

АВТОМАТИЗИРАНА ОБРАБОТКА НА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ РЕЗУЛТАТИ ОТ ТРИБОЛОГИЧНО ИЗСЛЕДВАНЕ ЧРЕЗ ПРОГРАМЕН ПРОДУКТ

Людмила Динкова¹, Иван Иванов², Юлика Симеонова¹, Меди Аструкова¹, Тинка Грозданова¹

¹*Институт за космически изследвания - Българска академия на науките*

²*Технически университет - София*
e-mail: lusivd@abv.bg

AUTOMATED PROCESSING OF THE EXPERIMENTAL RESULTS FROM TRIBOLOGICAL RESEARCH USING A SOFTWARE PACKAGE

Lyudmila Dinkova¹, Ivan Ivanov²; Yulika Simeonova¹, Medi Astroukova¹, Tinka Grozdanova¹

¹*Space Research Institute - Bulgarian Academy of Sciences*

²*TU – Sofia*
e-mail: lusivd@abv.bg

Ключови думи: контактна потенциална разлика, трибология, трибодвойки

Резюме: Представен е нов метод за автоматизирана обработка на измерената по експериментален път контактна потенциална разлика при антифрикционни материали чрез програмен продукт на езика Java. Резултатите за някои от изследваните материали са показани в графичен вид. Използваният метод дава възможност за по-добро онагледяване на получените резултати, както и по-висока точност и бързодействие на обработката.

Процесите, протичащи в контакта на взаимодействащите материали, приложими в космическа среда и вакуум, са сложни. Тяхното изучаване зависи от решаването на редица проблеми, свързани с природата на триенето и износването. Такъв проблем възниква и при избора на материали за съставяне на триещи се двойки в задвижващите механизми на сонди, слънчеви батерии, антени и други космически устройства. Голямо влияние в случая има състоянието и поведението на повърхностите на използваните материали, най-вече при триенето във висок вакуум[1]. Всички структурни промени, както и износването на повърхностите се влияят силно от контактната потенциална разлика между взаимодействащите материали. При използването им в космически условия е необходимо предварително да се прогнозира тяхната надеждност, дълготрайност и износоустойчивост. Съществен фактор при прогнозирането на тези параметри се явява отделителната работа на електрона, от своя страна определяща енергетичното състояние на триещите се повърхности [2].

Обект на изследване са различни сложни по състав триботехнически материали на метална основа. Крайната цел е получаване на голям масив експериментални данни за контактната потенциална разлика.

Използваната методика за измерване на контактната потенциална разлика е на базата на класическия метод на вибриращия кондензатор. Тя е автоматизирана и нейната архитектура е показана на блоковата схема на фиг.1. В нея са включени следните елементи: външен генератор на променлива механична сила (F~), електро-механична колебателна система (ЕМКС), електронно-измервателна схема (ЕИС), осцилоскоп, аналого-цифров преобразувател (АЦП) и персонален компютър (PC).



Фиг.1. Блокова схема на автоматизираната система.

Изходният сигнал от фазовия демодулатор в електронно-измервателната схема дава информация за стойността на контактната потенциална разлика - $U_{\text{КПР}}$, която е специфична за всеки изследван материал. По-подробно описание на действието на електронно-измервателната схема (ЕИС) е дадено в [3 и 4].

Създаден е нов продукт с програмния език Java и Open Source-библиотеката за създаване на графики <http://www.jfree.org/jfreechart/>[5], чрез който бързо и прецизно се обработват съхранените масиви от данни, получени от експеримента. Продуктът е с опростен интерфейс, което спомага за лесното му приложение и използване от потребителя. Първоначално в процеса на измерване се записват множества от цифрови реализации. Всяко измерване представлява една реализация с 256 дискретни стойности на контактната потенциална разлика за зададения времеви интервал, което се повтаря най-малко 10 пъти при всеки изследван образец за постигане на нужната достоверност на данните при цифровата обработка.

Самата обработка на данни чрез програмния продукт се извършва в следната последователност:

Стартиране на програмата, намиране и отваряне на файла с необходимите експериментални данни. Следва автоматизирано мащабиране на измерените стойности, изключване на екстремните значения от спектъра и филтриране на неустойчивите значения. С увеличаване броя на итерациите на обработката, точността на измерване нараства и това се постига чрез отстраняване на по-голям брой дискретни шумови значения. Следващ момент е осредняването на дискретните стойности на контактната потенциална разлика и тяхното графично представяне. Накрая се осредняват всички получени средни стойности, което дава възможност да се пресметне отделителната работа на електрона. По този начин грешката при измерването не превишава 5%. Цялостното извеждане на крайните резултати отнема много малко време, процеса е бърз и добре онагледен.

На фигурите 2, 3 и 4 са представени част от интерфейса на програмата и графичните реализации от експеримента. Това са дискретните стойности на контактната потенциална разлика при различни номера на избрания дискретен времеви интервал, получени при композитните материали на медна основа ИПМ-304 и ИПМ-305, а също и за материала ИПМ-301[6, 7], за който до сега не са публикувани подобни резултати. Получените средни стойности на КПР се използват за оценка на отделителната работа на електрона на изследваната повърхност, представляваща необходим параметър за прогнозата на износостойчивостта на материалите при сухо триене на въздух и особено във висок вакуум.

