologies*, 3 (7 (69)), 45–49. Doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2014.24658>
- [12] Maglyovana, T.(2020), Nyzhnyk, T., Stas, S., Kolesnikov, D., Sstrikalenko, T. Improving the efficiency of water fire extinguishing systems operation by using guanidine polymers. *Eastern-european journal of enterprise technologies*, 1 (10 (103)), 20–25. Doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.196881> .