

THỰC NGHIỆM THOÁT HIỂM BẰNG HỆ THỐNG CABIN – CÁP- ĐU TRƯỢT (CCD) CHO NHÀ CAO TẦNG Ở TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP TP.HỒ CHÍ MINH (IUH)

PHAN CHÍ CHÍNH

*Khoa Công nghệ Cơ khí, Trường Đại học Công nghiệp Thành phố Hồ Chí Minh
phanchichinh@iuh.edu.vn*

Tóm tắt. Bài báo này nghiên cứu các thực nghiệm thoát hiểm dùng hệ thống Cabin – Cáp – Đu trượt (hệ thống CCD) cho các tòa nhà cao tầng ở trường ĐH Công Nghiệp Tp.HCM (IUH). Kết quả thực nghiệm đạt được theo các mục tiêu nghiên cứu là tốc độ hạ xuống (TCVN 6395:2008) của đu trượt và thời gian thoát hiểm cho tầng 5 nhà G ký túc xá trường đại học Công Nghiệp Thành phố HCM. Các hiệu ứng kiểm chứng bằng thực nghiệm đảm bảo đưa người thoát hiểm hạ xuống làm chủ tốc độ theo tiêu chuẩn và an toàn.

Từ khóa: đu trượt, CCD, hệ thống CCD, thoát hiểm hệ thống CCD, cabin – cáp – đu trượt

THE EXPERIMENT ESCAPE IN CABIN – CABLE – SLIDED SWING SYSTEM (CCS SYSTEM) FOR HIGH BUILDING IN INDUSTRIAL UNIVERSITY OF HO CHI MINH CITY (IUH)

Abstract. This study researches about the experiment escape in CCS system (Cabin – Cable – Slided swing system) for high buildings in IUH. Experimental results achieved according to the research objectives are the lowering speed (TCVN 6395: 2008) of the swing and the escape time for 5th floor of G building in IUH. Experimental proof effects ensure that the escapee drops down to master the speed according to standards and safety.

Keywords: Slided swing, CCS, CCS system, escape in CCS, Cabin – Cable – Slided swing

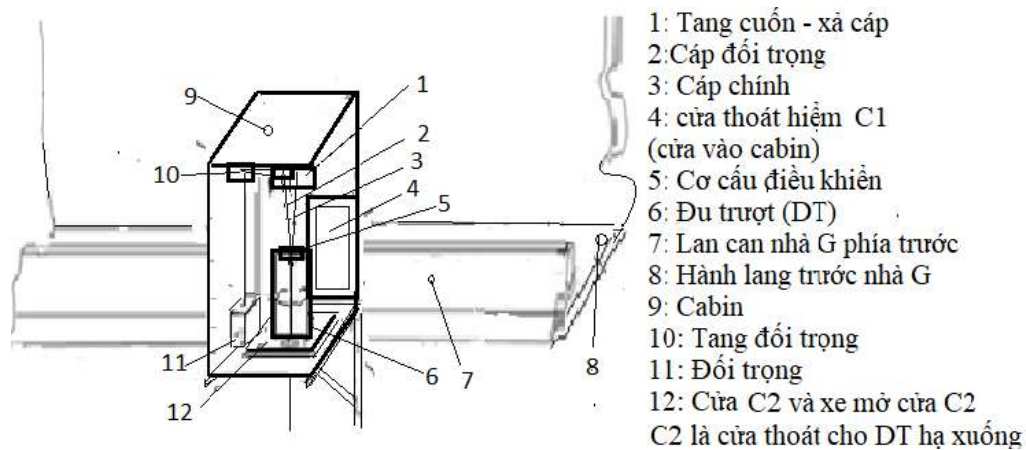
1 GIỚI THIỆU

1.1 Tính cấp thiết của đề tài nghiên cứu và mục đích của bài này

Thông thường, giải pháp chủ yếu để thoát hiểm bổ xung của nhà cao tầng là sử dụng thang sắt ngoài trời kẹp phía sau cao ốc. Tuy nhiên vì giá thành khá cao nên nhiều chủ đầu tư xây dựng cầu thang thoát hiểm cho có, thậm trí không có. Kèm theo đó là đặc điểm hiểm khi sử dụng nên cầu thang thoát hiểm ít được bảo trì. Trong một số vụ cháy lớn ở các tòa cao ốc ở địa bàn Hà Nội và thành phố Hồ Chí Minh vừa qua, có một số trường hợp cửa ra cầu thang thoát hiểm không mở được khi xảy ra hỏa hoạn. Trong khi đó, công tác cứu hộ còn nhiều hạn chế như xe thang cứu hộ chỉ cứu hộ được đến tầng 17 (trương đương tòa nhà 53 m) nhưng không phải tòa nhà nào cũng tiếp cận được do xe có tải trọng hơn 50 tấn, khuôn khổ không nhiều hạ tầng đáp ứng được. Tình trạng kẹt đường triền miên tại TP.HCM và Hà Nội cũng khiến cho lực lượng chức năng chậm trễ trong việc đến hiện trường chữa cháy, cứu người. Theo giới quan sát, nếu xảy ra cháy lớn thì phần lớn nguyên nhân (đến 80%) là do ngạt khói; chết do hoảng loạn nhảy từ trên cao xuống; còn lại chết cháy, chết bỏng chỉ chiếm một phần nhỏ [2] . Đó cũng là lý do về tính cấp thiết của nghiên cứu này. Nghiên cứu thiết kế và chế tạo hệ thống CCD theo đề tài cấp trường với hợp đồng số 16/2014/HĐ – ĐHCN-KHCN đã được nghiệm thu vào cuối năm 2016. Nguyên lý thoát hiểm được xây dựng liên quan đến cấu tạo của hệ thống thoát hiểm CCD; bao gồm nhiều cấp Cabin - Cáp và các Đu trượt. Các cabin được phân bố trong các tầng của tòa nhà với mật độ phù hợp [1] (Hình 1).

