

## MÁY LÀM ĐẤT

---

### § 4.1. ĐẶC ĐIỂM CHUNG CỦA QUÁ TRÌNH LÀM VIỆC VÀ PHÂN LOẠI MÁY LÀM ĐẤT

Công tác làm đất là một thành phần của phần lớn các công trình xây dựng dân dụng và công nghiệp, công trình giao thông, thủy lợi, thủy điện, sân bay, bến cảng ... Đó là một trong những công việc nặng nhọc và có khối lượng lớn : 1 m<sup>3</sup> công trình công nghiệp thường phải có 1,5 - 2 m<sup>3</sup> công làm đất hay 1 m<sup>3</sup> công trình dân dụng có 0,5 m<sup>3</sup> công làm đất. Trong các công trình đó, đất là đối tượng gia công với những phương pháp và mục đích rất khác nhau, nhưng xét cho kỹ, ta có thể thu gọn trong các khâu sau : đào, vận chuyển, đắp, san bằng và đầm lèn.

Đào phá đất hay nói cụ thể hơn là việc tách khỏi khối đất nguyên thổ là một nguyên công chủ yếu của quá trình gia công đất. Gần 80% khối lượng đào và đào chuyển đất được thực hiện bằng phương pháp cơ học ; có nghĩa là đất được tách ra khỏi khối đất nhờ tác động trực tiếp của bộ phận công tác của máy làm đất với đất. Mức tiêu hao năng lượng cho một 1 m<sup>3</sup> đất gia công bằng phương pháp này từ 0,05 đến 0,6 kW.h. Trong khi đó năng lượng dùng gia công 1 m<sup>3</sup> đất bằng phương pháp thủy lực (chiếm gần 12% khối lượng đào phá) cao hơn, từ 0,15 đến 5 kW.h, có khi còn cao hơn đối với loại đất nặng. Đối với đất nặng và đất đồi núi có thể gia công phương pháp nổ mìn (chiếm từ 1 đến 4% khối lượng đào phá), tuy tốn kém hơn nhưng cho phép rút ngắn thời gian thi công.

Phần lớn bộ công tác của máy làm đất vừa làm nhiệm vụ đào phá đất vừa làm nhiệm vụ di chuyển đất. Việc san và đầm lèn đất để giảm thể tích và tăng khối lượng riêng (tỷ trọng) của đất thường sử dụng máy chuyên dùng và một phần có thể nhờ chính trọng lượng bản thân máy đào chuyển đất trong quá trình làm việc.

Người ta có thể phân loại máy làm đất theo chế độ làm việc (liên tục hay theo chu kỳ), theo mức độ cơ động tức là chúng có thể tự hành, kéo theo hay nửa kéo theo nhưng chủ yếu thường phân loại theo công dụng của chúng.

Trong xây dựng thường sử dụng các loại máy làm đất sau :

- Máy đào đất : có một gầu hay nhiều gầu dùng để đào xúc đất rồi đổ vào phương tiện vận chuyển vận chuyển đi hoặc đổ thành đống.

- Máy đào chuyển đất : là những máy đào đất rồi gom lại thành đống hay chuyển đi và san ra thành từng lớp.

- Máy đầm đất dùng để lèn chặt đất.

- Thiết bị gia công đất bằng phương pháp thủy lực : dùng dòng nước có áp suất cao để làm xói lở đất, dùng bơm để hút đất lẫn nước đẩy vào đường ống và chuyển đến nơi đổ.

- Máy làm công tác chuẩn bị : máy xới tơi đất, máy dọn bằng, máy nhổ rễ cây ...

## § 4.2. TÍNH CHẤT CỦA ĐẤT VÀ TÁC ĐỘNG TƯƠNG HỒ CỦA CHÚNG VỚI BỘ PHẬN CÔNG TÁC CỦA MÁY

Tính chất vật lý, cơ học, thành phần cấp phối (độ hạt) của đất có ảnh hưởng lớn đến quá trình làm việc của máy làm đất.

1. *Khối lượng riêng của đất  $\gamma$*  : ảnh hưởng lớn đến quá trình làm việc của máy như tăng lực cản ma sát, có giá trị nằm trong khoảng 1,5 - 2,0 t/m<sup>3</sup>.

2. *Thành phần cấp phối* : là tỷ lệ các hạt trong đất có kích cỡ khác nhau tính theo khối lượng, xác định bằng phần trăm (từ 0,005 đến 40 mm).

3. *Độ ẩm* : là lượng nước chứa trong đất tính theo phần trăm của trọng lượng, cân trước và sau khi sấy khô mẫu đất. Độ ẩm ảnh hưởng đáng kể đến lực cản cát đất.

4. *Khả năng thấm nước* : là khả năng để nước thấm qua nền đất, phụ thuộc vào kích thước các hạt cấu thành nền đất.

5. *Tính dẻo* : là khả năng giữ lại sự biến dạng do ngoại lực tác dụng và sau khi thôi tác dụng. Nếu độ ẩm trong đất dẻo tăng lên thì đất không chỉ biến dạng mà còn xuất hiện trạng thái trượt.

6. **Độ dính** : tức khả năng chống đỡ sự phân hạt đất dưới tác dụng ngoại lực. Đất có độ dính kết cao nhất là đất sét, ngược lại là cát khô.

7. **Độ tơi** : là độ tăng thể tích của khối đất sau khi bị đào xới. Độ tơi được xác định bằng hệ số  $k_t$ , là tỷ số thể tích khối đất  $V_1$  sau khi bị đào xới với thể tích trước khi bị đào xới  $V_0$  :

$$k_t = V_1/V_0 ; k_t \text{ của đất nhẹ} = 1,2 ;$$

$$k_t \text{ của đất vừa} = 1,3 ; k_t \text{ của đất chặt} = 1,75.$$

8. **Ma sát** : được đặc trưng bằng hệ số ma sát. Ma sát trong là ma sát giữa các phân tử của đất khi có sự dịch chuyển tương đối với nhau (hệ số ma sát giữa đất và đất) và ma sát giữa đất với các vật thể khác như kim loại của bộ công tác.

Hệ số ma sát trong  $\mu$  của đất nhẹ là 0,9 ; đất vừa là 0,5 và đất chặt là 0,3.

9. **Độ lún** : xuất hiện khi bề mặt tỳ của máy trên nền đất thấp hơn xung quanh.

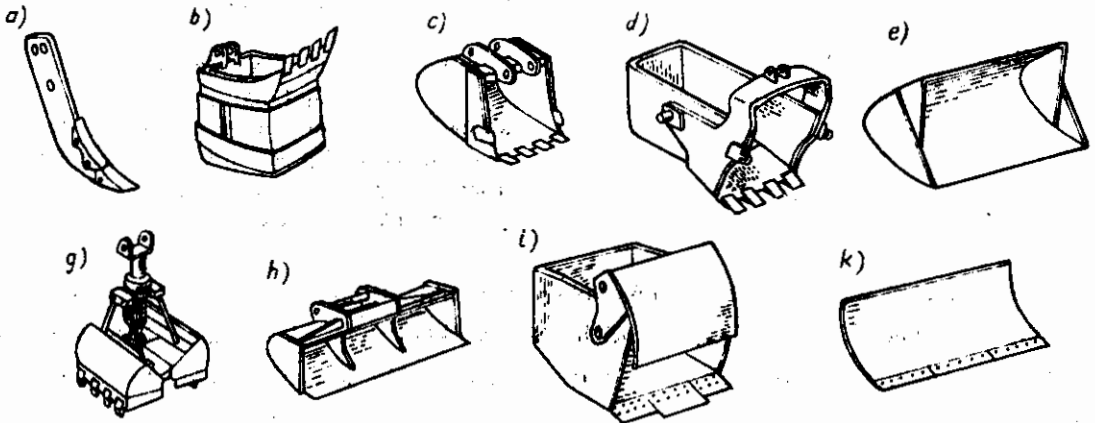
Máy làm đất thường dùng để gia công các loại đất cấp I - IV ; đối với cấp đất cao hơn thường phải nổ mìn hoặc làm tơi trước.

Sự tác động tương hỗ giữa bộ công tác và đất khi máy làm việc là một quá trình phức tạp. Chúng ta cần phân biệt hai khái niệm khác nhau :

- **Đào đất thuận tụy**, tức là đất được tách ra dưới tác dụng của bộ công tác giống như ta dùng chiếc cuốc, thương, mai, như lưỡi xới của máy xới ... (h.4.1a).

- **Đào đất và tích lại** khi đất bị tách ra dưới tác dụng của bộ công tác như gầu của máy đào (h.4.1a,b,c), lưỡi ủi của máy ủi ... (h.4.1k).

Kết cấu của bộ công tác của các loại máy đào và máy đào chuyển đất có dạng gầu (máy đào, máy cạp) hay dạng lưỡi gạt (máy ủi, máy san). Bộ công tác



Hình 4.1. Những dạng cơ bản của bộ công tác của máy làm đất :  
 a) Lưỡi xới ; b) Gầu ngựa ; c) Gầu sấp ; d) Gầu quảng ; e) Gầu xúc ;  
 g) Gầu ngoạm ; h) Gầu san ; i) Thùng cạp ; k) Lưỡi ủi

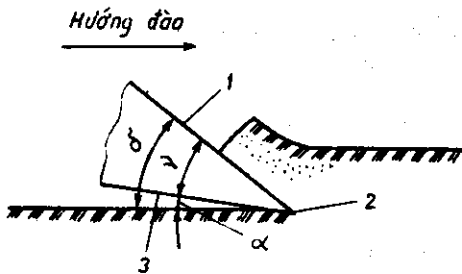
có dạng gầu là một khoang chứa với lưới cắt cơ răng (h.1.4b,c,d,g) hoặc không có răng (h.1.4e,h,i,k).

Gầu không có răng thường dùng để gia công cát và cát pha, còn gầu có răng chủ yếu dùng để gia công các loại đất chặt. Khi làm việc gầu được di chuyển sao cho lưới cắt hoặc răng gầu ăn vào khối đất và tách phoi đất ra. Đất tách ra được dồn vào gầu và chuyển tới nơi đổ. Bộ công tác có dạng lưới gạt có gắn dao cắt ở dưới (h.4.1k) được gọi là *lưới cắt*. Để phá vỡ đất chặt đôi khi còn gắn thêm cả răng phụ ở lưới cắt.

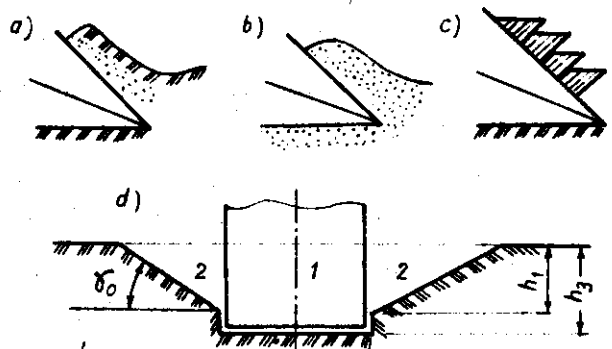
Phần cắt của bộ công tác của máy làm đất có dạng hình cái nêm (h.4.2), có giới hạn bởi mặt trước 1 và mặt sau 3. Đường giao tiếp của hai mặt này gọi là *mép cắt* 2. Các thông số của lưới cắt là góc sắc (góc nhọn)  $\nu$ , góc cắt  $\delta$  và góc sau  $\alpha$ . Lực cản cắt đào đất phụ thuộc nhiều vào các góc này.

*Lực cản cắt và đào đất* là tính chất cơ học quan trọng nhất, có ảnh hưởng quyết định đến năng suất làm việc của máy làm đất. Chúng ta cần phân biệt :

- *lực cản đào đất* : bao gồm các lực cản cắt đất và các lực cản khác do khối đất tích lũy trước lưới xát gây ra ;
- *lực cản cắt đất* : chỉ bao gồm lực cản khi tách đất ra thành *phoi đất*.



Hình 4.2. Các thông số hình học của lưới cắt.



Hình 4.3. Hình dạng đặc trưng của phoi đất :

- a) Khi gia công đất dẻo ; b) Đất tơi ; c) Đất bền chắc như bị đập vỡ ; d) Vật cát dạng hình thang ; 1 vùng chịu lực cắt trước răng ; 2 vùng bị phá vỡ do cạnh răng gây ra.

Hình dạng và kích thước của phoi đất phụ thuộc vào loại đất gia công (h.4.3a,b,c). Theo I.A Vetrov, việc tách đất ra khỏi khối đất, tạo thành vật cát dạng hình thang ở trước mỗi răng cắt (h.4.3d) : đáy lớn nằm trên bề mặt nền đất.

Trên thực tế có thể coi các cạnh bên của vật cát là đường thẳng nghiêng một góc  $\gamma_0$  so với mặt phẳng cắt.

Vùng đất bị phá vỡ do cạnh răng gây ra bắt đầu từ độ sâu :

$$h_1 = k_s \cdot h_3$$

$h_3$  - độ sâu của răng ngập trong đất ;

$k_s$  - hệ số độ sâu của vùng bị phá vỡ do cạnh răng gây ra.

Góc  $\gamma_0$  đối với nhiều loại đất là  $30^\circ$  và  $k_s = 0,85 + 0,90$ .

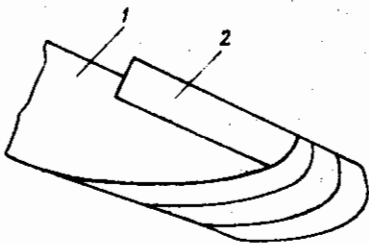
Trong quá trình cắt đất, đất được tách ra khỏi khối đất dưới dạng phoi, có trạng thái ứng suất phức tạp. Phần trước răng (phần 1 hình 4.3d) chủ yếu là trượt và nén. Ở cạnh nghiêng bên (phần 2 hình 4.3d) là tách và trượt ; ở hai bên cạnh răng là cắt. Trong quá trình khai thác bộ công tác của máy làm đất (răng gấu, dao cắt của lưỡi ủi ...) do tác động với đất sẽ bị mòn nên mép cắt bị vẽ tròn sinh ra các lực cản phụ, làm tăng lực cản đào (có khi tới 1,5 lần so với khi còn sắc). Vì vậy để tăng tính chống mài mòn của bộ công tác, các mặt trước của răng gấu hay lưỡi cắt thường hàn đắp một lớp chống mòn hay gắn các tấm hợp kim gốm cứng (phần 2 hình 4.4). Lớp chống mòn này có tác dụng tự làm sắc cho mép cắt khi nó bị tù đi.

Khi đào đất, bộ công tác tác động vào đất một lực  $P$  (h.4.5) để thắng lực cản đào của đất  $P_0$ . Theo N.G. Đombrowski lực cản đào  $P_0$  là tổng hai thành phần  $P_{01}$  và  $P_{02}$ . Lực cản tiếp tuyến  $P_{01}$  bao gồm lực cản cắt đất, lực cản di chuyển khối đất trước gấu, lực cản khi đất di chuyển vào trong gấu và lực cản ma sát của gấu xúc với khối đất ở cuối giai đoạn đào. Trị số  $P_{01}$  có thể tính theo công thức :

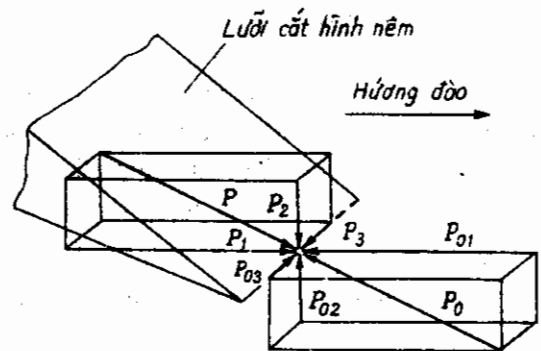
$$P_{01} = k_1 \cdot c \cdot b \cdot N$$

trong đó :  $k_1$  - lực cản riêng khi đào một loại đất, MPa, xác định bằng thực nghiệm phụ thuộc tính cơ lý của đất, cấu tạo, kích thước của bộ công tác và các yếu tố khác (bảng 4.1) ;

$b$  và  $c$  - chiều rộng và chiều dày phoi đất, m.



Hình 4.4. Sơ đồ tự làm sắc của lưỡi cắt.



Hình 4.5. Sơ đồ lực tác động tương hỗ của bộ công tác và đất.

Lực cản đào pháp tuyến  $P_{02}$  xác định gần đúng theo lực cản đào tiếp tuyến :

$$P_{02} = \psi P_{01}$$

$\psi$  - hệ số phụ thuộc vào chế độ cắt, góc đào và độ sắc của răng hay lưỡi cắt ; thường  $\psi = 0,1 + 0,45$ .

Trị số lớn thường lấy đối với mép cắt bị mòn và phoi cắt mỏng. Thành phần thứ ba  $P_{03}$  chỉ xuất hiện khi đào đất không đồng nhất (lấn đá chẳng hạn) hay khi cắt nghiêng.

