УДК 631.362

МЕТОД СИНТЕЗУ ПАРАМЕТРІВ ПІДВІСКИ СИДІННЯ ОПЕРАТОРА ТРАКТОРА ПРИ УДАРНІЙ ДІЇ

В. М. Лук'яненко, О. О. Жиліна, В. М. Кісь, А. І. Пащенко
Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, м. Харків, Україна

Стаття присвячена вибору оптимальних параметрів конструкції підвіски сидіння оператора трактора.

Ключові слова: трактор, сидіння, підвіска, параметри, віброзахист, факторний експеримент.

Постановка завдання

Тракторний агрегат, що складається з трактора і сільськогосподарського знаряддя, представляє складну просторову коливальну систему, що складається з різних мас, пов'язаних між собою пружними зв'язками. Теоретичні дослідження коливань такої системи представляють ряд труднощів. Виходячи з цього при розрахунку, зазвичай, приймається спрощена модель агрегату, вноситься ряд допущень, пов'язаних з можливістю аналітичного рішення системи диференціальних рівнянь, що описують коливання агрегату в русі.

В процесі експлуатації при русі трактора по реальних агродорожніх фонах можливе різке зростання рівня коливань в короткі періоди часу, що відповідають половині періоду власних коливань трактора, тобто в досліджуваному варіанті 0,2 - 0,25 с.

Такого типу дія викликає віброударні навантаження в підвісці сидіння. При ударній дії підвіска сидіння повністю реалізує увесь хід. В цьому випадку на якість віброзахисту впливають усі чинники, розглянуті раніше. Оскільки на величину вихідного параметра діють одночасно декілька чинників, то кращий результат дає одночасний аналіз усіх чинників (багатофакторний експеримент). У даному випадку ми маємо справу з рядом незалежних чинників, що набувають конкретних числових значень. В цьому випадку використовується метод планування, при якому не вивчаються взаємодії чинників (дробовий факторний експеримент).

Основна частина

Аналіз останніх досліджень показав, що найбільш раціональним методом планування в даному випадку (п'ять чинників на п'яти рівнях) є використання ортогональних латинських квадратів.

Багато авторів, вважаючи коливання в поперечній площині незначними [1 - 6], при розрахунку користуються плоскою моделлю тракторного агрегату або трактора, не враховуючи, крім того, пружні зв'язки в шарнірах, що сполучають дві напіврами трактора, тобто приймаючи остов трактора

жорстким. Відомо, що зміни пружних і дисипативних сил в елементах ходової системи і підвіски мають, у більшості випадків, нелінійний характер. В той же час для можливості аналітичного рішення отриманої системи рівнянь приймається допущення про лінійну залежність пружних сил від прогинів, а сил опору від швидкостей. Крім того, приймається ще ряд допущень, що знижують точність розрахунків.

Метою досліджень є вибір таких параметрів конструкції підвіски сидіння оператора, які б забезпечили необхідний рівень віброгашення.

Розрахунок на ударну дію проводився для підвіски, жорсткість пружного елементу (C_o) якої була вибрана раніше [7].

Для розрахунку приймається модель (рисунок 1), що містить пружні елементи C_0 , C_1 і C_2, які включаються в роботу при різному ході підвіски, масу m_p – що імітує сидячого оператора; гідравлічний демпфер k, елемент сухого тертя (F).

Початкові дані для розрахунку приведені в таблиці 1, де d_i – амплітуда, D – відносний коефіцієнт демпфування.