Mục đích của bài này là phân báo cáo kết quả nghiên cứu thực nghiệm hệ thống CCD. Các kết quả này nhằm làm rõ các chỉ tiêu mục tiêu là kiểm tra theo TCVN về tốc độ hạ xuống của thiết bị mang theo người thoát hiểm và tính khả

thi về lực bóp tay điều khiển và thời gian hoàn thành việc thoát hiểm cho một tầng nhà. Cùng với các chỉ tiêu đó là sự phù hợp của các thông số công nghệ của thiết bị thoát hiểm.



Hình 1: Cấu tạo của hệ thống CCD cho tòa nhà G-IUH

1.2 Nguyên lý vận hành thoát hiểm trong hệ thống CCD

Quá trình vận hành thoát hiểm cụ thể như sau (các ký hiệu tắt theo hình 1): khi có sự cố, người đầu tiên đập hộp kính bộ phận khóa cửa rồi mở then cửa C1 (có sẵn búa nhỏ cài vào cơ cấu) để bước vào cabin thoát hiểm. Dây cáp chính làm đường dẫn đã được thả xuống ngay khi mở cửa C1 vào cabin (tự động liên hợp thả dây cáp cùng với động tác mở cửa). Đường dẫn trượt sẵn sàng và cũng có sẵn một đu trượt (treo giữ bám vào cáp dẫn chính nhờ cáp đối trọng) cho lần trượt xuống đầu tiên (để tiện mô tả, xin ám chỉ người thoát hiểm là phái nam và dùng đại từ ‘anh ta’). Anh ta cố định đu trượt vào dây cáp bằng việc bóp chặt bàn tay phải (tay thuận) vào bộ phận kẹp phía dưới cơ cấu điều khiển; tay còn lại gạt cần cam điều khiển bộ phận ma sát tự hãm để cố định vị trí đu trượt DT khi anh ta đứng lên thanh dưới của DT. Để hạ trượt xuống anh ta nhấc một chân ra khỏi thanh dưới, đạp ấn xuống bàn đạp (Pedan) cơ cấu cóc giữ cửa thoát C2. Thế năng lò xo của cửa 2 được giải phóng khỏi vị trí hãm của cơ cấu cóc. Tác dụng đó làm cửa C2 được mở ra, để lộ khoảng trống lộ thoát. Để bắt đầu hạ trượt xuống người thoát hiểm chỉ cần nói nhẹ tay bóp, tác dụng tổng hợp của cơ cấu điều khiển nhà cáp và điều khiển tốc độ (do lực bóp tay tương ứng) làm cho DT mang người thoát hiểm trượt xuống với sự làm chủ tốc độ trượt. Do tác dụng của đối trọng, trọng lượng hạ xuống nhẹ đi một lượng đáng kể. Tay bóp vừa để bóp giữ DT bám vào dây cáp chính vừa truyền động dây mềm đóng, nói và mở ly hợp ma sát trong cơ cấu điều khiển. Nếu thuận tay trái, muốn thuận tiện và dễ dàng hơn người thoát hiểm đứng đối mặt lại để bàn tay thuận nắm vào kẹp bóp tay (có thể tham khảo kỹ hơn tài liệu [1] để hiểu rõ hơn cấu tạo và các tác động liên hợp của cơ cấu điều khiển 5 trong hình 1; do mục tiêu bài báo nên không có đầy đủ hình vẽ cấu tạo để trình bày chi tiết về cơ cấu điều khiển ở bài này. Hình 5 ở tiểu mục 2.3 bài này cũng góp phần làm rõ hơn tác dụng điều của cơ cấu điều khiển).

Mỗi người sử dụng một đu trượt để trượt xuống theo dây cáp chính, tuy nhiên vì số lượng người trong mỗi tầng có thể lên đến hàng trăm người và mỗi cabin chỉ dự trữ khoảng 5 đến 10 đu trượt (hoặc số lượng đu trượt không đủ đáp ứng). Vì vậy phải thu hồi lại đu trượt. Khi người thoát hiểm hạ xuống đến vị trí cuối của cáp chính chân đặt lên thanh dưới DT và còn cách mặt đất (mặt tầng trệt) khoảng 2 mét. Dây an toàn còn giữ anh ta gắn với DT. Lúc đó đường dẫn theo dây cáp chính đã kết thúc. Anh ta dùng tay gạt tay nắm mở cam để tháo DT ra khỏi dây cáp chính. Toàn bộ trọng lượng của DT và người được đối trọng làm giảm đi và sự giảm đó trở thành sự giảm tốc độ rơi xuống khi anh ta cùng DT thoát khỏi dây cáp chính để hạ xuống nốt đoạn đường khoảng 2 mét cuối hành trình thoát hiểm. Nếu được tập huấn thì điều này thực hiện dễ dàng. Khi người thoát hiểm rời khỏi DT thì đối trọng sẽ kéo DT lên lại cabin thực hiện tác động thu hồi DT.

Người kế tiếp có thể dùng DT dự trữ hay thu hồi để thực hiện việc thoát hiểm. Khi đó phải gắn DT vào dây cáp chính vẫn sẵn sàng. Quá trình thực hiện liên tục chứ không phải chờ người trước đã thoát hiểm xong.

