

## **ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ОЦЕНКА НА АДЕКВАТНОСТТА НА МЕТОД ЗА ИЗМЕРВАНЕ НА ХЛАБИНИ НА ЕЛЕМЕНТИ ОТ ОКАЧВАНЕТО НА АВТОМОБИЛА**

**Илиян ДАМЯНОВ**

Технически университет – София, България  
[idadmyanov@tu-sofia.bg](mailto:idadmyanov@tu-sofia.bg)

### **Резюме:**

Основните въпроси, които се разглеждат в тази тема: оценка на техническото състояние; метод за измерване на хлабина в шарнирни съединения чрез използване на система за вибродиагностика.

**Ключови думи:** *Диагностика, вибродиагностика, елементи от окачването, шарнирно съединение, инерциални сензори, виброускорения.*

### **1. Увод**

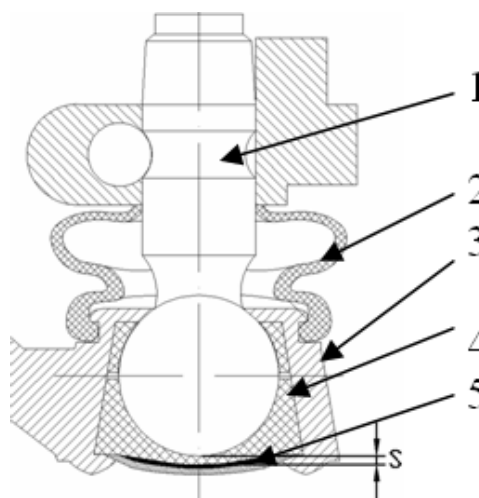
Техническото състояние на автомобила и неговите елементи се определя от стойности на структурните параметри. За някои от структурните параметри има разработени диагностични такива, но за някои елементи възможността за непосредствено измерване в процеса на експлоатация (например износване на триещи се механизми) без тяхното разглобяване е ограничена.

По тази причина техническото състояние на голяма част от елементите се определя субективно. Такива са и повечето елементи от окачването (втулки и тампони, шарнирни елементи, реактивни и стабилизиращи щанги и др.). Тяхното техническото състояние се оценява по преместването им след прилагане на сила върху тях, а оценката за състоянието им е субективна.

### **2. Предпоставки**

Класическа схема на шарнирно съединение от окачването на автомобила е показана на фиг.1.

В процеса на експлоатация, в резултат на триенето хлабината между елементите се увеличава. Определянето на хлабината (S) в това неразглобяемо изделие, което и в много случаи е комплектовано заедно с носача на съвременните автомобили, не позволява прякото и измерване.



Фиг.1 Схема на шарнирно съединение  
1-ябълковиден болт; 2-защитен маншон; 3-корпус;  
4-конусна пластмасова втулка; 5-капачка завалцувана в корпуса 3

### **3. Резултати и дискусия**

Цел на работата е прилагане и оценка на разработения в [1] метод, за измерване на хлабината (S) в шарнира.

За изпълнение на тази цел са поставени два инерциалните сензори върху елементите показани на фигура 2. При създаване на разнопосочни усилия (вибрации) и наличие на хлабина между двата елемента те ще получат различни ускорения.



Фиг.2. Разположение на сензорите на елементите на окачването

Чрез използване на стенд за принудени колебания [2] са получени виброускоренията на двата инерциалните сензори.

Получените ускорения от двата сензора се обработват съгласно [3], където след двукратно интегриране се получава:

- за относителна скорост

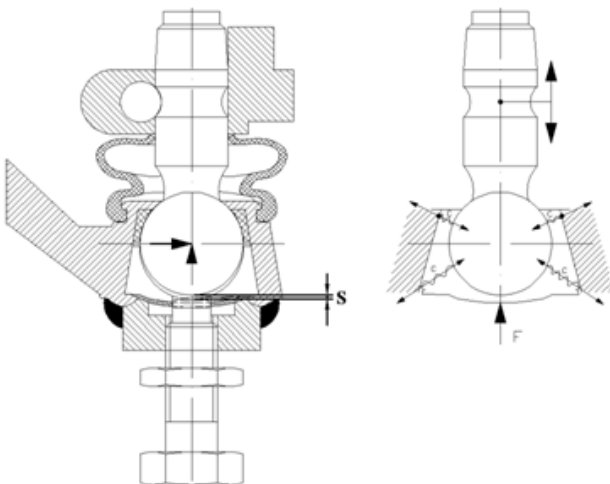
$$v(t) = v_2(t) - v_1(t) = \int_0^t a_2(\tau) d\tau - \int_0^t a_1(\tau) d\tau = \int_0^t (a_2(\tau) - a_1(\tau)) d\tau$$

- за относително преместване

$$d(t) = d_2(t) - d_1(t) = \int_0^t v_2(\tau) d\tau - \int_0^t v_1(\tau) d\tau = \int_0^t v(\tau) d\tau$$

Максималната стойност на относителното преместване е и стойността на търсената хлабина S.

За оценка на достоверността на получения резултат в шанир е направен резбови отвор и поставен регулираща болт, с помощта на които може да се регулира хлабината S в шарнирното съединение (фиг. 3).



Фиг.3

Точното определяне на действителната хлабина се извършва чрез индикаторен часовник монтиран на носача фиг. 4.