**Bảng 4.1.** Hệ số cản cắt và đào các máy làm việc ở các loại đất khác nhau

Cấp đất	Tên đất	Hệ số cản cắt $k$ , MPa	Hệ số cản đào $k_1$ , MPa				
			máy đào một gầu		máy đào nhiều gầu		
			thuận	gầu đầy	xích đào ngang	rôto	đào hào
I	Than bùn, đất canh tác, cát, á cát, sét pha nhẹ	0,012-0,065	0,018-0,08	0,03-0,12	0,05,0,18	0,04,0,13	0,07-0,23
II	Á sét màu vàng, hoàng thổ ẩm và tơi	0,058-0,13	0,07-0,18	0,12-0,25	0,15,0,30	0,12-0,25	0,21-0,40
III	Sét mỡ, á sét chặt, hoàng thổ ẩm tự nhiên	0,12-0,20	0,16-0,28	0,22-0,40	0,24,0,45	0,20-0,38	0,38-0,60
IV	Sét khô, chặt, á sét lẫn sỏi, hoàng thổ, mecghen mềm	0,18-0,30	0,22-0,40	0,28-0,49	0,37-0,65	0,30-0,55	0,65,0,80
V	Mecghen cứng, đất đồi núi khô cứng	0,28-0,50	0,33-0,65	0,4,0,75	0,58-0,85	0,52-0,70	0,8-1,2

### § 4.3. MÁY ĐÀO MỘT GẦU

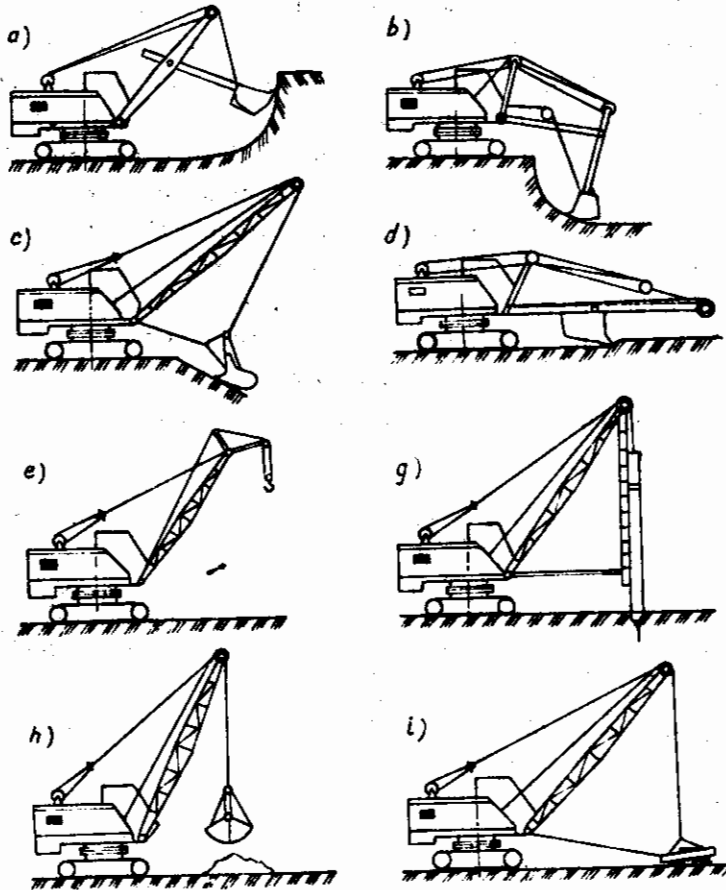
Máy đào một gầu là một trong những loại máy chủ đạo trong công tác làm đất nói riêng và trong công tác xây dựng nói chung. Máy đào thường làm nhiệm vụ khai thác đất và đổ vào phương tiện vận chuyển, hoặc chúng tự đào và vận chuyển đất trong phạm vi cự ly ngắn như đào đắp kênh mương. Nó đảm nhiệm 50 - 70% khối lượng công tác đào xúc đất. Trong các công trình xây dựng đường, đê đập, thủy điện, khai thác mỏ ... máy đào một gầu được liệt vào loại máy quan trọng nhất.

Máy đào một gầu là một loại máy làm việc theo chu kỳ gồm các nguyên công đào tích đất vào gầu nâng lên và đổ vào phương tiện vận chuyển hoặc đổ thành đống.

Ngoài chức năng đào xúc đất, khi thay đổi các bộ công tác trên máy cơ sở có thể thực hiện nhiều chức năng của các máy khác như cần trục, búa đóng cọc, nhổ gốc cây ... (h.4.6).

Máy đào mìn gầu có thể phân loại theo hình dáng bộ cấu tác, theo cơ cấu di chuyển, theo hệ dẫn động, theo dung tích gầu ...

- Theo hình dáng bộ công tác : máy đào gầu ngựa, máy đào gầu sắp, máy đào gầu ngoạm và máy đào gầu quăng (gầu dây), máy đào gầu bào.



Hình 4.6. Các thiết bị công tác thay thế được lắp vào máy đào :

- a) Máy đào gầu ngựa ; b) Gầu sắp ; c) Gầu quăng ; d) Gầu bào ;
- e) Cẩu trục ; g) Máy đóng cọc ; h) Gầu ngoạm ; i) Máy nhỏ góc cây.

- Theo cơ cấu di chuyển : máy đào bánh lốp, bánh xích, bánh sắt (di chuyển trên ray), di chuyển bằng cơ cấu tự bước, máy đào đặt trên phao nổi.

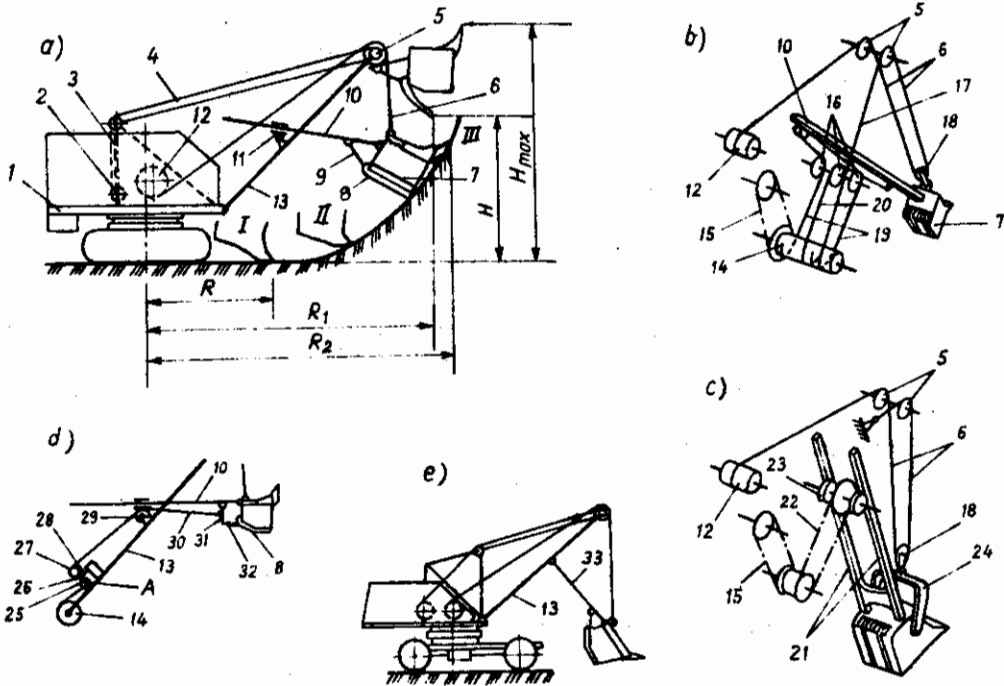
- Theo hệ dẫn động : máy đào dẫn động bằng cơ khí, thủy lực hoặc kết hợp giữa cơ khí và thủy lực hoặc cơ khí và khí nén. Hiện nay hầu hết các máy đào có dung tích gầu nhỏ hoặc trung bình đều được dẫn động thủy lực (với tỷ lệ 80-90%) vì những ưu điểm rõ ràng sẽ được trình bày sau.

## 1. Máy đào gầu ngựa (gầu thuận)

Máy đào gầu ngựa thường dùng để đào đất ở mức cao hơn mặt bằng máy đứng, phục vụ trong việc khai thác đất, đá to, cát, xúc các vật liệu rời ... Trong

xây dựng thường sử dụng loại máy đào loại này có dung tích gầu tới  $3,2 \text{ m}^3$  khi dẫn động cơ khí và  $1,6 \text{ m}^3$  nếu dẫn động thủy lực, trong khai thác mỏ dùng máy đào gầu giữa có dung tích gầu tới  $20 \text{ m}^3$ .

Bộ công tác của máy đào gồm cần, tay gầu có lắp gầu với mép cắt liên hay có răng gầu. Ở máy đào điều khiển bằng cáp (h.4.7a) cần 13 có phần dưới nối với bàn quay 1 bằng khớp bản lề, đầu cần có cáp nâng hạ cần 4 tỳ lên giá đỡ 3, điều khiển bằng tời nâng 2. Nhờ có tời nâng hạ cần nên có thể thay đổi góc nghiêng cần trong khoảng  $45 - 60^\circ$ . Đầu tay gầu 10 có lắp gầu 7, tay gầu tỳ lên cơ cấu đẩy kiểu yên ngựa 11. Tay gầu có khả năng thay đổi tầm với và quay quanh trụ đỡ cơ cấu đẩy trong một mặt phẳng với cần. Tay gầu có thể là một thanh dầm (h.4.7b) hay hai thanh dầm (h.4.7c). Gầu thường có dạng hình khối chữ nhật hơi rộng ra ở phía dưới, với đáy gầu 8 (h.4.7a) có cơ cấu đóng mở riêng. Thanh chống 9 nối tay gầu với tai gầu và có thể thay đổi vị trí trên cần để thay đổi góc cắt. Nhờ puly treo gầu 18 (h.4.7b, c) gầu được treo bởi palăng 6 và tời nâng 12. Máy đào điều khiển bằng cáp hoạt động nhờ các cơ cấu nâng, cơ cấu đẩy, cơ cấu quay và cơ cấu mở đáy gầu. Quá trình làm việc được diễn ra như sau :



Hình 4.7. Máy đào gầu giữa điều khiển bằng cáp :

- a) Sơ đồ kết cấu ; b, c) Sơ đồ cơ cấu đẩy ; d) Sơ đồ động học của cơ cấu mở đáy gầu.  
 1. bàn quay ; 2. tời nâng ; 3. giá đỡ ; 4. cần ; 5. puly đầu cần ; 6. cáp nâng gầu ;  
 7. gầu ; 8. đáy gầu ; 9. thanh chống ; 10. tay gầu ; 11. cơ cấu đẩy ; 12. tời nâng gầu ;  
 13. cần ; 14. tang điều khiển cơ cấu đẩy tay gầu ; 15. truyền động xích ; 16. puly ;  
 17. nhánh cáp nâng ; 18. puly treo gầu ; 19. cáp đẩy tay gầu ; 20. cáp rút tay gầu ;  
 21. tay gầu hai dầm ; 22. truyền động xích đẩy tay gầu ; 23. cặp bánh răng ; 24. đòn  
 gánh ; 25, 27, 29. puly đổi hướng ; 26. tay đòn ; 28. cần đẩy điều khiển bằng khí ép ;  
 30. cáp mở đáy gầu ; 31. tay đòn ; 32. xích kéo chốt ; 33. tay gầu.

Khi bắt đầu đào, gầu được hạ xuống ở vị trí I (h.4.7.a) và cơ cấu dây 11 đồng thời làm việc đưa gầu về vị trí II ; tiếp tục hoạt động, gầu tiến hành cắt đất và đến vị trí III, lúc này gầu đã đầy đất. Lùi tay gầu, đưa gầu ra khỏi tầng đào. Cho máy quay, đưa gầu về vị trí đổ. Khi ấy vừa hạ gầu vừa mở đáy gầu xả đất bằng cách rút cáp 30, xích 32 bị kéo lùi (h.4.7d) về tay trái kéo chốt khỏi lỗ ở thành gầu phía trước. Do trọng lượng bản thân đáy gầu sẽ mở ra quay quanh khớp (h.4.7a). Sau khi xả hết đất trong gầu, quay máy trở về tầng đào, lúc này do trọng lượng bản thân đáy gầu quay quanh khớp, tạo ra một lực đẩy chốt vào lỗ ở thành gầu phía trước, gầu được đẩy lại và tiếp tục chu kỳ đào đất mới.

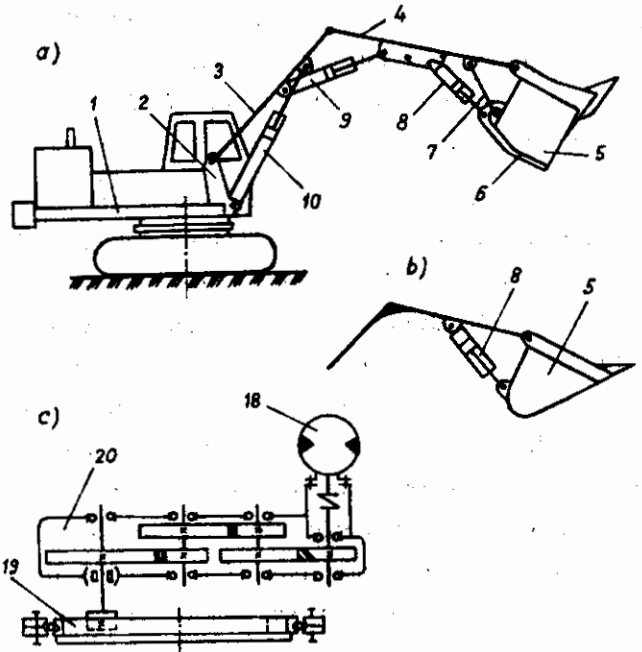
Các thông số làm việc cơ bản của máy đào gầu ngửa là bán kính đạo nhỏ nhất  $R$ , lớn nhất  $R_2$  ; bán kính xả đất lớn nhất  $R_1$  ; chiều cao nâng gầu lớn nhất  $H_{max}$  ; chiều cao xả đất lớn nhất  $H$ .

Các bộ phận của máy đào thủy lực quay toàn vòng (h.4.8) liên kết với nhau và với trụ đỡ 2 của toa quay 1 bằng khớp bán lẻ. Vị trí của cần 3 so với toa quay và của tay gầu 4 so với cần được điều chỉnh bằng các xy lanh thủy lực 10 và 9. Liên kết giữa gầu 5 và tay gầu có thể thực hiện theo hai phương án : nối cứng nhờ khớp và thanh 7 và nối bằng khớp bán lẻ (h.4.8b).

Theo phương án thứ nhất gầu được đỡ tải khi mở đáy gầu 6 bằng xy lanh thủy lực 8, còn theo phương án thứ hai gầu được đỡ tải bằng cách quay gầu cũng bằng xy lanh thủy lực.

Cấu trúc của một chu kỳ làm việc của máy đào gầu ngửa điều khiển bằng thủy lực cũng tương tự như máy đào điều khiển bằng cáp nhưng thao tác đơn giản hơn.

Cơ cấu quay của máy đào thủy lực thường dùng động cơ thủy lực mômen cao hoặc mômen thấp để dẫn động. Động cơ thủy lực mômen cao đảm bảo mômen xoắn ở trực ra



Hình 4.8. Sơ đồ kết cấu của máy đào thủy lực :

- a) Gầu ngửa không lật ; b) Gầu lật ;
- c) Sơ đồ dẫn động của cơ cấu quay.

dù lớn để trực tiếp dẫn động bánh răng di động ăn khớp với vành răng. Dùng loại này cho cơ cấu quay là hợp lý vì cơ góc quay bất kỳ, điều chỉnh được mômen xoắn và tốc độ quay, kết cấu gọn, làm việc tin cậy. Khi dẫn động cơ cấu quay bằng động cơ thủy lực mômen thấp 18 (h.4.8c) thì nhất thiết phải có hộp giảm

tốc 20 để tăng momen xoắn ở bánh răng di động lần theo vành răng 19. Nguyên lý làm việc của cơ cấu quay này cũng tương tự như của các loại cần trục (xem chương 3). Sơ đồ dẫn động thủy lực của máy đào thủy lực xem hình 1.36 chương 1.

## 2. Máy đào gầu sấp (gầu ngược)

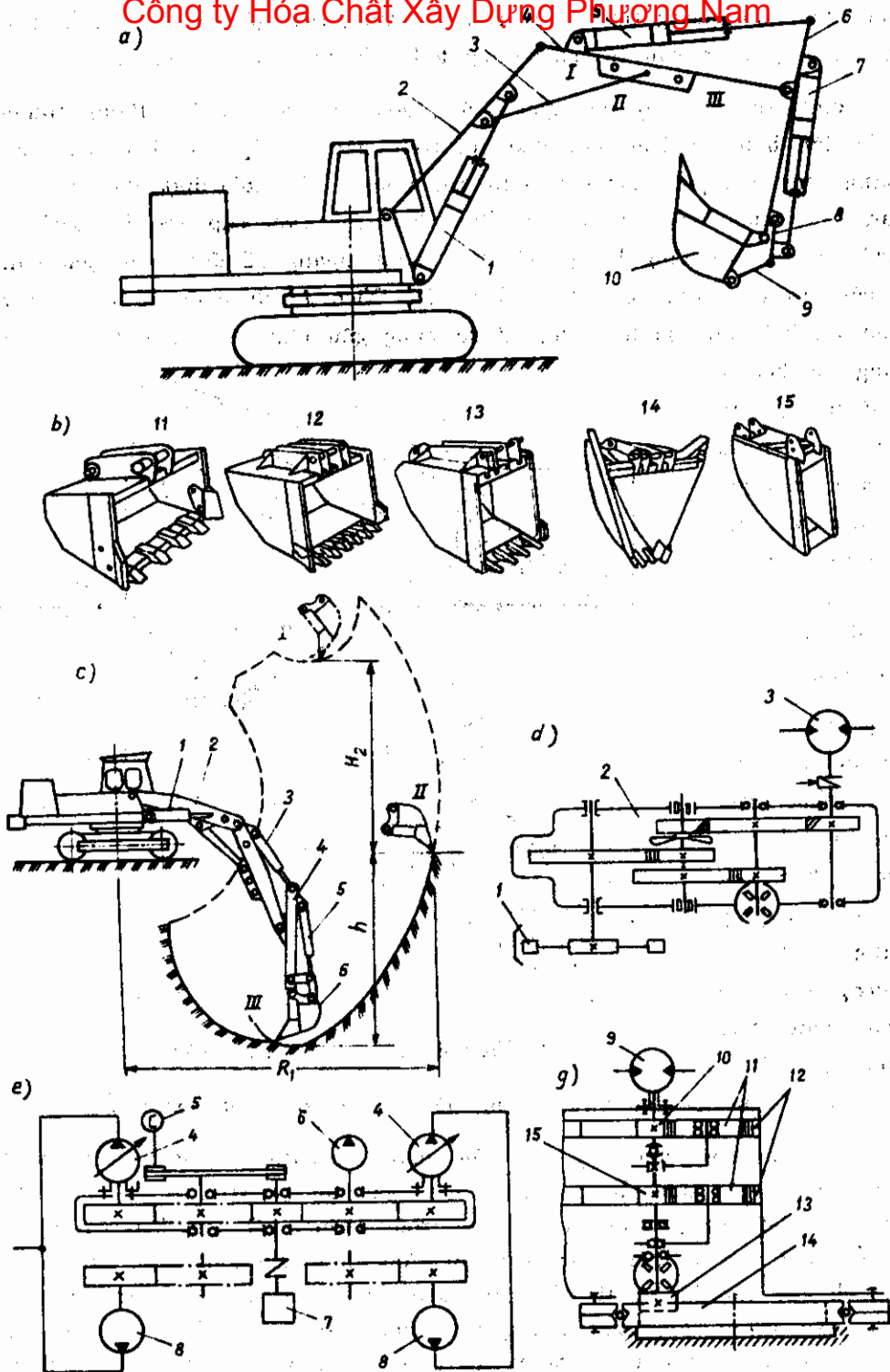
Máy đào gầu sấp thường dùng để đào rãnh, kênh, mương, hố móng... nơi mà đất đào thấp hơn mặt bằng máy đứng. Máy đào thủy lực gầu sấp được sử dụng rộng rãi hơn so với máy đào gầu sấp điều khiển bằng cáp và thường được chế tạo với dung tích gầu tới  $3,3 \text{ m}^3$ .

