

۱، ۲، ۳. دانشجوی دکتری و دانشیاران دانشکده کشاورزی
 دانشگاه تربیت مدرس
 تاریخ دریافت: ۸۴/۸/۳۰- تاریخ تصویب: ۸۵/۱۰/۱۳

ارتعاش کامل و جزئی بدن باعث کاهش سلامتی مانند درد کمر و آسیب ستون فقرات می‌شود که می‌تواند از مواجهه با ارتعاش صندلی منتج شود. همچنین مواجهه با ارتعاش می‌تواند مزاحم سیستم عصبی مرکزی شده و بر سیستم‌های گردش خون و ادرار تاثیر بگذارد. در این تحقیق، ارتعاشات صندلی تراکتور یونیورسال ۶۵۰ ام و تاثیر آن بر راننده در ۵ سطح دور موتور ۱۰۰۰، ۱۲۰۰، ۱۴۰۰، ۱۶۰۰ و 1800 rpm در راستای عمودی و در حالت حمل و نقل بر روی جاده آسفالت بررسی گردید. همچنین مقادیر **rms** (جذر میانگین مربعات) شتاب و **VDV** (اندازه دوز ارتعاش) نیز اندازه‌گیری شد. نتیجه آزمایش‌ها نشان داد که فرکانس غالب ارتعاش در تمامی دورهای موتور در صندلی تراکتور برابر با دو برابر فرکانس دور موتور یا برابر با ضربات پیستون موتور در مرحله توان (انفجار سوخت در سیلندر) است و با افزایش دور موتور فرکانس ارتعاش صندلی افزایش می‌یابد. همچنین مقادیر شتاب برای دوره‌های آزمایشی از ۱۰۰۰ تا 1800 rpm بترتیب ۱/۹۳، ۲/۲۶، ۲/۴، ۲/۵ و $3/75\text{ m/s}^2$ بود که روند افزایشی داشت. مقادیر **VDV** نیز در دوره‌های ۱۰۰۰ تا 1800 rpm بترتیب ۲/۳۴، ۲/۴۹، ۲/۷۴، ۳/۱ و $4/29\text{ m/s}^{1.75}$ بدست آمد و نشان داد که با دور نسبت مستقیم دارد. با مقایسه این اعداد با استانداردها مدت زمانی که راننده می‌تواند در معرض ارتعاش قرار گیرد بدون آنکه به سلامتی وی خدشه‌ای وارد شود برای دوره‌های ۱۰۰۰، ۱۲۰۰، ۱۴۰۰، ۱۶۰۰ و 1800 rpm بترتیب ۲۰/۸، ۱۱/۱، ۷/۴۷، ۲/۱ و ۴/۷۲ ساعت بود که نشان می‌داد زمان مواجهه برای دوره‌های بالای موتور باید کاهش یابد.

: ارتعاش کامل بدن، **rms** شتاب، ارتعاش صندلی، **VDV**، زمان مواجهه

ISO

()

) BS

()

()

()

()

()

()

()

-
- 1. White finger
 - 2. Blanching
 - 3. Anti-Vibration Gloves

(km/h)

Hz

m c k

()

A

$x_p(t)$ m

(DI)

()

$$x_p(t) = \frac{Y\sqrt{k^2 + (c\omega)^2}}{[(k - m\omega^2)^2 + (c\omega)^2]^{1/2}} \sin(\omega t - \phi_1 - \alpha)$$

$$r = \omega / \omega_n \quad \zeta = c / 2m\omega_n$$

$$\omega_n = \sqrt{k/m}$$

:

()

$$x_p(t) = \frac{Y[1 + (2\zeta r^3)]}{[(1 - r^2)^2 + (2\zeta r)^2]^{1/2}} \sin(\omega t - \phi_1 - \alpha)$$

$$\phi_1 = \tan^{-1}\left(\frac{c\omega}{k - m\omega^2}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{2\zeta r}{1 - r^2}\right)$$

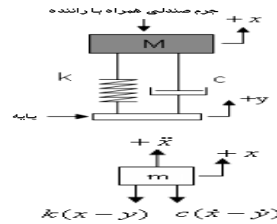
() k

() ζ () c

Hz



$$y(t) = Y \sin \omega t$$



$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = ky + c\dot{y} = kY \sin \omega t + c\omega Y \cos \omega t$$

$$= A \sin(\omega t - \alpha) \quad ($$

$$A = Y\sqrt{k^2 + (c\omega)^2} \quad ($$

$$\alpha = \tan^{-1}\left[-\frac{c\omega}{k}\right] \quad ($$

()
()