2. NỘI DUNG (PHẦN CHÍNH)

2.1 Mục tiêu các thực nghiệm và trình tự quá trình thực nghiệm cùng phương thức thu thập , xử lý dữ liệu

Các thực nghiệm có các mục tiêu cụ thể để:

- Xác định lực bóp tay điều khiển giữ cố định đu trượt và điều khiển hạ xuống an toàn.
- Xác định sự phù hợp với TCVN của vận tốc trượt xuống của DT
- Xác định thời gian thoát hiểm tổng thể để xác định tính khả thi của hệ thống có thể áp dụng

Thiết bị tiến hành thực nghiệm chính là hệ thống mô hình CCD thực nghiệm đã thiết kế, chế tạo và lắp đặt tại nhà X (X2-X3; hình 2, hình 3).

Trình tự các thực nghiệm gồm 2 phần:

- Phần 1: các thực nghiệm cơ sở để xác định các thông số cơ bản về lực điều khiển và vận tốc điều khiển được.

Để xác định vận tốc trượt của DT mang theo người tự vận hành thoát hiểm cần phải tiến hành thiết lập các thông số hệ thống sau đó trực tiếp ghi nhận các dữ liệu thực nghiệm. Trước khi tiến hành cho người thao tác cần phải đặt lực tác động vào bộ phận đòn kẹp tay bóp. Thực hiện việc đặt lực chính là tác động vào vị trí “k” tương ứng với vị trí tay người vận hành thoát hiểm nắm chặt hay nhả nói tay bóp DT (Hình 3).

Vì vậy trình tự các thực nghiệm phần cơ sở là:

- Thực nghiệm xác định độ cứng lò so bộ phận đặt lực vào tay bóp

Phương thức thu thập dữ liệu và xử lý được thể hiện cụ thể ở phần đầu tiểu mục 2.2 tiếp sau

- Thực nghiệm xác định lực bóp tay điều khiển giữ cố định đu trượt và điều khiển hạ xuống an toàn

Phương thức thu thập dữ liệu và xử lý được thể hiện cụ thể phần thứ hai của tiểu mục 2.2 tiếp sau

- Thực nghiệm xác định sự phù hợp với TCVN của vận tốc trượt xuống của DT

- Phần 2: các thực nghiệm chính để lấy các dữ liệu tính toán thời gian thoát hiểm toàn bộ tầng 5 nhà G ký túc xá IUH.

Thực nghiệm tiến hành cho người trực tiếp điều khiển thoát hiểm cùng với việc bấm giờ toàn bộ thời gian thoát hiểm. Thu thập dữ liệu phần này tương ứng các file Video Clip là nguồn dữ liệu thô để xử lý bằng cách sàng lọc nhiều bằng cách tái hiện lại Clip. Tận dụng hiệu ứng thời gian quay và thời gian tái hiện qua máy tính hoàn toàn trùng khớp. Từ đó xác định chính xác các thời gian thành phần để lập bảng và xây dựng các công thức tính toán trên cơ sở phân tích các thông số điều kiện.

Thời gian thoát hiểm toàn bộ phải xác định trong đó người tham gia thoát hiểm có 3 trường hợp:

- Người trượt đầu tiên;
- Người kế tiếp trong trường hợp lắp đu trượt DT vừa được kéo trở lại cabin và;
- Người kế tiếp trong trường hợp lấy DT dự trữ lắp vào dây cáp chính để trượt xuống.

Từ việc quay Video Clip cho mỗi lần tiến hành lượt thực nghiệm và xử lý dữ liệu thu thập qua Clip tái hiện lại dòng thời gian. Thực nghiệm lấy dữ liệu là thời gian thực vận hành trượt xuống trực tiếp bằng những cá nhân thực hiện. Để xử lý lấy kết quả là thời gian thoát hiểm toàn bộ người trên tầng 5 nhà G ký túc xá cần giả thiết số người thoát hiểm bằng hệ thống CCD trên cơ sở số người thường có mặt tại tầng đó. Bằng các thực nghiệm trực tiếp thực hiện thoát hiểm do số sinh viên tham gia chế tạo và lắp đặt mô hình thực nghiệm CCD thực hiện; các Clip video quay từng cá nhân vận hành điều khiển DT trượt xuống là nguồn tái hiện để lấy dữ liệu thời gian. Việc tính toán xử lý cụ thể trong phần 2.3 tiếp sau.



Hình 2. Cabin thực nghiệm tại X3



Hình 3. Điều khiển đu trượt DT

ở

2.2 Các thực nghiệm cơ sở

➤ Xác định độ cứng của lò xo trong cơ cấu đặt lực bóp tay

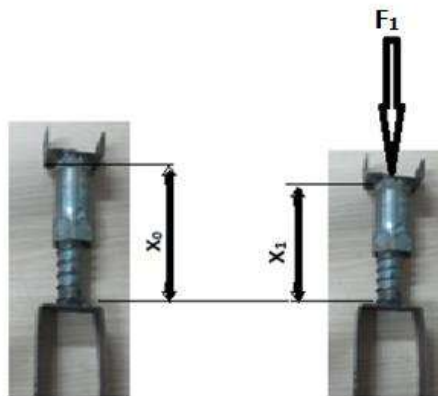
Để xác định lực đặt khi thực nghiệm ta cần xác định độ cứng k lò xo của cơ cấu đặt lực bóp tay thực nghiệm. Từ quan hệ tuyến tính giữa lực và biến dạng trong giai đoạn đàn hồi của lò xo.

$$F = k \cdot x \quad (1)$$

Trong đó:

- F : lực tác dụng vào lò xo theo phương chiều trục lò xo (lực đàn hồi) (N)
- x : lượng biến dạng đàn hồi của lò xo (mm)
- k : Tỷ lệ đàn hồi hay độ cứng lò xo (N/mm)

Sơ đồ thực nghiệm tiến hành khá đơn giản nhưng đủ để đo lượng biến dạng của lò xo khi có lực F_1 tác dụng thể hiện ở hình 4. Trị số lực được đặt trước đúng bằng trọng lượng túi treo vật nặng (cà phê) theo phương tác động vào phương biến dạng lò xo.



