

# CÔNG NGHỆ KHAI THÁC CÁT LÒNG SÔNG VIỆT NAM

KS. NGUYỄN XUÂN QUANG  
Tổng cục Địa chất-Khoáng sản

## 1. Tổng quan

Trong công nghiệp khai thác mỏ, khai thác cát sa khoáng, có nhiều cách phân loại "Hệ thống khai thác" (HTKT) khác nhau. Khi khai thác các khoáng sản rắn bằng phương pháp lộ thiên thì E.F. Sêskô và sau đó là N.V. Menhikôv [5] căn cứ vào dấu hiệu vận tải đất đá ra bãi thải để phân loại HTKT, còn V.V. Rjepxki thì dựa vào các dấu hiệu phương pháp triển công trình mỏ theo phương thẳng đứng, mối quan hệ tương đối giữa phương pháp triển công trình mỏ và phương vị vĩa, phương thức khấu và vị trí bãi thải làm tiêu chí phân loại. Trong khai thác đá làm vật liệu xây dựng ở Việt Nam thì ngoài các tiêu chí phương pháp triển công trình mỏ theo phương thẳng đứng, phương thức khấu các lớp, còn có thêm các tiêu chí phương thức vận tải và cách thoát nước mỏ. Trong khai thác sức nước nói chung thì G.A. Nurôc đã căn cứ vào các dấu hiệu: phương thức vận tải bùn (có áp hay tự chảy), cách làm tơi đất đá (bằng sức nước, bằng cơ giới) và thiết bị sử dụng trong khai thác (máy xúc, súng nước, bơm bùn, máy nâng thủy lực, các loại tàu cuốc, tàu hút bùn),... để phân loại HTKT.

Trong điều kiện tự nhiên và kỹ thuật mỏ của các khoáng sàng cát sa khoáng, các tiêu chí về hướng phát triển công trình theo chiều sâu hay theo phương vị, cách thoát nước, vị trí bãi thải, cách làm tơi,... không đặc trưng được cho công nghệ khai thác. Thực tế, chỉ các thiết bị sử dụng khi khai thác cát là đặc trưng công nghệ cho khai thác cát sa khoáng. Đối với cát bãi bồi, phương án công nghệ có hiệu quả và được áp dụng rộng rãi nhất là xúc bóc bằng máy xúc và vận tải bằng ô tô. Thiết bị xúc bóc có thể là máy xúc TLGN, máy xúc gầu treo hay gầu ngoạm. Ngoài ra cũng có thể sử dụng sức nước ở một trong hai hoặc cả hai khâu trên.

Đối với cát lòng sông, phần ngập nước thì phương án công nghệ đa dạng hơn: (i) Khâu xúc bóc có thể bằng ụ nổi (ponton), sà lan hay tàu thủy được trang bị bơm hút, máy xúc gầu ngược, máy xúc gầu ngoạm hoặc máy xúc nhiều gầu (tàu

cuốc); (ii) khâu vận tải cát có thể là máy bơm kết hợp ống dẫn đặt trên phao đỡ hoặc đỡ trực tiếp lên phương tiện vận tải thủy khác (tàu thủy, sà lan,...).

Khâu chất kho (bãi) của cát khai thác cũng có khối lượng lớn bằng khối lượng mỏ khai thác và được thực hiện bằng chính thiết bị vận tải. Ngoài ra, trên bãi chứa cát còn có các thiết bị phụ trợ là máy ủi, đôi khi là máy bóc, để đánh đồng và máy xúc để chất tải cho khách hàng. Do vậy có thể coi khâu vận tải và chất kho có cùng thiết bị chính.

Trên cơ sở công nghệ và thiết bị trên có thể phân loại HTKT trong công nghệ khai thác cát thành các sơ đồ sau:

- ❖ Sơ đồ 1 - Khai thác bằng máy xúc kết hợp với ô tô hoặc băng tải;
- ❖ Sơ đồ 2 - Khai thác bằng tàu cuốc kết hợp với bơm bùn;
- ❖ Sơ đồ 3 - Khai thác bằng tàu hút chuyên dụng kết hợp với bơm bùn;
- ❖ Sơ đồ 4 - Khai thác bằng bơm hút đặt trên ụ nổi hoặc xà lan kết hợp với bơm bùn;
- ❖ Sơ đồ 5 - Khai thác bằng máy xúc đặt trên ụ nổi hoặc xà lan kết hợp với bơm bùn hoặc phương tiện vận tải nổi.

## 2. Công nghệ khai thác bằng máy xúc kết hợp với ô tô hoặc băng tải

Đối với cát nằm trên cạn, chủ yếu là ở các bãi bồi, được hình thành do sự bồi lắng, tích tụ cát của dòng sông. Đặc điểm của thân khoáng là nổi lên trên mặt nước, đặc biệt là vào mùa khô, khai thác rất thuận lợi do có thể huy động thiết bị xúc trực tiếp. Các khâu công nghệ trong quá trình sản xuất mỏ lộ thiên hầu như không có gì đặc biệt mà chỉ thuần túy là xúc bóc và vận tải. Loại hình công nghệ khai thác này hiện đang được sử dụng phổ biến ở các khu vực cát bãi bồi sông Hồng hoặc tại một số cũ lạo ở khu vực đồng bằng sông Cửu Long.