Việc bố trí xylanh thủy lực với bộ công tác của máy đào gầu sấp có nhiều loại khác nhau nhưng phổ biến nhất là sơ đồ bốn khâu. Cần thường được chế tạo thành hai đoạn: đoạn gốc 2 (h.4.9a) và đoạn nối dài 4. Chúng liên kết với nhau bằng khớp và thanh 3. Vị trí của thanh này có thể thay đổi ở các lỗ I, II, và III do đó có thể thay đổi chiều dài cần. Để điều khiển cần, tay gầu và gầu có các xylanh 1, 5, và 7. Gầu được lật nhờ đòn gánh 8 và thanh 9. Sơ đồ này cho phép gầu lật với góc lớn. Tùy theo loại đất gia công có thể dùng các loại gầu có hình dáng khác nhau 11, 12, 13, 14 và 15 (h.4.9 b) để đạt năng suất cao. Sơ đồ động học các cơ cấu thể hiện trên hình 4.9d, e, g.

Quá trình làm việc của máy đào thủy lực gầu sấp thể hiện ở hình 4.9c. Rút cần pittông xylanh gầu 5 và xylanh tay gầu 3, tay gầu 4 quay ngược chiều kim đồng hồ. Cần 2 cùng với tay gầu 4 đưa gầu 6 về phía trước và hạ xuống không chỉ do các tác dụng của trọng lượng bộ công tác mà còn do lực của xylanh cần 1 (vị trí II). Người ta quay tay gầu về phía máy nhờ xylanh thủy lực cần 3 hoặc quay gầu so với tay gầu bằng xylanh thủy lực gầu 5 (vị trí III). Đồng thời nhờ xylanh thủy lực cần 3 mà có thể điều khiển được chiều dày phoi cắt. Sau khi gầu đã đẩy đất thì gầu được kéo về phía cần hoặc quay quanh tay gầu sao cho đất không bị đổ ra ngoài. Bộ công tác được nâng lên khỏi tầng đào nhờ xylanh thủy lực cần 1 và quay gầu cùng với toa quay về chỗ đỡ. Để đổ đất, người ta điều khiển xylanh gầu 5 và xylanh tay gầu 3 để tay gầu duỗi ra và úp xuống (vị trí D). Sau đó, quay máy về vị trí đào để thực hiện chu kỳ làm việc mới. Các thông số làm việc cơ bản của máy đào gầu sấp là bán kính đào  $R_1$ , chiều cao đỡ  $H_2$  và chiều sâu đào  $h$  (h.4.9c).

## 3. Máy đào gầu quảng

Máy đào gầu quảng còn gọi là máy đào gầu dây hay gầu kéo, thường để đào đất, nạo vét ao, hồ, sông, kênh, rạch, đào hố móng rộng ... hoặc để gom vật liệu ở nơi thấp hơn mặt bằng máy đứng.



**Hình 4.9. Máy đào gầu sắp thủy lực :**

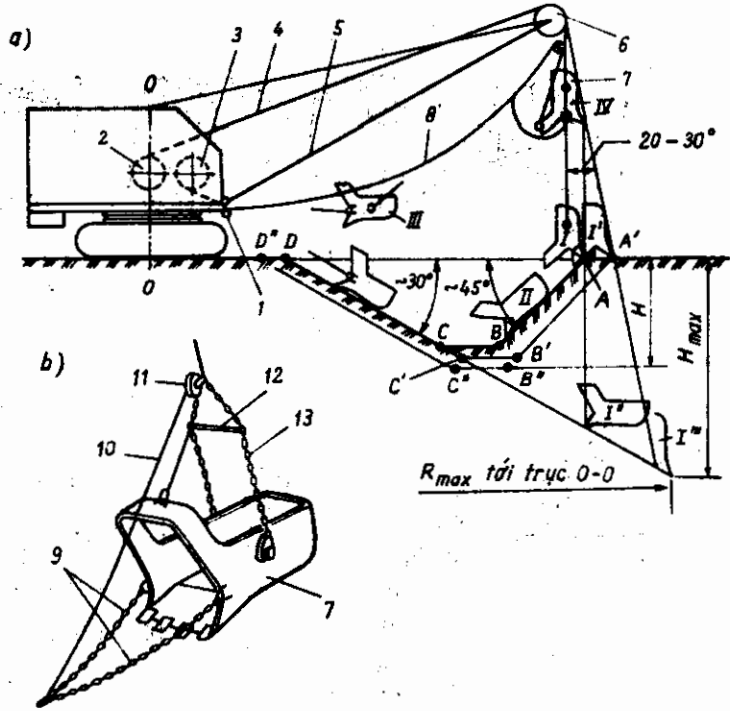
- a) Sơ đồ kết cấu ; b) Các loại gầu ; c) Quá trình làm việc ; d) Sơ đồ động học cơ cấu di chuyển ;  
 1 bánh sao chủ động ; 2. hộp giảm tốc ba cấp ; 3. động cơ thủy lực ; e) Sơ đồ động học dẫn động  
 các bơm thủy lực ; 4. bơm có điều chỉnh ; 5. máy phát điện ; 6,8. bơm không điều chỉnh ; 7. động cơ  
 diesel ; g) Cơ cấu quay toa xe : 9. động cơ thủy lực ; 10. bánh răng trung tâm ; 11. bánh răng hành  
 tinh ; 12. vành răng ; 13. bánh răng ; 14. vành răng toa quay ; 15. trục - bánh răng.

## Công ty Hóa Chất Xây Dựng Phương Nam

Máy đào gầu quang thường có gầu với dung tích gầu  $0,3 - 3 \text{ m}^3$ , loại máy đào gầu quang có cơ cấu tự bước dung tích gầu tới  $5,45 - 100 \text{ m}^3$ .

Bộ công tác của máy đào gầu quang gồm cần 5 (h.4.10a) thông thường có chiều dài lớn hơn các loại máy đào nói trên, gầu 7, cáp kéo 8 và cáp nâng 4. Cáp nâng vòng qua puly đầu cần 6 tới tời nâng 2. Cáp kéo được dẫn hướng bằng con lăn 1 và cuốn vào tời kéo 3. Gầu được mắc với cáp kéo bởi xích kéo 9 (h.4.10b) và với cáp nâng bằng xích 13. Thanh ngang 12 đặt giữa xích nâng để không cản trở gầu trong quá trình làm việc. Xích 13 được đeo ở hai bên thành gầu, nối với hai đầu thanh ngang 12 để nâng gầu nhờ cáp nâng 4. Ta thấy khi kéo căng cáp kéo 8, xích 13 nâng gầu lên vị trí nằm ngang hoặc hất lên (tùy thuộc vào độ nâng của cáp 4) nhưng khi cáp 8 trùng thì gầu ở vị trí chúc xuống.

Cáp giữ gầu 10 có một đầu móc với quai gầu phía trên, còn đầu kia bắt ở cụm xích kéo sau khi vòng qua puly cân bằng 11 ở cụm cáp nâng để bảo đảm cho gầu thực hiện được các vị trí công tác trong chu kỳ làm việc, không để gầu bị xoay, lật hoặc xoắn.



Hình 4.10. Máy đào gầu quang.

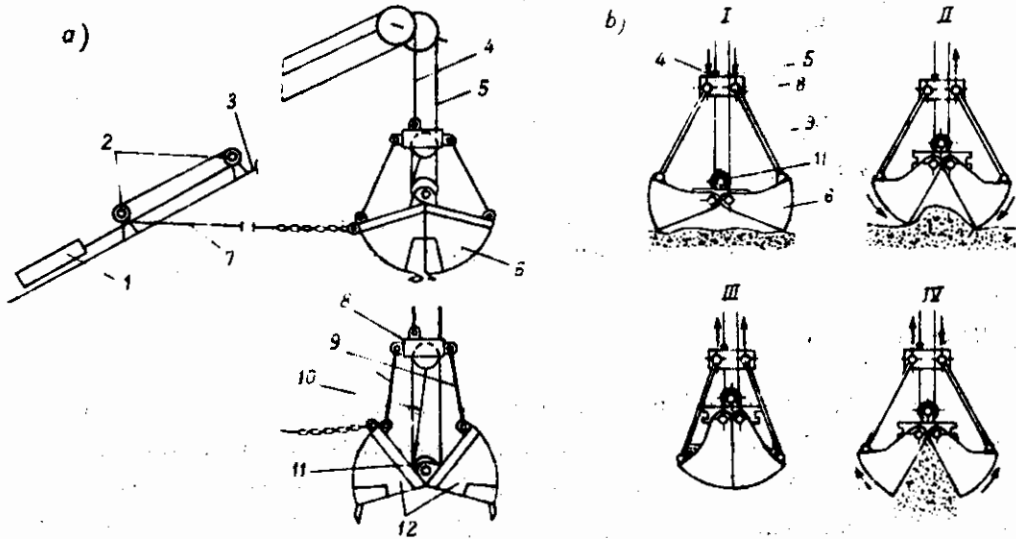
Chu kỳ làm việc của máy đào gầu quang (h.4.10a) : đưa gầu về vị trí I, nhà cáp 4 và 8 gầu được hạ xuống và cắm vào đất (vị trí I, I', I'', I'''). Mức độ cắm sâu vào đất của gầu phụ thuộc vào trọng lượng, kết cấu, loại và trạng thái đất. Kéo cáp 8 dẫn về phía máy khi cáp nâng được nối lỏng, gầu tiến hành cắt đất và tích vào gầu (vị trí II). Tiếp tục kéo cáp 8 cho đến khi gầu đầy đất, giữ căng cáp kéo, dùng cáp nâng đưa gầu về phía cần (vị trí III), quay toa xe tới vị trí đổ đất đồng thời điều khiển cáp nâng và cáp kéo đưa gầu về đầu cần. Ở cuối nguyên công này ta thả lỏng cáp kéo, gầu bị lật úp và đất rơi xuống (vị trí IV). Xả đất xong, quay máy về vị trí ban đầu để thực hiện một chu kỳ làm việc mới. Mặt cắt ABCD (h.4.10a) là hình dáng hố đào ban đầu, A'B'C'D là khi kể đến lực ly tâm lúc quay về tầng đào, đào tiếp tục sẽ hình thành mặt cắt A'B'C'D'' ... cho đến khi đạt tới chiều sâu H yêu cầu hoặc  $H_{max}$ . Thời gian một

Chu kỳ làm việc của máy đào gầu quang (h.4.10a) : đưa gầu về vị trí I, nhà cáp 4 và 8 gầu được hạ xuống và cắm vào đất (vị trí I, I', I'', I'''). Mức độ cắm sâu vào đất của gầu phụ thuộc vào trọng lượng, kết cấu, loại và trạng thái đất. Kéo cáp 8 dẫn về phía máy khi cáp nâng được nối lỏng, gầu tiến hành cắt đất và tích vào gầu (vị trí II). Tiếp tục kéo cáp 8 cho đến khi gầu đầy đất, giữ căng cáp kéo, dùng cáp nâng đưa gầu về phía cần (vị trí III), quay toa xe tới vị trí đổ đất đồng thời điều khiển cáp nâng và cáp kéo đưa gầu về đầu cần. Ở cuối nguyên công này ta thả lỏng cáp kéo, gầu bị lật úp và đất rơi xuống (vị trí IV). Xả đất xong, quay máy về vị trí ban đầu để thực hiện một chu kỳ làm việc mới. Mặt cắt ABCD (h.4.10a) là hình dáng hố đào ban đầu, A'B'C'D là khi kể đến lực ly tâm lúc quay về tầng đào, đào tiếp tục sẽ hình thành mặt cắt A'B'C'D'' ... cho đến khi đạt tới chiều sâu H yêu cầu hoặc  $H_{max}$ . Thời gian một

chu kỳ làm việc của máy đào gầu quay thường lớn hơn máy đào gầu ngửa khoảng 8 - 12% đối với máy đào có công suất nhỏ ; 15 - 20% đối với máy đào xây dựng.

#### 4. Máy đào gầu ngoạm

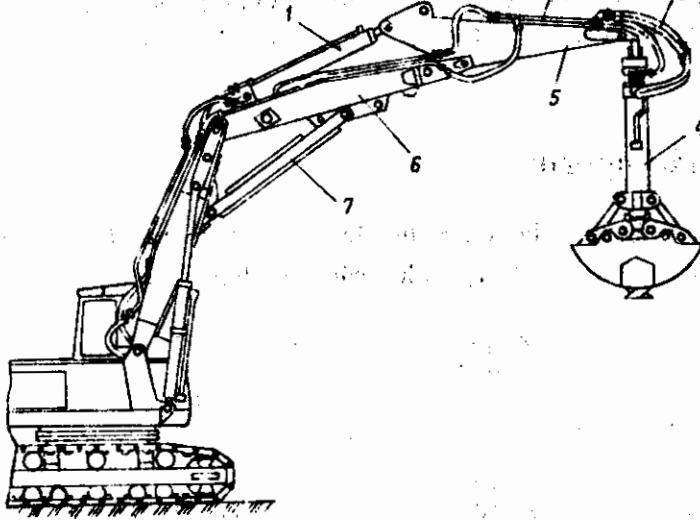
Máy đào gầu ngoạm thường dùng để đào đất mềm, đào hố móng, đào giếng, vét kênh mương xúc các vật liệu như cát, đá dăm, sỏi ...



Hình 4.11. Sơ đồ cấu tạo và sơ đồ làm việc của máy đào gầu ngoạm.

Trên hình 4.11, gầu 12 gồm hai nửa, liên kết với đầu dưới (có gắn puly 11) bằng khớp bán lẻ và liên kết với thanh giàng 9 cũng nhờ khớp bán lẻ. Khi máy bắt đầu làm việc, gầu nâng lên cao ở trạng thái mở do cáp đóng mở gầu 5 được nhả ra. Thả đồng thời hai cáp răng 4 và cáp đóng mở gầu 5, gầu rơi xuống, răng gầu cắm vào đất (h.4.11b.I). Kéo cáp 5 lên, răng gầu cùng với hai nửa gầu khép lại, ngoạm đất vào trong gầu (h.4.11b.II). Khi kéo căng cáp 5, gầu được khép kín, kéo căng đồng thời cả hai cáp 4 và cáp 5, gầu được nâng lên cao (h.4.11b.III). Để gầu không bị lác, cáp không bị xoắn, người ta dùng cáp giữ 7, vòng quanh puly 2 và được giữ bởi vật nặng 1. Vật nặng có thể di chuyển theo cần 3.

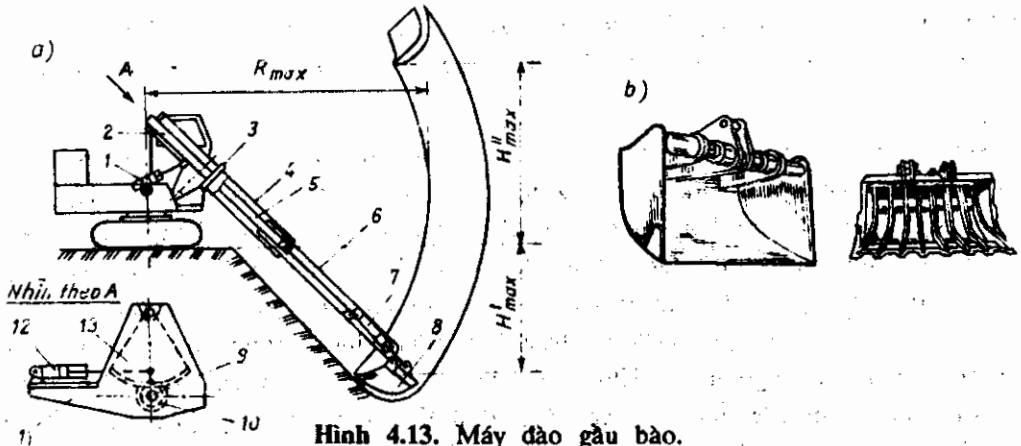
Khi quay máy tới vị trí đổ, nhả cáp 5, hai nửa gầu mở ra, đất rơi vào nơi đổ đất (h.4.11b.IV). Sau khi xả đất xong, quay máy về vị trí đào để tiếp tục chu kỳ làm việc mới. Ngoài loại máy đào gầu ngoạm điều khiển bằng cáp, máy đào gầu ngoạm thủy lực cũng được dùng khá phổ biến (h.4.12). Nó gồm cần 6, tay gầu 5, thanh giàng 7, gầu ngoạm 4, xylanh tay gầu 1, ống dẫn cứng 2, ống dẫn mềm 3 cung cấp dầu cho xylanh thủy lực điều khiển đóng mở gầu nằm trong phần trên của gầu ngoạm 4. Khi làm việc ở độ sâu hơn sẽ nối thêm cần phụ (kèm theo ống dẫn nối dài). Do các ống dẫn đều lắp trên tay gầu nên quá trình quay, đào và xả hợp lý hơn.