Hình 4. Thực nghiệm xác định độ cứng của lò xo

Kết quả thực nghiệm xác định được độ cứng lò xo k cũng là hệ số tỷ lệ lực đặt điều khiển xác định được là $k = 2,106$

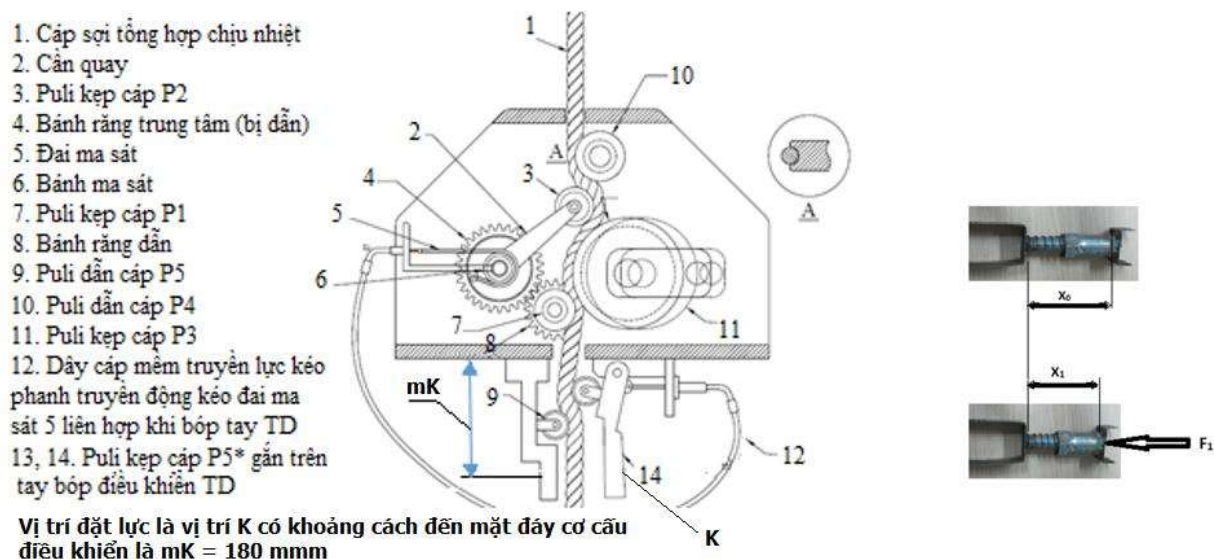
➤ Xác định quan hệ đặt lực bóp tay điều khiển giữ cố định đu trượt và hạ xuống an toàn với trọng lượng hạ xuống Ph (DT+người) và trọng lượng đối trọng

Trong đó:

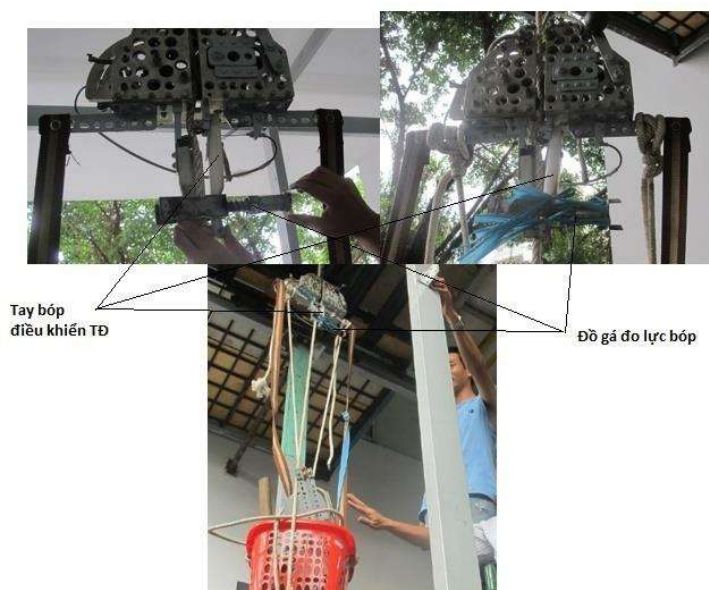
+ Trọng lượng Ph (DT + người) chính là trọng hạ xuống Ph . Đó là trọng lượng tổng của DT khi có người đứng gần trên đó để hạ xuống thực hiện thao tác làm chủ tốc độ hạ xuống để thoát hiểm.

+ Trọng lượng đối trọng trong trường hợp thay đổi để xác định trị số hợp lý khả thi cho việc làm chủ tốc độ.

Chúng tôi đã thiết kế và chế tạo đồ gá đặt lực bóp tay điều khiển dựa vào kết cấu tay bóp điều khiển đu trượt (hình 4). Vị trí gá đặt đồ gá đặt lực tay bóp vào đúng vị trí bàn tay khi cầm nắm bóp để chủ động điều chỉnh tốc độ trượt khi thoát hiểm (hình 5 liên hệ với hình 3)



Hình 5 Đặt lực tay bóp điều khiển.



Hình 6. Quá trình thực nghiệm xác định lực bóp tay giữ cố định DT.