Таблиця 1

Початкові дані для розрахунку параметрів системи при ударній дії

Неварійовані чинники			Рівні	Варійовані чинники				
m_p, кг	C_0, Н/м	C_2, Н/м		C_1, Н/м	d_0, м	d_1, м	D	F_0, Н
76,57	$60 \cdot 10^3$	3702	1	3500	0,01	0,050	0,2	20
			2	5500	0,02	0,055	0,3	40
			3	7500	0,03	0,060	0,4	60
			4	9500	0,04	0,065	0,5	80
			5	11500	0,05	0,070	0,6	100

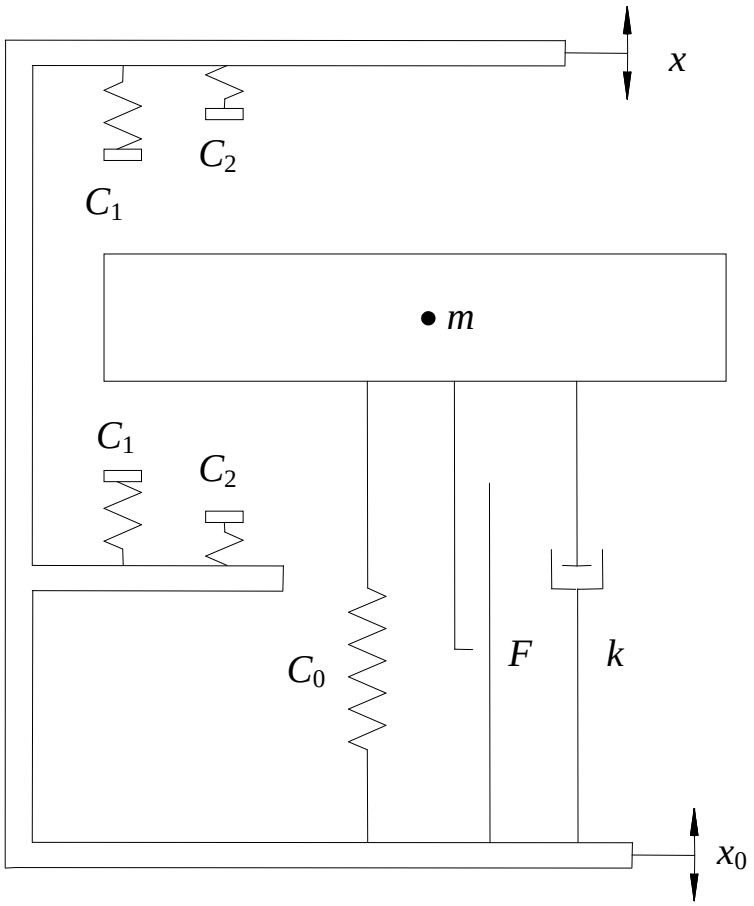

Рис. 1. Розрахункова модель віброзахисної підвіски сидіння

Для отримання повної інформації про вплив двох чинників, що варіюються на п'яти рівнях, на поведінку об'єкту, що вивчається, необхідно провести 25 (5^2) експериментів (повний факторний експеримент). Користуючись методом латинських квадратів, можна приєднувати послідовно додаткові чинники, не збільшуючи при цьому загального числа експериментів - дробовий факторний експеримент.

При цьому втрачається частина інформації, що відноситься до взаємодії чинників. На підставі рекомендацій, приведених в роботі [8], для оцінки впливу п'яти чинників на п'яти рівнях був побудований латинський квадрат четвертого порядку.

Розрахунок параметрів проводився методом Рунге-Кутта за розробленою програмою.

Так як при значних F і D загасання в системі відбувається в межах одного періоду коливань, то для частини досліджуваних варіантів неможливо визначити цей параметр, тому порівняльна оцінка ефективності віброгашення проводилася по амплітудних значеннях прискорень реакції системи на ударну дію.

Результати розрахунків приведені в таблиці 2, де a – прискорення, м/с^2.

Таблиця 2.