Hình 4.12. Máy đào gầu ngoạm thủy lực.

## 5. Máy đào gầu bào

Máy đào gầu bào dùng để bào san các chỗ mấp mô trên bề mặt thi công. Trên hình 4.13 thể hiện cấu tạo máy đào gầu bào thủy lực kiểu ống lồng. Bộ công tác gồm khung cần 2, hai đoạn cần cố định 4 và di động 6, gầu 8. Cần được bắt với toa quay bằng khớp bán lẻ. Xylanh 1 cho phép nâng hạ cần trong mặt phẳng đứng. Đoạn cần cố định được lắp trên khung máy cho phép nó có thể xoay quanh đường trục dọc máy do đoạn cần này tỳ vào vành 3 và qua trục 9 tỳ vào thành sau của khung 11. Trên hình 4.13a (nhìn theo A) thể hiện một trong những phương án của cơ cấu quay nhờ xylanh thủy lực 12 làm quay cặp bánh răng gồm vành răng 13 và bánh răng 10. Bánh răng này lắp trên trục 9, còn vành răng gắn ở phần trên của thành sau của khung. Đoạn cần di động kéo dài 6 có thể dịch chuyển trong đoạn cần cố định 4 nhờ xylanh thủy lực 5. Gầu được lắp ở đầu cần bằng khớp bán lẻ và có thể quay quanh đầu cần nhờ xylanh



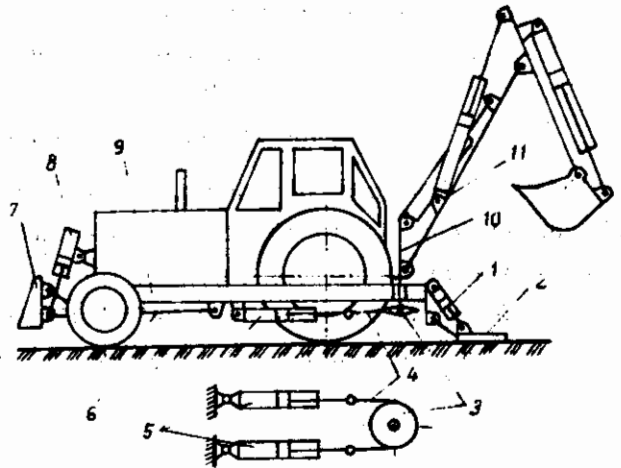
Hình 4.13. Máy đào gầu bào.

thủy lực 7. Như vậy gầu có thể thực hiện chuyển động quay so với cần, dịch chuyển theo đoạn cần di động, quay theo đoạn cần cố định so với đường trục dọc của cần và quay theo toa quay. Với khả năng có thể điều chỉnh vị trí gầu trong không gian nên máy có thể thao tác chính xác các nguyên công san bằng, dọn sạch bề mặt thấp hơn mặt bằng máy đứng, các bề mặt nằm ngang, nằm nghiêng, thậm chí cả thành bên của rãnh và hố móng.

Để làm bằng và dọn sạch mặt bằng người ta có thể dùng gầu có miệng rộng không có răng (h.4.13b). Khi ấy nó có thể thực hiện công việc đào, bốc dỡ hàng thông thường. Các thông số cơ bản của máy đào gầu bào là bán kính đào tối đa  $R_{max}$  (h.4.13a), chiều sâu đào và chiều cao đào tối đa  $H'_{max}$  và  $H''_{max}$  và chiều cao đổ tối đa.

## 6. Máy đào thủy lực không quay toàn vòng trên cơ sở máy kéo bánh lốp

Máy đào thủy lực không quay toàn vòng thường lắp trên máy kéo bánh lốp nhỏ để thực hiện công việc làm đất có khối lượng ít và thường xuyên phải di chuyển. Bộ công tác 11 (h.4.14) được lắp trên trục 10. Trục quay được đặt trên khung 9 của máy kéo. Trục quay có thể quay  $90^\circ$  về hai phía nhờ hai xy lanh thủy lực 5, xích 4 và đĩa xích 3. Lưỡi ủi phụ 7 được lắp ở phía trước máy kéo điều khiển bằng xy lanh thủy lực 8. Để máy đào ổn định trong quá trình làm việc người ta lắp thêm chân chống 2 được điều khiển bằng các xy lanh thủy lực 1.



Hình 4.14. Máy đào thủy lực không quay toàn vòng trên cơ sở máy kéo bánh lốp.

Các chỉ tiêu kinh tế - kỹ thuật của máy đào cơ khí và máy đào thủy lực thường so sánh theo dạng thiết bị chính :

gầu ngược đối với máy đào cơ khí và gầu sắp đối với máy đào thủy lực. Dung tích gầu của máy đào gầu sắp thủy lực so với máy đào gầu ngược điều khiển bằng cáp ở cùng một nhóm kích thước thường lớn hơn 60% với các thông số như thời gian một chu kỳ làm việc, khối lượng máy và mức tiêu hao năng lượng tương tự như nhau. Mức tiêu hao năng lượng thực tế của các loại máy so sánh trên là

0,35 - 0,47 kW.h/m<sup>3</sup> cho máy đào cơ khí và 0,47 - 0,55 kW.h/m<sup>3</sup> đối với máy đào thủy lực và lượng kim loại dùng thì tương ứng là 130 - 230 kg (m<sup>3</sup>/h) và 102 - 164 kg/(m<sup>3</sup>/h). Những số liệu so sánh này cho ta thấy tính ưu việt rõ ràng của máy đào thủy lực so với máy đào điều khiển bằng cáp và giải thích tại sao máy đào thủy lực được sử dụng phổ biến hơn.

Đối với máy đào cơ khí (điều khiển bằng cáp) gầu ngựa cho năng suất cao nhất, gầu sấp có năng suất bằng 75 - 100% và gầu quảng có năng suất bằng 70 - 90% so với gầu ngựa. Đối với máy đào thủy lực gầu ngựa cho năng suất bằng 1,2 - 1,4 và khi lắp gầu xúc lật cho năng suất 1,7 - 2 lần so với gầu sấp. Nếu lắp gầu ngoạm thủy lực thì chỉ đạt 50 - 70% năng suất khi lắp gầu sấp trên cùng máy đào cơ sở.

### 7. Năng suất của máy đào một gầu

Năng suất thực tế của máy đào một gầu được tính theo công thức :

$$Q = 3600 \cdot q \cdot k_d \cdot \frac{k_{tg}}{T_{ck} \cdot k_t}, m^3/h$$

- trong đó :  $q$  - dung tích gầu, m<sup>3</sup> ;
- $k_d$  - hệ số làm đầy gầu ;
- $k_{tg}$  - hệ số sử dụng máy theo thời gian ;
- $k_t$  - hệ số tơi của đất ;
- $T_{ck}$  - thời gian của một chu kỳ làm việc, s.

Việc lựa chọn máy đào phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố như khối lượng và thời hạn thi công, đối tượng thi công, địa bàn thi công ... Để đảm bảo năng suất cao cần vạch ra sơ đồ công nghệ thi công hợp lý, chọn chế độ làm việc tối ưu cho máy và các yếu tố khai thác kỹ thuật khác, có thể tham khảo cụ thể trong các tài liệu về "Cơ giới hóa thi công" và "Sổ tay máy xây dựng".

### § 4.4. MÁY ĐÀO NHIỀU GẦU

Máy đào nhiều gầu là loại máy làm đất hoạt động liên tục và có năng suất cao. Máy đào nhiều gầu thường dùng để đào rãnh đặt đường cáp ngầm của ngành điện lực và bưu điện, đường ống dẫn nước, dẫn dầu hoặc đào giao thông hào trong quân sự.

Đối với các công trình thủy lợi, máy đào nhiều gầu dùng để thi công kênh mương và nạo vét lòng lạch.

Trong lĩnh vực khai thác dùng máy đào nhiều gầu để khai thác đất và khoáng sản ở các mỏ lộ thiên.

Tương tự như gầu của máy đào một gầu, mỗi một gầu của máy đào nhiều gầu (với số lượng 10-24 trên một máy) cũng làm việc theo một chu kỳ nhất định. Thí dụ một gầu nào đó bắt đầu ăn vào đất thì gầu trước nó đang thực hiện đào đất hoặc đã hoàn thành nguyên công này, còn gầu tiếp theo nó lại trở về vị trí cũ sau khi đã thực hiện đổ đất. Vì vậy, ở cùng một thời điểm nào đó có gầu thực hiện nguyên công đào, có gầu thực hiện nguyên công vận chuyển, có gầu đổ đất, có gầu trở về tầng đào. Thông thường máy đào nhiều gầu đều trang bị băng truyền để đỡ tải liên tục thành ống, hay trực tiếp đổ vào phương tiện vận chuyển. Các mép cát của gầu (răng gầu, lưỡi cát) thực hiện chuyển động phức tạp, vừa chuyển động theo rôto hay đai xích, vừa di chuyển cùng với máy trong quá trình làm việc.

Phân loại máy đào nhiều gầu :

a) Theo đặc điểm của thiết bị công tác máy đào nhiều gầu được phân ra hai nhóm chính :

- máy đào nhiều gầu hệ xích (gầu gắn vào đai xích) ;
- máy đào nhiều gầu hệ rôto (gầu được gắn vào vành rôto).

b) Theo phương pháp làm việc của thiết bị với phương di chuyển của máy :

- máy đào dọc (phương làm việc của thiết bị trùng với phương di chuyển của máy) ;
- máy đào ngang (phương làm việc của thiết bị thường vuông góc với phương di chuyển của máy). Loại máy này thường có khả năng quay toàn vòng nên cũng có thể đào dọc.

c) Theo dung tích gầu có các nhóm máy :

- cỡ nhỏ có dung tích gầu 16 - 100 l ;
- cỡ vừa 200 - 450 l ;
- cỡ lớn 450 - 4500 l.

d) Theo công dụng có các nhóm máy :

- chuyên khai thác đất, quặng ... ;
- thi công theo tuyến như đào giao thông hào, mương, kênh ...

Ngoài ra có thể phân loại theo hệ thống di chuyển, theo nguồn động lực ...

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

- do máy đào nhiều gầu làm việc liên tục nên năng suất thường gấp từ 1,5 đến 2,5 lần so với năng suất của máy đào một gầu khi chúng có cùng một công suất ;

- khối lượng riêng (tính trên một đơn vị năng suất) của máy đào nhiều gầu nhỏ hơn máy đào một gầu, nhất là đối với máy đào có năng suất từ 100 đến 150 m<sup>3</sup>/h trở lên.

Với hai máy có cùng năng suất :

- khối lượng của máy đào nhiều gầu nhỏ hơn máy đào một gầu từ 1,5 đến 2 lần ;

- năng lượng tiêu hao riêng (tính trên một đơn vị dung tích gầu) của máy đào nhiều gầu nhỏ hơn.

Ngoài ra máy đào nhiều gầu có những ưu điểm khác như việc cơ giới hóa đồng bộ một công trình, hoàn thiện tầng đào, thi công theo tuyến, điều khiển dễ và nhẹ nhàng hơn ...

Tuy nhiên máy đào nhiều gầu thiếu tính vạn năng, giá thành chế tạo, mua sắm cao, khối lượng chăm sóc kỹ thuật lớn ...

Do vậy việc sử dụng máy đào nhiều gầu chỉ có hiệu quả kinh tế cao hơn máy đào một gầu ở những công việc cần được định hình hóa và chuyên môn hóa cao với khối lượng công việc lớn và tập trung.

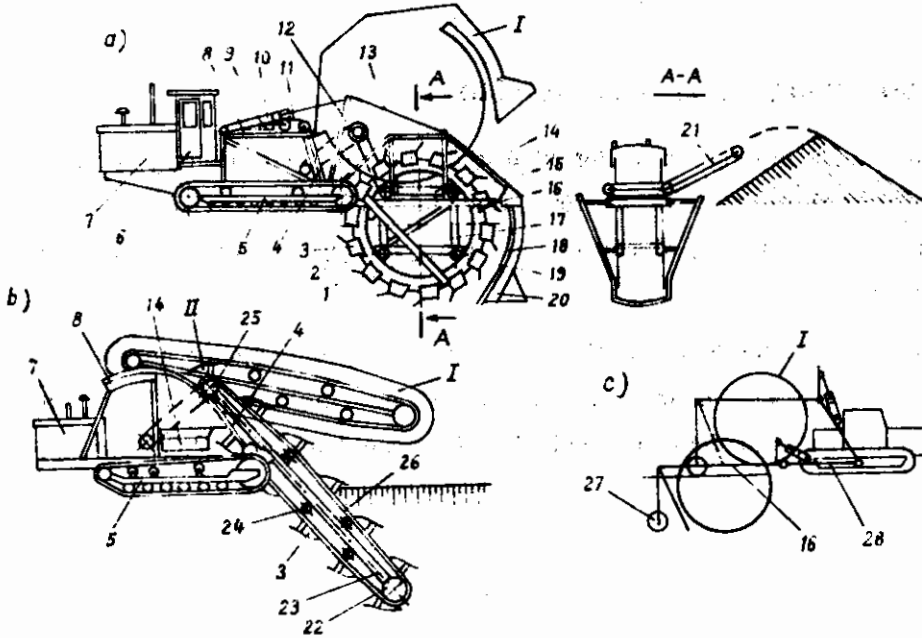
### 1. Máy đào dọc nhiều gầu hệ rôto

Các loại máy đào dọc kể cả hệ rôto và hệ xích (h.4.15a, b), gồm đầu kéo bánh xích, bộ công tác và thiết bị chuyển tải. Đầu kéo làm nhiệm vụ di chuyển khi đào cũng như khi chuyển chỗ đào.

Máy gồm cơ cấu di chuyển 5, thiết bị động lực 7, hệ thống truyền động và hệ thống điều khiển đặt trong buồng lái 6. Đầu kéo thường dựa trên cơ sở máy kéo xích nhưng cơ cấu di chuyển được kéo dài hơn để giảm áp lực riêng trên đất, còn để đảm bảo ổn định dọc trục những tổ hợp nặng như động cơ đặt phía trước. Trong trường hợp cần thiết phải bổ sung thêm đối trọng. Trên đầu kéo có lắp thêm giá 8 để nối với bộ công tác.

Máy đào hệ rôto có rôto quay trong mặt phẳng di chuyển máy và tỳ lên khung 17 (h.4.15a) qua các con lăn tỳ 15 và các con lăn đỡ 19. Các thanh bên 16 của khung nối với đầu kéo bằng thanh trượt dịch chuyển theo các thanh dẫn hướng 4 nhờ các xylanh 9 và hệ palăng 11. Nhờ thay đổi vị trí thanh trượt mà có thể điều chỉnh được chiều sâu đào. Muốn nâng rôto lên vị trí I để di chuyển, dùng hệ thống nâng gồm xylanh 10, thanh chống 12 và cáp 13. Cũng có thể nối

bộ công tác với cấu trúc trực tiếp bằng cơ cấu tay đòn. Nguyên khuấy (h.4.15c). Trong trường hợp này muốn điều chỉnh chiều sâu đào chỉ cần điều chỉnh góc giữa các càng 28 và các dầm 16 của khung đỡ bộ công tác. Cũng với cơ cấu này dùng để nâng bộ công tác về vị trí di chuyển I. Các phần sau khung máy 16 tỳ lên đất bởi bánh đỡ 27 hoặc bàn trượt 20 (h.4.15a). Trên bàn trượt có tấm gạt 18 để gạt sạch đất còn sót lại khi gầu quay về tầng đào. Đất từ gầu rơi xuống máng, vào băng tải 21 và được đưa ra ngoài.



Hình 4.15. Máy đào nhiều gầu.

Máy đào hệ rôto cho phép đào hào rộng 0,8 - 2,5m, sâu tới 3 m cho các loại đất cấp I - IV.

## 2. Máy đào dọc nhiều gầu hệ xích

Bộ công tác của máy đào nhiều gầu hệ xích gồm khung xích 23 (h.4.15b), xích 26 mang các gầu 3 chuyển động theo đĩa xích kéo căng 22 và con lăn đỡ 24 nhờ được dẫn động bởi đĩa xích chủ động 25.

Nguyên lý làm việc của máy đào hệ xích (cũng tương tự như máy đào hệ rôto) :

- Khi có tầng đào đã chuẩn bị sẵn. Máy đến vị trí làm việc, hạ bộ công tác xuống. Cơ cấu dẫn động xích làm việc đồng thời máy di chuyển. Gầu tiến hành cắt đất và tích đất vào gầu. Khi gầu chuyển động với dải xích vòng qua đĩa xích chủ động 25 thì đất được xả qua bụng gầu, rơi vào máng, vào băng tải 14 và được đưa ra ngoài (h.4.15b).