### 2.1. Hệ thống khai thác

Đối với loại hình khai thác này, HTKT sử dụng là: HTKT lớp băng hoặc HTKT không xuống sâu.



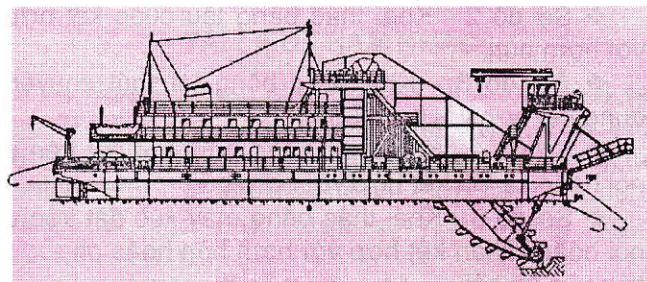
Mỏ phát triển theo diện nằm ngang hoặc theo tuyến, tùy thuộc thể nằm và chiều dày của thân khoáng. Hoạt động khai thác ngoài ra còn chịu ảnh hưởng bởi chế độ khai thác là khai thác theo mùa, trung bình chỉ khai thác khoảng 6-7 tháng/năm vào mùa khô (từ khoảng tháng 10 năm trước đến tháng 4 hoặc tháng 5 năm sau).

**2.2. Đồng bộ thiết bị**

Đồng bộ thiết bị trong công nghệ khai thác này là: sử dụng các máy xúc thủy lực gầu ngược, dung tích gầu từ 0,5-1,5 m<sup>3</sup> tùy thuộc quy mô công suất mỏ và tiến độ dự án, vận tải bằng ô tô tự đổ tải trọng 10, 15, 25 tấn, máy ủi công suất 220-450 cv. Máy xúc TLGN làm việc với gương dưới mức máy đứng và di chuyển thụt lùi; ô tô vào nhận tải đứng cùng mức máy xúc để tránh bị sa lầy.

**3. Công nghệ khai thác bằng tàu cuốc kết hợp với bơm bùn**

Ở Việt Nam, loại hình khai thác phổ biến trong khai thác cát lòng sông nằm dưới mặt nước là tàu cuốc (H 1). Loại hình công nghệ này về bản chất là sử dụng máy xúc nhiều gầu để khai thác cát dưới sông một cách liên tục, kết hợp với phương tiện vận tải là xà lan hoặc các phương tiện nổi khác. Ở Việt Nam, loại thiết bị này được áp dụng phổ biến do phù hợp với địa hình sông ngòi, dễ sử dụng và có chi phí đầu tư ban đầu không cao.



H.1. Sơ đồ tàu cuốc mã hiệu 1499-626 (LB Nga)

**3.1. Sơ đồ công nghệ**

Cát, bùn sét ở đáy sông được đưa lên mặt sông và rót vào phương tiện vận chuyển bằng một hệ thống gầu lắp trên một sợi dây xích lớn, bánh răng chủ động được truyền động từ hệ thống máy động lực làm cho cả hệ thống xích-gầu hoạt động guồng liên tục. Các gầu lần lượt cuốc vào thân cát và đưa cát rót vào phương tiện ở vị trí bắt đầu đi xuống. Thiết bị này cho năng suất cao (sau tàu hút) phù hợp với công suất khai thác lớn. Vận tải bằng xà lan tự hành tải trọng 50-200 tấn.

Về trình tự khai thác, công nghệ khai thác sa khoáng bằng tàu cuốc thông thường được mô tả gồm các bước như sau:

- ❖ Tàu cuốc đến định vị ở gương khai thác đầu tiên, xúc khoáng sản bằng các gầu xúc gắn trên

- bản xích nằm trên khung cứng và khớp quay di chuyển lên cao, chất tải vào xà lan tự hành, tuyến khai thác với kích thước: rộng 20+25 m, bước dịch chuyển 5-10 m;

- ❖ Khoáng sản được khai thác bằng các gầu xúc gắn trên xích, năng suất của tàu cuốc 60 m<sup>3</sup>/h hoặc hơn, khai thác các tuyến theo thứ tự của các khoáng;

- ❖ Phương pháp khai thác: tàu cuốc làm việc theo sơ đồ hình rẽ quạt, khai thác từ trên xuống dưới;

- ❖ Sau khi khai thác đủ tải trọng, róc nước, khoáng sản được vận chuyển bằng xà lan tự hành hoặc phương tiện nổi khác về vị trí dỡ tải;

- ❖ Tại vị trí dỡ tải (bãi chứa) có thể dùng máy xúc thủy lực gầu ngược hoặc máy bốc để chất tải cho hộ tiêu thụ (xúc nạp tải cho ô tô).

