

Изследване на вибрациите, действащи на операторите на дървообработващи машини

Гергана Станева, Огнян Сливаров, Георги Кадикьянов

A Study of the Vibration Affecting on the Operators of Woodworking Machinery: The aim of this study is to identify and register values of the vibration experienced by operators of woodworking machines. The machines are common in the region of Smolyan.

Key words: Woodworking machinery, Vibration, Hand-arm, Whole body.

ВЪВЕДЕНИЕ

Въздействието на вибрациите върху човека е свързано с трептенията, определени от вътрешното променливо силово въздействие върху машината или върху отделна нейна система. Възникването на такъв род трептения може да бъде свързано не само със силово, но и с кинематично възбуждане, например в транспортните средства при тяхното движение по неравен път.

Минималните изисквания за предпазване на работещите от съществуващи или потенциални рискове за здравето и безопасността, свързани с експозиция на вибрации при работа са посочени в [3]. Вибрациите се делят на: вибрации по системата „ръка-рамо“ и вибрации, предавани на цялото тяло на оператора.

Вибрациите, предавани на цялото тяло на оператора предизвикват сътресение на целия организъм. Нормират се при отчитане на източника на въздействие, по който признак се делят на:

- транспортни – възникват в резултат от движението на машините по местности и пътища;

- транспортно-технологични – образуват се при работа на машини, изпълняващи технологични операции в стационарно положение и/или при преместването на специално подготвена част на производственото помещение или промишлената площадка;

- технологични – възникват при работа на стационарни машини или се предават на работните места, нямащи източник на вибрации.

Целта на това изследване е да се определят и регистрират стойностите на вибрациите, на които са подложени операторите на дървообработващи машини. Машините са избрани на случаен принцип, като единственото условие за изследването им е по-често срещаните в региона на област Смолян.

В съответствие с [3], стойностите на вибрациите, предавани на системата ръка-рамо не трябва да превишават дневната гранична стойност на експозиция, определена за период 8 часа (5 m/s^2) и дневната стойност на експозиция за предприемане на действие, определена за период 8 часа ($2,5 \text{ m/s}^2$).

Стойностите на вибрациите, предавани на цялото тяло, не трябва да превишават дневната гранична стойност на експозиция, определена за период 8 часа ($1,15 \text{ m/s}^2$) и дневната стойност на експозиция за предприемане на действие, определена за период 8 часа ($0,5 \text{ m/s}^2$).

ТЕОРЕТИЧНА ПОСТАНОВКА И МЕТОДИКА НА ИЗСЛЕДВАНЕ

В статията са използвани термини и определения от [2, 3].

В разглежданата методика a_{hw_x} , a_{hw_y} , a_{hw_z} са стойностите на a_{hw} , (m/s^2) съответно за осите x , y и z , а a_w е стойността на вибрациите (корен квадратен на средно претеглените честотни ускорения) в една от трите ортогонални оси – x , y и z .

Времето за определяне и отчитане T е общата дневна продължителност на експозицията на вибрации, ($h(s)$) и T_0 продължителността 8 h (28 800 s).

Оценката на експозицията на вибрациите, предавани на системата ръка-рамо, се основава на изчислението на дневната стойност на експозиция за период 8 часа $A(8)$, а дневното въздействие на вибрациите се получава от големината на вибрациите (обща стойност на вибрации) и от продължителността на дневното въздействие, като дневната стойност на експозиция за период 8 часа се изчислява по формулата:

$$A(8) = a_{hv} \sqrt{\frac{T}{T_0}},$$

където: $A(8)$ е дневната стойност на експозиция на вибрациите в m/s^2 ;

a_{hv} - общата стойност на вибрациите в m/s^2 ;

T - общата дневна продължителност на експозиция на вибрации в $h(s)$;

T_0 - продължителността 8 h (28 800 s).

