

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG PHƯƠNG PHÁP GIÁM SÁT MÔ HÌNH CHẤT TẢI TRÊN CÁC Ô TÔ VẬN CHUYỂN ĐẤT ĐÁ TẠI CÁC MỎ THAN LỘ THIÊN THUỘC TKV BẰNG MÔ HÌNH TƯƠNG ĐƯƠNG TRONG PHÒNG THÍ NGHIỆM

ThS. Lê Bá Phúc, KS. Đỗ Văn Triều
Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin

Biên tập: TS. Lưu Văn Thục

Tóm tắt:

Để giám sát việc thực hiện mô hình chất tải của máy xúc lên ô tô tại các mỏ than lộ thiên thuộc TKV nhằm nâng cao hệ số sử dụng khối lượng và trọng tải xe, tối ưu được hiệu quả hoạt động của ô tô, cần tiến hành nghiên cứu trong phòng thí nghiệm trên mô hình thùng xe, các loại vật liệu tương đương và phương pháp quét laser 3D mặt đất. Nhằm hoàn thiện phương pháp giám sát mô hình chất tải, làm cơ sở để triển khai kết quả thử nghiệm tại hiện trường mỏ than Cọc Sáu và ứng dụng rộng rãi kết quả nghiên cứu tại các mỏ than lộ thiên thuộc TKV.

1. Đặt vấn đề

Hiện nay, các mỏ than lộ thiên thuộc TKV chủ yếu vẫn sử dụng hình thức vận tải ô tô đơn thuần để vận chuyển các loại đất đá và than khai thác, với khoảng 1027 chiếc ô tô. Trong đó có 785 chiếc ô tô vận chuyển đất đá, chiếm 76% tổng số lượng ô tô đang hoạt động, đa phần của các hãng xe như: CAT, Komatsu, Benlaz có trọng tải từ 36÷130 tấn.

Vật tư tiêu hao chủ yếu của ô tô là lốp, đơn giá một quả lốp cho các loại xe trọng tải từ 55÷130 tấn khoảng 202÷375 triệu VNĐ/quả, tương ứng 1,21÷2,25 tỷ đồng/bộ cho một xe. Chi phí lốp ô tô chiếm khoảng 16%, chi phí sửa chữa chiếm khoảng 8%, tổng chi phí lốp + chi phí sửa chữa chiếm khoảng 30% giá thành vận chuyển 1m³ đất đá (cung độ từ 4÷7 km). Một trong các nguyên nhân làm tăng chi phí khâu vận tải xuất phát từ việc chất tải không hợp lý và trọng tải chuyển chở không đảm bảo. Chất tải không hợp lý dẫn đến mất cân bằng trọng tải trên thùng xe làm tăng áp lực lên khung đỡ xe, lốp xe tại vị trí trọng tâm khối đất đá hướng đến, làm méo khung đỡ, tăng hao mòn lốp, từ đó tăng chi phí sửa chữa, bảo dưỡng, chi phí thay thế lốp. Quá trọng tải sẽ mất an toàn, chi phí lốp, nhiên liệu và các vật tư thay thế tăng, ngược lại thiếu tải sẽ ảnh hưởng đến năng suất, giá thành vận tải.

Mô hình chất tải mẫu các loại đất đá trên thùng xe ô tô được các mỏ than lộ thiên xây dựng và ban hành chủ yếu phục vụ công tác quản lý xúc bốc và

vận chuyển, tuy nhiên các mô hình chất tải mẫu có đảm bảo yếu tố cân bằng trọng tải hay không, trình tự chất tải lên thùng xe để tạo ra mô hình là chưa có cơ sở khoa học để đánh giá, và quá trình giám sát mô hình chủ yếu thực hiện bằng quan sát trực quan định tính để đánh giá xe chở đất đá thiếu tải hoặc quá tải.

Do đó, việc nghiên cứu xây dựng phương pháp giám sát mô hình chất tải trên các ô tô vận chuyển đất đá tại các mỏ than lộ thiên thuộc TKV trong phòng thí nghiệm với mô hình tương đương tỷ lệ 1:25, vật liệu tương đương các loại đất đá đang vận chuyển tại các mỏ, sử dụng phương pháp quét laser 3D mặt đất giám sát dung tích chất tải, để xây dựng mô hình chất tải mẫu sẽ đảm bảo yếu tố khối lượng chất tải, phân bố tải trọng và cảnh báo việc thực hiện mô hình chất tải của máy xúc. Đồng thời, kết quả nghiên cứu trong phòng thí nghiệm là cơ sở khoa học để triển khai bước tiếp theo nghiên cứu ngoài hiện trường và ứng dụng vào thực tế sản xuất tại các mỏ.

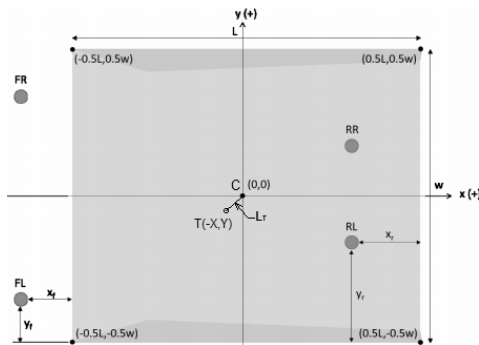
2. Mô hình chất tải tối ưu

Ô tô chở đất đá được thiết kế để chạy tối ưu khi tổng trọng lượng của xe (trọng tải + tự trọng) được phân bố đều giữa tất cả sáu lốp. Vì có hai lốp ở trục trước và bốn lốp ở phía sau, do đó phân bố trọng tải xe tại trục trước, trục sau khác nhau, thể hiện ở bảng 1.

