

# NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA DAO ĐỘNG TÁC ĐỘNG ĐẾN CÁNH TAY NGƯỜI

A STUDY ON THE EFFECTS OF VIBRATION ON HUMAN HAND-ARM

Nguyễn Hữu Dĩnh<sup>1\*</sup>, Chu Khắc Trung<sup>2</sup>

## TÓM TẮT

Dao động đã trở thành một vấn đề quan trọng trong kỹ thuật. Sự phát triển của công nghiệp và các thiết bị cầm tay làm cho mục đích nghiên cứu càng trở nên quan trọng hơn. Ngày nay, nghiên cứu ảnh hưởng của dao động đến cơ thể con người là vấn đề cần thiết. Trong bài báo này, các tác giả tiến hành phân tích tác động của dao động đối với con người. Nghiên cứu đã đề xuất tính toán động lực học đối với cánh tay người theo phương dao động thẳng đứng. Nghiên cứu cũng đã đưa ra mô hình dao động ba bậc tự do của hệ thống cánh tay người. Trong đó bàn tay người được tác động bởi một lực điều hoà  $F(t) = F_0 \sin \Omega t$ . Kết quả đã cho thấy được các đáp ứng động lực học của tay người dưới tác dụng của lực điều hoà, nó giúp nghiên cứu sâu hơn về tác động của dao động tới con người.

**Từ khóa:** Ảnh hưởng của dao động tác động đến cơ thể người, dao động toàn bộ cơ thể người, dao động một bộ phận cơ thể người.

## ABSTRACT

Vibration has become an important consideration in engineering. The development of industries and handheld devices make the subject even more important. Nowadays, it is essential to study the effects of vibration on the human body has become essential to study. In this paper, the authors analyzed the effects of vibration analysis. Hand-arm dynamics calculations were proposed. The three-degree vibration model of the hand-arm system was also introduced, in which the human hand is affected by a harmonic force of  $F(t) = F_0 \sin \Omega t$ . The results demonstrated dynamic responses of human hand-arm to the harmonic force, allowing further studies on the effects of vibration on human body.

**Keywords:** Effects of vibration affecting the human body, total vibration of the human body, vibration on a part of the human body.

<sup>1</sup>Trường Đại học Hàng Hải Việt Nam

<sup>2</sup>Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội

\*Email: huudinhcohoc@vimaru.edu.vn

Ngày nhận bài: 01/11/2017

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 06/3/2018

Ngày chấp nhận đăng: 25/12/2018

## 1. MỞ ĐẦU

Trong những năm gần đây chúng ta chú trọng rất nhiều vào việc nghiên cứu ảnh hưởng của con người khi tiếp xúc trực tiếp với các máy móc, thiết bị dao động lớn. Vấn đề này các nước Nhật Bản, Hàn Quốc và các nước phương Tây đã nghiên cứu rất nhiều và thu được các kết quả khả quan. Một mặt khác các máy móc thiết bị làm việc của chúng ta chủ yếu là nhập ngoại, tuy các nhà sản xuất đã tính toán đến vấn đề

về dao động của nó nhưng chỉ số nhân trắc giữa người Việt Nam và người phương Tây là khác nhau. Do đó khi người Việt Nam vận hành, sử dụng thì sẽ chịu sự dao động khác so với các người phương Tây. Mặt khác do các máy móc khi nhập về Việt Nam thường là các máy đã qua sử dụng nên ảnh hưởng dao động của máy tác động đến con người sẽ rất lớn. Qua đó, nhóm tác giả đã nghiên cứu vấn đề ảnh hưởng của dao động tới cơ thể con người. Từ đó có hướng khắc phục được các bệnh lý liên quan đến dao động, cũng như tiến hành cải tiến thay đổi các thiết bị máy móc [2,3].

## 2. ẢNH HƯỞNG CỦA DAO ĐỘNG CỤC BỘ TÁC ĐỘNG ĐẾN CƠ THỂ NGƯỜI

Dao động và những ảnh hưởng của nó đến cơ thể con người đã được quan tâm nghiên cứu từ lâu. Nhìn chung ảnh hưởng của dao động đến cơ thể con người có thể được chia thành hai loại chính: ảnh hưởng của dao động toàn thân và ảnh hưởng của dao động cục bộ. Dao động cục bộ của cánh tay người ảnh hưởng đến sức khỏe con người như các bệnh lý liệt và teo cơ, gây những tổn thương về xương khớp... Thí dụ như công nhân sử dụng các máy khoan rung, các máy tán ri vè...