Với trọng lượng đối trọng không đổi, chúng tôi thay đổi trị số lực đặt tương ứng trị số biến dạng x_i của đồ gá đặt lực; thực nghiệm xác định trọng lượng hạ xuống Ph mà tay bóp điều khiển còn giữ cố định (và trị số Ph bắt đầu trượt; trị số Ph dừng lại). Nhắc lại trị số hạ xuống Ph bao gồm trọng lượng của đu trượt DT trên đó có người đứng. Để xác định các trị số Ph này chúng tôi thay thế người đứng trên đu trượt bằng một giỏ đựng vật nặng (bì) + trọng lượng các quả tạ tay trị số 0,5kg và 1kg làm trọng lượng thêm bớt để xác định (hình 6). Để xác định trị số Ph ở trạng thái đang trượt dừng lại được (Ph_d) chúng tôi buộc dây 9 quả tạ tay (loại 0,5 kg - buộc từng quả tạ một) người thực nghiệm đứng trên cao giữ ở độ cao giá buộc chiều dài khác nhau để kéo dời từng quả một khỏi giỏ. Kết quả được thể hiện trong bảng 1 và bảng 2.

Bảng 1. Số liệu thực nghiệm xác định lực điều khiển tương ứng lực đặt (qua x_i) với trọng lượng đối trọng $P_d = 20,5$ kG.

TT	x_i (mm)	F_i (N) = $k(x_0 - x_i)$ ($k=2,106$)	Ph_c (kG) Chưa trượt (Sắp trượt)	Ph_t (kG) Bắt đầu trượt	Ph_d (kG) Đang trượt dừng lại	Ghi chú
1	95	31,59	51,0	51,5	46,0	$X_0=110\text{mm}$ $P_d = 20,5$ kG
2	87	23	56,5	57,5	53,0	
3	90	20	53	54	50,5	
4	80	30	58,5	60	55	
5	75,5	34,5	62	64	56,5	

Bảng 2. Số liệu thực nghiệm xác định lực điều khiển tương ứng lực đặt (qua x_i) Với trọng lượng đối trọng $P_d = 25,5$ kG

TT	x_i (mm)	F_i (N) = $k(x_0 - x_i)$ ($k=2,106$)	Ph_c (kG) Chưa trượt	Ph_t (kG) Bắt đầu trượt	Ph_d (kG) Đang trượt dừng lại	Ghi chú
1	95	31,59	60,5	62,0	54,0	$X_0=110\text{mm}$ $P_d = 25,5$ Kg
2	87	23	67,5	69,5	62,0	
3	90	20	65,0	67	60,5	
4	80	30	72,0	75,5	69,0	
5	75,5	34,5	81,0	83,5	75,0	

Các trị số lực giới hạn Ph_c , Ph_t , Ph_d có quan hệ tăng thuận theo lực đặt F và trọng lượng đối trọng P_d . Các trạng thái hệ thống đều phục hồi sau khi chịu lực như ban đầu nên các quan hệ là tuyến tính. Đặt tên các hệ số tỷ lệ theo thứ tự Ph_c , Ph_t , Ph_d là α , β , γ :

$$Ph_c = \alpha_1.F + \alpha_2.P_d \quad (2)$$

$$Ph_t = \beta_1.F + \beta_2.P_d \quad (3)$$

$$Ph_d = \gamma_1.F + \gamma_2.P_d \quad (4)$$

Từ các trị số thực nghiệm ở các bảng 2 và 3 ta xác được các hệ số thực nghiệm của hệ thống CCD đã chế tạo và lắp đặt:

$$\alpha_1 = 0,104; \quad \alpha_2 = 0,260$$

$$\beta_1 = 0,0036; \quad \beta_2 = 0,280$$

$$\gamma_1 = 0,123 \quad \gamma_2 = 0,238$$

Từ đó:

$$Ph_c = 0,104.F + 0,260.P_d \quad (5)$$

$$Ph_t = 0,0036.F + 0,280.P_d \quad (6)$$

$$Ph_d = 0,123.F + 0,238.P_d \quad (7)$$

Thực tế các đối trọng được lắp đặt có trọng lượng ít thay đổi (tuy kết cấu có thể thêm bớt được). Trọng lượng của đối trọng đặt theo thực trạng người thường xuyên hiện diện tại tầng có cabin. Có thể đặt hai hay nhiều hơn số đối trọng và ký hiệu rõ trọng lượng của người sử dụng tốt nhất trong khoảng trọng lượng đáp ứng của đối trọng. Như vậy các công thức (5), (6), (7) có số hạng thứ 2 không đổi và ta có thể viết dưới dạng sự thuộc của các lực điều khiển vào lực của tay cầm tác động vào cơ cấu điều khiển (lực F tay điều khiển) như sau:

$$Ph_c = \alpha 1. F + B_c \quad (8)$$

$$Ph_t = \beta 1. F + B_t \quad (9)$$

$$Ph_d = \gamma 1. F + B_d \quad (10)$$

- Xác định sự phù hợp với TCVN của vận tốc trượt xuống của DT

Thực nghiệm lấy dữ liệu là thời gian trượt với độ cao (3,7 m) tương ứng lực bóp tay điều khiển (thay đổi nhiều trị số) với mỗi cặp trị số: trọng lượng hạ xuống Ph (đu trượt DT+người) và trọng lượng đối trọng Pd .



Hình 7. Ph hạ xuống tương ứng lực đặt.