Theo thiết kế của hãng xe, trọng tâm thùng xe C(0,0) là điểm giao nhau giữa đường trung tuyến của chiều dài (L) và chiều rộng thùng xe (W) (hình

Bảng 1. Phân bố trọng tải xe [1], [2], [3]

Phân bố tải trọng		Đơn vị	Giá trị					
			CAT 777D (96 tấn)	CAT 773E (58 tấn)	HD 785-7 (91 tấn)	HD 465-7 (55 tấn)	Benlaz 75581 (90 tấn)	Benlaz 75131 (130 tấn)
Có tải	Trục trước	%	33	33,3	31,4	32	33	33
	Trục sau	%	67	66,7	68,6	68	67	67
Không tải	Trục trước	%	47	47,3	47	47	50,9	50,9
	Trục sau	%	53	52,7	53	53	49,1	49,1



Hình 1. Trọng tâm của thùng xe

L, W : Chiều dài, chiều rộng thùng xe; FR : Trục trước bên phải; FL : Trục trước bên trái; RR : Trục sau bên phải; RL : Trục sau bên trái; $T(X, Y)$: Khối tâm đất đá trong thùng xe; L_T : Độ lệch tâm.

1). Mô hình chất tải tối ưu khi khối tâm của vật liệu trên thùng xe trùng $T(X, Y)$ trùng với trọng tâm C , hay độ lệch tâm $L_T = 0$.

3. Xây dựng mô hình chất tải trên thùng xe phù hợp với đặc tính đất đá của các mỏ lộ thiên thuộc TKV

3.1. Đặc điểm các loại đất đá vận chuyển trên các mỏ than lộ thiên TKV

Các mỏ than lộ thiên có dạng “trên sườn núi, dưới moong sâu”, đất đá bóc tập trung phía trên, than khai thác dưới đáy mỏ. Tổng khối lượng đất bóc hàng năm khoảng 173 triệu m^3 , than khai thác khoảng 14 triệu tấn. Các mỏ đều đang khai thác xuống sâu với chiều cao bờ mỏ từ 300-500m, do đó phần lớn đất đá bóc từ khai trường mỏ được vận chuyển từ các mỏ ra bãi thải là đá gốc phải phá vỡ bằng nổ mìn trước khi xúc bốc chiếm từ 95÷97% khối lượng đất bóc hàng năm, tương đương khoảng 164,3÷167,8 triệu m^3 . Đất phủ trên bề mặt mỏ còn lại rất ít từ 3÷5% tổng khối lượng đất bóc hàng năm, khoảng từ 5,2÷8,7 triệu m^3 . Ngoài ra, đất đá vận chuyển trong mỏ có đất đá

bãi thải cũ, được mở xúc lại hoàn thổ vào moong lộ thiên đã kết thúc khai thác để đảm bảo an toàn cho khai thác hầm lò phía dưới moong. Chiều cao tầng mỗi tầng thải $h = 30m$, được chia thành 3 phân tầng xúc: phân tầng trên (hpttr), phân tầng giữa (hptg), phân tầng dưới (hptd). Mỗi phân tầng xúc $h_{pt} = 10 m$, tương ứng kích thước cỡ hạt đất đá trung bình trên mỗi phân tầng khác nhau. Đặc điểm các loại đất đá vận chuyển trên các mỏ than lộ thiên nêu trong bảng 2.

Qua bảng 2 cho thấy: Thể trọng đất phủ bằng 61,5÷70,8% thể trọng đất đá nổ mìn và đất đá bãi thải cũ, do đó đối với đất phủ dung tích chất đầy thùng được xem là giới hạn chuyên chở của ô tô. Đất đá nổ mìn và đất đá bãi thải cũ, trọng tải xe là giới hạn.

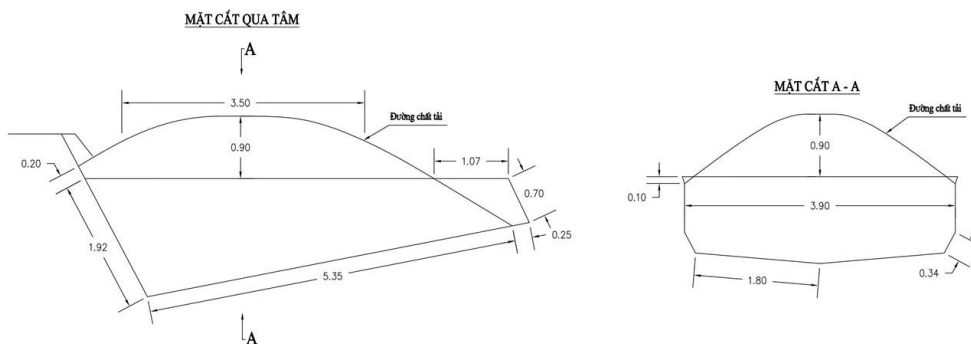
3.2. Đánh giá công tác xây dựng, giám sát mô hình chất tải lên các xe vận chuyển đất đá tại các mỏ than lộ thiên TKV

Trên cơ sở kích thước thùng xe, tính chất cơ lý đất đá vận chuyển và hình dạng đồng đá trên thùng xe thực tế ngoài hiện trường, các mỏ khái quát hóa thành mô hình chất tải mẫu để phục vụ công tác quản lý xúc bốc, vận chuyển (hình 2).

Các mô hình chất tải được các mỏ xây dựng đảm bảo về dung tích chứa tải, trọng tải thiết kế của xe. Tuy nhiên, chưa có cơ sở để đánh giá yếu tố cân bằng trọng tải trên thùng xe và chưa xây dựng được trình tự chất tải lên thùng xe để hình thành mô hình chất tải mẫu. Quá trình chất tải lên thùng xe chủ yếu dựa vào kĩ năng, kinh nghiệm của thợ lái máy xúc, tùy thuộc vào vị trí nạp xe vào máy xúc mà thợ lái máy xúc sẽ quyết định việc dỡ tải lên thùng xe. Nếu trục của cần xúc trùng với trục của xe ô tô, quá trình chất tải được tập trung ở tâm thùng xe, trường hợp trục cần xúc vuông góc với trục thùng xe, lái máy xúc có thể chất tải lên thùng xe ở vị trí vượn gầu gần nhất hoặc vượn

Bảng 2. Đặc tính các loại đất đá vận chuyển tại các mỏ than lộ thiên TKV [5] [6]