Результати розрахунку параметрів підвіски при ударній дії

Номер	D	C_1, Н/м	d_0, м	d_1, м	F_0, Н	a, м/с^2
1	0,2	3500	0,01	0,050	20	3,60
2	0,2	5500	0,02	0,055	40	4,40
3	0,2	7500	0,03	0,060	60	5,50
4	0,2	9500	0,04	0,065	80	1,90
5	0,2	11500	0,05	0,070	100	1,40
6	0,3	3500	0,02	0,060	80	1,70
7	0,3	5500	0,03	0,065	100	1,40
8	0,3	7500	0,04	0,070	20	1,60
9	0,3	9500	0,05	0,050	40	3,10
10	0,3	11500	0,01	0,055	60	7,20
11	0,4	3500	0,03	0,070	40	1,00
12	0,4	5500	0,04	0,050	60	3,20
13	0,4	7500	0,05	0,055	80	2,30
14	0,4	9500	0,01	0,060	100	3,10
15	0,4	11500	0,02	0,065	20	6,50
16	0,5	3500	0,04	0,055	100	2,40
17	0,5	5500	0,05	0,060	20	1,40
18	0,5	7500	0,01	0,065	40	2,60
19	0,5	9500	0,02	0,070	60	2,00
20	0,5	11500	0,03	0,050	80	3,90
21	0,6	3500	0,05	0,065	60	1,75
22	0,6	5500	0,01	0,070	80	0,75
23	0,6	7500	0,02	0,050	100	4,20
24	0,6	9500	0,03	0,055	20	2,70
25	0,6	11500	0,04	0,060	40	1,85

З таблиці 2 видно, що мінімальний рівень прискорень (a м/с^2) відмічений при F_0 = 80 Н. В той же час для ефективного гасіння коливань в режимі, що встановився, рекомендується $F_0 \leq 50$ Н. Для досліджуваної підвіски модуль сили сухого тертя є величиною постійною, тому її раціональні параметри вибираються з міркувань необхідного зниження рівня коливань при обох видах дії: що встановилася і ударній. Такій умові задовольняє поєднання параметрів 11 (таблиця 2), в якому F_0=40 Н. Амплітудне значення прискорень (1 м/с^2) трохи відрізняється від мінімально можливого (0,75 м/с^2). Крім того, перевагою цього варіанту є можливість використання підвіски з лінійними характеристиками поновлюючої сили при D=0,4. Враховуючи результати розрахунку коливань в режимі, що встановився, в яких рекомендується D = 0,2 і амплітуда коливань не перевищує 0,02 м, можна зробити висновок про те, що для досліджуваної підвіски потрібний гідравлічний демпфер з демпфуванням, що змінюється залежно від взаємного положення поршня і циліндра, тобто

ходу підвіски, при цьому D = 0,2 ($S \leq 0{,}02$ м) і D = 0,4 ($S > 0{,}02$ м).

Таким чином, параметри конструкції, що забезпечують необхідний рівень віброгашення, вибрані без істотних змін конструкції підвіски, оскільки гідравлічний амортизатор є незалежним елементом конструкції, пов'язаним з підвіскою лише приєднувальними розмірами.

Висновки

Розрахунок параметрів підвіски сидіння проводився чисельним методом Рунге-Кутта, при використанні в якості збуджуючої дії коливань в місці кріплення підвіски сидіння, отриманих експериментально.

Амплітуди переміщень підвіски, що встановилися при коливаннях, не виходять за межі 0,02 м, тобто зони лінійних характеристик пружного елементу.

При коливаннях, що встановилися, ефективний віброзахист оператора забезпечується при наступних параметрах підвіски:

$$C_0 = 3700 \text{ Н/м}; \; F_0 \leq 50 \text{ Н}; \; D = 0{,}2.$$

Раціональні параметри, що забезпечують зниження коливань, як при дії що встановилася так і при ударній дії, реалізуються в підвісці з лінійною характеристикою пружної відновлюючої сили і жорсткістю C_0=3700 Н/м при ході S=0,14 м; силі сухого тертя $F_0 \leq 50$ Н і наявності гідравлічного демпферу з характеристикою, що змінюється в залежності від ходу підвіски з параметрами D=0,2 (при $S \leq 0{,}02$ м) і D=0,4 (при $S > 0{,}02$ м).