Các máy móc thiết bị trong sản xuất cũng như các phương tiện giao thông vận tải trong quá trình hoạt động thường sinh ra những rung động mạnh, đặc biệt đối với các máy móc, thiết bị làm việc với hành trình lớn và vận tốc cao. Những rung động này được truyền trực tiếp tới con người hoặc qua các bộ phận của máy, xuống bệ máy, sàn nhà và tới cơ thể con người, làm cho cả cơ thể hoặc từng bộ phận cơ thể rung động theo, gây ra những biến đổi về tâm sinh lý trong cơ thể và là nguyên nhân sự xuất hiện các bệnh rung [6].

Để ngăn ngừa khắc phục tình trạng này nhiều nước trên thế giới, đặc biệt các nước phát triển như Nhật Bản, Hàn Quốc, Úc, Đức, Ba Lan... cũng như các tổ chức quốc tế ISO, ILO... đã tập trung đầu tư nghiên cứu giải quyết theo hai hướng cơ bản sau:

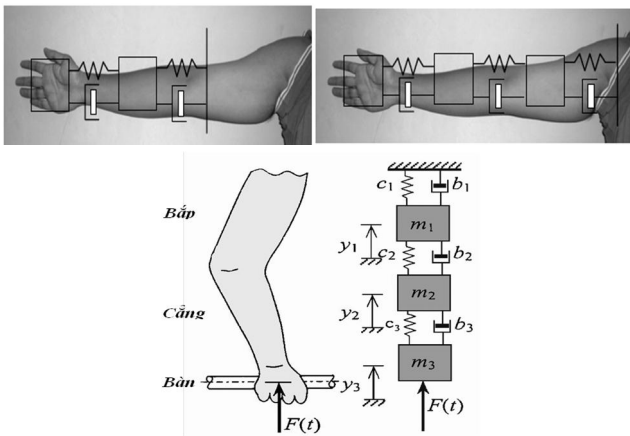
Các biện pháp tổ chức và kỹ thuật như thay đổi nguyên lý, kết cấu máy (điều chỉnh các thông số thiết kế và đặc tính kỹ thuật của máy); thay thế vật liệu chế tạo máy (sử dụng các loại chất dẻo tổng hợp thay thế kim loại); nguyên cứu thiết kế các bộ phận, cơ cấu giảm rung cho máy (gối giảm rung, tay cầm cách rung, bộ tắt chấn động lực); chế tạo và sử dụng các phương tiện cá nhân giảm rung cho người vận hành sử dụng máy (găng tay và bao tay chống rung...).

Các biện pháp y học đánh giá và dự phòng, các tiêu chuẩn cho phép và đặc biệt trong việc xây dựng các chỉ tiêu chẩn đoán, phát hiện sớm các triệu chứng, biểu hiện bệnh rung, cũng như chú ý tới một số vấn đề mang tính đặc điểm riêng về địa lý, khí hậu và nhân trắc học...

Tùy thuộc vào một số yếu tố như: thời gian tiếp xúc với nguồn dao động, vị trí tác động, đặc tính nguồn dao động và giá trị của các đại lượng động lực đặc trưng cho dao động (tần số, biên độ, vận tốc và gia tốc) mà ảnh hưởng của dao động tới cơ thể con người sẽ rất khác nhau [5,7].

**3. XÂY DỰNG MÔ HÌNH DAO ĐỘNG CỤC BỘ CỦA CÁNH TAY VÀ PHƯƠNG TRÌNH VI PHÂN DAO ĐỘNG CỦA MÔ HÌNH**

Động lực học cánh tay người có thể được biểu diễn bằng các mô hình cơ học. Nó cho thấy mô hình cánh tay có thể được chia thành 2 hoặc 3 bậc tự do khác nhau. Nghiên cứu này áp dụng mô hình dao động của cánh tay người được xây dựng theo 3 bậc tự do như hình 1 [4].