TT	Loại đất đá	Cấp đất đá	Đặc tính đất đá				
			Độ kiên cố đất đá, f	Thể trọng nguyên khối, tấn/m ³	Hệ số nở rời	Thể trọng nở rời, tấn/m ³	Kích thước cỡ hạt trung bình, m
1	Đất phủ	Cấp I	1÷3	1,2÷2,0	1,15	1,04÷1,74	-
2	Đất đá nổ mìn	Cấp II	4÷8	2,1÷2,5	1,35	1,55÷1,85	0,32
		Cấp III	9÷14	2,6÷3,0	1,45	1,79÷2,07	0,34
3	Đất đá bãi thải cũ	-	-	2,26	1,26	1,79	0,1 (h _{pttr}); 0,31 (h _{ptg}); 0,56 (h _{ptd})



Hình 2. Mô hình chất tải đất đá trên thùng xeHD 465-7R (55 tấn) - mỏ Đèo Nai

gầu ra tâm thùng xe để dỡ tải.

Quá trình giám sát mô hình chất tải trên các mỏ lộ thiên hoàn toàn bằng trực quan thông qua hệ thống camera giám sát trong mỏ hoặc quan sát trực tiếp, đánh giá xe chở đất đá thiếu tải hoặc quá tải bằng định tính, chưa sử dụng công nghệ để xác định trọng tải đất đá trên thùng xe bằng định lượng.

3.2. Xây dựng mô hình chất tải hợp lý

3.2.1. Cơ sở xây dựng mô hình chất tải

Thực tế hình dạng đồng đá trên thùng xe được hình thành do sự kết hợp các hình nón giao nhau khi máy xúc đổ tải lên thùng xe. Để chứa đầy thùng xe, số gầu xúc hợp lý của máy xúc thường 4÷6 gầu và thợ lái máy xúc có thể đổ tải tại các vị trí khác nhau trên thùng xe tạo ra các hình nón giao nhau hoặc có thể đặt tải tại một vị trí tại tâm thùng xe để các hình nón chồng lên nhau tạo ra hình dạng khối đất đá trên thùng xe (Hình 3).

Ở phía trước, 2 bên thành thùng xe, dòng chảy vật liệu khi đổ tải sẽ bị cản trở bởi thành do đó góc nghỉ vật liệu ở phía trước, hai bên, phía sau thùng xe khác nhau và với mỗi loại vật liệu đổ tải khác nhau thì góc nghỉ vật liệu trên thùng xe cũng khác nhau. Góc nghỉ vật liệu trên thùng xe là yếu tố cơ bản để xây dựng mô hình chất tải.

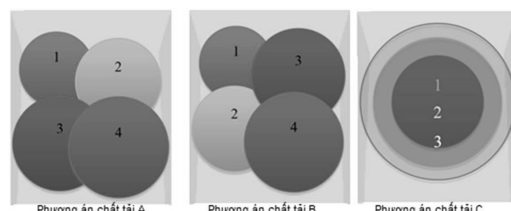
Một mô hình chất tải hợp lý khi đáp ứng các

yêu cầu sau:

- Đất đá có thể trọng lớn, khối lượng đất đá trong thùng xe (Q_{tx}) phải đảm bảo điều kiện $0,9 \cdot Q_{tk} < Q_{tx} < 1,1 \cdot Q_{tk}$ (Q_{tk} trọng tải thiết kế của xe). Đối với đất đá thể trọng nhỏ, dung tích đất đá trong thùng xe chứa được lớn nhất;

- Mô hình chất tải phải phù hợp với kích thước hình học thùng xe. Vật liệu ở chân hình nón thấp hơn thành thùng xe;

- Độ lệch tâm (L_t , cm) theo phương ngang giữa của khối tâm đất đá T (X, Y) trong thùng xe với trọng tâm của thùng xe C(0, 0) (Hình 1) là nhỏ nhất.



Hình 3. Các phương án chất tải trên thùng xe. 1, 2, 3, 4: Thứ tự, vị trí chất tải từ gầu xúc lên thùng xe ô tô. Phương án A: Tải tập trung phía sau; Phương án B: Tải tập trung bên phải; Phương án C: Tải tập trung ở giữa.

- Đảm bảo hình dạng bề mặt vật liệu chất tải ổn định không bị rơi vãi trong quá trình vận chuyển.

3.2.2. Thí nghiệm xác định mô hình chất tải phù hợp và giám sát dung tích chất tải bằng phương pháp quét laser 3D mặt đất

1. Mục đích thí nghiệm

Bằng cách chất tải các loại vật liệu tương đương đất đá của mỏ than lộ thiên tại các vị trí khác nhau trên các loại thùng xe mô hình, tạo ra các dữ liệu về mô hình chất tải, đánh giá, lựa chọn mô hình chất tải phù hợp và sử dụng máy quét laser 3D mặt đất quét mô hình chất tải phù hợp, xác định dung tích chất tải trên thùng xe. Từ đó, đánh giá tính khả thi, hiệu quả phương pháp giám sát cảnh báo mô hình chất tải trên các ô tô vận chuyển đất trong phòng thí nghiệm, làm cơ sở để triển khai thực nghiệm ngoài hiện trường.

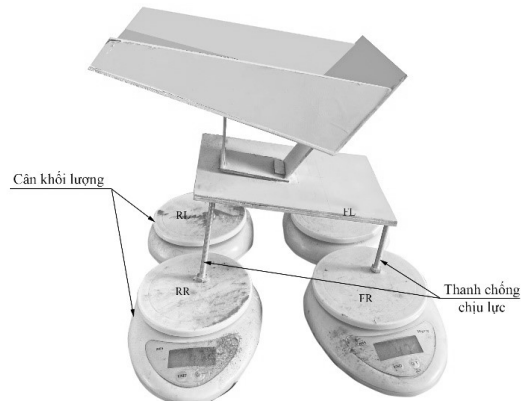
2. Lựa chọn thiết bị vận tải xây dựng mô hình