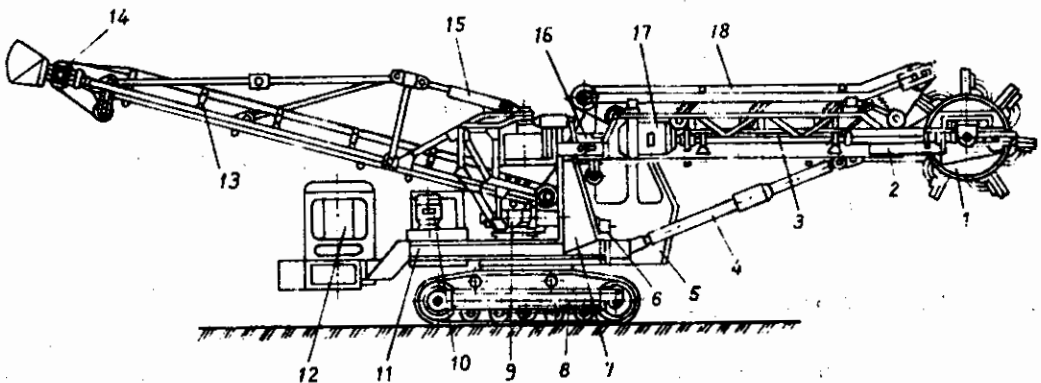
- Khi chưa cơ tắng đào. Máy đến vị trí làm việc, hạ bộ công tác xuống. Cơ cấu dẫn động làm việc nhưng máy đứng tại chỗ đồng thời hạ dần bộ công tác khi nào đào tới độ sâu cần thiết thì hãm cơ cấu nâng hạ thiết bị, và bắt đầu cho máy vừa đào vừa di chuyển như trường hợp trên. Khi đào xong dùng cơ cấu nâng đưa khung đỡ xích trượt theo khung cong 8 về vị trí di chuyển I (h.4.15b).

Các loại máy đào hệ xích có thể đào hào rộng 0,5 - 1,2 m sâu tới 4 m đối với đất cấp I - III.

### 3. Máy đào ngang hệ xích và hệ rôto

Khi đào kênh mương và trong khai thác mỏ lộ thiên thường dùng các loại máy đào ngang cả hệ xích và hệ rôto. Đặc điểm của các loại này là hướng đào ngang vuông góc với hướng di chuyển của máy, thường chế tạo với năng suất cao tới hàng trăm m<sup>3</sup>/h.

Trên hình 4.16 thể hiện sơ đồ cấu tạo loại máy đào ngang hệ rôto. Các loại máy này thường có khả năng quay tròn vòng nên cũng có thể đào ở bất kỳ vị trí nào (đào ngang, đào dọc), đào khi tắng đào cao hơn hoặc thấp hơn mặt bằng máy đứng.



Hình 4.16. Máy đào ngang hệ rôto :

1. rôto ; 2. cần ; 3. băng tải gom đất khi đào cao hơn mặt bằng máy đứng ; 4. xylanh thủy lực ; 5. cabin ; 6. cụm bơm ; 7. giá đỡ ; 8. cơ cấu di chuyển ; 9. cơ cấu dẫn động quay bằng tải ; 10. cơ cấu quay ; 11. toa quay ; 12. máy phát điện ; 13. băng tải xả đất ; 14. động cơ và tang dẫn động băng tải ; 15. xylanh thủy lực điều chỉnh độ cao băng truyền xả đá ; 16. động cơ và tang dẫn động băng tải ; 17. động cơ điện ; 18. băng tải có găng giữ đất khi đào ở độ dốc lớn (thấp hơn mặt bằng máy đứng).

### 4. Năng suất của máy đào nhiều gầu

$$Q = 60 \cdot q \cdot n \cdot k_d \cdot \frac{k_{lg}}{1000 \cdot k_t}, \text{ m}^3/\text{h}$$

$n$  - số gầu xả đất trong một phút ;

$k_d$  - hệ số đẩy gầu ;

$k_t$  - hệ số tời của đất ;

$k_{tg}$  - hệ số sử dụng thời gian.

## § 4.5. MÁY ĐÀO CHUYỂN ĐẤT

Máy đào chuyển đất là những máy trong khi làm việc, vừa di chuyển vừa cắt đất thành từng lớp và mang lượng đất đó tới nơi cần san đắp. Riêng loại máy san - chuyển (sẽ đề cập ở phần sau) thì đất vừa được vận chuyển thành đống hay đổ lên phương tiện vận tải đồng thời với quá trình cắt đất.

Theo chế độ làm việc có thể chia ra :

- máy đào chuyển đất làm việc theo chu kỳ (máy ủi, máy cạp, máy san) ;
- máy đào chuyển đất làm việc liên tục (máy san - chuyển).

Theo kết cấu của bộ công tác : loại có gầu, loại có lưỡi cắt.

Các loại máy ủi, máy cạp, máy san thường được sử dụng nhiều nhờ có tính cơ động cao, kết cấu đơn giản, năng suất cao, đặc biệt khi thi công đất nhẹ và vừa.

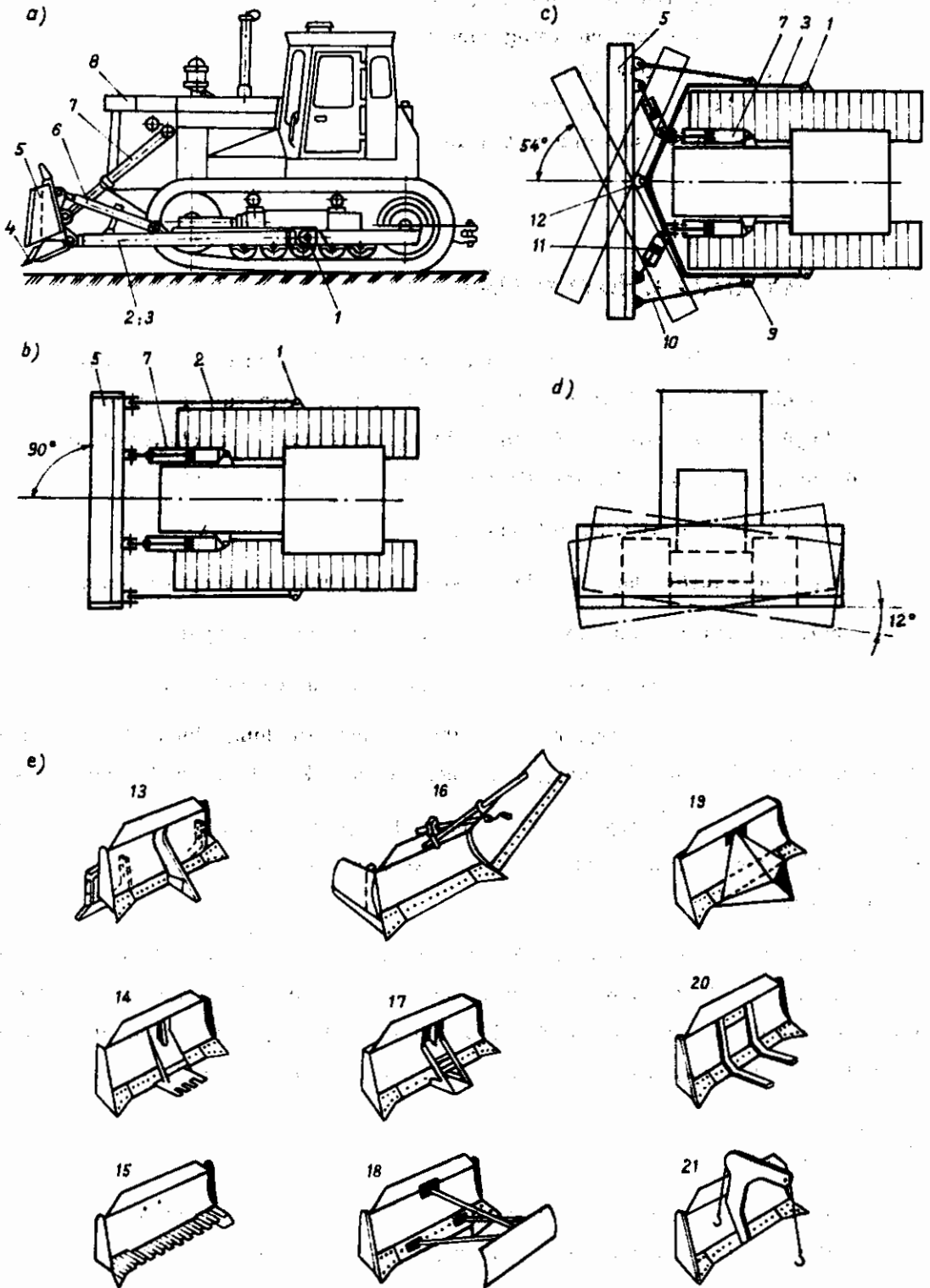
Các loại máy đào chuyển đất sử dụng ít hiệu quả trên nền đất có độ chặt lớn, độ dính kết cao, nền đất có lẫn đá, khoảng cách chuyển đất xa và độ dốc lớn hơn 10%.

Tốc độ di chuyển của máy đào chuyển đất chọn theo lực cản khi đào, tùy theo cấp đất và đã tự động hóa trên các máy hiện đại. Khi vận chuyển đất có thể tăng tốc độ so với khi đào đặc biệt khi máy chạy không tải khi quay trở về tầng đào có thể chạy với tốc độ cao nhất tùy theo điều kiện đường sá.

### 1. Máy ủi đất

Máy ủi đất thường là một máy kéo có lắp thiết bị ủi dùng để đào và vận chuyển đất trên một khoảng cách không lớn (50 - 150 m).

Máy ủi thường dùng để đào các hố lớn, ao hồ, hố móng lớn ; đào kênh mương, đắp nền đường gom vật liệu, san lấp mặt bằng và có thể dùng để đầm sơ bộ nền đất ...



Hình 4.17. Máy ủi :

- a) Hình chiếu bên ; b) Với lưỡi ủi cố định ; c) Với lưỡi ủi quay được ;  
 d) Lưỡi ủi đặt nghiêng ; e) Các thiết bị thay thế.

Hiệu quả làm việc của máy ủi phụ thuộc rất nhiều vào khả năng thông qua và tính chất kéo và bám của máy kéo cơ sở.

Máy ủi được phân loại theo :

- tính cơ động của lưỡi ủi (cố định trên khung hay có thể quay được so với khung) ;

- cơ cấu điều khiển (bằng cáp hay thủy lực) ;

- hệ thống di chuyển (bằng xích hay bánh lốp) ;

- theo công suất và lực kéo danh nghĩa của máy kéo cơ sở : rất nặng (công suất động cơ trên 220 kW, lực kéo trên 300 kN) ; nặng (110 - 120 kW và 200 - 300 kN) ; trung bình (60 - 108 kW và 135 - 200 kN) ; nhẹ (15,5 - 60 kW và 25 - 135 kN).

Lưỡi ủi loại cố định được nối với khung ủi 2, (h.4.17b) và thẳng góc với trục dọc của máy. Khung ủi có thể quay được trong mặt phẳng thẳng đứng (nâng lên hạ xuống bằng xylanh thủy lực 7, hoặc bằng tời nâng). Lưỡi ủi loại quay được 5 với lưỡi cắt 4 liên kết với khung ủi vạn năng 3, (h. 4.17c) bằng khớp cầu 12 và do đó nó có thể đặt chéo tới  $54^{\circ}$  về cả hai phía so với trục dọc của máy bằng các xylanh thủy lực 11, cùng với thanh đẩy 10 và con trượt 9. Cả hai loại lưỡi ủi có thể nghiêng so với mặt bằng một góc đến  $12^{\circ}$  và thay đổi góc cắt nhờ thay đổi vị trí thanh chống xiên 6 (h.4.17a).

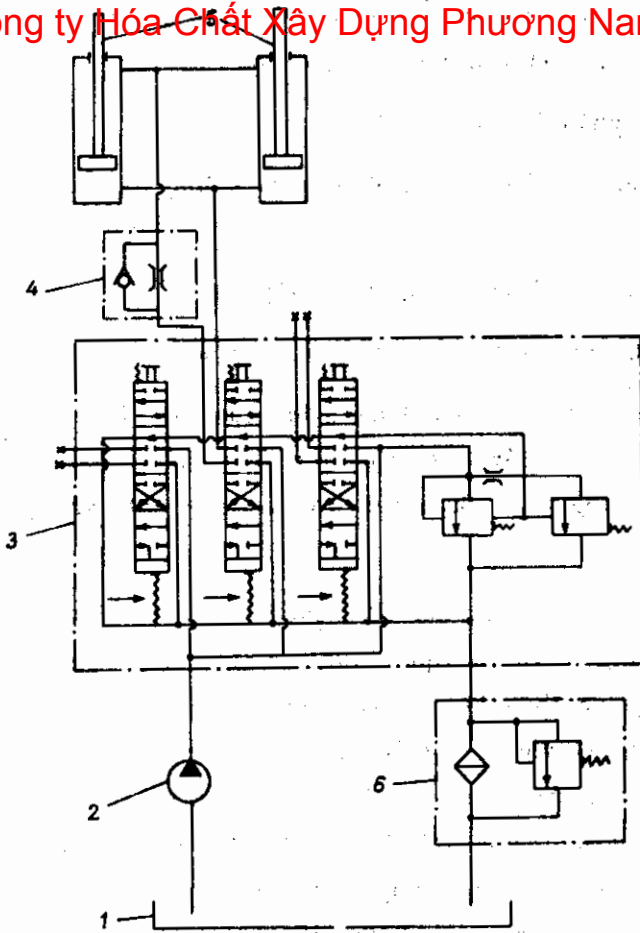
Máy ủi có thể trang bị thêm thiết bị xới ở phía sau máy kéo.

Bên cạnh máy ủi điều khiển bằng thủy lực còn dùng cả máy ủi điều khiển bằng cáp nhưng tỏ ra kém hiệu quả đặc biệt khi thi công đất chặt vì trọng lượng bản thân của thiết bị không đủ lực ấn lưỡi ủi vào đất. Loại này hầu như đã không sản xuất nữa.

Để tăng cường hiệu quả của máy ủi có thể trang bị thêm thiết bị thay thế (h.4.17e).

Để nâng cao chất lượng bề mặt thi công theo phương dọc, cải thiện tính san phẳng, nâng cao năng suất máy, giảm số lần san người ta trang bị hệ thống tự động điều chỉnh chiều sâu cắt ở máy ủi thủy lực.

Trên hình 4.18 thể hiện sơ đồ điều khiển thủy lực nâng hạ lưỡi ủi không vạn năng. Đây là sơ đồ thủy lực đơn giản nhất gồm các bộ phận chính là thùng dầu 1, bơm dầu 2 qua van phân phối 3 dẫn dầu tới các xylanh 5 nâng hạ lưỡi ủi.



Hình 4.18. Sơ đồ hệ thống điều khiển thủy lực của máy ùi không vắn nắnđ :  
1 thùng dầđ ; 2 bắđ thủy lực ; 3 vắn phân phối ; 4 vắn một chiếđ và tiết kầđ ;  
5 xylanh thủy lực ; 6 bộ lọc dầđ.

## 2. Máy cạp dấđ

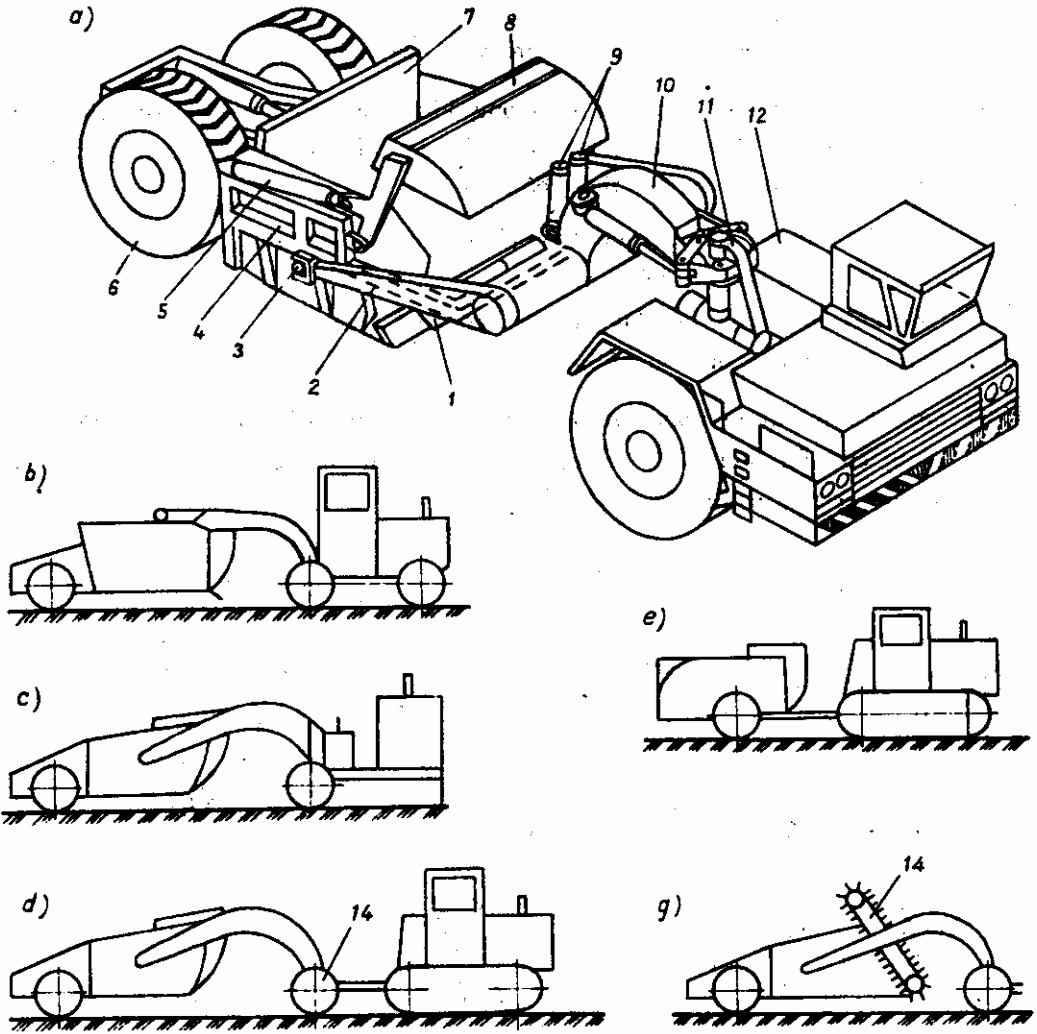
Máy cạp dấđ là loại máy đào chuyểđ dấđ dùng để khai thác và vận chuyểđ dấđ trong các công trình thủy lợi, giao thông, công nghiệp, khai thác mỏ...