Hình 1. Mô hình dao động cục bộ của cánh tay người

Chọn tọa độ suy rộng của cơ hệ là  $(y_1, y_2, y_3)$  trong đó  $y_i$  là dịch chuyển thẳng đứng của khối lượng  $m_i$  ( $i = 1 \div 3$ ) tính từ vị trí cân bằng tĩnh [1].

Áp dụng phương trình Lagrange loại 2 ta có:

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{\partial T}{\partial \dot{y}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial y_i} = Q_i \quad (i = 1, 2, 3) \tag{1}$$

Với lực suy rộng được tính như sau:

$$Q_i = -\frac{\partial \Pi}{\partial y_i} - \frac{\partial \Phi}{\partial y_i} + Q_i^* \tag{2}$$

Biểu thức động năng của cơ hệ:

$$T = \frac{1}{2} m_1 \dot{y}_1^2 + \frac{1}{2} m_2 \dot{y}_2^2 + \frac{1}{2} m_3 \dot{y}_3^2 \tag{3}$$

Trong đó:

- $m_1$ : là khối lượng của bắp tay
  - $m_2$ : là khối lượng của cẳng tay
  - $m_3$ : là khối lượng của bàn tay
- Biểu thức thế năng của cơ hệ:

$$\Pi = \frac{1}{2} c_1 y_1^2 + \frac{1}{2} c_2 (y_2 - y_1)^2 + \frac{1}{2} c_3 (y_3 - y_2)^2 \tag{4}$$

Biểu thức hàm hao tán:

$$\Phi = \frac{1}{2} b_1 \dot{y}_1^2 + \frac{1}{2} b_2 (\dot{y}_2 - \dot{y}_1)^2 + \frac{1}{2} b_3 (\dot{y}_3 - \dot{y}_2)^2 \tag{5}$$

Sau khi đạo hàm các biểu thức trên và thay vào phương trình Lagrange loại 2, nhận được phương trình vi phân dao động của hệ có dạng như sau:

$$M\ddot{y} + B\dot{y} + Cy = f \tag{6}$$

Trong đó

$$M = \begin{bmatrix} m_1 & 0 & 0 \\ 0 & m_2 & 0 \\ 0 & 0 & m_3 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} (b_1 + b_2) & -b_2 & 0 \\ -b_2 & (b_2 + b_3) & -b_3 \\ 0 & -b_3 & b_3 \end{bmatrix}$$

$$C = \begin{bmatrix} (c_1 + c_2) & -c_2 & 0 \\ -c_2 & (c_2 + c_3) & -c_3 \\ 0 & -c_3 & c_3 \end{bmatrix}, \quad f = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ F_0 \sin \Omega t \end{bmatrix} \tag{7}$$

**4. KẾT QUẢ ĐỘNG LỰC HỌC MÔ PHỎNG SỐ**

Để tiến hành mô phỏng số ta chọn các tham số theo khối lượng cơ thể người (bảng 1 và 2) [2, 3]. Với các tham số  $F_0 = 50.10^{-4} N$ ;  $\Omega = 100.\pi \text{ rad/s}$  [4].

Việc xác định các tần số riêng của cơ hệ được thực hiện bằng cách giải phương trình đặc trưng  $|C - \omega^2 M| = 0$ . Với số liệu đã cho, sử dụng chương trình MATLAB ta nhận được các tần số dao động riêng như bảng 3.

Bảng 1. Phân bố tỷ lệ trọng lượng của bắp tay, cẳng tay, bàn tay so với trọng lượng người [6]

TT	Vị trí	Tỷ lệ %	Trọng lượng cơ thể người (kg)								
			50	55	60	65	70	75	80	85	
1	Bắp tay	2,70	1,35	1,49	1,62	1,76	1,89	2,03	2,16	2,30	
2	Cẳng tay	1,80	0,90	0,99	1,08	1,17	1,26	1,35	1,44	1,53	
3	Bàn tay	0,90	0,45	0,50	0,54	0,59	0,63	0,68	0,72	0,77	