Trong tổng số khoảng 626 chiếc ô tô khung cứng vận chuyển đất đá trên các mỏ than lộ thiên TKV, dòng xe CAT và HD của Komatsu có trọng tải từ 55÷96 tấn là 544 chiếc, chiếm 87% tổng số ô tô, xe Benlaz có 06 chiếc, chiếm 0,96%, còn lại là xe khung động. Toàn bộ tự trọng và trọng tải của xe khung cứng đều đặt trên bộ khung, do đó trọng tải đất đá trên thùng xe ảnh hưởng trực tiếp đến hiệu quả hoạt động của xe. Đối với xe khung động, đầu xe và thùng xe có kết cấu rời, do đó trọng tải trên thùng xe không tác động nhiều đến hoạt động của xe. Đặc trưng cho xe trọng tải 91÷96 tấn, lựa chọn xe là CAT 777D, trọng tải 96 tấn; xe có trọng tải 55÷58 tấn, lựa chọn xe HD 465-7R (55 tấn) để xây dựng mô hình tương đương. Đồng bộ với ô tô CAT 777E (96 tấn) là máy xúc dung tích gàu 12 m³, với ô tô HD 465-7R (58 tấn) là máy xúc dung tích gàu 6,7 m³ (Bảng 3).

Kích thước mô hình thùng xe bằng 1:25 kích thước thùng xe thực tế theo Catalogue của Nhà

sản xuất. Thể tích, trọng tải thùng xe, trọng lượng mỗi gàu xúc được xác định theo tỷ lệ thu nhỏ của khối lập phương. Vị trí các thanh chống chịu lực được xác định theo thông số Catalogue của Nhà sản xuất với tỷ lệ tương đương.

Để xác định phân bố tải trọng xe theo thiết kế của nhà sản xuất, tại vị trí chịu tải trọng tại trục trước, trục sau của xe được gắn các thanh chống chịu lực bằng thép, vị trí các thanh chống được xác định theo chiều dài (L), chiều rộng (W) thùng xe thể hiện ở hình 1a. Sử dụng các cân điện tử có độ chính xác tính bằng gram để xác định



Hình 4. Mô hình thùng xe tỷ lệ 1:25 của xe CAT 777D (96 tấn) và phương pháp xác định phân bố tải trọng xe

phân bố tải trọng lên các trục (Hình 4).

3) Lựa chọn vật liệu tương đương sử dụng thí nghiệm

Trên cơ sở các loại đất đá đang được vận chuyển bằng ô tô, gồm đất đá phủ, đất đá bãi thải cũ, đất đá nổ mìn, các loại vật liệu tương đương sử dụng thí nghiệm như sau:

- Đất sét khô gió, thể trọng nở rời 1,33 g/cm³, góc

Bảng 3. Thông số kỹ thuật của thiết bị vận tải lựa chọn xây dựng mô hình

TT	Thông số	Đơn vị	Thiết bị thực tế		Mô hình tương đương tỷ lệ 1:25	
			CAT 777 D	HD 465-7R	CAT 777 D	HD 465-7R
1	Trọng tải thiết kế (Q_{tk}), kg	kg	96.000	58.000	6,144	3,75 kg
2	Kích thước thùng xe					
-	Chiều dài (L)	cm	723,4	645	28,94	25,8
-	Chiều rộng (W)	cm	520	387	20,8	15,48
2	Dung tích thùng xe (SAE 2:1),	10 ³ cm ³	60.100	34.200	3,864	2,189
3	Số lượng gàu xúc đầy thùng xe	gàu	6	6	6	6
4	Khối lượng đất đá mỗi gàu xúc chất tải lên thùng xe, kg	kg	16.000	9.167	1,024	0,587

ngiht tự nhiên 33,5°, tương đương đất phủ Đệ tứ;

- Đá dăm có kích thước cỡ hạt < 0,5cm, thể trọng nở rời 1,62 g/cm³, góc ngiht tự nhiên 36,6°, tương đương với đất đá bãi thải cũ ở phân tầng trên có đường kính cỡ hạt đất trung bình phân tầng trên $h_{pttr} : d_{tbr} = 0,1 \text{ m}$;

- Đá vôi phối trộn, sử dụng 02 loại:

+ Loại 1: Sử dụng các loại đá vôi nghiền nát có kích thước tương đương theo tỷ lệ 1:25 kích thước các thành phần cỡ hạt của đất đá nổ mìn đường kính trung bình $d_{tb} = 0,35\text{m}$, phối trộn theo tỷ lệ tạo ra vật liệu tương đương, thể trọng nở rời 1,84 g/cm³, góc ngiht tự nhiên 36,6°. Đất đá bãi thải cũ phân tầng giữa $h_{ptg} : d_{tbg} = 0,31 \text{ m}$ cũng sử dụng loại vật liệu này trong thí nghiệm;

+ Loại 2: Phối trộn các loại đá vôi nghiền nát theo tỉ lệ để tạo ra vật liệu tương đương với đất đá bãi thải cũ phân tầng dưới $h_{ptd} : d_{tbd} = 0,56 \text{ m}$, vật liệu sử dụng có thể trọng nở rời 1,835 g/cm³, góc ngiht tự nhiên 37°.

4) Lựa chọn mô hình chất tải thử nghiệm

Theo vị trí chịu tải trọng tại trực trước, trực sau của xe, lựa chọn 5 mô hình chất tải, gồm: 1. Mô hình A: Tải tập trung phía trước; 2. Mô hình B: Tải tập trung phía sau; 3. Mô hình C: Tải dồn về bên trái; 4. Mô hình D: Tải dồn về bên phải; 5. Mô hình E: Tải tập trung chính giữa (hình 5).

5) Thí nghiệm mô hình chất tải

Kí hiệu thí nghiệm các mô hình chất tải theo

các loại vật liệu tương đương trên các thùng xe CAT 777D và HD465 -7R được thể hiện ở bảng 4.