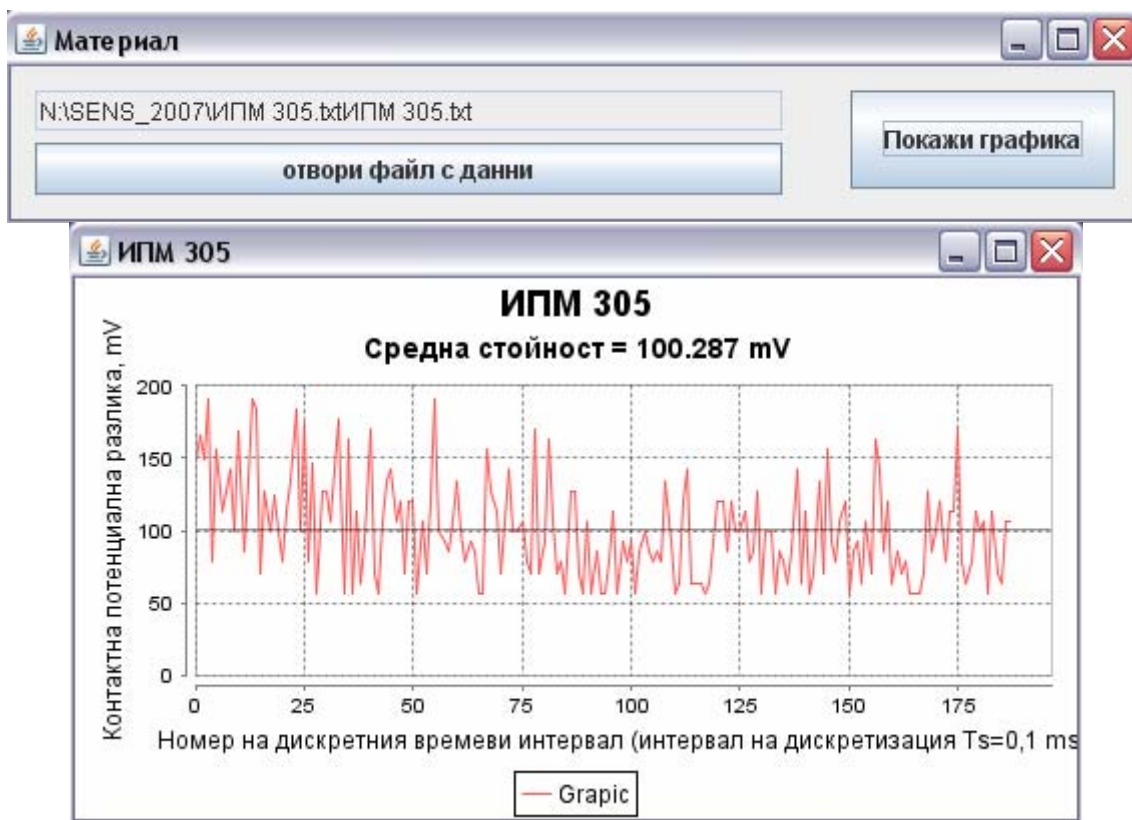
Опитът показва, че автоматизирането на процеса на измерване на КПР позволява провеждане на експерименти с различни материали и при различни условия на триене. То дава възможност за количествено сравнение на опитните резултати за постигане на висока точност на измерване, тъй като могат да бъдат записвани голям брой реализации за получаване на висока статистическа достоверност. Само чрез съставяне на голяма по обем статистика от опитни резултати може да се даде отговор на спорните въпроси в литературата за връзката между параметрите износване и отделителна работа на електрона [8], като една възможност за прогнозиране състоянието на триещата се повърхност, а от там за поведението на взаимодействащите материали в трибоконтакта. То е особено необходимо при сложните по състав и структура триботехнически материали, за които в литературата липсват данни.



Фиг.2



Фиг.3



Фиг.4

Използваната методика, разработената на тази основа автоматизирана система и програмния продукт дават възможност за пряко измерване на контактната потенциална разлика и позволяват прогнозиране на износоустойчивостта на изследваните сложни материали. Те са усъвършенстван вариант на методиката за изследване, представена в материалите на миналата конференция SENS 2006.

Измерването на КГР се извършва с висока точност от порядъка на $0,005 \text{ V/mm}^2$. Това позволява провеждане на анализ на много малки по размери повърхности, като например следата от износване на материала и при сложни конфигурации.

Автоматизирането на изчислителния процес позволява бързо и прецизно да се обработват големи масиви от експериментални данни, да се онагледяват и по този начин да се създават бази от данни за различни метали и многокомпонентни сплави, използвани в космическата техника и особено в условията на висок вакуум.

Литература

1. Симеонова Ю., М. Аструкова, Т. Грозданова, Л. Динкова. Характерни особености на трибологичните процеси във висок вакуум, Научно-технологична сесия с международно участие "КОНТАКТ-97", София, 29-30 окт., Сборник статии, 1997, 144-149, 1997г.
2. Шпенков Г., Физико – химия трения, Минск, БГУ, 1978.
3. Аструкова М. Върху контактната потенциална разлика и методите за нейното измерване за целите на космическата трибология, Аерокосмич. изследвания в България, кн.16, 2001, 54-60.
4. Аструкова М., Т. Грозданова, Ю. Симеонова, Г. Мардиросян, Р. Недков, Г. Чолаков. Устройство за определяне енергетичното състояние на триещата се повърхност, ПАТЕНТ за изобретение № 63852/03.04.2003 г. <http://www.jfree.org/jfreechart/>
5. Симеонова Yu., G. Sotirov. Study of the parameters of new antifrictional materials under dry friction vacuum conditions, BAS, ARCS-Austria, ARC-W- 0136, July 2002, pp. 1-30.
6. Симеонова Yu., G. Sotirov. Peculiarity of the friction surface of composite materials under dry friction vacuum conditions, Int. Conf. TRIBOLOGY: Science and Applications, 2003, Vienna, Austria, Session "Tribology in Vacuum", 35.
7. Гаркунов Г. П. и др. Способ определения антифрикционных свойств материалов, Авт. св-во № 179975 – Бюл. изобретения № 6, 1966.