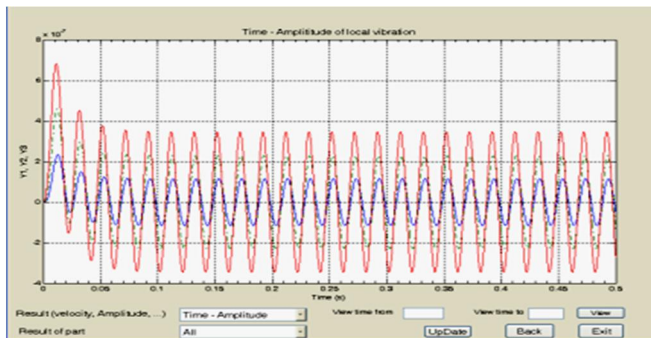
Bảng 2. Bảng phân bố hệ số cứng, cản của các bộ phận trên cánh tay người [1]

TT	Bộ phận trên cơ thể người	Hệ số cứng c (kN/m)		Hệ số cản b (kg/s)	
		50	55	50	55
1	Vai - Bắp tay	50	50	1,0	1,0
2	Bắp tay - Cẳng, bàn tay	50	50	1,0	1,0
3	Cẳng tay - Bàn tay	50	50	1,0	1,0

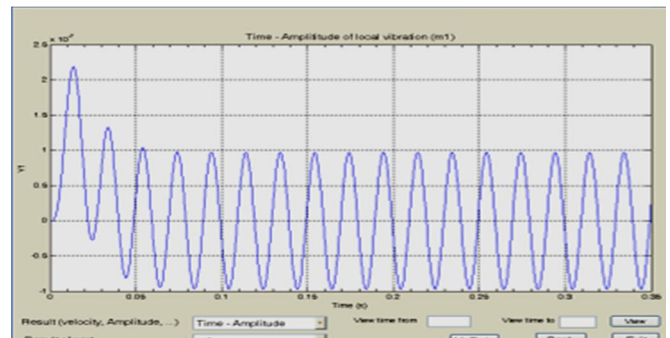
Bảng 3. Tần số dao động riêng của mô hình dao động cục bộ

Tần số riêng thứ	Tần số dao động riêng ứng với trọng lượng cơ thể người (Hz)							
	50	55	60	65	70	75	80	
$\omega_1$	18,6167	67,4414	16,9946	62,0579	15,734	57,7871	14,7178	
$\omega_2$	46,1892	43,9255	42,1648	40,4217	39,037	37,6416	36,5158	
$\omega_3$	70,889	17,7164	64,7125	16,3015	59,9122	15,1792	56,0427	

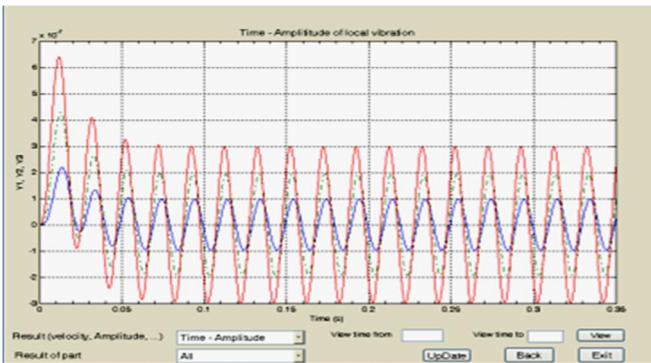
Dựa vào các tần số riêng của cơ hệ, áp dụng chương trình Matlab ta xác định được biên độ dao động cục bộ của cánh tay người thể hiện qua hình 2.



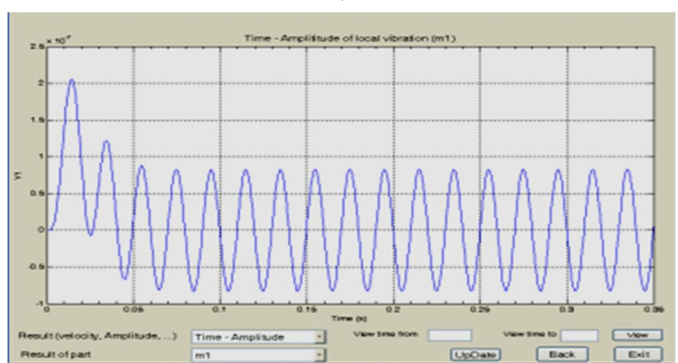
a)



b)



