

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА
ВІБРОАКТИВНІСТЬ ПНЕВМАТИЧНОГО МОЛОТКА МК-4М**

*У статті досліджено вплив елементів на віброактивність пневматичного молотка МК-4М.
In the article influence of elements is investigational on oscillation activity of pneumatic hammer of МК-4М.*
Ключові слова: фактор, дослідження, віброактивність.

Високий рівень вібрації і шуму, котрий супроводжує експлуатацію ручного пневматичного молотка, призводить до зниження продуктивності праці, погіршення якості продукції, що випускається, і самопочуття тих, що працюють. Особливу небезпеку представляє локальна вібрація, яка діє на руки і чинить вагомий вплив на здоров'я людини.

Дослідженнями, проведеними з персоналом, що працює з віброінструментом, встановлено, що вже протягом 90 хвилин при роботі з таким інструментом спостерігається виражене порушення вібраційної чутливості, м'язовій витривалості, підвищується артеріальний тиск [1]. Тому необхідно своєчасно приймати заходи зі зниження вібрації, не допускаючи появи ознак професійного захворювання. Встановлено що не дивлячись на значний прогрес в створенні вібробезпечних ручних машин, до 20 – 40 % від їх загальної кількості, що знаходяться в експлуатації в різних галузях промисловості, залишаються вібронезбезпечними [2, 3, 4].

Внаслідок широкого використання в різних галузях України ручних пневматичних молотків і неможливості їх повної заміни більш сучаснішим інструментом (з нижчим рівнем і вібрації) проблема вдосконалення засобів віброзахисту залишається актуальною і на сьогодні.

Захист працюючих від шкідливого впливу вібрації, зниження росту захворюваності, покращення умов праці, на даному етапі є важливою як науково-технічною, так і соціально-економічною проблемою.

Метою дослідження є дослідження впливу конструктивних параметрів на віброактивність пневматичного молотка.

Для вивчення впливу елементів пневматичного молотка на рівень його віброактивності використовували метод математичного планування – повний факторний експеримент [1].

Вимірювання параметрів вібрації (віброшвидкості), котра діє на робітника, проводили при виконанні операцій обрубки. Віброшвидкість вимірювали за допомогою шумоміру ВШВ – 003.

Дослідження проводили за методикою встановленою в ГОСТ 12.1.042-84 [5], ГОСТ 12.1.043-84 [6].

В якості досліджуваних факторів були взяті: тиск у системі – p (x_1), діаметр пружини – d (x_2), число витків – n (x_3).

Математична модель дослідження віброактивності представлена у вигляді таблиці 1.

Таблиця 1

Найменування факторів, рівні й інтервали варіювання

Рівні факторів	p	d	n
	x_1	x_2	x_3
Основний	0,5	60	8
Інтервал варіювання	0,1	10	2
Верхній +1	0,6	70	10
Нижній -1	0,4	50	6

Переведення натуральних перемінних у кодові x_i представлені в табл. 2.

Математична модель об'єкта досліджень представлена у вигляді поліноміального рівняння:

$$\bar{y} = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_3 \cdot x_3 + b_4 \cdot x_1 x_2 + b_5 \cdot x_1 x_3 + b_6 \cdot x_2 x_3 \quad (1)$$

де b_0 – коефіцієнт, який визначає загальне середнє всіх дослідів і задає центр багатфакторного простору;

$b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6$ – коефіцієнти полінома, що характеризують ефекти впливу факторів $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$ на функцію відгуку y , обчислюються стосовно значення загального середнього. Для визначення коефіцієнтів полінома було використано програму EXCEL.

$b_0 = 992,125$; $b_1 = 3,375$; $b_2 = 20,125$; $b_3 = 6,625$; $b_4 = -1,625$; $b_5 = -3,875$; $b_6 = 1,875$.

В результаті проведення експерименту отримано рівняння рівня віброшвидкості:

$$\bar{y} = 992,125 + 3,375x_1 + 20,125x_2 + 6,625x_3 - 1,625x_4 - 3,875x_5 + 1,875x_6 \quad (2)$$

Матриця планування експерименту при дослідженні рівня віброшвидкості пневматичного інструмента

№ досліджу	b_0	x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	y_1	y_2	\bar{y}
1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	129	125	127
2	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	120	114	117
3	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	92	97	95
4	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	86	82	84
5	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	112	118	115
6	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	115	121	118
7	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	72	74	73
8	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	63	65	64

Досліди вважатимуться відтворюваними, якщо обчислене значення критерію Кохрена G буде менше від табличного G_T . Тому визначимо дисперсію розсіювання результатів кожного досліджу S_j^2 [7]:

$$S_j^2 = \frac{1}{m-1} \sum_{k=1}^m (y_{jk} - \bar{y}_j)^2, \quad (3)$$

де m – число паралельних повторень кожного досліджу, $m = 2$; k – номер паралельного повторення досліджу; j – номер досліджу в матриці планування.

Дисперсії в кожному із досліджів за даними його паралельних повторень становитимуть:

$$S_1^2 = 8; S_2^2 = 18; S_3^2 = 13; S_4^2 = 8; S_5^2 = 18; S_6^2 = 18; S_7^2 = 2; S_8^2 = 2.$$

Знайдемо значення критерію Кохрена за формулою [7]:

$$G = \frac{\max S_j^2}{\sum_{j=1}^N S_j^2} = 0,207 \quad (4)$$

Табличне значення для цих умов $G_T = 0,6798$. Оскільки $0,207 < 0,6798$, то досліджу вважаються відтворюваними.