Dùng máy quay video trên giao diện có hiện thời gian để xác định thời gian trượt với chiều cao hạ tương ứng lực bóp tay điều khiển. Một khả năng thuyết phục để xác định thời gian của các clip quay được là thời gian hiện lại (play) cũng đúng bằng thời gian thực khi quay. Chúng tôi vẫn lấy lại chính trạng thiết bị gá đặt đồ gá đặt lực bóp tay điều khiển TĐ như trên. Các hình ảnh giao diện clip không thể biểu diễn hoàn toàn như khi xem lại (play) nhưng cũng được minh họa bằng các hình 7 và hình 8. Chúng tôi đã tiến hành thực nghiệm để xác định các thông số về thời gian trượt, tốc độ trượt tương ứng lực bóp tay điều khiển (với mỗi cặp Ph , Pd). Kết quả được thể hiện trong các bảng 4. Khi thực nghiệm chúng tôi thả dần quả nặng đến khi bắt đầu trượt thì dừng không cho thêm quả nặng và xem như đó là Ph trong khi trượt $Ph = Ph_{tr}$; chúng tôi tiếp tục cho đu trượt và đánh dấu khoảng trượt 1 mét để xác định thời gian trong clip.

Bảng 3. Số liệu thực nghiệm xác định thời gian trượt và tốc độ trượt tương ứng lực bóp tay điều khiển TD.

TT	x_i (mm)	F_i (N) $= k(x_0 - x_i)$ ($k=2,106$)	V_{tb} (m/s)Vận tốc trượt trung bình	Ph_{tr} (kG) (Ph trong khi trượt)	t_m Thời gian trượt (s)	Ghi chú
1	95	31,59	0,28	51,5	~3,5	$X_0=110\text{mm}$ $Pd = 20,5 \text{ kG}$ Khoảng trượt 1m
2	87	23	0,25	57,5	4	
3	80	30	0,20	60	~5	

4	95	31,59	0,22	62,0	4,5	X ₀ =110mm Pd = 25,5 kG Khoảng trượt 1m
5	87	23	0,20	69,5	5	
6	80	30	0,19	75,5	~5,2	

Qua bảng 3 ta có thể xác định tốc độ trượt và thời gian trượt trung bình tương ứng lực bóp tay điều khiển.

- Với đối trọng Pd = 20,5 kG, lực bóp tay (trung bình) F = 28,2N thì tốc độ trượt (trung bình) là v = 0,244 m/s và thời gian trượt 1 mét là 4,1 giây (t_m = 4,1 s/m) và trọng lượng trượt (trung bình) P_{tr}= 56,5 kG
- Với đối trọng Pd = 25,5 kG, lực bóp tay (trung bình) vẫn là F = 28,2N thì tốc độ trượt (trung bình) là v = 0,204 m/s và thời gian trượt 1 mét là 4,9 giây (t_m = 4,9 s/m) và trọng lượng trượt (trung bình) P_{tr}= 69 kG

Như vậy trị số đối trọng có ảnh hưởng nhiều đến trị số trọng lượng trượt và vận tốc trượt (thời gian là hệ quả của vận tốc). Vậy với **khoảng trọng lượng người hạ xuống từ 45kg đến 90 kg giá trị hợp lý là Pd_h = 25 kG.**

- Vận tốc trượt trung bình chủ động điều khiển được trong kết quả thực nghiệm bảng 4:

$$V_{tb} = 0,223 \text{ m/s}$$

Vận tốc này thỏa mãn điều kiện về vận tốc hạ xuống theo TCVN 6395:2008 (và qui chuẩn kiểm tra an toàn QCVN 32:2018/BLĐTBXH của bộ Lao động, TBXH) là nhỏ V < 0,3 m/s)

Trị số lực bóp tay điều khiển trong các thí nghiệm trên từ F_t = 2,8kG (bảng 4) đến khoảng F_t = 3,2kG là những trị số lực bóp tay khá nhẹ nhàng của người bình thường. Như vậy có thể lấy giá trị F_t = 30 N, lực nắm tay của nam giới bình thường lớn hơn 300 N, và nữ giới lớn hơn 240N [4].

2.3 Thực nghiệm chính - thực nghiệm xác định tốc độ trượt và thực nghiệm về thời gian thoát hiểm tổng thể

Xác định thời gian thoát hiểm 3 trường hợp: người trượt đầu tiên; người kế tiếp trong trường hợp lắp đu trượt DT vừa được kéo trở lại ca bin và trường hợp lấy DT dự trữ lắp vào dây cáp chính để trượt xuống.

Chúng tôi đã tiến hành thực nghiệm xác định thời gian bằng bấm giờ và quay video nhiều lần trượt thử qua nhiều buổi thực nghiệm. Để lọc dữ liệu ít nhiễu nhất, chúng tôi chọn ra các files quay kịp các nội dung thao tác của người trượt và thiết bị hoạt động trơn tru đồng thời tâm lý người tham gia thực nghiệm cũng rất ảnh hưởng đến chất lượng thực nghiệm. Số liệu như bảng 4. Nhóm tham gia thực nghiệm là những sinh viên tham gia lắp đặt hệ thống và những thí nghiệm đo lực ở mục a và mục b trên.

Bảng 4. Thời gian thoát hiểm tương ứng trạng thái đu trượt DT.