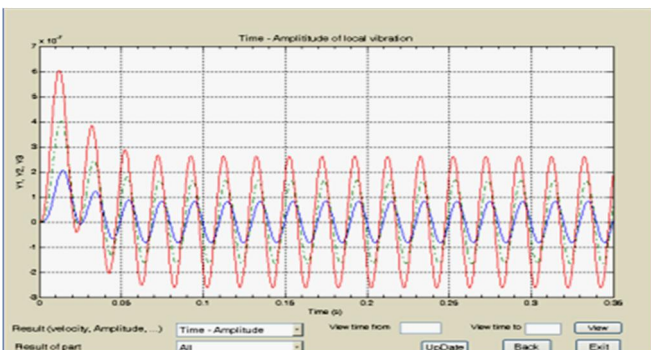
b)



c)

Hình 3. Dao động của phần Bắp tay ( $m_1$ )

a) Cơ thể 50 kg b) Cơ thể 65 kg c) Cơ thể 80 kg

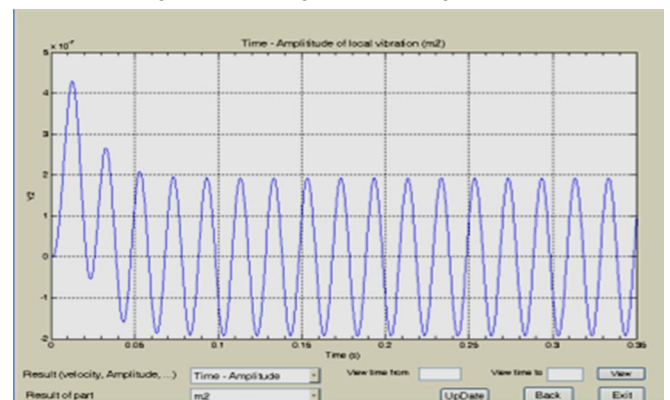


c)

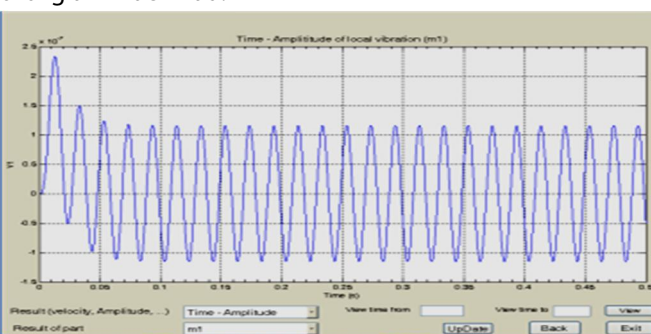
Hình 2. Dao động của mô hình

a) Cơ thể 50 kg b) Cơ thể 65 kg c) Cơ thể 80 kg

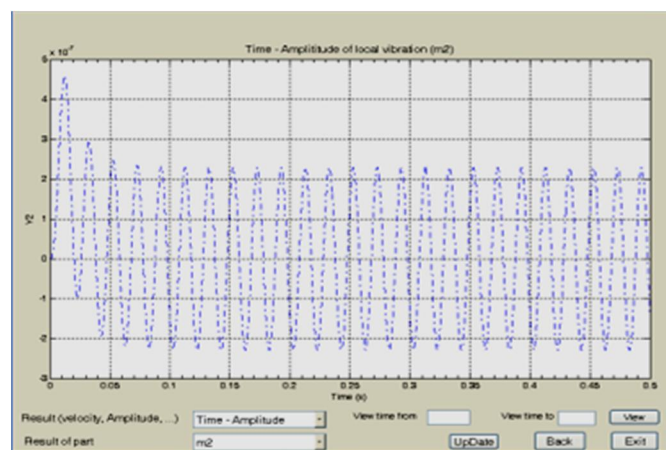
Kết quả trên hình 2 cho thấy, chuyển vị và cường độ của dao động sử dụng để phân tích, đánh giá đáp ứng dọc của các bộ phận khác nhau trên tay người ở mô hình 3 bậc tự do. Đồ thị cũng so sánh được về chuyển vị và dao động của các bộ phận cánh tay với các kích ứng trong các khoảng thời gian khác nhau.