Общата стойност на вибрациите се определя от зависимостта:

$$a_{hv} = \sqrt{a_{hwx}^2 + a_{hwy}^2 + a_{hwz}^2},$$

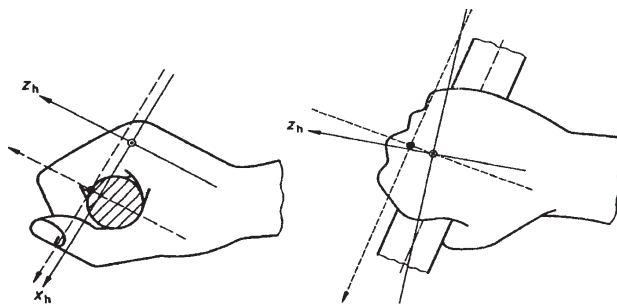
където: a_{hv} е общата стойност на вибрациите, m/s^2 ;

$a_{hwx}^2, a_{hwy}^2, a_{hwz}^2$ са честотно претеглените средноквадратични стойности на ускорението, измерени по трите оси x, y и z на вибриращата повърхност в контакт с ръката (m/s^2).

От посочената методика става ясно, че при по-продължително време на въздействие, работникът ще е подложен на по-висока експозиция, а при осем часов работен ден, експозицията ще е равна на общата стойност на вибрациите - a_{hv} , когато продължителността на въздействие е по-малка от 8 часа, то е необходимо изчисляването на дневната стойност на експозиция на вибрациите $A(8)$.

Тъй като целта на статистическото изследване е да се определят и покажат нивата на вибрациите, на които са подложени операторите на дървообработващи машини, без да се акцентира на продължителността на въздействие, то изследванията са съсредоточени до отчетените и регистрираните от уреда общи стойности на вибрациите a_{hv} и честотно претеглените средноквадратични стойности на ускорението $a_{hwx}^2, a_{hwy}^2, a_{hwz}^2$, измерени по трите оси - x, y и z на вибриращата повърхност.

Вибрациите, предавани по ръката, са записани за трите направления на правоъгълна координатна система, така както е показано на фиг.1. Ориентацията на координатната система при измерванията съответства на БДС EN ISO 5349-1 [1].



Фиг. 1. Схема на насочване на координатната система
 — Биодинамична координатна система
 - - - - - Базовоцентрирана координатна система

Измерването на вибрации, предавани по системата „ръка-рамо“ и на цялото тяло са извършени с измервателен уред, съответстващ на изискванията на ISO 8041. Използваният уред позволява измерванията да се извършват по трите оси едновременно.

Методиката в [2, 3] изисква преобразувателят да се поставя на места, където има контакт на човешкото тяло с вибрираща повърхност. При измерване на вибрациите по системата „ръка-рамо“, преобразувателят се намира между ръката и вибриращата повърхнина, която в случая може да бъде обработван материал или машина.

На операторите на дървообработващи машини са изследвани параметрите на вибрации по системата „ръка-рамо“. Изследваните параметри се отнасят за двете ръце. Там, където за лява и дясна ръка стойностите се различават, те са записани отделно за всяка ръка.

Условието, при които са извършени измерванията са еднакви за изследваните машини. С изключение на моторните триони, останалите машини работят в закрити помещения, като при измерването те работят по отделно в продължение на 30 min.

Тъй като изследванията не са насочени към определяне на експозицията, където се изисква измерване на нивото на вибрациите за времето на въздействие, т.е. за целия период на работа на машините, данните представени в статията се отнасят само за нивото на вибрациите, за времето на измерване от 30 min.

От всеки вид машина са изследване по 4 броя, като отчетените и регистрирани от уреда показатели са осреднени.

Съгласно [2], вибрациите във всяко от трите направления, определени от осите на правоъгълната координатна система, показана на фиг.1, са еднакво вредни и че същото честотно претегляне може да се използва за всяка ос. По тази причина опасността от увреждане вследствие на вибрации, предавани по ръката, се оценява чрез общата стойност на вибрациите, a_{hv} пресметната от трите честотно претеглени компонента на ускорението на повърхнината, която е в контакт с ръката.

