

LỜI NÓI ĐẦU

Hiện nay ở nước ta, ngành xây dựng dân dụng và công nghiệp, xây dựng giao thông, xây dựng thủy lợi phát triển nhanh, mạnh cả về quy mô, tốc độ và chất lượng. Các công trình xây dựng ngày càng trở nên đa dạng và hiện đại. Việc thi công các công trình đòi hỏi phải sử dụng nhiều loại phương tiện thi công phù hợp.

Cuốn sách "Sổ tay chọn máy thi công" trình bày một số phương pháp cơ bản để chọn máy, liệt kê các thông số kỹ thuật cơ bản của máy (các thông số này lấy từ tài liệu kỹ thuật của máy), đưa ra chỉ tiêu năng suất của ca máy và mức tiêu hao nhiên liệu (phần tính toán này là của nhóm tác giả dựa vào chỉ tiêu của máy và các điều kiện thi công ở mức trung bình). Cuốn sách bao quát khá đầy đủ các loại máy từ những máy đã có từ lâu đến những máy mới và hiện đại nhất giúp cho độc giả dễ dàng so sánh các thông số kỹ thuật và chỉ tiêu kinh tế giữa các máy của các nước khác nhau để lựa chọn khi sử dụng cũng như khi lập dự án mua máy.

Hiện nay trên thế giới, công nghiệp chế tạo máy rất phát triển, có nhiều loại máy mới mà trong cuốn sách này chưa đề cập, việc biên soạn có thể còn thiếu sót, mong nhận được sự góp ý của bạn đọc. Tập thể tác giả chân thành cảm ơn Viện Kinh tế xây dựng, Phòng máy và Thiết bị công nghệ xây dựng Viện Kinh tế xây dựng đã đóng góp nhiều ý kiến cho cuốn sách.

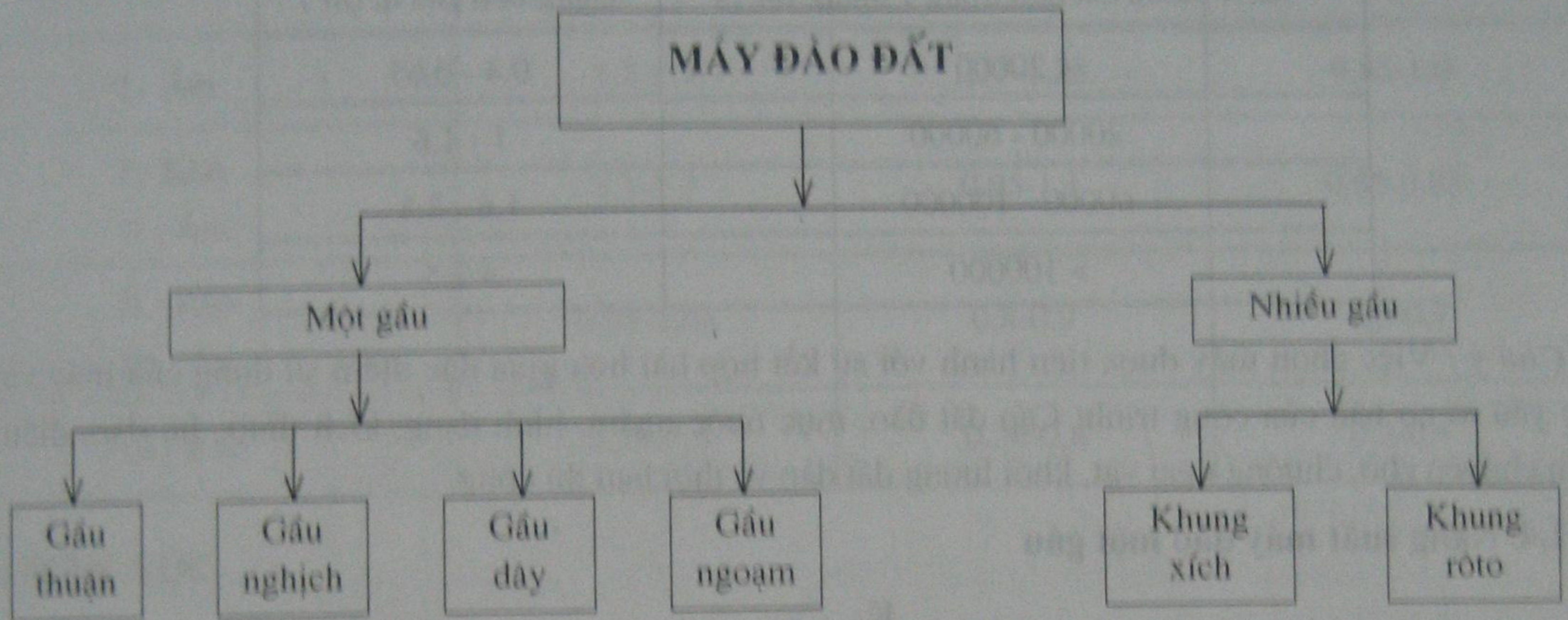
Chúng tôi sẽ tiếp tục hoàn thiện và bổ sung trong lần tái bản sau.