Tt	Video Files	Tr.lượng Người P _{ng}	Thời gian t _{c1} (s)	Thời gian t _{c2} (s)	Thời gian t _{c3} (s)	Ghi chú
1	MVI_5974	60	5	-	-	Pd = 20,5 kG svThung 60kG
2	MVI_5979	60	-	14	-	
3	MVI_5976	60	-	-	20	
4	MVI_5977	65	7	-	-	Pd = 25,5 kG svNam 65 kG sv Tỉnh 58kG
5	MVI_5975	58	-	16	-	
6	MVI_5981	60	-	-	36	

Các ký hiệu cần chú thích thêm cho bảng bảng 4:

- t_{c1}: Thời gian của người trượt đầu tiên chưa kể thời gian mở cửa cabin và bước vào trong cabin. Thời gian này chỉ bấm giờ thao tác bắt đầu bước lên xe mở cửa C2, lắp dây an toàn và cầm tay vào tay bóp điều khiển đến khi hạ đến mặt đất. Trạng thái đu trượt lúc đó đã treo sẵn vào đầu đối trọng và đã có sẵn dây cáp chính lồng không qua đu trượt.
- t_{c2}: Thời gian người kế tiếp trong trường hợp lắp đu trượt DT vừa được kéo trở lại ca bin. Khi người thoát hiểm xuống đến đất và rời khỏi đu trượt thì do hiệu ứng khứ hồi, đối trọng đã kéo nhanh đu trượt trở lại cabin. Lúc đó người thoát hiểm chỉ việc kéo đu trượt (đang móc đối trọng ở vị trí cao nhất) vào sát dây cáp chính và lồng cáp chính dễ dàng lọt vào khe trống giữa hàng puli, gạt cam đưa puli p3 khép kín khe trống dây cáp chính. Sau đó cầm tay vào cơ cấu tay bóp điều khiển và thực hiện các động tác điều khiển tốc độ trượt.

- t_{c3} : Thời gian thoát hiểm trong trường hợp lấy DT dự trữ lắp vào dây cáp chính để trượt xuống. Thực tế trường hợp này xác suất xảy ra rất ít. Vì thời gian hồi lại ca bin của đu trượt rất nhanh nên trường hợp c2 xảy ra là chủ yếu. Nhưng những người thứ 2 hoặc có thể đến người thứ n_i nào đó vào cabin trong trường hợp tầng khá cao thì người thứ nhất (hoặc người thứ n_{i-1}) còn đang quá trình trượt chưa có đu trượt hồi về hoặc đang hồi về. Trường hợp này người thoát hiểm phải lấy đu trượt dự trữ thông để tại vị trí dễ lấy ở giá trên tường cabin. Lắp đu trượt vào đầu đối trọng dự phòng sau đó thao tác giống trường hợp c2 để trượt xuống.

Với số liệu thực nghiệm như bảng 4; ta có thể tính thời gian thoát hiểm thực tế. Với giả thiết sát với thực tế ở tầng 5 nhà G có lắp đặt một cabin thoát hiểm có 2 cửa thoát hiểm c2, có đầy đủ đu trượt dự trữ (10 đu trượt) ; giả sử hiện diện ở thời điểm sự cố có 100 người thoát hiểm bằng hệ thống CCD. Như phân tích các thành phần thời gian t_{c1}, t_{c2}, t_{c3} ; ta thấy đa số có thời gian t_{c2} ; lấy trị số 80% là hợp lý, 19% có thời gian t_{c3} , và chỉ có một người đầu tiên vào cabin (t_{c1}); cộng thêm 80 giây cho thời gian mở cửa vào cabin (cũng là thời gian trung bình đã thực nghiệm bấm giờ thời gian mở cửa số 1 của cabin đến khi người thoát hiểm đã vào cabin). Như vậy với $Pd = 25,5$ kG (bảng 4), tính cho một cửa c2 thoát hiểm ta có:

$$T_{100} = t_{c1t} + t_{c2t} + t_{c3t} \quad (11)$$

Ghi chú cho các ký hiệu trong công thức 11.

- T_{100} là tổng thời gian thoát hiểm của 100 người thoát hiểm bằng hệ thống CCD trên lầu 5 nhà G khi có sự cố.
- $t_{c1t}, t_{c2t}, t_{c3t}$ là thời gian thoát hiểm tính theo thực tế tương ứng số liệu bảng 4 (riêng t_{c1t} tính từ t_{c1} bảng cộng thêm 80 giây; từ phân tích trên).
- Do chiều cao sàn lầu 5 nhà G gấp 3 lần so với chiều cao sàn cabin thực nghiệm qua số liệu xây dựng nhà G và lắp đặt cabin (làm tròn đến 0,5m), suy ra $t_{c1t}, t_{c2t}, t_{c3t}$ từ số liệu bảng 5 như sau:

Trong khi thực nghiệm thời gian ($t_{c1} - 3$) = t_{c1*} (giây) có thể xem như là thời gian đu trượt đang có người chuyển động hạ từ cabin xuống mặt đất (3 giây là thời gian người thoát hiểm từ sàn cabin bước lên đu trượt để chuẩn bị hạ xuống – thời gian này đã được xác định qua các clip quay thực tế). Gọi chiều cao sàn cabin là h_1 thì chiều cao của sàn lầu 5 nhà G là $3h_1$. Từ đó các giá trị tính toán $t_{c1t}, t_{c2t}, t_{c3t}$ cho tầng 5 nhà G trong công thức 11 tương ứng là các trị số t_{c1}, t_{c2}, t_{c3} trong bảng 4 cộng thêm giá trị số gia thời gian T_{CE} với:

$$T_{CE} = \frac{(3h_1 - h_1).t_{c1}}{h_1} = 2t_{c1*}$$

Suy ra

$$T_{100} = (t_{c1} + 80 + T_{CE}) + 80.(t_{c2} + T_{CE}) + 19(t_{c3} + T_{CE}) \quad (\text{giây}) \quad (12)$$

Áp dụng vào công thức 2.1 [1] ta có:

$$T_i = \frac{N_i - N_{ib}}{K_{cb} T_{1_{cb}}}$$

Trong đó :

+ $T_{1_{cb}}$: thời gian thoát hiểm trung bình bằng hệ thống CCD của một người (phút)

+ T_i : thời gian để số người của tầng thứ i thoát hiểm hết (phút)

+ N_i : số người cần thoát hiểm cho tầng thứ i

+ N_{ib} : người thoát hiểm qua đường chạy thang bộ của tầng thứ i

+ K_{cb} với trường hợp đang xét :

- $K_{cb} = 3$ (tức là giả thiết bình thường luôn có từ trên 3 người đang thoát hiểm trên 2 dây cáp chính do cabin có 2 cửa số 2 thoát hiểm) ;

($N_i - N_{ib}$) = 100 như đã giả thiết ở trên.