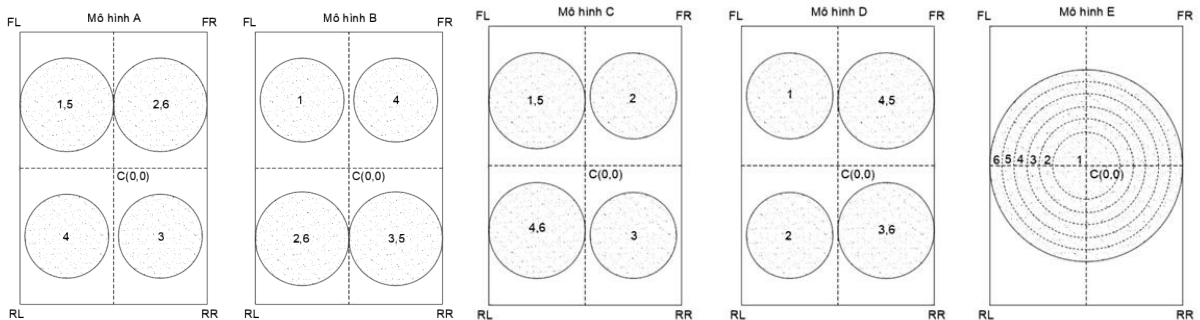
Quá trình thí nghiệm như sau: Căn cứ vào kết quả các chỉ tiêu tương đương trên mô hình tỷ lệ 1:25 tại bảng 3, tiến hành đổ tải 1,024 kg vật liệu tương đương lên thùng xe mô hình của ô tô CAT 777D; đổ 0,587 kg vật liệu lên thùng xe HD465 -7R theo thứ tự chất tải của từng mô hình đã được xác định trên hình 5. Quá trình chất tải được dừng lại khi đổ hết 6 gàu xúc tương đương lên thùng xe hoặc vật liệu trên thùng xe đã đầy, tràn qua thành thùng xuống đất. Ghi lại các thống số khối lượng tại các cân đặt trên các thanh chống chịu tải tại trực trước bên phải, trực trước bên trái, trực sau bên phải, trực sau bên trái. Đây là cơ sở dữ liệu để xác định: Dung tích chứa đất đá, trọng tải thực tế, phân bố tải trọng và độ lệch tâm khối đất đá.

Kết quả thí nghiệm mô hình chất tải với xe HD465 – 7R, thể hiện hình 6÷9.

Dựa trên số liệu thu được từ các thiết bị xác định trọng tải trên các trục của thùng xe, kết quả tính toán về khả năng chuyên chở vật liệu (dung tích, trọng tải), phân bố trọng tải theo 05 mô hình chất tải thí nghiệm với các vật liệu tương đương thể hiện ở bảng 5.

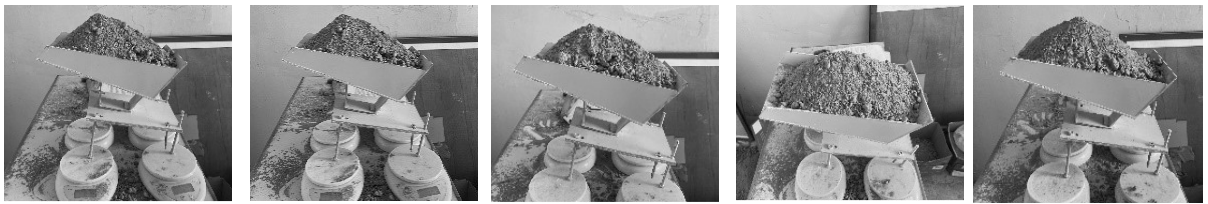
6) Lựa chọn mô hình chất tải

Từ 40 mô hình chất tải thí nghiệm trong phòng, cho 4 loại vật liệu đại diện cho đất phủ, đất đá bãi thải cũ và đất đá nổ mìn trên mô hình tương đương tỷ lệ 1:25 của xe HD 465 7R, CAT 777D thể



Hình 5. Thứ tự chất tải của từng mô hình
Bảng 4. Kí hiệu thí nghiệm mô hình chất tải

TT	Vật liệu tương đương thí nghiệm	Kí hiệu thí nghiệm				
		Mô hình A	Mô hình B	Mô hình C	Mô hình D	Mô hình E
1	Đất sét khô	SA	SB	SC	SD	SE
2	Đá dăm	DA	DB	DC	DD	DE
3	Đá vôi phối trộn loại 1	PA-1	PB-1	PC-1	PD-1	PE-1
4	Đá vôi phối trộn loại 2	PA-2	PB-2	PC-2	PD-2	PE-2



Mô hình SA

Mô hình SB

Mô hình SC

Mô hình SD

Mô hình SE

Hình 6. Mô hình chất tải thí nghiệm với đất sét khô (tương đương đất phủ Độ tứ)



Mô hình DA

Mô hình DB

Mô hình DC

Mô hình DD

Mô hình DE

Hình 7. Mô hình chất tải thí nghiệm với đá dăm (tương đương đất đá thải phân tầng trên)



Mô hình PA-1

Mô hình PB-1

Mô hình PC-1

Mô hình PD-1

Mô hình PE-1

Hình 8. Mô hình chất tải thí nghiệm với đá vôi phối trộn loại 1 (tương đương đất đá nổ mìn và đất đá bãi thải phân tầng giữa)



Mô hình PA-2

Mô hình PB-2

Mô hình PC-2

Mô hình PD-2

Mô hình PE-2

Hình 9. Mô hình chất tải thí nghiệm với đá vôi phối trộn loại 2 (tương đương đất đá bãi thải phân tầng dưới)

Kết quả thí nghiệm mô hình chất tải với xe xe CAT 777D thể hiện hình 10÷13.