Tập thể tác giả

A- GIỚI THIỆU CHUNG

I. MÁY ĐÀO ĐẤT

I.1. Sơ đồ phân loại máy đào đất



I.2. Chọn máy đào đất

Bảng I.1: Chọn máy đào đất

Loại gầu	Dung tích gầu q (m ³) đối với cấp đất		Phạm vi sử dụng	Ưu, nhược điểm (so với loại khác có cùng dung tích gầu q)	
	I-II	III-IV		Ưu điểm	Nhược điểm
Gầu thuận	0,4-2,5	0,4-5	<ul style="list-style-type: none"> Hố đào có kích thước rộng, sâu, đáy hố cao hơn mực nước ngầm Khối lượng đất đào lớn, thời hạn thi công ngắn. Đất đào được đổ lên xe vận tải hoặc một phần nhỏ đổ tại miệng hố 	Năng suất cao do hệ số đẩy gầu lớn. Hiệu suất lớn do ổn định và có cơ cấu đẩy tay gầu.	Yêu cầu đất đào khô. Tốn công làm đường lên xuống cho máy và phương tiện vận tải.
Gầu nghịch	0,4-0,65	0,4-1,6	<ul style="list-style-type: none"> Hố đào có kích thước nông, hẹp, (hoặc rộng, nhưng khối lượng nhỏ hay khó tổ chức thi công bằng máy xúc gầu thuận). 	Đào được đất ướt, không phải làm đường xuống hố đào	Năng suất thấp hơn loại gầu thuận. Hố đào nông ≤ 5,5m.
Gầu dây	0,4-1,5	0,4-3	Đào các loại đất mềm, dưới nước ở khoảng với xa, sâu, rộng. Vết bùn ao, hồ, kênh mương... và đất của thành hố đào, sau khi đào bằng gầu thuận.	Bán kính hoạt động rộng. Đào được đất dưới sâu, dưới nước.	Yêu cầu mặt bằng rộng, không vướng khi quang gầu. Năng suất thấp do thời gian của một chu kỳ lớn.
Gầu ngoạm	0,3-1,5		<ul style="list-style-type: none"> Đào hố sâu, hẹp, thành hố thẳng đứng Bóc, dỡ, vật liệu hạt. Khai thác cát, khoáng sản 	Đào đất dưới sâu, đất ướt, ở nơi chật hẹp.	Năng suất thấp hơn các loại trên. Chỉ đào đất mềm cấp I-II, không làm đá to, cây cối, rễ, gốc cây.

1.3. Chọn dung tích gầu theo khối lượng đất đào

Công ty Hòa Chất Xây Dựng Phương Nam

Bảng I.2. Chọn dung tích gầu theo khối lượng đất đào

Khối lượng đất đào trong 1 tháng (m ³)	Dung tích gầu q, (m ³)
< 20000	0,4 - 0,65
20000 - 60000	1 - 1,6
60000 - 100000	1,6 - 2,5
> 100000	> 2,5

Chú ý : Việc chọn máy được tiến hành với sự kết hợp hài hoà giữa đặc điểm sử dụng của máy và các yếu tố cơ bản của công trình: Cấp đất đào, mực nước ngầm, hình dạng, kích thước hố đào, điều kiện chuyên chở, chương ngại vật, khối lượng đất đào và thời hạn thi công.