Література

1. Ротенберг, Р.В. Подвеска автомобиля [Текст] / Р.В. Ротенберг. – М.: Машиностроение, 1972. – 300 с.
2. Анилович, В.Я. Метод расчета колебаний скоростных тракторов при езде по неровностям [Текст] / В.Я. Анилович // Тракторы и сельхозмашины. – 1963. № 12. - С. 7 – 10. – 1965. № 6. С. 15-18.
3. Бунин, Н.И. Методы расчета низкочастотных колебаний рабочих мест колесных тракторов [Текст]: метод. /. Н.И. Бунин, М.Э. Липская. - М.: ВНИИНМАШ, 1971. - 51 с.
4. Барский, И.Б. Динамика трактора [Текст] / И.Б. Барский, В.Я. Анилович, Г.М. Кутьков. - М.: Машиностроение, 1973. - 280 с.
5. Антышев, Н.М. Исследование плавности хода универсального колесного трактора [Текст]: автореф. ... дис. ... канд. техн. наук / Н.М. Антышев. - М., 1967. - 18 с.
6. Чернышев, В.И. Обоснование параметров виброзащитных систем водителей мобильных сельскохозяйственных агрегатов [Текст]: дис. ... канд. техн. наук / В.И. Чернышев. - Орел, 1984. - 211 с.
7. Лук'яненко, В.М. Складання математичної моделі розрахунку підвіски сидіння оператора трактора Т – 150К [Текст]: зб. наук. пр. / В.М. Лук'яненко, О.О. Жиліна, В.М. Кісь, К.С. Кузьміна // Вісник ХНТУСГ. –

Харків, 2011. - Вип. 107. Т. 2. - С. 166-169.
8. Пустыльник, Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений [Текст] / Е.И. Пустыльник. – М.: Наука, 1968. - с. 196-212.

В. М. Лукьяненко, Е. А. Жилина, В. Н. Кись, А. И. Пащенко

МЕТОД СИНТЕЗА ПАРАМЕТРОВ ПОДВЕСКИ СИДЕНИЯ ОПЕРАТОРА ТРАКТОРА ПРИ УДАРНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Статья посвящена выбору оптимальных параметров конструкции подвески сидения оператора трактора.

Ключевые слова: трактор, сидение, подвеска, параметры, виброзащита, факторный эксперимент.

V. Lukyanenko, E. Zhilina, V. Kys, A. Pashenko

A METHOD OF SYNTHESIS OF PARAMETERS PENDANT SEAT OPERATOR OF TRACTOR IS AT A SHOCK ACTION

The article is sanctified to the choice of optimal parameters of construction pendant seat operator of tractor.

Keywords: tractor, seat, pendant, parameters, vibrodefence, factor experiment.

Відомості про авторів

Лук'яненко Володимир Михайлович; Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, кафедра "Якість, стандартизація і сертифікація"; завідувач кафедри; кандидат технічних наук, доцент; адреса: 61050, Україна, м. Харків, пр.-т Московський, 45; тел. роб. (057)-732-54-33, тел. моб. 050-557-10-94; e-mail: vl2000@pochta.ru.

Жиліна Олена Олександрівна; Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, кафедра "Якість, стандартизація і сертифікація"; старший викладач; адреса: 61050, Україна, м. Харків, пр.-т Московський, 45; тел. роб. (057)-732-54-33, тел. моб. 095-423-51-03; e-mail:ellena33@mail.ru.

Кісь Віктор Миколайович; Харківська районна державна адміністрація, заступник голови, кандидат технічних наук; адреса: 61034, Україна, м. Харків, Комсомольске шосе, 52; тел. роб. (057)- 777-22-66, тел. моб. 050-302-84-41.

Пащенко Аліна Іванівна; Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, інститут механотроніки і систем менеджменту; студентка; адреса: 61050, Україна, м. Харків, пр.-т Московський, 45; тел. моб. 050-976-56-23.