Máy cạp có thể làm việc trực tiếp đượđ với dấđ cấp I và II, đối với dấđ cứng, trước khi cạp phải xói tời. Tùy theo kích thước thùng cạp, chiếđ dày phoi cát lớn nhất có thể đượđ 0,12 - 0,53 m, còn chiếđ dày của lớp dấđ rải ở trạng thái tời thường từ 0,15 đến 0,60 m. Quắnđ đườđ vận chuyểđ hợp lý của máy cạp có thể tới 300 m đối với loại kéo theo, 5000 - 8000 m đối với loại tự hành.

Máy cạp đượđ dùng khá rộng rãi vì nó có tính cơ độnđ cao, bảo dưỡđg dễ, vận chuyểđ dấđ đi xa không bị hao hụt, nắnđ suất cao, giá thành hạ. Tuy nhiên máy bị hạn chế khi làm việc với dấđ có lẫn đá, gốc cây, dấđ cứng, dấđ dính và ướt ; nơi làm việc phải có mặt bằng tương đối phẳng, và có đườđ vận chuyểđ riêng.

Bộ công tác của máy cạp tự hành điều khiển bằng thủy lực gồm thùng cạp 4 (h.4.19a), cửa đấđ phía sau 7, cửa đấđ phía trước 8 và lườđ cát 1. Phía sau

thùng cạp tự hành của bánh xe 8, phía trước là trục dẫn 2. Càng kéo có dạng cong phía trước 10 liên kết với đầu kéo 12 (h.4.19b,c) hoặc qua trục đỡ 13 (h.4.19d). Khớp vạn năng 11 (h.4.19a) cho phép phần kéo theo quay quanh đầu kéo hay trục đỡ trong tất cả các mặt phẳng. Máy cạp trên sơ đồ ở hình 4.19b,c gọi là máy cạp bán kéo theo một trục, còn theo sơ đồ trên hình 4.19d là loại kéo theo hai trục, sơ đồ trên hình 4.19e là loại kéo theo có một trục. Các loại máy cạp tự hành đặc biệt là loại đầu kéo bánh lốp (h.4.19a,c) có tính cơ động cao và tốc độ khi vận chuyển có thể đạt tới 45 - 60 km/h. Tuy nhiên không nên tăng quá tốc độ này vì sẽ sinh ra dao động dọc trong hệ thống đầu kéo và bộ phận công tác của máy cạp.



Hình 4.19. Máy cạp tự hành :

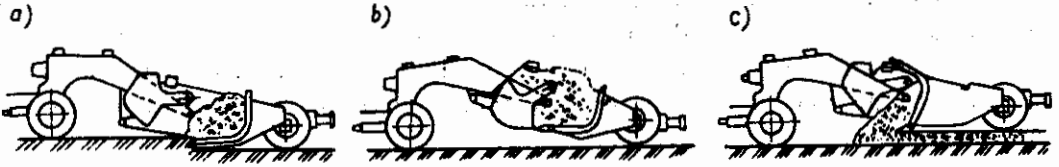
- a) Hình chung ; b, c, d, e) Các sơ đồ liên kết với đầu kéo ;
- g) Máy cạp có thiết bị nạp đất vào thùng cạp bằng gương tải

**1. Chu kỳ làm việc của máy cạp (h.4.20)**

- **Cất đất :** (h.4.20a) thùng cạp hạ xuống, cửa dây phía trước được nâng lên, lưỡi cát phía trước đáy thùng ấn sâu xuống nén đất do trọng lượng bản thân hoặc do xylanh thủy lực ấn thùng cạp xuống.

Khi máy di chuyển, lưới cắt đất thành phôi đất và phôi đất trượt vào thùng cạp.

- Vận chuyển đất : (h.4.20b) khi thùng cạp đầy đất, thùng được nâng lên, cửa đáy phía trước hạ xuống, đóng lại và máy di chuyển tới nơi xả đất.

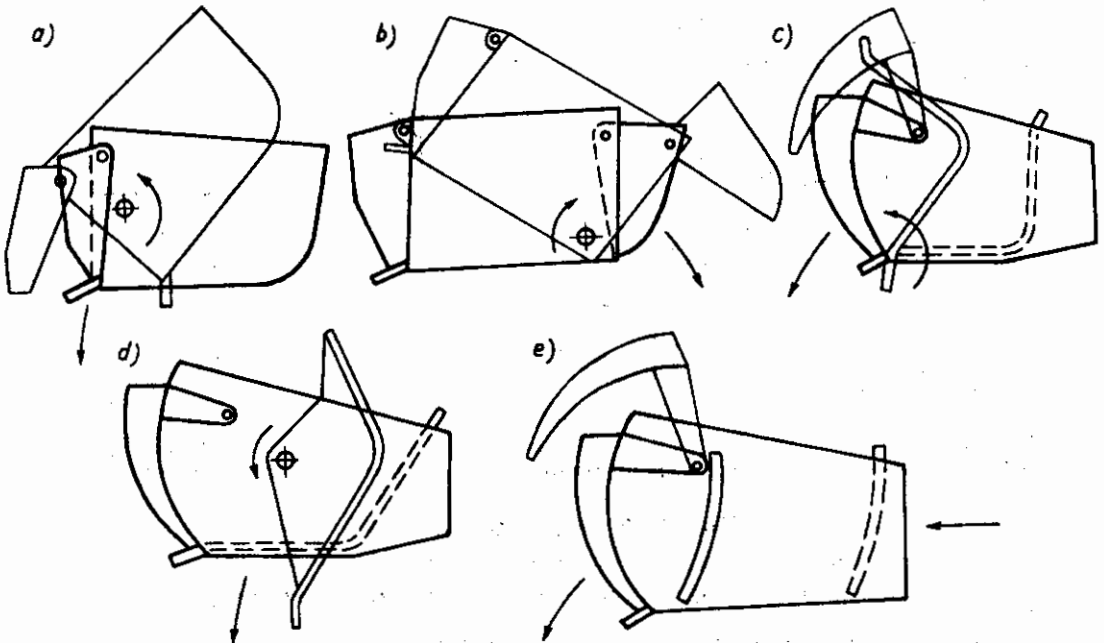


Hình 4.20. Chu kỳ làm việc của máy cạp.

- Xả đất : (h.4.20c) đất được xả ra trong khi máy di chuyển ; tùy theo chiều dày lớp đất cần xả mà điều chỉnh khe hở cửa xả và tốc độ di chuyển máy. Khi cửa xả nâng lên đất được xả ra theo bốn cách :

- xả đất tự do phía trước hay phía sau (h.4.21a,b) ;
- xả đất nửa cưỡng bức (h.4.21c) ;
- xả đất qua khe hở đáy thùng cạp (h.4.21d) ;
- xả đất cưỡng bức (h.4.20,e).

Hiện nay thường dùng máy cạp kéo theo với dung tích thùng cạp dưới  $10m^3$ , công suất động cơ đến 300 kW. Nhưng phổ biến hơn hay dùng máy cạp tự hành bánh lốp với dung tích thùng cạp tới  $30 m^3$ .



Hình 4.21. Sơ đồ xả đất của máy cạp :

- a) Xả đất tự do phía trước ; b) Xả đất tự do phía sau ; c) Xả đất nửa cưỡng bức ; d) Xả đất qua khe hở đáy ; e) Xả đất cưỡng bức.

## 2. Phân loại máy cày

Máy cày được phân loại theo phương pháp làm đất thùng cày, phương pháp xả đất, cơ cấu điều khiển và theo mối liên kết với đầu kéo và động cơ dùng cho máy cày.

- Theo phương pháp làm đất thùng cày : máy cày được làm đất thùng cày trong khi di chuyển phơi đất tự di chuyển vào thùng (h.4.19b,c,d,e) và máy cày được làm đất thùng cưỡng bức, thí dụ như gương tải đặt phía trước thùng cày (h.4.19g) nhưng loại này công kênh vì phải có động cơ phụ và chỉ sử dụng cơ cấu này ở giai đoạn cát đất mà thôi.

- Theo phương pháp xả đất, như đã nêu ở trên : xả đất tự do, xả đất nửa cưỡng bức, xả đất cưỡng bức và xả đất qua khe hở đáy thùng.

- Theo cơ cấu điều khiển có hai loại : loại dùng cáp và loại điều khiển bằng thủy lực. Loại thủy lực được dùng nhiều hơn vì có nhiều ưu điểm như đã trình bày ở chương 1.

- Theo cách liên kết giữa bộ công tác và đầu kéo : máy cày tự hành (h.4.19a,c), máy cày nửa kéo theo (h.4.19b) và máy cày kéo theo (h.4.19d,e).

- Theo dung tích thùng cày : loại nhỏ có dung tích thùng cày dưới  $6 \text{ m}^3$ , loại vừa :  $6 - 18 \text{ m}^3$ , loại lớn : trên  $18 \text{ m}^3$ . Hãng Caterpillar đã chế tạo loại máy cày có dung tích thùng cày tới  $33 \text{ m}^3$ .

Để tăng hiệu quả làm việc đôi khi phải dùng máy kéo đẩy sau máy cày khi cát đất nhằm rút ngắn thời gian cát gom đất vào thùng cày tức là rút ngắn thời gian một chu kỳ làm việc chung của máy.

## 3. Máy san

Máy san là một trong những máy cơ bản trong công tác làm đất, thường dùng để bóc lớp đất ẩm thực vật có chiều dày 10 - 30 cm kể cả vận chuyển trong phạm vi 10 - 20 m ; dọn mặt bằng, đào, san lấp hố, rãnh, bạt taluy, san nền đường, sân bay...

Máy san là loại máy tự hành, đều có cơ cấu di chuyển bằng bánh lốp có chiều rộng lốp lớn, áp suất thấp, điều khiển bằng thủy lực (h.4.22a).

So với máy ủi thì máy san làm việc linh hoạt hơn. Bộ phận chính của bộ công tác là lưỡi san 7 (h.4.22a,c) qua giá đỡ 5 và vòng quay 8 được bắt với khung kéo 9. Khung này nằm dưới khung chính 4 và liên kết với nó ở phía trước bằng khớp vạn năng 10, còn ở phía sau treo vào khung chính bởi các xylanh thủy lực 14 và 15. Hai xylanh 14 làm việc độc lập với nhau nên có thể nâng khung kéo lên cao, và làm nghiêng trong mặt đứng, còn xylanh 15 có thể đưa khung kéo lệch sang một phía theo đường trục dọc của máy. Lưỡi san có thể quay trong

mặt phẳng ngang cùng với giá đỡ 6. Nhờ vậy lưỡi san có thể quay trong mặt phẳng ngang, có thể lệch sang một bên (trái hoặc phải) để san lấp hố và còn có thể nâng lên cao, nằm nghiêng trong mặt phẳng đứng để bạt taluy đường. Góc cắt của lưỡi san có thể điều chỉnh nhờ cơ cấu điều chỉnh 6. Máy san có thể trang bị thêm thiết bị phụ như lưỡi xới hay lưỡi ủi ở phía trước. Thí dụ trên hình 4.22a lắp thêm lưỡi ủi 12 điều khiển bằng xy lanh thủy lực 13. Để làm sạch bề mặt gập khúc có thể lắp thêm lưỡi phụ 16 (h.4.22d,e,g).

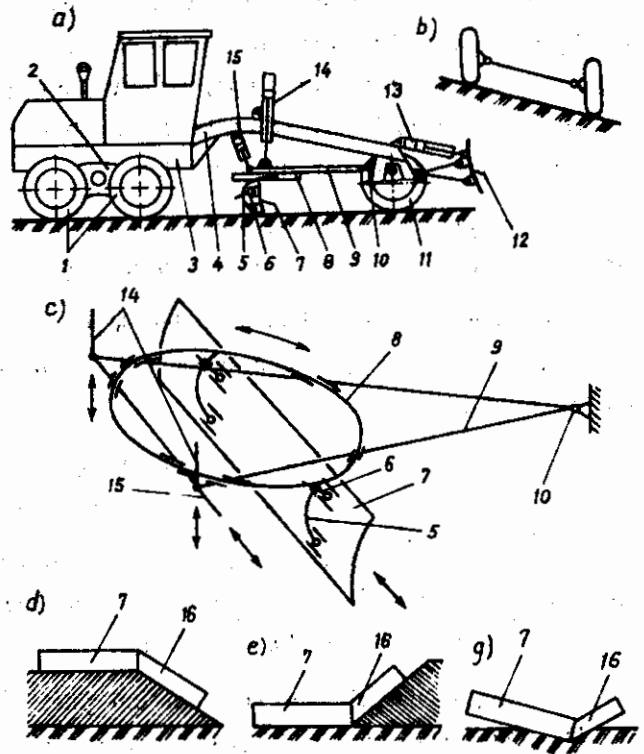
Tùy theo khối lượng máy và lực kéo có thể chia máy san thành các loại : nhẹ (7 - 9t, công suất động cơ 55 - 66kW), trung bình (13-15t, 88-110kW) và nặng (trên 19t, 185-225kW).

Máy san còn phân biệt theo sơ đồ bánh xe của cơ cấu di chuyển bằng các ký hiệu quy ước :  $A \times B \times C$  (trong đó A- số cầu dẫn hướng ; B - số cầu chủ động ; C - tổng số cầu). Phổ biến hiện nay dùng máy san có sơ đồ  $1 \times 2 \times 3$ , nhưng cũng dùng các sơ đồ  $1 \times 2 \times 2$  cho máy san loại nhẹ  $2 \times 2 \times 2$  cho loại nặng và  $3 \times 3 \times 3$  cho loại siêu nặng.

Tốc độ làm việc khi san của máy 3 - 8 km/h, còn tốc độ di chuyển của máy có thể đạt tới 45 km/h.

#### 4. Máy san - chuyển

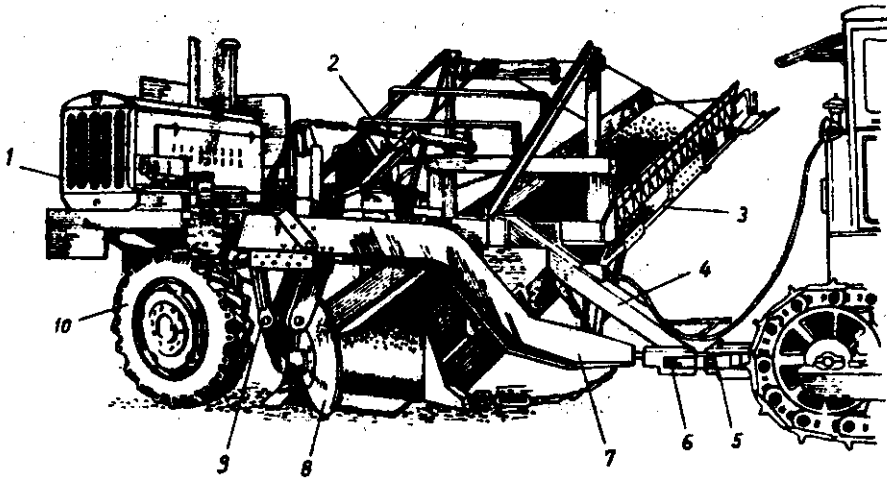
Máy san - chuyển thuộc loại máy đào chuyển làm việc liên tục dùng đĩa cát hay dao cát để cắt đất thành từng lớp rồi dùng băng tải chuyển lên xe vận tải hoặc đổ thành đống. Máy san - chuyển thường ở dạng nửa kéo theo máy kéo hoặc đầu kéo (h.4.23). Máy gồm khung chính 4, khung đỡ đĩa cát 7 mang đĩa cát 8, băng tải 3, động cơ 1, cơ cấu di chuyển 10, các xy lanh 2 nâng hạ băng tải và khung đỡ đĩa cát. Khung máy được liên kết với đầu kéo bằng khớp nối vạn năng 6.



Hình 4.22. Máy san :

- a) Sơ đồ kết cấu ; b) Độ nghiêng của bánh xe phía trước ;
- c) Sơ đồ động học của bộ công tác ; d,e,g) Sơ đồ làm việc với lưỡi san phụ.

Quá trình làm việc của máy san - chuyển gồm các vận hành liên tiếp trong phạm vi thi công. Để tránh thời gian lãng phí do phải quay đầu máy nhiều lần, quãng đường thi công hợp lý đủ lớn là 200 - 500 m hoặc lớn hơn.



Hình 4.23. Máy san - chuyển.

## 5. Năng suất của máy đào chuyển đất

### 1. Năng suất máy ủi

- Khi đào và chuyển đất :

$$Q = 3600 \cdot V_k \cdot k_1 \cdot \frac{k_2}{T_{ck}}, \text{ m}^3/\text{h}$$

trong đó:  $V_k$  - thể tích khối đất trước lưỡi ủi, tức lượng đất đào chuyển được sau một chu kỳ làm việc ;

$$V_k = \frac{LH^2}{2 \operatorname{tg} \varphi_0 \cdot k_1}, \text{ m}^3 ;$$

$L$  - chiều dài (đôi khi còn gọi là chiều rộng) lưỡi ủi, m ;

$H$  - chiều cao lưỡi ủi, m (h.4.24) ;

$\varphi_0$  - góc chày tự nhiên của đất, độ ;

$k_1$  - hệ số tơi của đất ;

$k_1$  - hệ số sử dụng thời gian ;

$k_2$  - hệ số phụ thuộc vào địa hình ;

- xuống dốc 0 - 15%,  $k_2 = 1 + 2,25$  ;

- lên dốc 0 - 15%,  $k_2 = 1 + 0,5$ .