1.4. Năng suất máy đào một gầu

$$N = q \frac{K_d}{K_1} \cdot n_{ck} \cdot k_{tg}$$

trong đó :

N - năng suất máy đào một gầu (m³/giờ);

q - dung tích gầu, (m³);

K_d - hệ số đẩy gầu, phụ thuộc vào loại gầu, cấp và độ ẩm của đất;

K₁ - hệ số tơi của đất (K₁ = 1,1 - 1,4);

n_{ck} - số chu kỳ đào trong một giờ (3600 giây), n_{ck} = 3600/T_{ck};

T_{ck} = t_{ck} · K_{vt} · K_{quay} - thời gian của một chu kỳ, (s);

t_{ck} - thời gian của một chu kỳ, khi góc quay φ_q = 90°, đất đổ tại bãi, (s), (t_{ck} tra theo bảng "những thông số kỹ thuật của máy làm đất");

K_{vt} - hệ số phụ thuộc vào điều kiện đổ đất của máy đào:

$$K_{vt} = \begin{cases} 1 & \text{khi đổ tại bãi} \\ 1,1 & \text{khi đổ lên thùng xe} \end{cases}$$

K_{quay} - hệ số phụ thuộc vào góc φ_{quay} của cần với của máy đào (xem bảng I.3).

k_{tg} - hệ số sử dụng thời gian (k_{tg} = 0,7-0,8).

Bảng I.3. Hệ số K_{quay} theo góc quay (độ)

φ _{quay}	≤ 90°	110°	135°	150°
K _{quay}	1,0	1,1	1,2	1,3

Bảng I.4. Hệ số đất gầu - Tỷ lệ vận chuyển và độ ẩm của đất

Cấp đất, độ ẩm	Loại gầu - Trị số K_d		
	Gầu thuận và nghịch	Gầu dây	Gầu ngoàm
I - Ẩm	1,2-1,4	1,15-1,25	0,85-1,0
I - Khô II - Ẩm	1,1-1,2	0,95-1,1	0,65-0,85
II - Khô III - Ẩm	0,95-1,05	0,8-0,9	0,6-0,7
III - Khô	0,75-0,9	0,56-0,8	0,3-0,4

2. MÁY XÚC

2.1. Công dụng và phân loại

2.1.1. Công dụng

Máy xúc là một trong những loại máy chủ đạo trong công tác làm đất và xây dựng. Máy xúc chuyên làm nhiệm vụ khai thác đất và đổ vào phương tiện vận chuyển, hoặc tự đào và vận chuyển đất trong phạm vi cự ly ngắn.

Theo thống kê ở nhiều công trình xây dựng khối lượng đào do máy xúc đảm nhận chiếm tới 50% tổng khối lượng.

Máy xúc còn làm được rất nhiều việc khác ngoài công tác đào, xúc đất đá như trục cầu thiết bị và vật liệu nặng lên cao... Do vậy người ta thường thiết kế thêm các bộ công tác để nó có thể hoàn thành nhiều công việc tùy theo điều kiện thi công.

2.1.2. Phân loại

Căn cứ vào tính chất làm việc và số gầu người ta chia thành hai loại:

- Máy xúc một gầu (hoạt động theo chu kỳ);
- Máy xúc nhiều gầu (hoạt động liên tục).

Theo dung tích gầu xúc người ta chia ra các loại

- Máy xúc loại nhỏ: có dung tích gầu từ $0,15m^3$ đến $1m^3$;
- Máy xúc loại trung: có dung tích gầu từ $1,25m^3$ đến $4m^3$;
- Máy xúc loại lớn: có dung tích gầu trên $4m^3$.

Theo cấu tạo bộ di chuyển chia ra các loại:

- Máy xúc bánh xích;
- Máy xúc bánh lốp.

Theo cơ cấu điều khiển chia ra các loại:

- Máy xúc điều khiển cơ học;
- Máy xúc điều khiển thủy lực;
- Máy xúc điều khiển hỗn hợp.

2.2. Chọn loại máy xúc

Việc chọn loại máy xúc cho thi công cần phải dựa trên thiết kế quyết định năng suất thi công tốt hay không tốt, khi chọn máy xúc cần nắm vững tính năng kỹ thuật và điều kiện sử dụng máy xúc (khối lượng công tác, dạng công tác, loại đất, điều kiện chuyên chở, thời hạn thi công).