Mô hình SA

Mô hình SB

Mô hình SC

Mô hình SD

Mô hình SE

Hình 10. Mô hình chất tải thí nghiệm với đất sét khô (tương đương đất phủ Độ tứ)

hiện bảng 5, cho phép rút ra kết luận sau:

- Mô hình E Tải tập trung chính giữa, có độ lệch

tâm tải trọng là nhỏ nhất, khối lượng chất tải đối

với đất đá đất đá nổ mìn, đất đá bãi thải cũ phân



Mô hình DA



Mô hình DB



Mô hình DC



Mô hình DD



Mô hình DE

Hình 11. Mô hình chất tải thí nghiệm với đá dăm (tương đương đất đá thải phân tầng trên)



Mô hình PA-1



Mô hình PB-1



Mô hình PC-1



Mô hình PD-1



Mô hình PE-1

Hình 12. Mô hình chất tải thí nghiệm với đá với phối trộn loại 1 (tương đương đất đá nổ mìn và đất đá bãi thải phân tầng giữa)



Mô hình PA-2



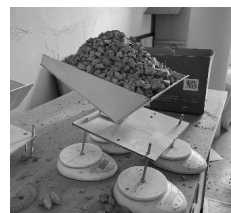
Mô hình PB-2



Mô hình PC-2



Mô hình PD-2



Mô hình PE-2

Hình 13. Mô hình chất tải thí nghiệm với đá với phối trộn loại 2 (tương đương đất đá bãi thải phân tầng dưới)

tầng giữa và dưới trên thùng xe $Q_{tx} = (0,98 \div 0,994)$. Q_{tx} , đảm bảo yêu cầu theo khuyến cáo của Nhà sản xuất. Như vậy, mô hình chất tải phù hợp được lựa chọn theo thứ tự ưu tiên sau: Mô hình E $\rightarrow$ D $\rightarrow$ C $\rightarrow$ B $\rightarrow$ A.

- Đối với đất phủ Độ tứ, đất đá phân tầng trên, trọng tải đất đá trong thùng xe bằng $62 \div 66\%$ so với trọng tải thiết kế của xe, dung tích bằng $74 \div 83\%$ với dung tích chứa đất đá thùng xe theo tiêu chuẩn SAE (2:1). Đây là cơ sở để xây dựng cảnh báo dung tích đất đá trong thùng xe khi vận chuyển đất phủ trên các mỏ than lộ thiên thuộc TKV.

Tiến hành kiểm tra sự ổn định mô hình chất tải E khi ô tô di chuyển theo điều kiện tương đương ngoài thực tế của mỏ than lộ thiên: Độ dốc dọc tuyến đường 8%, tốc độ có tải xe CAT 777D: 11,4 km/h (hình 14);

Kết quả cho thấy: trong quá trình ô tô di chuyển lên, xuống dốc, vật liệu trên thùng xe không bị rơi vãi xuống đường, mô hình chất tải đảm bảo ổn định. Kết quả đo góc vật liệu trên thùng xe thể hiện

ở bảng 6.

Như vậy, mô hình chất tải phù hợp với đất đá vận chuyển tại các mỏ than lộ thiên lựa chọn là mô hình chất tải E, với trình tự chất tải lên thùng xe tập trung ở trọng tâm thùng xe.

7) Thí nghiệm giám sát dung tích chất tải bằng công nghệ quét laser 3D mặt đất

* Lựa chọn thiết bị

Thiết bị quét laser 3D (hình 15) được lựa chọn để quét thùng xe có tải, không tải thí nghiệm, bao gồm:

- Máy quét laser 3D mặt đất Leica RTC360 LT-3D, thông số máy: Khoảng cách quét: 0,5m - 130m; Tốc độ quét: tới 1.000.000 điểm/giây; Camera: Hệ thống 3 camera 36 MP ghi lại dữ liệu thô 432 MP cho hình ảnh hình cầu $360^\circ \times 300^\circ$ được hiệu chỉnh; Đặc tính quét màu động: tự động thích nghi với độ sáng; Trường quét thẳng đứng: 300° ; Trường quét ngang: 360° ; Độ chính xác góc $18''$; Phạm vi chính xác 1,0 mm + 10 ppm; Độ chính xác của điểm 3D: 1,9 mm @ 10 m; 2,9 mm @ 20 m; 5,3 mm @ 40