$T_{ck}$  - thời gian một chu kỳ làm việc, s ;

$T_{ck}$  - thời gian một chu kỳ làm việc, s ;

$$T_{ck} = \frac{l_1}{v_1} + \frac{l_2}{v_2} + \frac{l_0}{v_0} + t_c + t_0 + 2t$$

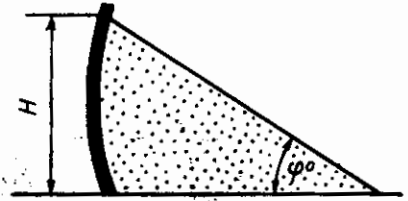
$l_1, l_2, l_0$  - quãng đường đào, vận chuyển, và đi trở về chỗ đào ;

$v_1, v_2, v_0$  - tốc độ đào, vận chuyển, và đi về chỗ đào ;

$t_c$  - thời gian sục số (khoảng 5s) ;

$t_0$  - thời gian hạ lưỡi ủi (khoảng 1,5 - 2,5s).

$t$  - thời gian quay máy (khoảng 10s).



Hình 4.24. Khối đất trước lưỡi ủi.

- Khi máy ủi san bằng địa hình :

$$Q = 3600.L(L\sin\varphi - 0,5) \cdot \frac{k_1}{n\left(\frac{L}{v} + t\right)}, \text{ m}^2/\text{h}$$

trong đó :  $l$  - quãng đường san, m ;

$L$  - chiều dài lưỡi ủi, m ;

$\varphi$  - góc lệch của lưỡi ủi so với trục dọc của máy ;

$v$  - vận tốc san, m/s ;

$t$  - thời gian quay máy, s ;

$k_1$  - hệ số sử dụng thời gian.

Năng suất của máy ủi phụ thuộc vào nhiều yếu tố, người điều khiển, tình trạng kỹ thuật của máy, cách tổ chức thi công ...

Để nâng cao năng suất của máy ủi ta có thể vận dụng các biện pháp sau :

- hai máy làm việc song hành, lưỡi ủi cách nhau 0,30 - 0,50 m ;

- đào và di chuyển tiếp sức ;

- khi máy làm việc nơi có độ dốc thì ủi xuống dốc năng suất sẽ cao hơn so với ủi lên dốc ;

- đào và tích đất với chiều dày phơi đất thay đổi (theo kiểu hình thang lệch)

- khi san ủi đất nhẹ có thể dùng lưỡi ủi có hai cánh bên hoặc nối dài lưỡi ủi ở hai bên.

## 2. Năng suất máy cạp

Năng suất máy cạp có thể tính theo công thức :

$$Q = 3600.q.k_d \cdot \frac{k_i}{k_r \cdot T_{ck}}, \text{ m}^3/\text{h}$$

trong đó :  $q$  - dung tích thùng cạp,  $\text{m}^3$  ;

$k_1$  - hệ số sử dụng thời gian ;

$k_2$  - hệ số toi ;

$T_{ck}$  - thời gian một chu kỳ làm việc (cũng tính tương tự như đối với máy ủi).

## § 4.6. MÁY ĐẦM ĐẤT

Đất sau khi được đào đắp để làm nền móng cho các công trình xây dựng, cầu đường, thủy lợi ... thường không đảm bảo độ lèn chặt cần thiết. Đầm đất làm cho đất được nén chắc lại, khối lượng riêng và độ bền chặt của đất tăng lên để đủ sức chịu tác dụng của tải trọng, chống lún, nứt nẻ, chống thấm ...

Muốn cho nền đất chịu được tải lớn khi có ngoại lực tác dụng thì đất phải được đầm lèn tự nhiên hoặc nhân tạo. Đầm tự nhiên là do người, máy móc đi lại và mưa tác dụng. Kiểu đầm này thường phải có thời gian dài và cường độ chịu tải của nền đất không theo ý muốn.

Chất lượng của nền đất sau khi đầm chủ yếu phụ thuộc vào ba yếu tố : lực, thời gian đầm và độ ẩm.

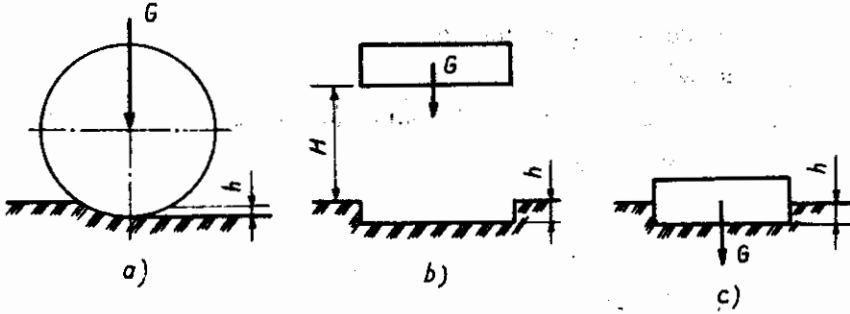
Trong quá trình đầm cần phải chú ý rằng ứng suất lớn nhất sinh ra trong nền đất (do ngoại lực) không được vượt quá giới hạn cho phép. Nếu vượt quá sẽ dẫn đến phá vỡ cấu trúc của nền đất đầm và trên bề mặt sẽ để lại những lượn sóng nhấp nhô. Vì sau mỗi lượt đầm, giới hạn bền của đất lại tăng, do đó cần phải tăng dần áp lực tiếp xúc ; cho nên khi đầm sơ bộ dùng máy hoặc lực va đập nhẹ, khi kết thúc cần dùng loại máy đầm nặng hoặc lực va đập lớn hơn.

Trong quá trình đầm, sự biến dạng của nền đất bao giờ cũng tiến triển theo thời gian. Khi có tác dụng đột ngột, thời gian đất ở trạng thái nén căng là rất nhỏ so với thời gian cần thiết để biến dạng hoàn toàn. Vì vậy, để đạt được chất lượng của nền đất sau khi đầm, cần tác dụng lực lâu hoặc nhiều lần.

Ngoài hai yếu tố lực và thời gian, có thể chủ động khắc phục được bằng cách chọn lực và tốc độ đầm hợp lý tùy theo loại đất. Nhưng yếu tố thứ ba là độ ẩm khó khắc phục nhất. Cho nên đối với đất khô thì phải tưới nước, đối với đất ướt phải đợi cho đất ráo nước, tạo ra độ ẩm tối ưu.

Hiện nay tất cả các loại máy đầm đều dựa trên các phương pháp đầm đất cơ bản : đầm nén do lực tĩnh, đầm do rung động, đầm do lực động (h.4.25).

Đám nén bằng lực tĩnh (h.4.25a) : đất được đầm chặt nhờ trọng lượng bản thân máy đầm truyền qua quả lăn cứng tròn, lu chân cừu hay bánh lốp chuyển động trên bề mặt lớp đất rải với độ dày nhất định. Trong quá trình đầm đất lực đầm không đổi.



Hình 4.25. Sơ đồ nguyên lý đầm :

a) Lực tĩnh ; b) Lực động ; c) Lực rung động.

Đầm bằng tải trọng động (h.4.25b) : đất được đầm chặt nhờ động năng của quả đầm khi rơi. Lực tác dụng lên đất thay đổi theo thời gian.

Đầm bằng rung động (h.4.25c) : máy đầm truyền cho đất dao động làm cho các hạt đất chuyển động tương đối với nhau và liên kết chặt lại. Trong trường hợp này, khác với đầm bằng tải trọng động, là tần số rung lớn nhưng năng lượng đầm nén nhỏ.

Chất lượng đầm nén được đánh giá bằng khối lượng riêng, độ bền, và mômen biến dạng của đất sau khi đầm.

## 1. Lu bánh cứng tròn

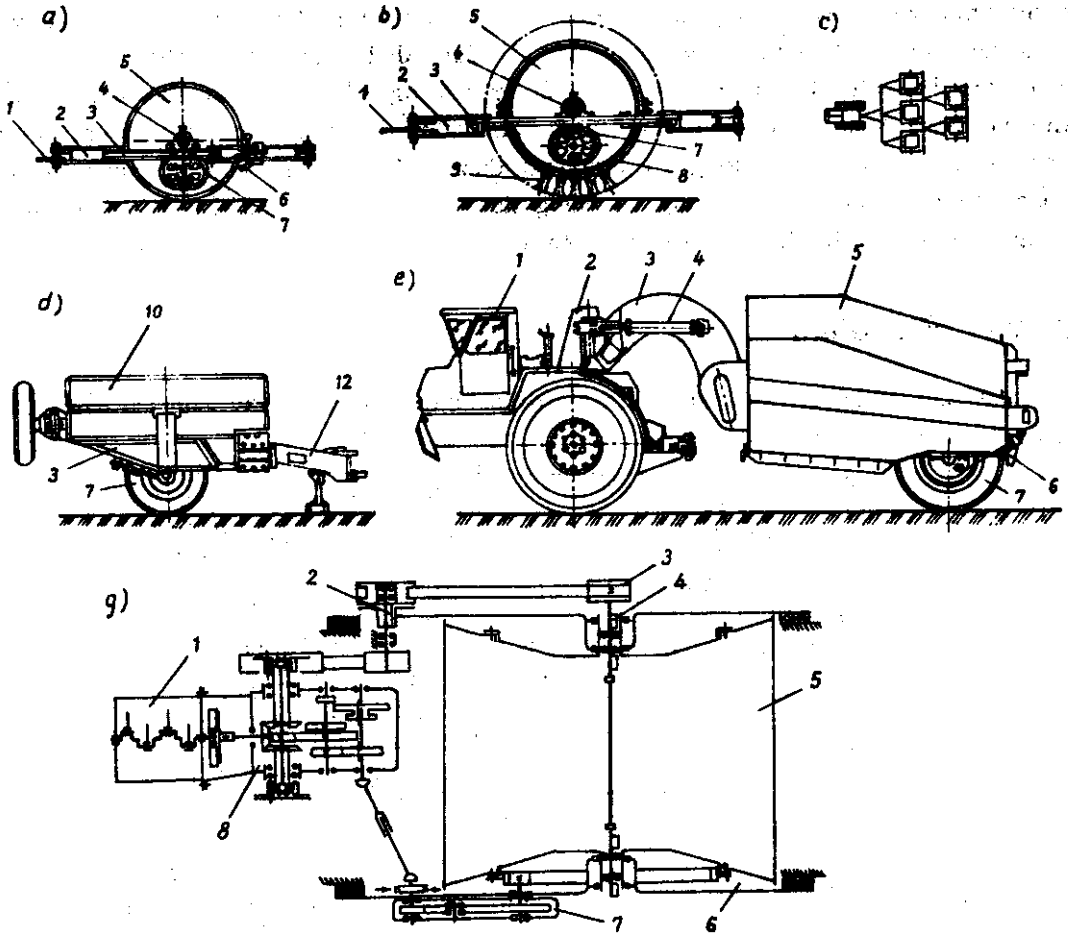
Lu bánh cứng tròn là loại máy đầm đơn giản nhất (h.4.26a), có thể kéo theo hoặc tự hành. Loại lu này gồm quả lăn bằng thép tròn 5, khung 3 và móc kéo 1. Quả lăn liên kết với khung bằng ổ trục 4. Qua nắp gia tải 7 có thể đổ cát vào trong quả lăn để tăng áp lực lên đất khi cần thiết. Trên khung còn lắp bộ phận gạt đất dính 6. Loại này dùng máy kéo hoặc đầu kéo để kéo theo. Lu bánh cứng tròn có chiều sâu đầm nhỏ 0,15 - 0,20 m. Bề mặt đất đắp, sau khi đầm để trở thành nhẵn mịn làm cho lớp đất đắp tiếp theo khó dính kết với lớp dưới. Sức bám của máy kém, máy công kênh, nặng và chậm, chỉ phù hợp khi đầm bề mặt đất có lẫn đá, trong thi công đường ôtô, đầm những lớp đất hoàn thiện kể cả lớp áo đường bê tông nhựa.

## 2. Lu chân cừu

Lu chân cừu (h.4.26b) thường là loại kéo theo. Khác với lu bánh tròn là trên bề mặt lu có hàn vấu 9 với số lượng và trình tự nhất định. Chiều sâu ảnh hưởng

lớn so với lu công bánh trụ và lu bánh lốp. Đặc biệt hiệu quả khi đầm đất dính, nhưng độ ẩm được quy định chặt chẽ. Loại này dùng nhiều trong thủy lợi. Năng suất của máy đầm chân cừu cao, nên đất đắp nhiều lớp nhưng vẫn đảm bảo một thể thống nhất.

Để đầm bề mặt rộng có thể lắp liên tiếp hai hay năm quả lăn bằng một giàn kéo chung (h.4.26c).



Hình 4.26. Các loại lu.

### 3. Lu bánh lốp

Lu bánh lốp có thể tự hành (h.4.26e) hoặc kéo theo (h.4.26d) gồm một khung 3 ty lên cơ cấu yên ngựa 2 của đầu kéo 1, hoặc nối trực tiếp bằng móc kéo 12 với máy kéo hay ô tô. Các lớp xe 7 được lắp thành một hoặc hai hàng trên một trục hoặc hai trục. Thùng xe 5 chứa đất, cát, đá hoặc một tấm gang 10 (h.4.26d), hay bê tông đúc sẵn; có thể đặt vào hay lấy ra dễ dàng để điều chỉnh lực đầm. Máy có tốc độ làm việc lớn và năng suất cao, thích ứng với mọi loại đất (kể cả mặt đường bê tông -atphan) do tăng giảm được khối lượng

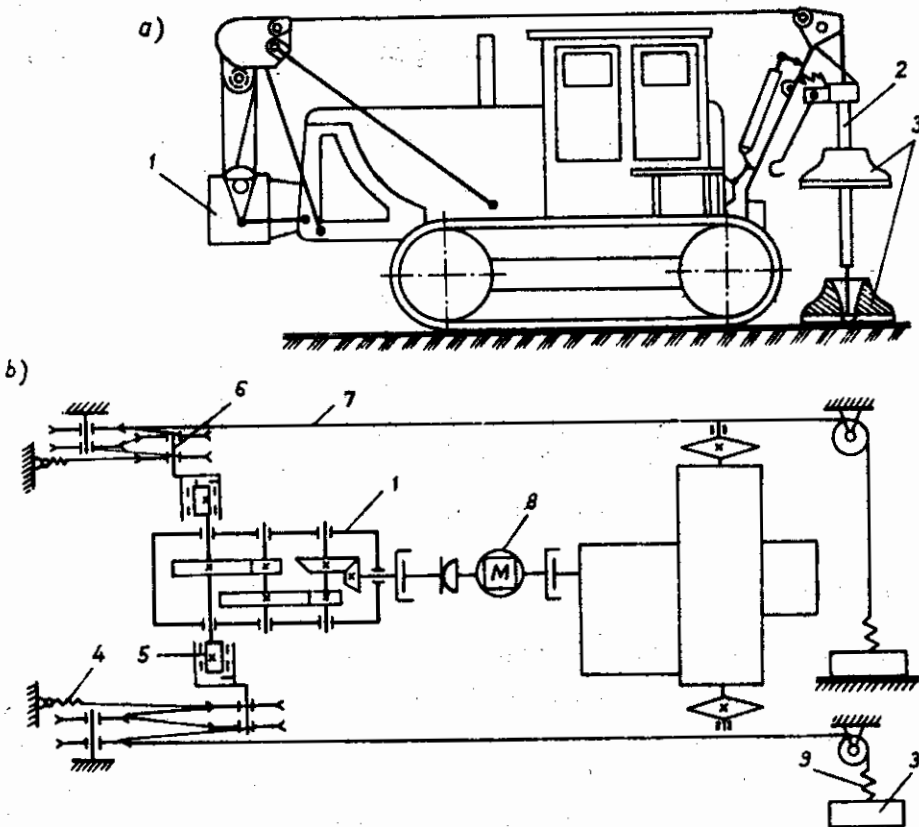
máy và áp suất trong lớp. Xylanh 4 làm nhiệm vụ điều khiển (đ) xe lu (h.4.26e). Chiều sâu đầm lớn hơn so với lu bánh cứng trơn, có thể đạt từ 40 đến 45 cm.

#### 4. Lu rung tự hành (sơ đồ động học thể hiện trên hình 4.26g)

Loại lu rung này là loại máy kết hợp cả hai phương pháp đầm : đầm tĩnh và đầm rung. Nó có hai bánh lăn, một bánh dẫn hướng phía trước, bánh chủ động phía sau 5 bên trong được trang bị bộ gây rung 4 bổ sung thêm lực xung kích khi cần thiết nếu đóng khớp nối 2. Tuy khối lượng máy nhỏ nhưng chiều sâu đầm lớn nhờ lực xung kích của bộ gây rung hỗ trợ thêm. Bộ gây rung có thể là bánh hoặc trục lệch tâm được dẫn động bằng bộ truyền cơ khí 3 (hay động cơ thủy lực) dẫn động từ động cơ diesel 1 (h.4.26g) của lu rung tự hành hoặc kéo theo, hoặc bằng động cơ riêng đặt trên lu kéo theo. Lu rung có thể áp dụng trên cả lu bánh trơn và lu chân cừu.

#### 5. Máy đầm động

Cơ cấu công tác của máy là một quả đầm rơi, bởi vậy còn có thể gọi là máy đầm rơi (h.4.27).



Hình 4.27. Máy đầm động :

- a) Sơ đồ cấu tạo ; b) Sơ đồ động học của cơ cấu dẫn động bộ công tác : 1, hộp giảm tốc ; 2, thanh dẫn ; 3, tấm gang ; 4, 9, giảm chấn ; 5, khớp mômen giới hạn ; 6, cơ cấu nâng ; 7, cáp ; 8, động cơ.