2.2.1. Máy xúc một gầu

Tuỳ theo địa hình thi công mà ta có các sơ đồ đào tương ứng và sử dụng máy xúc gầu thuận hay gầu nghịch.

a) Máy xúc gầu thuận

Máy xúc gầu thuận có các cách xúc như sau:

Xúc dọc đổ sang một bên khi đường trục di chuyển của máy xúc song song với đường di chuyển của xe vận tải, cách đào này đảm bảo xe đứng lấy đất và máy xúc làm việc không phải ngừng trệ. Đường di chuyển của ô tô và máy xúc có thể trên cùng một độ cao hoặc máy xúc đứng thấp hơn một chút, song cách xúc này chỉ áp dụng đối với khu vực tương đối dốc theo hướng chạy của xe vận tải hoặc khu vực là tầng, bậc.

Xúc ngang thường áp dụng khi khai thác đất đá ở núi, khai thác than lộ thiên. Với hình thức xúc này các phương tiện vận chuyển thường đứng lấy đất gần vuông góc với trục di chuyển của máy xúc.

b) Máy xúc gầu nghịch

Máy xúc gầu nghịch dùng để đào những hố móng, rãnh, mương... với khối lượng đào đất không lớn, tính chất công việc không phức tạp, loại đất không rắn lắm, dung tích gầu thường nhỏ. Máy xúc gầu nghịch tiện lợi và kinh tế khi đào và đổ đất sang hai bên hoặc một bên rãnh đào. Khi đào và đổ đất vào ô tô để chở đi xa ta có hai cách:

- Nếu chiều rộng hố đào không lớn (không vượt quá bán kính đào cho phép của máy xúc) ta có thể dùng hình thức đào ngang (hướng di chuyển của máy xúc song song với hố đào).

- Nếu chiều rộng hố đào lớn và thuận tiện để ô tô vào lấy đất cả hai phía ta có hình thức đào đối đỉnh (máy xúc vừa đào vừa lùi dọc theo hố đào).

c) Máy xúc gầu quăng

Máy xúc gầu quăng có bán kính làm việc tương đối lớn nên nó có thể trực tiếp đào rồi đổ đất vào nền đắp, hoặc đổ thành đống. Cách xúc này thích hợp với nạo vét bùn, khai thông sông, ngòi, mương rãnh. Nói chung thi công với đất mềm, ướt thì máy xúc gầu quăng có năng suất cao. Tuỳ theo địa hình thi công và điều kiện đất đai mà bố trí máy xúc làm việc theo các cách khác nhau.

Tính năng suất máy xúc

$$N = \frac{3600qK_d}{t_d k_1 k_{1g}}$$

trong đó :

N - năng suất của máy xúc làm việc ($m^3/giờ$);

q - dung tích gầu, (m^3);

K_d - hệ số làm đầy gầu (xem bảng 1.5);

k_{1g} - hệ số sử dụng thời gian thường lấy:

• Đối với máy xúc gầu thuận đổ vào ô tô $k_{1g} = 1,07$.

• Đối với máy xúc gầu quăng đổ vào ô tô $k_{1g} = 1,15$.

k_f - hệ số trôi của đất, (xem bảng 1.5);

t_{ck} - thời gian làm việc của một chu kỳ, (s).

2.2.2. Máy xúc nhiều gầu

Theo kết cấu của thiết bị công tác máy xúc nhiều gầu được phân ra hai nhóm chính:

- Máy xúc nhiều gầu hệ xích (gầu được gắn vào đai xích);
- Máy xúc nhiều gầu hệ roto (gầu được gắn vào vành roto).

Theo phương làm việc của thiết bị công tác với phương di chuyển của máy xúc người ta chia ra:

- Máy xúc dọc (phương làm việc của thiết bị trùng với phương di chuyển của máy);
- Máy xúc ngang (phương làm việc của thiết bị thường vuông góc với phương di chuyển của máy).

Theo dung tích gầu người ta phân ra các nhóm máy:

- Loại nhỏ (dung tích gầu từ 0,05 đến 0,1m³);
- Loại cỡ vừa (dung tích gầu từ 0,2 đến 0,45m³);
- Loại cỡ lớn (dung tích gầu từ 0,45 đến 4,5m³).

Theo công dụng chia ra các nhóm máy:

- Máy chuyên khai thác đất quặng.
- Máy chuyên đào đường hào, rãnh, mương...