$T_{1_{cb}}$: áp dụng cho thực nghiệm này ta tính cho 2.1 ;

$$\text{Như vậy : } T_5 = \frac{T_{100}}{3} \quad (14)$$

Thay giá trị trung bình của bảng 5 với $Pd = 25,5$ kG (giá trị hợp lý) vào công thức (12) và (14) ta có

$$T_5 = 924 \text{ (giây)}$$

$$\text{Hay: } T_5 = 15,4 \text{ phút}$$

Vậy thời gian thoát hiểm với những người ở tầng 5 nhà G có số người giả thiết sát thực tế được tính suy ra từ giá trị thực nghiệm là $T_5 = 15,4$ phút.

3. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

3.1 Các kết quả chính của nghiên cứu thực nghiệm

Nghiên cứu bằng các thực nghiệm bằng hệ thống thoát hiểm đã chế tạo và lắp đặt cho kết quả chính như sau :

- Lực bóp tay F_t vào cơ cấu điều khiển hợp lý [4] : $F_t = 30N$
- Vận tốc trung bình điều khiển được $V_{tb} = 2,23 \text{ m/s}$ thỏa mãn $V \leq 0,3 \text{ m/s}$ TCVN 6395:2008 (và qui chuẩn kiểm tra an toàn QCVN 32:2018/BLĐTBXH của bộ Lao động, TBXH)
- Trọng lượng đối trọng hợp lý là $P_{dm} = 25 \text{ kg}$ thực nghiệm phù hợp với trọng lượng người thoát hiểm từ 45 đến 90 kg
- Các số liệu thực nghiệm với hệ thống CCD đã lắp đặt tính toán cho tầng 5 nhà G thoát hiểm hết 100 người là giả định hợp lý vì nhà G ký túc sinh viên có 12 phòng, có 2 cầu thang bộ thoát hiểm nên số người dùng thoát hiểm qua CCD tối đa chỉ dưới 100 người. Thời gian thoát hiểm hết là : $T_5 = 15,4$ phút là kết quả khả thi.

3.2 Kiến nghị từ những hạn chế của kết quả nghiên cứu :

Đề tài được tiến hành là sự nghiên cứu bước đầu nhằm giải quyết vấn đề cứu hộ sự cố hỏa hoạn, cháy nổ và thiên tai đối với mật độ sinh viên và cán bộ, nhân viên hiện diện ở các tầng cao các tòa nhà cao tầng của nhà trường (IUH). Với đặc điểm về không gian bị hạn chế do mật độ xây dựng nên việc xác định mục tiêu nghiên cứu còn bị bó hẹp vấn đề xử lý, đó là đặc điểm cần sự tập huấn với người sử dụng. Một hạn chế phải khắc phục là kết quả nghiên cứu chưa triệt để vì tính pháp lý của kết quả nghiên cứu chưa đưa vào ứng dụng được.

Hạn chế thứ 3 là Nghiên cứu được thực hiện với chiều cao sàn X3 còn chưa thật cao nên tiếp tục nghiên cứu với sàn cao hơn ;

Đó cũng là lý do đề kiến nghị cho các nghiên cứu tiếp theo :

- Mở rộng nghiên cứu các cơ cấu trợ lực và các nghiên cứu hoàn thiện việc thoát hiểm ở môi trường có mật độ xây dựng thông thoáng hơn như ở dự án mở rộng (cơ sở IUH quận 12) đang xúc tiến.
- Triển khai nghiên cứu thỏa mãn các chỉ tiêu kiểm định để có thể đưa vào ứng dụng.
- Đề xuất đề tài với tầng thử nghiệm cao hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Phan Chí Chính, Báo cáo tổng kết đề tài NCKH Nghiên cứu thiết kế, chế tạo và lắp đặt HỆ THỐNG CABIN – CÁP – ĐU TRƯỢT (HỆ THỐNG CCD) THOÁT HIỂM CHO NHÀ CAO TẦNG TRƯỜNG ĐH CÔNG NGHIỆP Tp.HCM và các chuyên đề ; *IUH 12-2016*
- [2] Phùng Chí Sỹ, Hoàng Khánh Hòa, Nguyễn Thành Nhân, ‘XU HƯỚNG CÔNG NGHỆ CỨU HỘ HỎA HOẠN NHÀ CAO TẦNG’. *Trung tâm Thông tin và Thống kê Khoa học và Công nghệ Tp. HCM, 5/2018*
- [3] QCVN 32:2018/BLĐTBXH , QUY CHUẨN KỸ THUẬT QUỐC GIA VỀ AN TOÀN LAO ĐỘNG ĐỐI VỚI THANG MÁY GIA ĐÌNH
- [4] Lực nắm tay giúp đoán trước được cơn đau tim đột quỵ. <http://suckhoedoisong.vn/luc-nam-tay-giup-doan-truoc-con-dau-tim-dot-quy-n122035.html> , 9/2016
- [5] High Rise Escape Systems, <http://highriseescapesystems.com/>, 10/2016

Ngày gửi bài: 30/12/2019

Ngày chấp nhận đăng: 10/05/2020