В посочения стандарт се приема, че методът, за получаване на общата стойност на вибрациите, която е еквивалентна на енергията за период от 8 часа, отразява по подходящ начин връзката между различните големини на вибрациите и продължителността на дневното въздействие.

АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОТ ПРОИЗВОДСТВЕНИТЕ ИЗСЛЕДВАНИЯ НА ВИБРАЦИИТЕ

В настоящата статия са изследвани вибрациите при работа на следните видове дървообработващи машини: гатер-банциг; циркуляри; универсални дървообработващи машини и моторни триони.

В статията се отчита един от двата фактора от посоченият стандарт, за които е известно, че влияят върху въздействието на вибрации, предавани по ръката - големината на вибрациите.

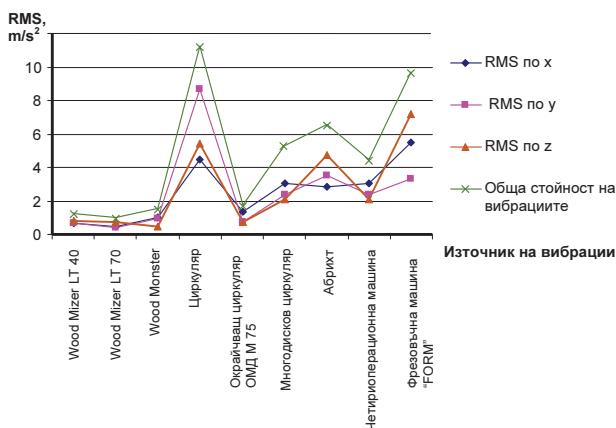
При проведените статистически изследвания и измервания се отчита един от двата фактора, за които е известно, че влияят върху въздействието на вибрациите, предавани по ръката, а именно големината на вибрациите, т.е. общата стойност на вибрациите на системата „ръка-рамо“ и честотно претеглените средноквадратични стойности на ускорението в m/s^2 по трите оси (x, y, z) на системата ръка-рамо.

Получените резултати от проведеното статистическо изследване са обработени, използвайки методите на математическата статистика и теорията на вероятностите и са обобщени в таблични и графични зависимости.

В табл.1 са приведени средноквадратичната стойност на ускорението на честотно претеглените вибрации по отделните направления и общата им стойност.

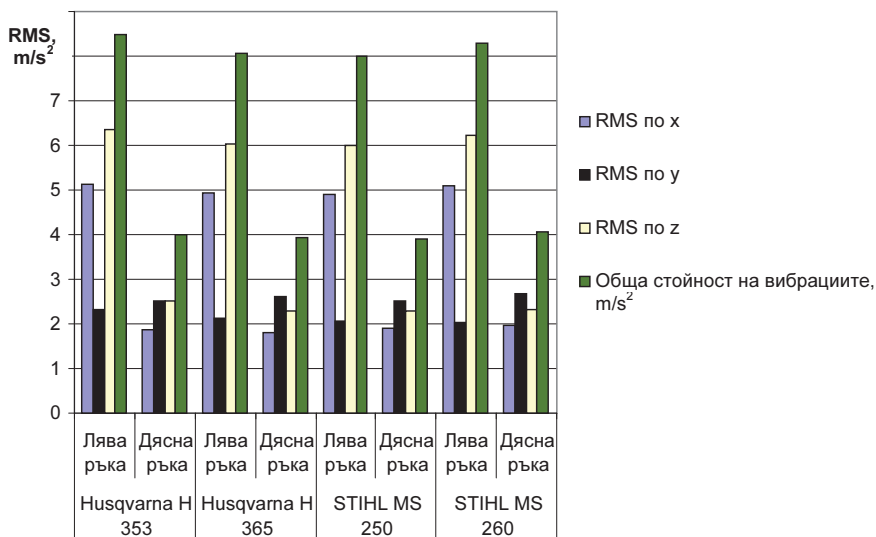
Таблица 1
Регистрирани и отчетени стойности на вибрациите