So với máy xúc một gầu thì máy xúc nhiều gầu có những ưu điểm sau:

Do làm việc liên tục nên máy xúc nhiều gầu làm việc có năng suất cao, thường gấp từ 1,5 đến 2,5 lần so với năng suất của máy xúc một gầu khi chúng có cùng công suất. Ngoài ra máy xúc nhiều gầu còn có những ưu điểm khác như: cơ giới hoá toàn bộ công trình, hoàn thiện tầng đào, thi công theo tuyến, điều khiển dễ dàng và nhẹ hơn máy xúc một gầu...

Tuy nhiên máy xúc nhiều gầu có những nhược điểm so với máy xúc một gầu ở chỗ:

- Thiếu tính vạn năng.
- Giá thành chế tạo đắt.
- Công việc chăm sóc, bảo dưỡng kỹ thuật lớn...

Do đó sử dụng máy xúc nhiều gầu chỉ có hiệu quả kinh tế ở những công việc được định hình hoá và chuyên môn hoá cao với khối lượng công việc lớn và tập trung.

a) Máy xúc nhiều gầu hệ xích

Máy xúc nhiều gầu hệ xích được sử dụng khi khoang đào (rãnh đào) đã được chuẩn bị sẵn. Điều khiển máy đến vị trí làm việc. Hạ thiết bị công tác đào đất vào vị trí rãnh đào. Cơ cấu dẫn động xích làm việc đồng thời với máy di chuyển. Gầu tiến hành cắt đất và tích đất vào gầu. Khi gầu chuyển động với đai xích vòng qua đĩa xích chủ động thì đất được xả ra qua bụng gầu, rơi vào máng, vào băng tải và đưa ra ngoài.

Khi chưa có rãnh đào máy dừng tại chỗ, vừa đào vừa hạ bộ công tác. Khi đạt đến độ sâu yêu cầu thì hãm cơ cấu nâng hạ thiết bị, và bắt đầu cho máy di chuyển. Đến đây ta lại thao tác như trường hợp trên.

b) Máy xúc nhiều gầu hệ roto

Cũng tương tự như máy xúc nhiều gầu hệ xích. Để tiến hành nhanh chóng và thuận lợi, việc chuẩn bị khoang đào ngay từ đầu cho máy xúc làm việc rất có ý nghĩa để nâng cao năng suất và giảm thời gian đáng kể cho máy xúc nhiều gầu. Chính vì vậy người ta cố tạo khoang đào (rãnh đào) ban đầu trước khi đưa máy đến làm việc.

Máy xúc nhiều gầu kiểu rotor được sử dụng để khai thác khoáng sản ở mỏ lộ thiên, với khối lượng đào đắp lớn, có kết cấu thiết bị băng tải chuyển đất, khoáng sản đến phương tiện vận chuyển như ô tô, xe gòong

c) *Tính năng suất máy xúc nhiều gầu: (m³/giờ)*

$$N = \frac{60qnK_d k_{tg}}{1000k_t}$$

trong đó:

N - năng suất máy xúc nhiều gầu (m³/giờ);

q - dung tích hình học của gầu (lít);

n - số gầu xả đất trong một phút;

K_d - hệ số đầy gầu;

k_t - hệ số tơi xốp của đất;

k_{tg} - hệ số sử dụng thời gian.

Bảng I.5. Hệ số đầy gầu và hệ số tơi của đất

Loại đất đá	Hệ số tơi k _t	Hệ số đầy gầu K _d			
		Gầu giữa và gầu sắp	Gầu quăng	Gầu bào	Gầu ngoạm
I - Cát, á sét	1,08-1,17	0,95-1,05	0,80-0,90	0,65-0,75	0,70-0,80
Đất canh tác, than bùn	1,20-1,30	1,15-1,25	1,10-1,20	0,85-0,95	0,80-0,90
II - Á sét vàng, hoàng thổ ẩm - Sỏi kích cỡ tới 15mm	1,14-1,28	1,20-1,40	1,15-1,25	1,00-1,10	0,90-1,00
III - Sét béo, á sét nặng	1,24-1,2	1,10-1,20	0,95-1,05	0,85-0,90	0,60-0,70
IV - Sét khô, á sét lẫn sỏi - Hoàng thổ khô	1,26-1,32 1,33-1,37	0,95-1,10	0,90-1,00	0,85-1,00	0,60-0,70
V - Đất đới khô cứng	1,30-1,45	0,95-1,10	0,90-1,00	0,85-1,00	0,60-0,70
VI - Đất đới núi nổ mìn	1,40-1,50	0,80-0,90	0,60-0,80	0,40-0,80	0,40-0,50