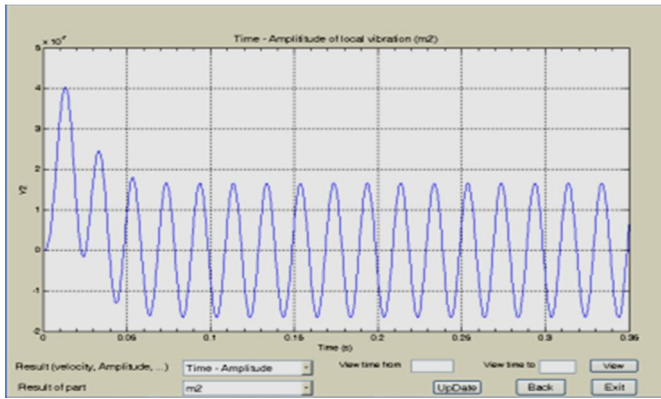
a)



a)



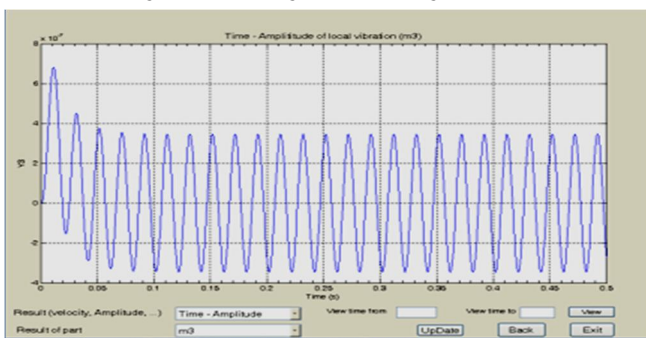
b)



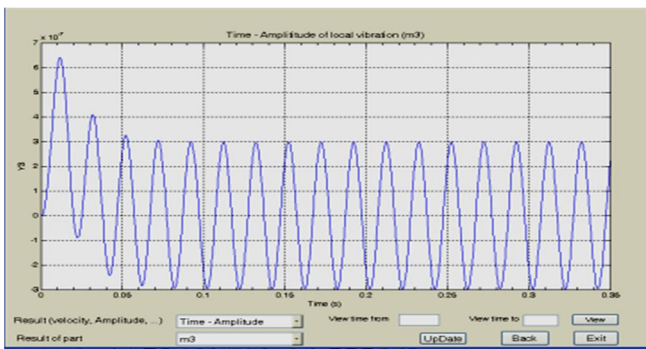
c)

Hình 4. Dao động của phần Cẳng tay (m<sub>2</sub>)

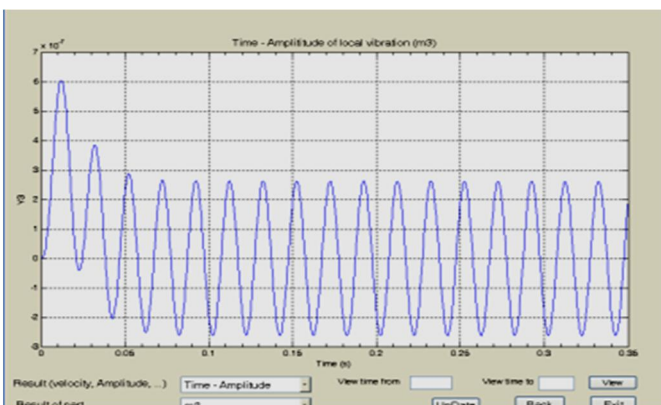
a) Cơ thể 50 kg b) Cơ thể 65 kg c) Cơ thể 80 kg



a)



b)



c)