Видове дървообработващи машини	Източник на шум	a_{hw} – Средноквадратична стойност (г.м.с.) на ускорението на честотно претеглените вибрации по ос ² , (m/s ²)			a_{hv} – Обща стойност на вибрациите на честотно претеглената средноквадратична стойност (г.м.с.) на ускорението, (m/s ²)
		x	y	z	
Гатер - банциг	Wood Mizer LT 40	0,69	0,69	0,78	1,25
	Wood Mizer LT 70	0,48	0,38	0,73	0,95
	Wood Monster	1,04	0,98	0,5	1,51
Циркуляри	Циркуляр	4,5	8,67	5,43	11,18
	Окрайчващ циркуляр ОМД М 75	1,36	0,75	0,75	1,72
	Многодисков циркуляр	3,02	2,36	2,12	4,38
Универсални дървообработващи машини	Абрихт	2,85	3,5	4,73	6,54
	Четириоперационна машина	3,02	2,36	2,12	4,38
	Фрезовъчна машина „FORM“	5,51	3,33	7,2	9,66
Моторен трион	Husqvarna Лява ръка	5,12	2,33	6,34	8,48
	H 353 Дясна ръка	1,87	2,51	2,51	4,01
	Husqvarna Лява ръка	4,92	2,12	6,02	8,06
	H 365 Дясна ръка	1,82	2,62	2,3	3,93
	STIHL MS 250 Лява ръка	4,89	2,05	5,99	8,00
	STIHL MS 260 Дясна ръка	1,89	2,53	2,29	3,90
	Лява ръка	5,09	2,03	6,23	8,30
	Дясна ръка	1,97	2,69	2,31	4,06



Фиг. 2. Изменение на общата стойност на вибрациите на системата „ръка-рамо“ и на честотно претеглените средноквадратични стойности на ускорението, измерени по трите оси - x, y и z на системата ръка-рамо за стационарни дървообработващи машини

На фиг.2 е показано изменението на общата стойност на вибрациите на системата „ръка-рамо“ и на честотно претеглените средноквадратични стойности на ускорението, измерени по трите оси x, y и z и на системата „ръка-рамо“ при работа със стационарни дървообработващи машини.



Фиг. 3. Изменение на общата стойност на вибрациите на системата „ръка-рамо“ и на честотно претеглените средноквадратични стойности на ускорението, измерени по трите оси - x, y и z на системата ръка-рамо за моторни триони

На фиг. 3 е илюстрирано изменението на общата стойност на вибрациите на системата „ръка-рамо“ и на честотно претеглените средноквадратични стойности на ускорението по трите оси (x, y, z) на системата ръка-рамо за моторни триони.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въз основа на получените резултати и извършения анализ могат да се направят следните изводи:

1. Дървообработващите машини имат високи стойности на вибрациите, предавани на системата „ръка-рамо“, достигащи до 11,18 m/s² при циркулярите;
2. Вибрациите на моторните триони са значителни (около 6 m/s²), което е особено изразено за лява ръка по ос z.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Станева Г., Станев Л. Влияние на вибрациите в транспортните машини върху функционалното и физиологичното състояние на водача. НК Смолян-2004.
- [2] БДС EN ISO 5349-1 Вибрации. Измерване и оценяване на въздействието върху човека на вибрациите, предавани па ръката.
- [3] НАРЕДБА № 3 от 5.05.2005 г. за минималните изисквания за осигуряване на здравето и безопасността на работещите при рискове, свързани с експозиция на вибрации.

За контакти:

Гл. ас. д-р Георги Кадикянов, Катедра „Двигатели и транспортна техника“, Русенски университет „Ангел Кънчев“, тел.: 082-888 526, e-mail: gkadikyanov@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.