2.2.3. Máy xúc lật

Máy xúc lật là một loại máy tự hành có tính vạn năng. Ở đây chỉ giới thiệu một số đặc điểm cơ bản nhất của các loại máy xúc lật của các hãng Caterpillar, Komatsu, Volvo Kawasaki chế tạo.

a) *Máy xúc lật bánh lốp*

- Sử dụng động cơ diesel, chế độ làm việc nặng;
- Cabin tiện nghi, có tầm quan sát tốt, có cơ cấu điều khiển gầu và nâng tự động;
- Vô lăng và chỗ ngồi giảm chấn có thể điều chỉnh được, bốn bánh có phanh đĩa ngâm kín trong dầu;
- Truyền động biến mô tự động cho phép người lái có thể lựa chọn chế độ điều khiển bằng tay hoặc tự động;
- Kiểm soát các chức năng làm việc của máy bằng máy tính, hiển thị báo khi phanh bị mòn quá, có cơ cấu hành trình giới hạn trước;

- Hệ thống giảm chấn điều khiển lái tự động, người lái có thể chọn các chế độ đóng, mở hoặc tự động;

- Có hệ thống kiểm soát tải trọng.

b) Máy xúc lật có bộ chuyển xích

- Tính đa năng cao, có thể đào, chất tải, ủi, san, gạt, lấp hố móng với mọi điều kiện đất nền, kể cả trường hợp máy xúc lật bánh lốp không hoạt động được;

- Cabin êm đảm bảo môi trường làm việc cho người lái;

- Xích bôi trơn kín làm giảm mức mài mòn và chi phí bảo dưỡng;

- Thanh nối kín làm kéo dài chu kỳ bôi trơn và giảm thời gian bảo dưỡng;

- Điều khiển gầu tự động, cho phép nâng gầu tới chiều cao đổ lật đặt trước và quay về với góc đào đặt trước, làm giảm thời gian chu kỳ làm việc;

- Các gầu có công dụng chung và đa tác dụng, cơ cấu thay gầu nhanh và nhiều thiết bị công tác khác làm tăng tính đa năng của máy.

Đối với máy 933C và 939C: Truyền động thủy lực tĩnh cho phép thay đổi tốc độ vô cấp, gia tốc nhanh, phanh thủy động thủy tĩnh, khả năng hoạt động và điều khiển tối ưu.

Đối với máy 953C và 973C: Động cơ đặt ở phía sau tạo ra sự ổn định tự nhiên như một đối trọng, tầm quan sát tốt và tỷ lệ trọng lượng/công suất hợp lý; Truyền động thủy lực thủy tĩnh, điều khiển điện tử cho phép điều khiển hai dải xích độc lập. Quay vòng nhanh, tốc độ thay đổi vô cấp hai chiều, gia tốc nhanh, cơ động và năng suất cao.

Bơm và mô tơ thủy lực có dung tích làm việc thay đổi, làm việc có hiệu quả cao và điều khiển dễ dàng.

Thanh nối chữ Z làm tăng lực đào, ít điểm bơm mỡ hơn và tốc độ đổ nhanh hơn.

3. MÁY SAN ĐẤT

3.1. Đặc điểm chung của máy san

Máy san là một công cụ đa năng trong các loại máy làm đất, nó có thể dùng cho các công việc sau:

- Xây dựng đường giao thông, sân bay, đê, đập, bảo dưỡng đường, vận chuyển;
- Xây dựng và làm sạch kênh mương, gạt tuyết;
- Làm đất xây dựng các khu dân cư, thương mại, công nghiệp, các hệ thống cấp và thoát nước, làm việc trên các bãi thải, xây dựng đường ống, xây dựng đường lâm nghiệp.

Dưới đây là đặc điểm kỹ thuật chủ yếu của các máy san đại diện cho thế hệ cũ và hiện đại do Caterpillar sản xuất và đã sử dụng ở nước ta:

- Máy san được thiết kế phù hợp với các điều kiện địa hình, địa lý khác nhau. Có các kiểu khác nhau để lựa chọn cho phù hợp. Tất cả các máy san đều được lắp động cơ, có các bộ phận truyền lực, hệ thống thủy lực và kết cấu hiện đại. Ví dụ loại máy 24H được thiết kế để đáp ứng các yêu cầu năng suất và độ bền cao của công tác khai thác mỏ;