Для перевірки суттєвості впливу кожного з факторів на функцію відгуку обчислимо для кожного коефіцієнта полінома значення критерію Стюдента. Дисперсія відтворюваності дає змогу визначити похибку загального середнього значення [7]

$$S_{b_0} = S_Y = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N S_j^2} = 3,297 \quad (5)$$

Похибка обчислення коефіцієнтів полінома

$$S_b = \frac{S_{b_0}}{\sqrt{Nm}} = 0,824 \quad (6)$$

Знайдемо значення критерію Стюдента для кожного з коефіцієнтів полінома:

$$S_{t1}=4,094; S_{t2}=24,410; S_{t3}=8,036; S_{t4}=-1,971; S_{t5}=-4,700; S_{t6}=2,274.$$

Якщо обчислене значення менше від табличного, то гіпотеза про не суттєвість впливу даного фактора на функцію відгуку приймається, а його коефіцієнт вважається рівним нулеві.

За таблицями S_f -розподілу Стюдента знаходимо значення критерію Стюдента S_{fT} для ступеня вільності отриманої моделі

$$f = N(m-1) = 8(2-1) = 8 \quad (7)$$

при рівні значущості $\alpha = 0,05$. Табличне значення $S_{fT} = 2,31$, що свідчить про малий вплив факторів b_4 і b_5 . Тому поліноміальне рівняння (2) матиме вигляд:

$$\bar{y}' = 992,125 + 3,375x_1 + 20,125x_2 + 6,625x_3 + 1,875x_6$$

Якщо обчислене значення критерію Фішера менше одиниці, тобто $F < 1$, то модель адекватно описує досліджуване явище. Якщо ж $F > 1$, то необхідно порівняти обчислене значення F із табличним F_T , що задається розподілом Фішера. Якщо $F < F_T$ модель вважається адекватною.

Тестування полягає в порівнянні дисперсії розсіювання паралельних повторень досліджів (дисперсії відтворюваності) S_Y^2 із дисперсією адекватності S_{AD}^2 за допомогою F -критерію Фішера [7]

$$F = \frac{S_{AD}^2}{S_Y^2} \quad (8)$$

Дисперсія адекватності S_{AD}^2 являє собою розсіювання середніх значень функції відгуку y_j , знайдених експериментально в j -му досліджу, відносно обчислених за отриманою моделлю значень функції відгуку для

тих же умов $\overline{y_j}$. Тоді

$$S_{AD}^2 = \frac{1}{N - \beta} \sum_{j=1}^N (y_j - y_j^*)^2, \quad (9)$$

де j – номер досліду (номер рядка в матриці експерименту);

β – число значущих коефіцієнтів полінома, з урахуванням загального середнього b_0 .

Обчислюємо за отриманою моделлю значення функції відгуку в кожному досліді $\overline{y_j}$.

$\overline{y_1} = 125,375$; $\overline{y_2} = 118,625$; $\overline{y_3} = 92,875$; $\overline{y_4} = 86,125$; $\overline{y_5} = 119,875$; $\overline{y_6} = 113,125$; $\overline{y_7} = 71,875$; $\overline{y_8} = 65,125$.

Тоді дисперсія адекватності $S_{AD}^2 = 32,188$,

Враховуючи, що дисперсія відтворюваності

$$S_{b_0}^2 = S_Y^2 = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N S_j^2 = 10,875, \quad (10)$$

отримуємо значення критерію Фішера:

$$F = \frac{S_{AD}^2}{S_Y^2} = 2,96$$

Визначаємо табличне значення критерію Фішера F_T при рівні значущості $\alpha = 0,05$ для ступенів вільності чисельника $f_1 = N - \beta = 8 - 6 = 2$ та знаменника $f_2 = N(m - 1) = 8(2 - 1) = 8$. Табличне значення $F_T = 3,8$. Оскільки $2,96 < 3,8$, то модель також вважатиметься адекватною.

Висновки: Аналіз наведених матеріалів показує, наступне

1. Виявлено фактори, які найбільш впливають на віброактивність пневматичного молотка.
2. За допомогою методу математичного планування експерименту, були встановлені особливості впливу діаметр пружини, число витків і тиск в системі на динамічні характеристики пневматичного молотка МК-4М.
3. Експериментальні дослідження підтверджують вплив конструктивних параметрів на фактичну ефективність віброзахисту.

Література

1. Тимофеева И.Г. Безопасность труда на виброопасных технологических процессах. – УланУдэ: Изд-во ВСГТУ, 2003. – 95 с.
2. Актуальные вопросы профилактики неблагоприятного воздействия шума и вибрации // Тез. докл. Всесоюзн. Совещ. 11-13 ноября 1981 г. – М., 1981. – 169 с.
3. Мазов В.А. Научно-технический процесс и охрана труда / Обзорн. информ. // ВЦНИИОТ ВЦСПС. Сер. "Охрана труда". – Вып. № 7. – М.: 1980. – 57 с.
4. Техника безопасности и производственная санитария: Сборн. научн. работ инст-ов охраны труда ВЦСПС. – М., 1979. – 120 с.
5. ГОСТ 12.1.042 – 84. Вибрация локальная. Методы измерения. – М.: Издательство стандартов, 1985. – 10 с.
6. ГОСТ 12.1.043-84. Вибрация. Методы измерения на рабочих местах в производственных помещениях. – М.: Издательство стандартов, 1985. – 25 с.
7. Ящерицын П. И., Махаринский Е.И. Планирование эксперимента в машиностроении: Справочное пособие. – Минск: Высшая школа, 1985. – 286 с.

Надійшла 11.2.2010 р.