(DIGITALPHOTO/CONTACT
TACHOMETER, Lutron DT-2236, 0.5-100,000
RPM, Accuracy: ±(0.05%+1digit), Made in
Taiwan)

Time TV 300
Group Inc
(TSV-01)

()

PC

rms

(FFT)

)

rms

$x(t)$

$X(\omega)$

($\tau \rightarrow \infty$)

()

$x(t)$

(FFT)

(FFT)

()

VDV

rms

$$X(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{-i\omega t} dt$$

(

() ISO 2631

rpm

VDV

rms

)

(

$x(t)$

()

6 . Fast Fourier Transform

-
- 1 .Excel
 - 2.Spss
 - 3 . Signal Processing
 4. MATLAB
 - 5 . Vibration Dose Value

$$a_{rms} = \sqrt{\lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N a^2(t_k)}$$

$$a_{rms} = \sqrt{\lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N a^2(t_k)}$$

VDV

VDV

()

VDV

VDV

()

()

VDV

N

T_s

$a(i)$

()

$$VDV = \left[\frac{T_s}{N} \sum_{i=1}^N a^4(i) \right]^{1/4}$$

(rms)

)

(VDV)

3 . Vibration Dose Value

(DFT)

() FFT

$$X(k) = \sum_{j=1}^N x(j) \omega_N^{(j-1)(k-1)}$$

$$\omega_N = e^{(-2\pi i)/N}$$

$i, j, k = 1, 2, 3 \dots N$

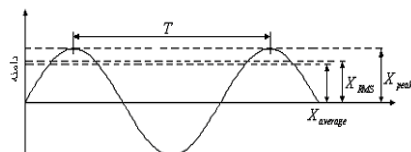
$x(j)$ N

$X(k)$

rms peak

() X_{rms} X_{peak}

(.)



(rms)

Rms

()

(.)

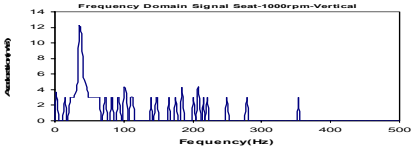
$$a_{rms} = \sqrt{1/T \int_0^T a(t)^2 dt}$$

a_{rms}

T

$a(t)$

1. Digital Fourier Transform
- 2 . Amplitude



rpm

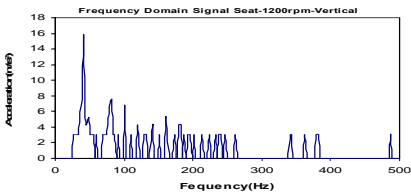
ISO 2631

()

Hz

()

()

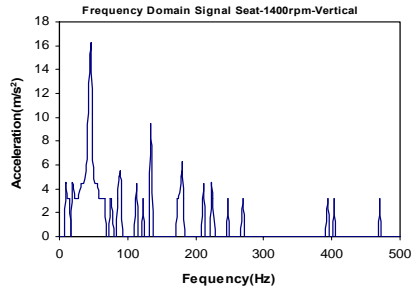


rpm

()

Hz

Hz



rpm

()
(.)

rpm

ω A $Ae^{i\omega t}$

(FFT)

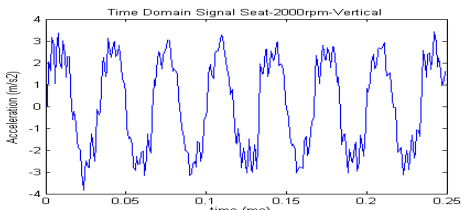
()

()

Hz

Hz

Hz



rpm

rpm

Hz Hz

rpm

()

Hz

$$\frac{1800rpm}{60min} = 30Hz$$

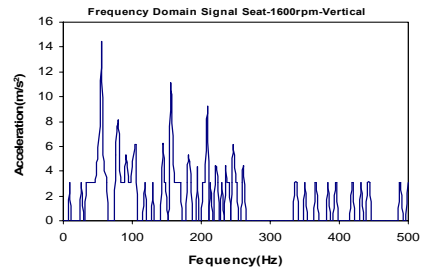
()

rms

()

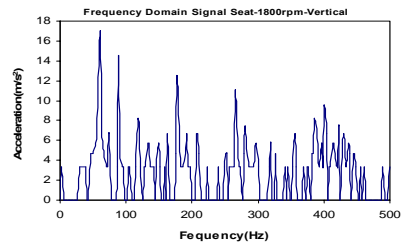
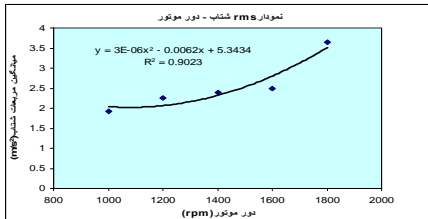
rpm

| m/s^2 | | | |
rms



rpm

()



rpm

()

