

Գ.Ս. ԵՍԱՖՅԱՆ, Գ.Վ. ՄՈՒՍԱՅԵԼՅԱՆ

**ԱՎՏՈՄՈԲԻԼԻ ԿԱԽՈՑԻ ՏԱՏԱՆՄԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՑԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ
MATLAB (SIMULINK) ԾՐԱԳՐԱՅԻՆ ՄԻՋԱՎԱՅՐՈՒՄ**

Հետազոտվել է ավտոմոբիլի կախոցի շարժման դինամիկան, ինչն անհրաժեշտ է ուղևորների հարմարավետությունն ապահովելու համար: Մշակվել է քառորդ ավտոմոբիլի կախոցի մաթեմատիկական մոդել՝ "Mitsubishi Pajero" մարդատար ավտոմոբիլի կախոցի տատանումները MATLAB միջավայրում ուսումնասիրելու նպատակով:

Առանցքային բաղեր. ավտոմոբիլի կախոց, տատանման գործընթաց, մաթեմատիկական մոդել, MATLAB:

Ներածություն. Ավտոմոբիլի կախոցի տատանումների ուսումնասիրությունը շատ կարևոր է ավտոմոբիլի ընթացքի սահունության գնահատման վերլուծության տեսանկյունից: Քառորդ ավտոմոբիլի քննարկվող մոդելն օգտագործվում է վերը նշված նպատակի համար: Այն ներկայացվել է վիճակի հավասարումների տեսքով, իսկ ընթացքի սահունությունը գնահատվել է ուղղահայաց ուղղությամբ ավտոմոբիլի զսպակավորված զանգվածի տեղաշարժի, արագության և արագացման արժեքներով: Հետազոտվել է քառորդ կախոցի չզսպակավորված և զսպակավորված զանգվածների փոխազդեցությունը՝ մարիչ տարրերի մարման գործակցի 1-ից մինչև 15 կՆվ/մ արժեքների և ավտոմոբիլի գծային արագության 10-ից մինչև 19 մ/վ արժեքների միջակայքերում, երբ ավտոմոբիլը շարժվում է առաջադրված խորդութորդություններով հորիզոնական ճանապարհով:

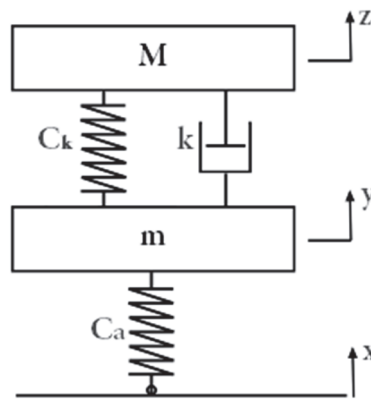
Ավտոմոբիլի շահագործման ընթացքում ճանապարհային ծածկույթի խորդութորդությունների պատճառով ուղղահայաց հարթությունում առաջանում են տատանումներ, որոնք բացասական ազդեցություն են թողնում փոխադրվող ուղևորների կամ բեռների վրա: Ուղևորների շրջանում նկատվում է ավելորդ հոգնածություն, որը դրսևորվում է տարբեր կերպ [1]: Այս տեսանկյունից շատ կարևոր է փոխադրումները կազմակերպել անհրաժեշտ հարմարավետություն ապահովող կախոցներով կահավորված ավտոմոբիլներով: Ժամանակակից ավտոմոբիլներում, որտեղ առկա է շահագործման բարձր արագություն, շատ կարևոր է կախոցների կառուցվածքային առանձնահատկությունների և կախոցների աշխատանքը բնութագրող պարամետրերի մեծությունների հիմնավորված առաջադրումը, որոնք ապահովում են նաև ավտոմոբիլի շարժման բարձր ընթացքի սահունություն:

Նշված պահանջների կատարման համար կարևոր են տարբեր պրոֆիլներով, առաջադրված խորդութորդություններով ճանապարհների վրա ավտոմոբիլի

կախոցի տատանման գործընթացի հետազոտումը և կախոցի աշխատանքը բնութագրող մեծությունների ընտրությունը: Այս տեսանկյունից խնդիրն արդիական է:

Ավտոմոբիլի կախոցի տատանման գործընթացի հետազոտման նպատակով մշակվել է հաշվարկային մոդել (նկ.1): Ներկայացված հաշվարկային մոդելում տարանջատված են կախոցի զսպակավորված (M) և չզսպակավորված (m) զանգվածները, որոնք ունեն ուղղահայաց հարթությունում տեղաշարժման (համապատասխանաբար z և y) հնարավորություն [2]: Կախոցի առածգական տարրի և դրդի կոշտությունները համապատասխանաբար նշանակված են՝ C_y և C_w : k - ն տատանումների մեղմիչի դիմադրության գործակիցն է, իսկ $q(t)$ - ն՝ ուղղահայաց ուղղությամբ ճանապարհի պրոֆիլի բարձրության փոփոխությունը, որը ստորև բերված հավասարումների համակարգում ներկայացված է x - ով. $x = q(t)$:

Խնդրի լուծման ընթացքում ավտոմոբիլի շարժման V արագությանն առաջադրվում են տարբեր մեծություններ (աղ.):



Նկ. 1. Քառորդ ավտոմոբիլի կախոցի համարժեք սխեման

Քառորդ ավտոմոբիլի կախոցի (նկ. 1) շարժման հավասարումները ներկայացված են ստորև՝

- չզսպակավորված զանգվածների համար՝

$$m\ddot{y} + k(\dot{y} - \dot{z}) + C_y(y - z) + C_w(y - x) = 0, \quad (1)$$

- զսպակավորված զանգվածների համար՝

$$M\ddot{z} - k(\dot{y} - \dot{z}) - C_y(y - z) = 0: \quad (2)$$

Բերված հավասարումները MATLAB (SIMULINK) ծրագրային փաթեթի կիրառմամբ լուծելու նպատակով օգտագործվում են ներքոհիշյալ ձևափոխությունները և նշանակումները [3].

$$\dot{z} = [A]z + [B]U, \quad (3)$$

$$\dot{y} = [C]y + [D]U, \quad (4)$$

որտեղ $[A]$ – ն սկզբնական տիրույթի մատրիցն է, $[B]$ – ն՝ մուտքի մատրիցը, $[C]$ – ն՝ ելքի մատրիցը, $[D]$ – ն՝ ուղիղ փոխանցման մատրիցը, իսկ U – ն՝ մուտքը համակարգը:

Նշանակենք՝

$$\dot{z} = V_1, \dot{y} = V_2, (z - y) = \Delta, \dot{\Delta} = V_1 - V_2 : \quad (5)$$

այս դեպքում (3) և (4) հավասարումները ներկայացվում են հետևյալ կերպ՝

$$\dot{V}_2 = \frac{C_k}{m}\Delta + \frac{C_a}{m}x - \frac{C_a}{m}y + \frac{k}{m}V_1 - \frac{k}{m}V_2, \quad (6)$$

$$\dot{V}_1 = -\frac{C_k}{M}\Delta - \frac{k}{M}(V_1 - V_2) : \quad (7)$$

Կատարելով որոշ ձևափոխություններ՝ կստանանք.

$$[A] = \begin{vmatrix} \dot{y} \\ \Delta \\ V_1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \\ 0 & -\frac{C_k}{M} & -\frac{k}{M} & \frac{k}{M} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} y \\ \Delta \\ V_1 \end{vmatrix}, \quad (8)$$

$$[C] = \begin{vmatrix} z \\ V_1 \\ \dot{V}_1 \\ y \\ V_2 \\ \Delta \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -C_k/M & -k/M & k/M \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} y \\ \Delta \\ V_1 \end{vmatrix} : \quad (9)$$

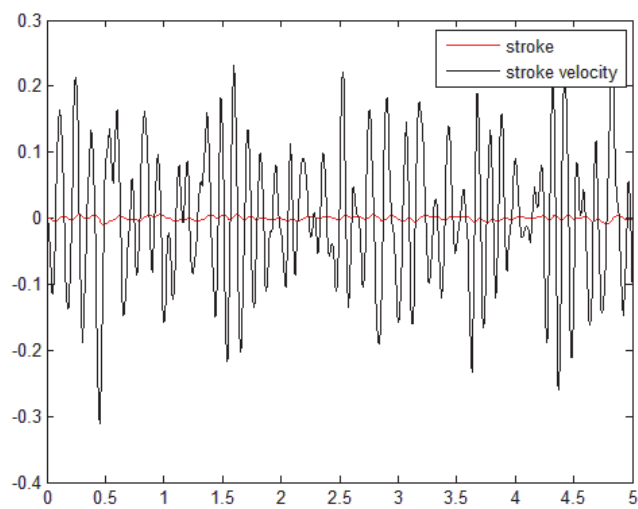
MATLAB համակարգում հավասարումների լուծման արդյունքում ստացված գրաֆիկները հնարավորություն են տալիս՝ գնահատելու առաջադրված խորհուրդություններով ճանապարհի վրա ավտոմոբիլի առավելագույն անվտանգ արագությունը, ինչպես նաև թափքի տատանումների արագությունն ու արագացումը, այսինքն՝ ավտոմոբիլի ընթացքի սահունությունը:

Նկ. 2-ում և 3-ում պատկերված են համապատասխանաբար՝ տատանումների արագության և տատանումների արագացման գրաֆիկները, որոնք ստացվել են առաջադրված խորհուրդությունների վրայով ավտոմոբիլի $V = 10$ մ/վ արագությամբ շարժման դեպքում:

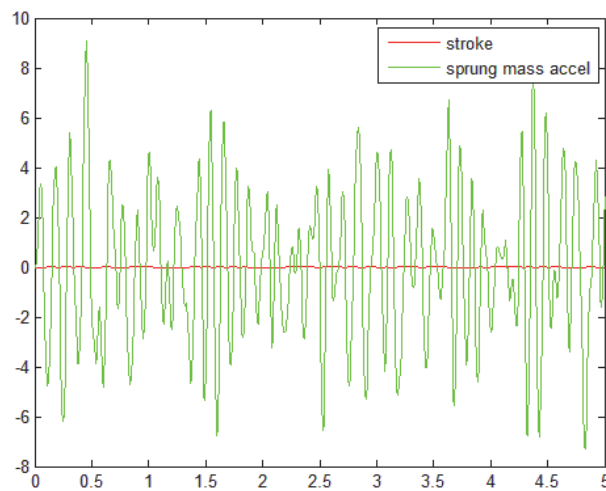
Նշված հաշվարկները կրկնվել են աստիճանաբար աճող տարբեր արագությունների դեպքում (աղյուսակ):

Թափքի տարանունների արագությունների և արագացումների արժեքները

N	v_w (մ/վ)	a_a (մ/վ ²)	t (վ)
1	10	9	0.49
2	12	12,5	0.45
3	14	12	0.4
4	16	11	0.3
5	19	-13	0.26



Նկ. 2. Տարանունների արագության գրաֆիկը



Նկ. 3. Տարանունների արագացման գրաֆիկը

Արդյունքում որոշվել է այն սահմանային արագությունը (19մ/վ), որի դեպքում առաջադրված ճանապարհային պայմաններում ավտոմոբիլը կարող է անվտանգ շարժվել: Ավտոմոբիլը 19մ/վ-ից բարձր արագությամբ շարժվելիս անիվը պոկվում է գետնից (խախտվում է կցման պայմանը), ինչը վտանգավոր հետևանքներ կարող է ունենալ վատ ճանապարհային պայմաններում շահագործվող ավտոմոբիլի համար:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Ротенберг Р.В.** Подвеска автомобиля. Колебания и плавность хода. –М.: Машиностроение, 1972. -392 с
2. **Մուսայելյան Գ.Վ.** Ավտոմոբիլի շահագործական հատկանիշներ. Դասագիրք/ ՀԱՊՀ. – Եր.: Ճարտարագետ, 2018. – 400 էջ:
3. **Конюшенко В.** Начало работы с MATLAB: Руководство. –М.: МГУ, 2010. -73 с.

Գ.Տ. ԵՏԱՓՅԱՆ, Գ.Վ. ՄՍԱԵԼՅԱՆ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОЛЕБАНИЙ ПОДВЕСКИ АВТОМОБИЛЯ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ MATLAB (SIMULINK)

Исследована динамика движения подвески автомобиля, что необходимо для обеспечения комфорта пассажиров. Разработана математическая модель подвески «четверть» автомобиля для изучения колебаний подвески легкового автомобиля “Mitsubishi Pajero” в среде MATLAB.

Ключевые слова: подвеска автомобиля, процесс колебания, математическая модель, MATLAB.

G.S. YESAFYAN, G.V. MUSAYELYAN

INVESTIGATING THE CAR SUSPENSION VIBRATION PROCESS IN THE MATLAB (SIMULINK) SOFTWARE ENVIRONMENT

The dynamics of the car suspension movement necessary to ensure the comfort of passengers is investigated. A mathematical model of the quarter car suspension has been developed for studying the vibrations of the Mitsubishi Pajero passenger car suspension in the MATLAB environment.

Keywords: car suspension, vibration process, mathematical model, MATLAB.