Hình 5. Dao động của phần Bàn tay (m<sub>3</sub>)

a) Cơ thể 50 kg b) Cơ thể 65 kg c) Cơ thể 80 kg

Các đồ thị trong hình 3, 4, 5 hiển thị độ chuyển vị của các bộ phận cánh tay trong miền thời gian khi chịu tác động của các áp lực ngẫu nhiên. Sự dịch chuyển tối đa của các bộ phận tay người ở 3 bậc tự do là khác nhau. Dao động của phần bàn tay là lớn nhất vào khoảng từ 0,00002 - 0,00003m trong khoảng thời gian là 0,5s, dao động của phần bắp tay là nhỏ nhất vào khoảng trên dưới 0,00002m trong khoảng thời gian là 0,5s. Đồ thị cũng thể hiện cho thấy khối lượng cơ thể ảnh hưởng lớn tới dao động của cánh tay, trọng lượng cơ thể càng lớn thì sự dịch chuyển càng nhỏ đi.

Với mô hình 3 bậc tự do đã tính toán, lực tác dụng ở bàn tay, có thể kết luận rằng chuyển động cao ở cẳng tay so với bàn tay và bắp tay là do cẳng tay nhận lực từ bàn tay và phản lực từ bắp tay phía trên. Tuy nhiên, giá trị dịch chuyển của bàn tay và cẳng tay là xấp xỉ như nhau. Trong khi đó, giá trị dịch chuyển của bắp tay là nhỏ vì vị trí của bắp tay ở gần vị trí cố định. Với các kết quả trên, áp dụng với kiến thức về nhân trắc học người cùng với chuyên môn y lý các nhà nghiên cứu có thể đưa ra các kết luận phù hợp.

**5. KẾT LUẬN**

Nhìn chung ảnh hưởng của dao động đến cơ thể con người có thể được chia thành hai loại chính: Ảnh hưởng của dao động toàn thân và ảnh hưởng của dao động cục bộ. Bài báo đã xây dựng được mô hình dao động cục bộ của cánh tay con người khi bàn tay cầm máy dao động điều hòa theo luật  $F(t) = F_0 \sin \Omega t$ . Dựa vào phần mềm Matlab xác định được tần số riêng ứng với các trọng lượng cơ thể người là: 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80 và xác định được biên độ dao động cục bộ của phần bắp tay, cẳng tay, bàn tay tương ứng. Nghiên cứu đã phần nào giúp các nhà khoa học lựa chọn cho mình phương pháp tính toán và các số liệu động lực học cục bộ cánh tay người để từ đó có thể áp dụng trên toàn bộ cơ thể người dưới tác dụng của lực điều hòa do các dụng cụ cầm tay tác động lên. Nghiên cứu cũng được áp dụng để tính toán thiết kế, chẩn đoán bệnh lý phù hợp và khoa học.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

[1]. Nguyễn Văn Khang, 2005. *Dao động kỹ thuật* (in lần 4). NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.  
 [2]. Lê Khắc Đức, 2003. *Nghiên cứu sự biến đổi mao mạch ngón tay của công nhân quốc phòng sử dụng máy rung cầm tay*. Học viện quân Y.  
 [3]. Nguyễn Văn Khang, Đỗ Sanh, Triệu Quốc Lộc, Nguyễn Sĩ, 1990. *Dao động trong Bảo hộ lao động*. Viện KHKT Bảo hộ lao động, Hà Nội.  
 [4]. Nguyễn Văn Khang, Thái Mạnh Cầu, Vũ Văn Khiêm, Nguyễn Nhật Lê, 2002. *Bài tập dao động kỹ thuật*. NXB Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.  
 [5]. Đỗ Sanh, Triệu Quốc Lộc, Đỗ Đăng Khoa, Nguyễn Hữu Đình, 2005. "Tính toán động lực học của dây bảo hiểm an toàn lao động". Tạp chí Khoa học và Công nghệ, Viện Khoa học Công nghệ Việt Nam, tập 43(số 4), 103-110.  
 [6]. Kazi, S., et al., 2008. "Biodynamic response of the human hand-arm models under vibration". WSEAS International Conference. Proceedings. Mathematics and Computers in Science and Engineering. Vol. 10. World Scientific and Engineering Academy and Society.  
 [7]. Burström, Lage, and Ronnie Lundström, 1994. "Absorption of vibration energy in the human hand and arm". Ergonomics 37.5 (1994): 879-890.