Bảng 5. Kết quả thí nghiệm trên mô hình chất tải các loại xe điển hình

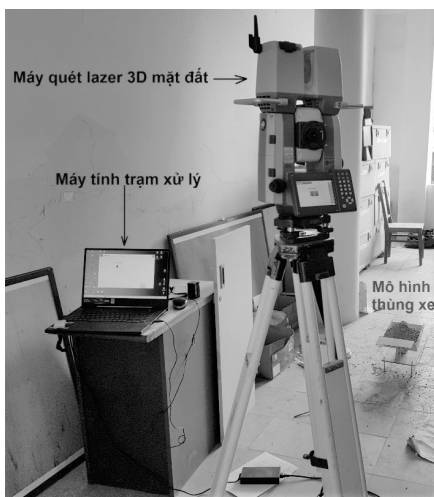
Loại xe	Mô hình thí nghiệm	Dung tích chứa đất đá trong thùng xe			Trọng tải chuyên chở			Độ lệch tâm, cm		
		Thiết kế, cm ³ , SAE 2:1	Thực tế, cm ³	Chênh lệch, %	Thiết kế, g	Thực tế, g	Chênh lệch, %	X, cm	Y, cm	L, cm
HD 465-7R	SA	2.189	1.787	-18%	3.750	2.398	-36%	-1,67	-0,58	1,77
	SB		1.759	-20%		2.360	-37%	-1,84	-0,55	1,92
	SC		1.785	-18%		2.396	-36%	-1,81	-0,60	1,90
	SD		1.773	-19%		2.380	-37%	-1,82	-0,54	1,90
	SE		1.826	-17%		2.450	-35%	-1,60	-0,60	1,71
	DA	2.189	2.254	3%	3.750	3.651	-3%	-2,67	-0,19	2,67
	DB		2.118	-3%		3.431	-9%	-1,64	-0,03	1,94
	DC		2.272	4%		3.680	-2%	-2,17	-0,46	2,22
	DD		2.246	3%		3.638	-3%	-2,46	-0,10	2,46
	DE		2.248	3%		3.671	-2%	-1,89	0,10	1,89
	PA-1	2.189	1.992	-9%	3.750	3.665	-2%	-3,16	-0,31	3,18
	PB-1		1.956	-11%		3.599	-4%	-2,98	-0,36	3,00
	PC-1		1.957	-11%		3.600	-4%	-2,58	-0,59	2,65
	PD-1		2.007	-8%		3.693	-2%	-2,57	-0,04	2,57
	PE-1		1.990	-9%		3.661	-2%	-2,25	-0,20	2,26
	PA-2	2.189	1.992	-9%	3.750	3.636	-3%	-3,34	-0,33	3,36
	PB-2		1.956	-11%		3.607	-4%	-3,73	-0,45	3,76
	PC-2		1.957	-11%		3.619	-3%	-2,52	-0,58	2,59
	PD-2		2.007	-8%		3.657	-2%	-2,61	-0,04	2,61
	PE-2		1.994	-9%		3.660	-2%	-0,59	-0,05	0,59
CAT 777D	SA	3.864	2.940	-24%	6.144	3.957	-36%	-1,82	-2,00	2,70
	SB		2.846	-26%		3.831	-38%	-1,73	-0,18	1,74
	SC		2.884	-25%		3.882	-37%	-1,83	0,36	1,87
	SD		3.009	-23%		3.950	-35%	-1,87	0,37	1,90
	SE		2.954	-23%		3.973	-35%	-1,58	-0,18	1,59
	DA	3.864	3.780	-2%	6.144	6.124	-0,3%	-3,41	-2,13	4,02
	DB		3.776	-2%		6.117	-0,4%	-2,35	-2,54	3,47
	DC		3.781	-2%		6.126	-0,3%	-3,00	-2,80	4,10
	DD		3.740	-3%		6.059	-1,4%	-2,10	-2,22	3,05
	DE		3.759	-2%		6.100	-0,7%	-2,14	-1,98	2,92
	PA-1	3.864	3.328	-13%	6.144	6.124	-0,3%	-3,15	-2,48	4,00
	PB-1		3.310	-14%		6.090	-0,9%	-1,91	-2,82	3,41
	PC-1		3.286	-15%		6.046	-1,6%	-2,58	-2,02	3,28
	PD-1		3.326	-14%		6.119	-0,4%	-2,58	-2,02	3,28
	PE-1		3.315	-14%		6.101	-0,7%	-2,54	-2,03	3,25
	PA-2	3.864	3.311	-14%	6.144	6.075	-1,1%	-3,32	-2,54	4,18
	PB-2		3.326	-14%		6.103	-0,7%	-2,39	-2,87	3,74
	PC-2		3.312	-14%		6.078	-1,1%	-2,52	-3,10	4,00
	PD-2		3.302	-14%		6.060	-1,4%	-2,61	-2,38	3,54
	PE-2		3.318	-14%		6.088	-0,9%	-0,66	-1,92	2,03



Hình 14. Kiểm tra ổn định mô hình chất tải E đối với đất phối trộn loại 1 của xe CAT 777D

Bảng 6. Góc dốc vật liệu vận chuyển trên thùng xe

TT	Vật liệu	Góc dốc vật liệu trên thùng xe, độ					
		Trước		Sau		Bên cạnh	
		CAT 777D	HD 465-7R	CAT 777D	HD 465-7R	CAT 777D	HD 465-7R
1	Đất sét	23	22	21	20	23	24
2	Đá dăm	28	24	28	32	30	30
3	Đá vôi phối trộn loại 1 ($d_{tb} = 0,35m$)	25	23	29	31	30	29
4	Đá vôi phối trộn loại 2 ($d_{tb} = 0,56m$)	25	25	30	32	29	29



Hình 15. Hệ thống quét laser 3D mặt đất

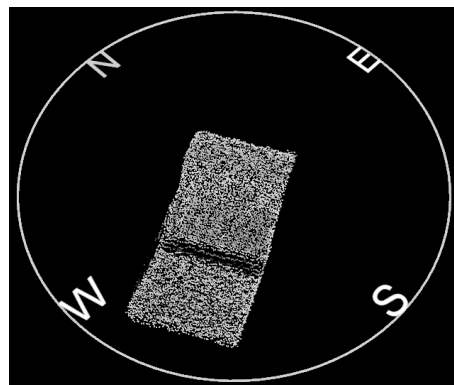
m; Tốc độ quét thẳng đứng lớn nhất: 5.820 vòng/ph hoặc 97Hz; Công suất laze: 20mW (Laser class 3R); Bước sóng laze: 1550nm.

- Máy tính trạm xử lý: Mã hiệu: Dell Precision 15 7000 Series (7510); CPU: 2.9 GHz up to 3.2 GHz; Ram: 16Gb; Ổ cứng: HDD 2Tb.

* Vận hành, xử lý dữ liệu

Tiến hành quét laser 3D thùng xe không tải mô hình xe CAT 777D để xây dựng cơ sở dữ liệu ban đầu phục vụ cho tính toán dung tích chất tải (hình 16).

Sau đó quét thùng xe có tải theo mô hình chất

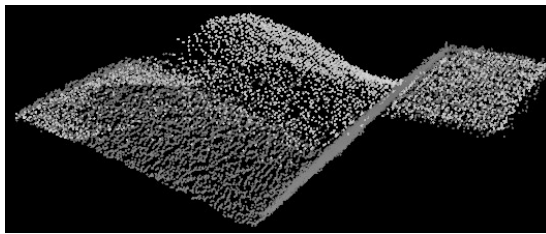


Hình 16. Dữ liệu đám mây điểm quét laser 3D mô hình thùng xe CAT 777D không tải

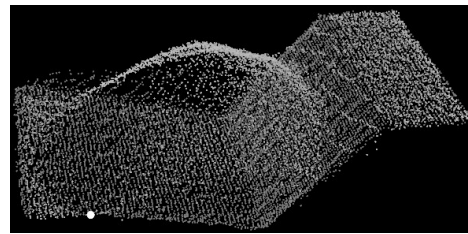
tải E của các loại vật liệu tương đương. Kết quả quét laser 3D thể hiện hình 17.

Từ dữ liệu quét thùng xe khi có tải và cơ sở dữ liệu thùng xe không tải. Qua phần mềm xử lý dữ liệu xác định dung tích đất đá trên thùng xe mô hình chất tải E cho các loại vật liệu tương đương và sai số giữa dung tích tính toán với dung tích thực tế đo trực tiếp qua cân khối lượng thể hiện bảng 6.