- Các máy tân tiến hiện đại có các bộ phận cấu thành phù hợp đảm bảo yêu cầu năng suất và hiệu quả làm việc cao;

- Có nhiều loại máy có công suất thay đổi tạo ra công suất cao hơn ở các tay số cao, làm tăng năng suất và khả năng leo dốc khi di chuyển... ở các tay số thấp khi mà lực kéo bám bị giới hạn, công suất động cơ tự động giảm xuống để tiết kiệm nhiên liệu và hạn chế hiện tượng trượt lốp. Một số máy san có cơ cấu tự động sang số. Loại máy 24H được trang bị biến mô khoá ly hợp cho phép máy có thể hoạt động dẫn động trực tiếp ở các tốc độ thứ cấp cao;

- Cơ cấu định vị lưỡi san phù hợp với các trường hợp tạo mái dốc bờ kênh, cắt rãnh, làm sạch kênh mương. Giá lưỡi san đưa dọc theo bánh xe cho phép vật liệu lăn tự do, giảm yêu cầu công suất máy;

- Phanh nhiều đĩa ngâm trong dầu không cần điều chỉnh chế độ làm việc, rất tin cậy và bền;

- Cabin được thiết kế đảm bảo cho người lái có tầm quan sát tốt khi vận hành máy;

- Các tay điều khiển mô tơ thuỷ lực vận hành êm và có phản ứng phù hợp khi dịch chuyển tay điều khiển;

- Hệ thống thuỷ lực cảm biến tải trọng, cung cấp công suất thuỷ lực theo yêu cầu, tiêu thụ công suất khi cần thiết. Các van điều khiển có cơ cấu khoá, duy trì vị trí xi lanh chính xác;

- Các máy san hiện nay được thiết kế an toàn cho cả người lái lẫn người làm việc xung quanh. Máy được trang bị các kết cấu chống lật (ROPS), kết cấu chống vật rơi (FOPS). Máy được trang bị hệ thống đèn báo và phanh hãm hiện đại;

- Cabin được thiết kế đảm bảo tầm quan sát tốt. Mức ồn trong ca bin giảm tối thiểu từ 75-80dBA, cần điều khiển nhẹ nhàng giúp người lái hoạt động suốt ca làm việc không cảm thấy mệt mỏi.

3.2. Chọn máy san đất

Thường kết hợp xem xét tính chất công việc, khối lượng, và loại đất với phạm vi sử dụng của máy san để chọn ra loại máy san phù hợp. Máy san được sử dụng :

- Thay máy ủi, khi khối lượng san lớn và yêu cầu độ phẳng cao (san nền công trình, nền đường, sân bay, sân vận động...);

- San sườn dốc $i \leq 300$; $- 0,7 \leq h \leq 0,6m$; $L_{lv} \leq 30m$;

- Đắp đê, đường cao dưới 0,6m ($h \leq 0,6m$);

- Đào đất cấp I-III lẫn đá ($\Phi \leq 150m$), $L_{lv} = 200m$.

Bảng I.6. Tính năng suất của ca máy theo phân loại máy và đất

Loại máy san	Trọng lượng (tấn)	Nhẹ ≤ 9	Trung 9-13	Nặng 13-19
	Chiều rộng ben (m)	2,5-3,0	3,0-3,5	3,5-4,5
Đặc điểm sử dụng	Diện tích lớp đất cắt tiêu chuẩn, m ²			
	Đất cấp I	0,08	0,09	0,12
	Đất cấp II tơi xốp	0,06	0,08	0,11
	Đất cấp III chặt	0,04	0,07	0,09
Năng suất san tính toán, m ² /ca (vận chuyển 5m, $L_{lv} = 10m$)	Đất cấp IV tơi xốp	0,03	0,05	0,07
	Đất cấp I	3600	4150	4700
	Đất cấp II	3000	3600	4100
Năng suất đào tính toán, m ³ /ca (vận chuyển 5m, $L_{lv} = 10m$)	Đất cấp III	2800	3100	3500
	Đất cấp I	150	200	364
	Đất cấp II	120	170	320
	Đất cấp III	100	148	286

3.3. Tính năng suất máy san đất

3.3.1. Năng suất đào - chuyển đất

$$N = \frac{K_{\text{đốc}}}{K_{\text{tơi}}} n_{\text{ck}} k_{\text{tg}} V_b$$

trong đó :

N - năng suất máy đào (m^3/h);