(rms)

rpm

(.)

$$30Hz \times 2 = 60Hz$$

1. Crest Factor

VDV

$$m/s^{1.75}$$

ISO

rms

() | $m/s^{1.75}$ | | | |

$m/s^{1.75}$

() VDV

()

$$eVDV = \left[(1.4 \times a_{rms})^4 \times t \right]^4$$

(

a_{rms}

$eVDV$

VDV

$$m/s^{1.75}$$

$$m/s^{1.75}$$

() ()

$$t(s) = \frac{15^4 \times (T_m)}{(VDV)^4}$$

(

t T_m

$$m/s^{1.75}$$

$$() \quad m/s^{1.75}$$

$$m/s^{1.75}$$

rpm

rpm

rpm

rms				
(rpm)				
/	/	/	/	(m/s ²)
/	/	/	/	(m/s ²) rms
/	/	/	/	()

() VDV

() VDV (.)

$$T_s = 0.25s \quad N = 256$$

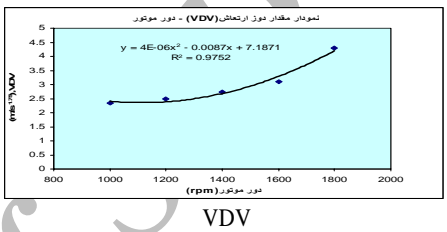
BS

6841

VDV

1. estimate Vibration Dose Value

		VDV	
		$m/s^{1.75}$	
rms	()	(s)	(rpm)
) VDV	((m/s ^{1.75})	VDV



REFERENCES

- Barber .A, 1992. Handbook of Noise and Vibration Control. By Elsevier Science Publishers LTD .6th Edition.
- British Standards Institution 1987 BS 6841. 1987. Measurement and evaluation of human exposure to whole-body mechanical vibration and repeated shock.
- Goglia. V, Z, Gospodari. Kosutic. S,& Filipovi. D, 2003. Hand-transmitted vibration from the steering wheel to drivers of a small four-wheel drive tractor. Applied Ergonomics 34, 45–49.
- Griffin. M.J, 1998. A Comparison of Standardized Methods for Predicting the Hazards of Whole-Body vibration and Repeated Shocks. Journal of sound and Vibration. 215, 883-914.
- Hostens. I,& Ramon. H, 2003. Descriptive Analysis of combine cabin vibrations and their effects on the human body. Journal of Sound and Vibration. 266, 453-464.
- Inman .D.G, 1989. Vibration with Control, Measurement and Stability. Prentice-Hall International, Inc. Printed in the United States of America. PP.27-182, P.352.
- International Organization for Standardization 1997 ISO 2631-1 (E). 1997. Mechanical vibration and shock—evaluation of human exposure to whole-body vibration. Part 1: general requirements
- ISO 5349-1, 2001. Mechanical vibration—measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration—Part 1: general Requirements, ISO, Geneva.
- ISO 2631, 1985. Guide of human exposure to whole body vibration.
- Luo. G. Y, D, Osypiw.& M, Irle. 2000. Real-time condition monitoring by significant and natural frequencies analysis of vibration signal with wavelet and autocorrelation enhancement. Journal of Sound and Vibration. 236(3), 413-30.
- Luo. G. Y, Osypiw. D, Irle. M, 2002. Vibration modeling with fast Gaussian wavelet algorithm. Advances in Engineering Software. 33, 191-197.

:

14. Mehta. C.R, Shyam. M, Pratap Singh, Verma, R.N, 2000. Ride vibration on tractor-implement system. *Applied Ergonomics* 31, 323-328.
15. Ragni, L., G.V Assalini., F. Xu and L.B. Zhang. 1999. Vibration and Noise of Small Implements for Soil Tillage. *J. Agric. Engng Res*, 74: 403-409.
16. Rao. S.S, 1995. *Mechanical Vibration*. Third Edition. Addison Publishing Company.
17. Yue. Z, J, Mester. 2001. A model analysis of internal loads, energetic, and effects of wobbling mass during the whole-body vibration. *Journal of Biomechanics*. 35, 639-647.
18. Wakeling. J.M, Nigg. B. M & Rozitis. A. I, 2002. Muscle activity damps the soft tissue resonance that occurs in response to pulsed and continuous vibration. *Journal of Applied Physiology* 93, 1093-1103.

Archive of SID