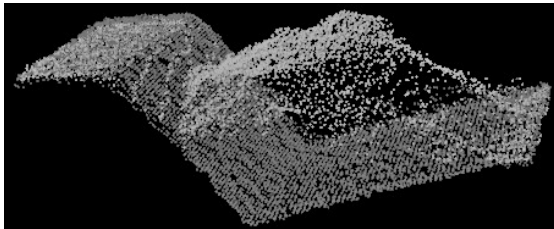
Qua bảng 6 cho thấy: giám sát mô hình chất tải bằng phương pháp quét laser 3D mặt đất có độ chính xác cao, tỷ lệ chênh lệch nhỏ hơn $\pm 1\%$ (từ $-0,24 \div +0,81\%$) so với dung tích đo đạc trực tiếp. Phương pháp giám sát mô hình chất tải bằng quét laser 3D mặt đất, ngoài sử dụng để cảnh báo khối



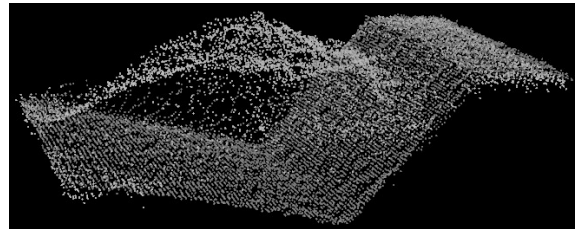
a) Mô hình SE



b) Mô hình DE



c) Mô hình PE-1



d) Mô hình PE-2

Hình 17. Dữ liệu đám mây điểm quét laser 3D mô hình chất tải E của xe CAT 777D cho các loại vật liệu tương đương

Bảng 6. Kết quả tính toán dung tích thùng xe bằng máy quét laser 3D và sai số giữa các phương pháp xác định dung tích đất đá trong thùng xe theo mô hình chất tải E

TT	Mô hình chất tải	Phương pháp xác định dung tích đất đá trong thùng xe		
		Quét laser 3D mặt đất, cm ³	Đo đạc trực tiếp, cm ³	Chênh lệch, %
1	SE	2.978	2.954	0,81
2	DE	3.750	3.759	-0,24
3	PE-1	3.305	3.315	-0,30
4	PE-2	3.302	3.318	-0,48

lượng chất tải trên thùng xe, còn đảm bảo tính chính xác để ứng dụng trong công tác thống kê khối lượng đất bốc vận tải bằng ô tô, phục vụ công tác quản lý sản lượng các mỏ than lộ thiên.

5. Kết luận

Dữ liệu thu thập được từ quá trình thực nghiệm trong phòng thí nghiệm phương pháp giám sát mô hình chất tải trên các ô tô vận chuyển đất đá tại các mỏ than lộ thiên thuộc TKV, cho thấy:

- Mô hình chất tải phù hợp là Mô hình chất tải E: Tải tập trung khu vực trọng tâm thùng xe, có độ lệch tâm tải trọng là nhỏ nhất, khối lượng chất tải đối với đất đá nổ mìn, đất đá bãi thải cũ trên thùng xe tương đương trọng tải thiết kế của xe. Dung tích chứa đất phủ Đệ tứ theo mô hình E lớn nhất. Thứ tự chất tải lên thùng xe đơn giản, dễ dàng thực hiện cho thợ lái máy xúc.

- Phương pháp giám sát mô hình chất tải công nghệ quét laser 3D mặt đất có tính chính xác cao, tỷ lệ chênh lệch nhỏ hơn $\pm 1\%$ (từ -0,24÷0,81%) so với dung tích đo đạc trực tiếp, và có thể ứng dụng trong công tác thống kê khối lượng đất bốc vận tải

bằng ô tô, phục vụ công tác quản lý sản lượng các mỏ than lộ thiên.

Kết quả thu được từ phòng thí nghiệm có độ tin cậy cao, đảm bảo cơ sở khoa học để triển khai thực nghiệm ngoài hiện trường phương pháp giám sát mô hình chất tải trên các ô tô vận chuyển đất đá hiện trường mỏ than lộ thiên.

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Caterpillar, 2010. *Cat Performance Handbook Edition 40*;
- [2]. Komatsu, 2013. *Specifications & Application Handbook Edition 31*;
- [3]. Joshua C. Henze, 2015. *Haul Truck Payload Modelling Using Strut Pressures*;
- [4]. Dương Trung Tâm, 2016. *Nghiên cứu độ ổn định, lựa chọn thông số, trình tự đổ thải, các giải pháp thoát nước và các công trình bảo vệ phù hợp với tình hình biến đổi khí hậu tại các bãi thải mỏ than lộ thiên thuộc TKV*;
- [5]. Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam, 2020. *Định mức lao động và năng suất một số thiết bị chủ yếu khai thác than lộ thiên*.



[6]. Công ty than Núi Béo – Vinacomin, 2019. Kết quả thành lập bản đồ cơ lý đá năm 2019 mỏ Núi Béo.

[7]. Quy định về mô hình chất tải đất đá cho các loại ô tô CAT 777D, HD 465-7, 7R tại các mỏ Đèo Nai, Cọc Sáu, Cao Sơn, Núi Béo.... thuộc TKV.

Research on the development of a monitoring method to the loading model on rock transporting trucks at open-cast coal mines of Vinacomin by an equivalent model in the laboratory

MSc. Le Ba Phuc, Eng. Do Van Trieu - Vinacomin – Institute of Mining Science and Technology
Abstract:

In order to monitor the implementation of the loading model of the excavator on trucks at the open-pit coal mines of Vinacomin to improve the utilization coefficient of mass and tonnage of the vehicle, and to optimize the performance of trucks, it is necessary to conduct the laboratory research on the truck body model, equivalent materials and the scanning method by 3D lazer on the ground. In order to complete the monitoring method to the loading model, as a basis for deploying the test results at the Coc Sau coal mine site and the wide application of the research results at the open-cast coal mines of Vinacomin.