V_b - thể tích khối đất trước lưỡi san khi bắt đầu vận chuyển (m^3). $V_b = B.h^2/(2\text{tg}P_d)$;

với B - chiều dài lưỡi san; h - chiều cao lưỡi san; P_d - góc nội ma sát của đất ở trạng thái động (độ); $\left(P_{\text{động}} = \frac{2}{3} P_{\text{tĩnh}} \right)$ (xem bảng I.5);

$K_{\text{đốc}}$ - hệ số ảnh hưởng độ dốc (xem bảng I.5);

$K_{\text{tơi}}$ - hệ số tơi của đất (xem bảng I.5);

n_{ck} - số chu kỳ san đất trong 1 giờ và $n_{\text{ck}} = \frac{3600}{t_{\text{ck}}}$ với t_{ck} - thời gian của 1 chu kỳ san đất (s);

k_{tg} - hệ số sử dụng thời gian.

3.3.2. Năng suất san đất

Máy san được dùng trong nhiều công việc khác nhau, trong nhiều ngành khác nhau. Vì vậy có nhiều cách để xác định năng suất làm việc của máy san. Việc tính toán năng suất san của máy san phải căn cứ vào chiều dài hiệu quả của lưỡi san.

$$N_s = \frac{1000}{S_s} (B - b) v k_{\text{tg}}$$

trong đó : đổi đơn vị $1\text{km} = 1000\text{m}$.

N_s - năng suất san đất;

S_s - số lần san trên một lối;

B - chiều dài hiệu quả lưỡi san, (m);

b - khoảng trùng nhau giữa hai lối san lân cận ($b = 0,1 - 0,3 \text{ m}$);

k_{tg} - hệ số sử dụng thời gian ($k_{\text{tg}} = 0,7 - 0,8$);

v - vận tốc trung bình của máy khi san đất, km/h : ($v = 2,5 - 3,5 \text{ km/h}$);

$$v = \frac{2L}{t_{\text{ck}}}$$

L - chiều dài lối san;

t_{ck} - thời gian của một chu kỳ san có thể tính như sau:

$$t_{\text{ck}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6$$

trong đó:

t_1 - thời gian di chuyển có tải máy san, (m);

t_2 - thời gian quay về của máy san, (s);

t_3, t_4 - thời gian nâng hạ lưỡi san, (s);

t_5, t_6 - thời gian đổi số và quay vòng ở cuối hành trình san, (s).

Bảng 1.7. Tốc độ làm việc phổ biến của máy san trong một số công việc

Nội dung công việc	Tốc độ làm việc (km/h)
Hoàn thiện mái dốc	0 - 4
Bạt mái nặng nhọc	0 - 9
Sửa mương máng	0 - 5
Xới	0 - 5
Bảo dưỡng đường	5 - 16
Cày tuyết	7 - 2
Gạt tuyết	15 - 28

Chiều dài hiệu quả của lưỡi san (B)

Vì lưỡi san luôn đặt chéo khi di chuyển vật liệu, nên khi tính đến chiều dài hiệu quả của lưỡi phải kể đến góc đặt lưỡi. Đây là chiều rộng thực tế của vật liệu được quét bởi lưỡi san.

Bảng 1.8a. Chiều dài hiệu quả của lưỡi san

Chiều dài lưỡi san (m)	Chiều dài lưỡi san hiệu quả, ở góc đặt lưỡi 30° (m)	Chiều dài lưỡi san hiệu quả, ở góc đặt lưỡi 45° (m)
3,658	3,17	2,59
3,962	3,43	2,8
4,267	3,7	3,02
4,877	4,22	3,45
7,315	6,33	5,17

Hệ số hiệu quả làm việc thay đổi theo điều kiện làm việc, tay nghề công nhân vận hành... Thông thường hệ số này từ 0,7 đến 0,85 nhưng cần xác định giá trị đúng nhất theo điều kiện làm việc thực tế.

Bảng 1.8b. Mức tiêu hao nhiên liệu của một số loại máy Caterpillar (tham khảo)

Loại máy	Chế độ làm việc có tải trọng nhẹ (lít)	Chế độ làm việc có tải trọng trung bình (lít)	Chế độ làm việc có tải trọng nặng (lít)
120H	23 - 26	30	42-47
135H	27 - 32	38	49 - 57
12H	45 - 51	64	85 - 89
140H	40 - 45	53	72 - 78