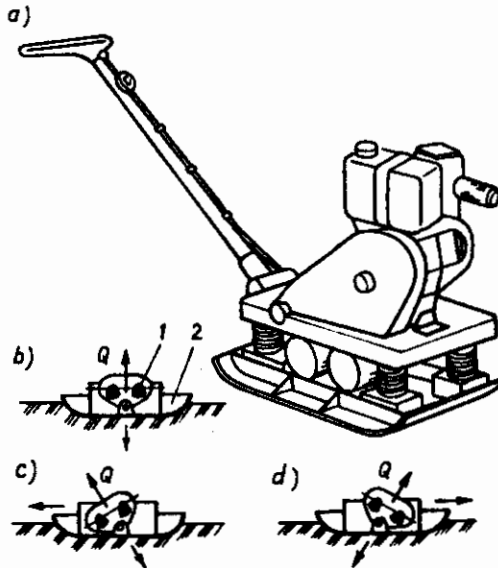
Quả đầm trong các máy đầm rơi phổ biến là gang và bê tông cốt thép. Chiều sâu đầm đất dính hoặc không dính theo từng lớp, sâu 1 - 1,5m và không đòi hỏi độ ẩm chặt chế lắm, khô quá hoặc ướt quá đều đầm được, nhưng năng suất thấp.

## 6. Máy đầm rung

Máy làm việc nhờ lực rung, có hiệu quả đối với đất rời có kích thước hạt khác nhau và lực liên kết nhỏ. Vì vậy nó thích hợp nhất đối với đất cát, đá cát, đá dăm nhỏ, sỏi. Còn đất dính và khô như đất sét thì dùng máy đầm rung không thích hợp. Máy đầm rung có hai loại : tự hành nhờ động cơ di chuyển hoặc nhờ lực cân định hướng và loại không tự hành. Ở loại không tự hành, máy chỉ rung động thuận tụy, máy muốn di chuyển phải nhờ đầu kéo hoặc người đẩy.

Khi sử dụng các loại máy này thì độ ẩm của đất đòi hỏi phải lớn hơn khi sử dụng các loại đầm tĩnh và động khoảng từ 10 đến 12%. Bộ phận chính của máy là bàn đầm 1 (h.4.28), dao động của bàn đầm do bộ phận bánh lệch tâm 2 tạo ra. Khi thay đổi vị trí của bộ gây rung so với bàn đầm sẽ xuất hiện thành phần nằm ngang của lực  $Q$  làm máy có thể tự di chuyển được theo hướng của thành phần lực này. Động cơ đặt trên vỏ che được cách ly với bàn đầm bằng lò xo hoặc đệm cao su. Nhờ bộ truyền đai, truyền chuyển động quay cho bộ gây rung đặt trên bàn rung.

Để điều khiển máy đầm dùng tay đẩy gắn trên vỏ đầm và cũng được cách ly với bàn đầm bằng bộ giảm chấn.



Hình 4.28. Máy đầm rung :

- a) Hình chung ; b) Sơ đồ làm việc khi đứng yên ;
- c) Khi tiến ; d) Khi lùi.

## 7. Năng suất máy đầm

- Đối với máy đầm tĩnh và máy đầm rung có thể tính năng suất kỹ thuật theo công thức :

$$Q = 1000(B - b).h. \frac{v}{n}, \text{ m}^3/\text{h}.$$

trong đó :  $B$  - chiều rộng vệt đầm bằng chiều rộng máy lu, chiều rộng bàn đầm, m;  
 $b$  - khoảng cách trùng nhau giữa hai vệt đầm ( $b = 0,1 + 0,15 \text{ m}$ );  
 $h$  - chiều sâu tác dụng của đầm, m ;  
 $v$  - tốc độ di chuyển máy khi đầm, km/h ;  
 $n$  - số lần đầm tại một chỗ.

- Đối với đầm động học (đầm rơi) :

$$Q = 60.m.(a - b)^2. \frac{h}{n}, \text{ m}^2/\text{h}$$

trong đó :  $m$  - số lần rơi của đầm trong một phút, 1/ph ;  
 $a$  - kích thước vệt đầm, m ;  
 $h$  - chiều sâu tác dụng đầm, m ;  
 $n$  - số lần rơi tại một chỗ.

## THIẾT BỊ GIA CỐ NỀN MÓNG

---

Cấu tạo của nền đất thường không đồng nhất và chỉ chịu được áp lực nhỏ ; vì vậy, trong công tác xây dựng cầu, đường, xây dựng nhà cao tầng, ống khói, đài nước ... thường phải xử lý nền móng trước khi xây dựng. Chi phí để xử lý móng chiếm một tỷ lệ khá lớn so với tổng giá trị công trình.

Một trong những cách xử lý nền móng vừa kinh tế vừa đảm bảo độ bền vững của công trình là dùng phương pháp đóng, ép và hạ cọc. Cọc có thể là cọc tre, cọc gỗ, cọc thép, cọc bê tông cốt thép, cọc cát, cọc vôi v.v... Ngoài ra còn áp dụng phổ biến phương pháp gia cố nền móng bằng cọc nhồi, gia cố bằng bác thấm ...

### § 5.1. KHÁI NIỆM CHUNG VỀ MÁY ĐÓNG CỌC

Để đóng cọc vào nền đất, có thể dùng các phương pháp : va đập (lực xung kích), rung, ép tĩnh, xoay cọc, xối nước hoặc kết hợp giữa các phương pháp như va rung, rung ép.

Máy đóng cọc có thể phân loại theo lực tác dụng lên đầu cọc : máy đóng cọc va đập (búa xung kích) trong đó có các loại như búa rơi, búa hơi, búa diesel ; máy đóng cọc bằng phương pháp rung (búa rung) trong đó có loại tần số thấp (loại nổi cứng), tần số cao (loại nổi mềm), loại va rung và búa đóng cọc thủy lực.

Nếu phân loại theo hệ di chuyển ta có các loại : máy đóng cọc di chuyển trên ray ; máy đóng cọc di chuyển bằng xích ; máy đóng cọc di chuyển trên phao nổi.

Máy đóng cọc thường gồm ba phần chính :

*Máy cơ sở* : thường dùng cần trục xích hoặc máy đào một gầu, có khi chỉ dùng toa quay lắp trên giá di chuyển bằng bánh sắt đặt trên đường ray (h.5.1).

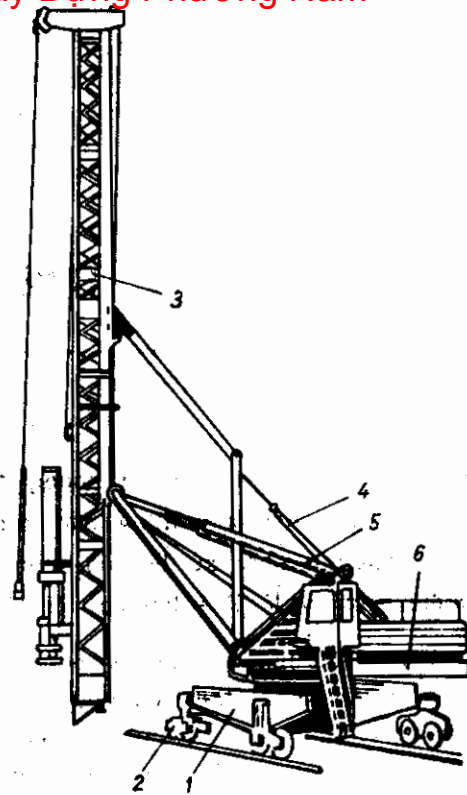
Giá búa gồm hệ thanh dẫn hướng cho đầu búa trong quá trình đóng cọc ; thanh xiên, thanh ngang ; thanh này có thể điều chỉnh góc nghiêng của giá (về phía trước hay phía sau), thường khoảng  $5^{\circ}$  khi cần đóng cọc xiên. Để điều chỉnh được có thể dùng tăngđơ hoặc xy lanh thủy lực.

Đầu búa là bộ phận trực tiếp gây ra lực để đóng cọc. Hiện nay có các loại đầu búa : búa rơi, búa diêzen, búa rung, búa thủy lực và hơi nước.

Búa rơi có kết cấu đơn giản, dùng đầu búa nâng lên độ cao nhất định rồi thả xuống để đóng cọc. Loại này ít dùng vì năng suất thấp.

Búa hơi nước tuy có tấn số đóng cọc cao nhưng công kênh nên ít dùng.

Các loại búa diêzen, búa rung, búa thủy lực có ưu điểm gọn nhẹ, cơ động hiệu quả đóng cọc cao nên được dùng phổ biến hơn.



Hình 5.1. Cấu tạo chung của máy đóng cọc đặt trên đường ray :

- 1 khung dưới ; 2 bánh sắt ; 3 giá búa ; 4,5 cơ cấu điều chỉnh giá búa ; 6 toa quay.

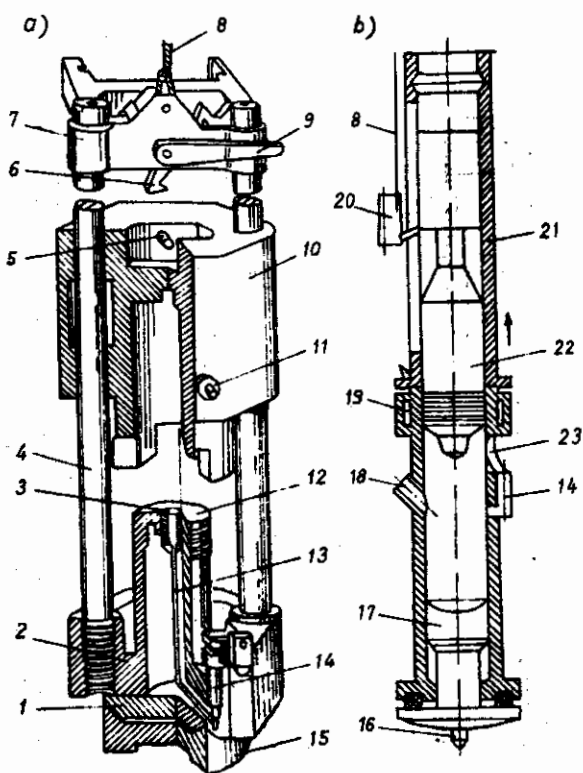
## § 5.2. BÚA ĐÓNG CỌC DIÊZEN

Nguyên lý làm việc của búa đóng cọc diêzen là dựa trên nguyên lý làm việc của động cơ diêzen. Loại này có ưu điểm là kết cấu gọn nhẹ, cơ động, làm việc độc lập không phụ thuộc vào nguồn điện, nguồn hơi. Nhược điểm của nó là công suất đóng cọc nhỏ vì mất khoảng 50 - 60% động năng dùng để nén khí cho búa nổ, tốc độ đóng cọc chậm hơn so với búa hơi song động (60 - 80 lần/ph) vì thế hiệu quả đóng cọc thấp. Khi đóng cọc ở nền đất yếu và về mùa đông búa khó nổ, do lực đóng cọc lớn nên đầu cọc dễ bị vỡ, gây ảnh hưởng tới công trình xung quanh. Có ba loại búa đóng cọc diêzen : loại hai cọc dẫn, loại ống dẫn và loại xy lanh dẫn ; trong đó loại hai cọc dẫn và loại ống dẫn được dùng nhiều hơn.

**Búa đóng cọc diêzen hai cọc dẫn** (h.5.2a) có hai cọc dẫn hướng 4 liên kết với đáy 2 được đúc liền với pittông 12. Khối đáy pittông ty lên bề búa 1 và kẹp cọc 15. Xylanh 10 trượt theo hai cọc đồng thời làm nhiệm vụ dẫn dầu búa. Phía trên cọc là xà ngang 7 có cáp treo 8, móc khởi động 6 và đòn điều khiển móc 9. Khi thả cáp rơi xuống dọc theo hai cọc dẫn, móc 6 tự động móc vào chốt 5, sau đó nâng cả xà ngang và xylanh đến vị trí trên cùng. Giật đòn 9, chốt 5 trượt khỏi móc 6, xylanh 10 rơi tự do theo hai cọc dẫn hướng chụm vào pittông 12 để đóng cọc và nén không khí trong buồng xylanh. Khi đạt tới áp suất và nhiệt độ cao, đồng thời chốt 11 đánh vào đòn 14, dầu được phun vào trong buồng xylanh dưới dạng sương mù, gặp không khí ở nhiệt độ và áp suất cao tự bốc cháy (nổ) sinh ra áp lực lớn đẩy tung xylanh lên. Khi hết đà, xylanh - đầu búa lại rơi xuống tiếp tục nén khí, đóng cọc, nổ ... Cứ như vậy sau mỗi lần rơi xuống, cọc được đóng sâu vào đất. Loại búa này có năng lượng tương đối thấp chỉ phù hợp với đất yếu.

**Búa đóng cọc diêzen ống dẫn** (h.5.2b) có phần va đập là pittông - đầu búa 22 trượt trong xylanh dẫn hướng 21. Phần bệ 17 nằm trong xylanh có lỗ lõm hình bán cầu. Pittông 22 làm nhiệm vụ dẫn dầu búa, phía trên có bộ phận bôi trơn tự động, phía dưới có phần lõi ra hình cầu tương ứng với phần lõm ở bệ 17. Búa được định tâm với cọc bởi đỉnh vấu 16. Khi khởi động, cáp 8 kéo móc 20 đưa đầu búa lên cao, sau đó thả cho pittông 22 rơi tự do dọc theo xylanh ; pittông ép vào đòn bơm 23, mở bơm 14 làm dầu từ bình dầu 19 được bơm vào xylanh hòa trộn với không khí chảy vào phần lõm của bệ 17.

Pittông tiếp tục đi xuống che kín lỗ thoát khí 18 làm không khí bị nén tới áp suất và nhiệt độ cao. Khi phần lõi của pittông 22 đập vào phần lõm của bệ 17 thì thực hiện đóng cọc đồng thời làm cho dầu bắn tung tóe dưới dạng sương mù, gặp không khí có áp suất và nhiệt độ cao nó tự bốc cháy đẩy tung pittông lên. Khí cháy trong xylanh được thoát ra ngoài qua lỗ 18. Khi pittông hết đà thì nó tự rơi



Hình 5.2. Búa đóng cọc diêzen :  
a) Loại hai cọc dẫn ; b) Loại ống dẫn.

xuong và tiếp tục một chu kỳ làm việc mới, mỗi lần pittông rơi là một lần cọc được đóng sâu vào trong nền đất. Quá trình làm việc của búa diêzen loại ống dẫn được thể hiện trên hình 5.3.

Loại búa diêzen ống dẫn có trọng lượng đầu búa từ 500 đến 5000 kG nên cho phép đóng được loại cọc bê tông cốt thép có tiết diện từ 100 × 100 đến 400 × 400 mm<sup>2</sup> vào bất kỳ loại đất không có đá nào. Các loại búa đóng cọc ống dẫn thông dụng hiện nay ở Việt Nam được sản xuất tại Nga, Trung Quốc, Nhật ...

Khi dùng các loại búa va đập để đóng cọc cần phải tính chiều cao rơi phù hợp với vật liệu và tiết diện cọc :

$$H_{\max} = \sigma^2 \cdot F \cdot \frac{l}{2E \cdot Q} , \text{ m}$$

trong đó :  $\sigma$  - cường độ của cọc, N/m<sup>2</sup> ;

$F$  - tiết diện cọc, m<sup>2</sup> ;

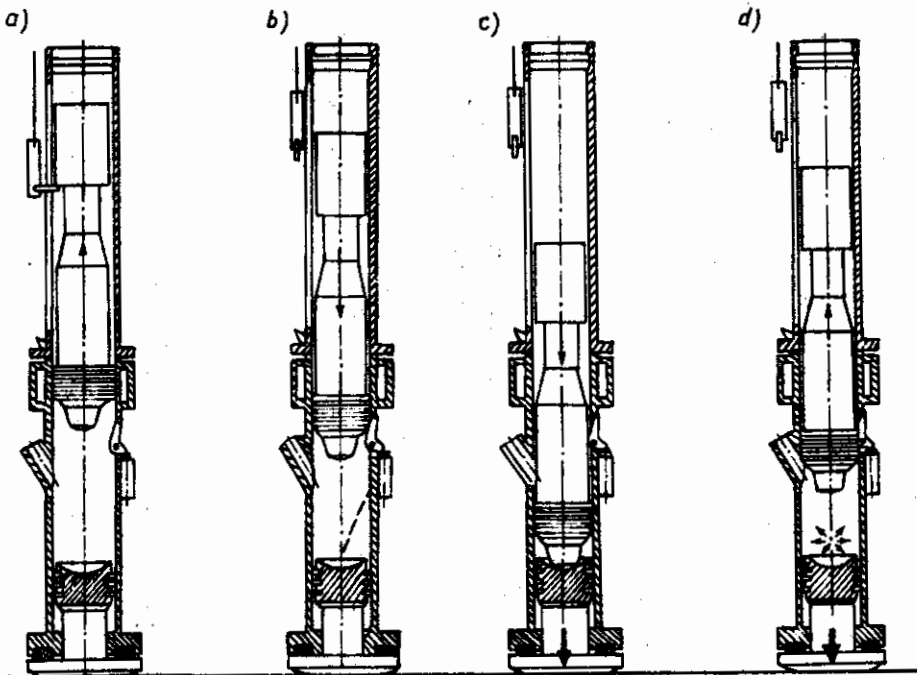
$l$  - chiều dài cọc, m ;

$E$  - môđun biến dạng của cọc, N/m<sup>2</sup> ;

$Q$  - trọng lượng đầu búa, N.

Nhưng chiều cao của búa được chọn theo quan hệ :

$$H \leq 0,8 H_{\max} .$$



Hình 5.3. Quá trình làm việc của búa diêzen loại ống dẫn :

- a) Nâng búa ; b) Thả búa ; c) Đóng cọc và nén không khí ;
- d) Nổ tung đầu búa lên.