Фиг.4

Чрез регулиращия болт (фиг. 3) в съединението се създават различни хлабини в границите от 0.00 мм. до 1.40 мм. със стъпка 0.20 милиметра, при което се записват получените ускорения.

След направената обработка на сметите ускорения в таблица 1 са показани действителната стойност на хлабината S дейст., максималната разликата в ускоренията A max и изчислената стойност на хлабината S изч.

Таблица 1

Опит №	S дейст.	A max	S изч.
I	0,00 мм.	1,227	0,474
		1,228	0,477
		1,224	0,420
II	0,20 мм.	1,440	0,547
		1,451	0,521
		1,447	0,539
III	0,40 мм.	1,584	0,619
		1,585	0,614
		1,583	0,592
IV	0,60 мм.	2,235	0,721
		2,241	0,785
		2,237	0,822
V	0,80 мм.	2,772	0,824
		2,773	0,920
		2,781	0,846
VI	1,00 мм.	2,841	0,987
		2,844	0,995
		2,835	0,917
VII	1,20 мм.	2,905	1,098
		2,910	1,098
		2,908	1,157
VIII	1,40 мм.	2,951	1,209
		2,964	1,210
		2,957	1,089

За оценка на съответствието и достоверността на изчислена стойност на хлабината е определен коефициента на корелация на действителните и изчислените премествания  $S$  чрез софтуерен продукт Statgraphics.

Correlations		Таблица 2
	S дейст.	S изч.
S дейст.		0,9860
Бр.стойности		(24)
P-Value		0,0000
S изч.	0,9860	
Бр.стойности	(24)	
P-Value	0,0000	

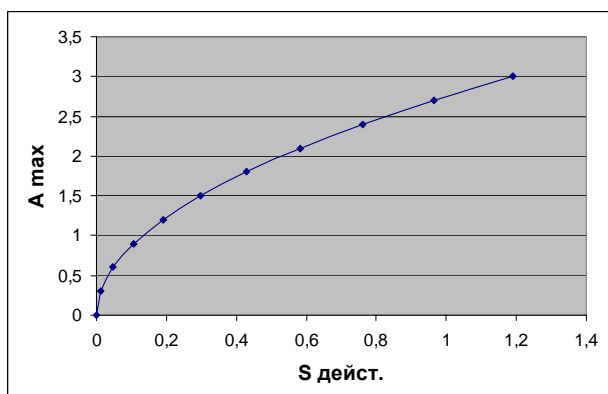
Високата стойност на коефициента на корелация – 0,9860 показва, че изчислените стойности на хлабината съвпадат с действителните. Този коефициент на корелация е статистически значим тъй като нивото на значимост на нулевата хипотеза P-value е по-малко от 0,05 при 95,0% доверителен интервал.

За намаляване обема на изчислителните процедури е възможно да се използва регресионен анализ за оценка на функционалната зависимост между стойностите на  $A_{max}$  и действителната хлабина  $S_{дейст.}$ .

След обработка на данните от таблица 1, с помощта на програмен продукт Statgraphics е получено уравнението:

$$S_{дейст.} = 0,132247 * A_{max}^2$$

Графичната зависимост е показана на фиг.5.



Фиг. 5

Получената стойност на коефициента на корелация R-Squared = 96,9257 %, показва много силна корелация между  $S_{дейст.}$  и  $A_{max}$ .

Този коефициент на корелация е статистически

значим тъй като нивото на значимост на нулевата хипотеза P-value е по-малко от 0,05 при 95,0% доверителен интервал.

Полученото уравнение позволява разликата в ускоренията да се използва за диагностичен параметър за оценка на хлабината в шарнирни съединения. Графиката на фиг.5 показва, че този диагностичен параметър е еднозначен и чувствителен.

#### 4. Заключение

Създадена е опитна установка за оценка приложимостта на метода за измерване на хлабини в елементи от окачването на автомобилите.

Получените резултати от двукратното интегриране на разликите в ускоренията са контролирани за достоверност с измерителна система с индикаторен часовник, а изчислените и действителните стойности на хлабината са с висока степен на корелация.

Разликата в ускоренията може да се използва за диагностичен параметър на хлабини в сферични шарнири.

#### Литература

- [1] Дамянов И., Р. Милетиев. Система за вибродиагностика за оценка техническото състояние на елементите от окачването на автомобилите. Trans&MOTAUTO'07, Русе, 2007.
- [2] Маджарски Е., И. Дамянов, Р. Милетиев, Г. Гинев Метод за определяне на техническото състояние на елементи от окачването на автомобила. Trans&MOTAUTO'09, Слънчев Бряг, 2009.
- [3] Emil Iontchev, Ilian Damyanov, Ivaylo Simeonov, Rossen Miletiev - Inertial system for measurement of the dynamic response and status of the vehicle suspension elements, The Third International Conference on Digital Information Processing and Communications (ICDIPC 2013), Jan 30 – Feb 1 2013, pp. 331-336.g.

### EXPERIMENTAL EVALUATION OF THE ADEQUACY OF THE METHOD FOR MEASURING THE GAP OF THE SUSPENSION ELEMENTS OF THE VEHICLE

Authors:

ILIYAN DAMYANOV

Abstract:

The main issues are considered in this topic: estimation of technical condition; methods for ball joints diagnostics, using vibrodiagnostic analysis system.