**3.2. Các thông số của hệ thống khai thác**

a. Chiều cao tầng khai thác "H". Cát được tàu cuốc khai thác trực tiếp, chiều cao tầng đảm bảo tàu làm việc có hiệu quả H "H<sub>xmax</sub>", với cuốc tự hành (và các loại tương tự), chiều cao tầng khai thác lớn nhất: 12 m, chiều sâu khai thác nhỏ nhất: 6 m. Kết hợp chiều dày lớp khai thác, chọn H=5,7 m.

b. Chiều cao tầng kết thúc "H<sub>kt</sub>" (m). Chiều cao tầng kết thúc được xác định trên cơ sở thực trạng sau khi khai thác, không gây sập lở xói bờ bãi vào mùa lũ và tận thu tối đa cát san lấp. Theo quy phạm khai thác lộ thiên, đối với mỏ cát bồi ven sông chọn chiều cao tầng kết thúc H<sub>kt</sub>=5,0-6,0 m, thực tế chiều cao tầng kết thúc H<sub>kt</sub>=5,0-5,7 m.

e. Chiều rộng dải khẩu "A". Chiều rộng dải khẩu:  $A=2R\sin(\alpha/2)=2.25.\sin(30^0/2)=25$  m. (1)

Trong đó: R - Chiều rộng cắt ngang từ mép ngoài của dải khẩu khai thác đến tâm trục gắn các gầu xúc khi tàu làm việc vuông góc với gương, m;  $\alpha$  - Góc quay của tàu, độ.

Khi khai thác trực tiếp lớp sa khoáng theo hình rẽ chiều rộng dải khẩu A phụ thuộc vào chiều dài bán kính làm việc trung bình của tàu cuốc đã chọn và các loại tương tự thì chiều rộng dải khẩu A=20-25 m.

f. Chiều sâu lớp khai thác "h<sub>2</sub>". Chiều sâu lớp khai thác với loại tàu cuốc đã chọn chiều sâu lớp khai thác H<sub>KT</sub>=6,0-8,0m, h<sub>2</sub> được xác định phụ thuộc vào chiều dài xích gắn gầu và công suất động cơ kéo.

g. Chiều sâu khai thác. Chiều sâu khai thác của tàu cuốc gồm hai giá trị: Giá trị khai thác với chiều sâu lớn nhất, kể từ vị trí khớp quay trên của cơ cấu gắn xích, thường thay đổi phụ thuộc vào các loại tàu cuốc, thay đổi từ 4-6 m. Giá trị khai thác với chiều sâu nhỏ nhất từ 2-4 m.

**3.3. Tính toán năng suất hoạt động của tàu cuốc**

Từ mức cao khoảng +1 m trở lên sa khoáng đều có thể khai thác trực tiếp bằng tàu cuốc năng suất



khai thác 50+60 m<sup>3</sup>/h, với chiều cao khai thác H<sub>kt</sub>=6,0+8,0 m. Năng suất tàu cuốc được tính toán theo công thức:

$$Q_h = \frac{3600 \cdot E \cdot n \cdot K_d \cdot K_t}{T_{ck} \cdot K_r}, m^3/h \quad (2)$$

Trong đó: T<sub>ck</sub> - Thời gian chu kỳ xúc đầy các gầu xúc; L<sub>x</sub>/v<sub>x</sub> (L<sub>x</sub> - Chiều dài bản xích gắn gầu, m; v<sub>x</sub> - Tốc độ di chuyển của xích, m/s); E - Dung tích gầu, m<sup>3</sup>; n - Số gầu xúc gắn trên xích, cái; K<sub>d</sub> - Hệ số xúc đầy gầu; 0,7+0,75; K<sub>t</sub> - Hệ số sử dụng thời gian; K<sub>r</sub>=0,8+0,85.

#### 4. Công nghệ khai thác bằng tàu hút chuyên dụng kết hợp với bơm bùn

Công nghệ khai thác cát bằng tàu hút được áp dụng khi thân khoáng ngập trong nước, nửa ngập nước hoặc khi nằm ở những khu vực được cấp bù nước với số lượng lớn (nước ngầm nhiều hay nằm gần sông, kênh, rạch).

Khai thác sa khoáng nằm sâu dưới nước bằng tàu hút là một công nghệ được áp dụng phổ biến trên thế giới. Ở Việt Nam, loại thiết bị này đã được sử dụng nhiều trong lĩnh vực khai thác khoáng sản dạng sa khoáng như tại mỏ thiếc Bắc Lũng-Tuyên Quang hoặc sử dụng trong khai thác cát, sỏi lòng sông. Hiện tại, tại sông Tiền và sông Hậu thuộc tỉnh An Giang đang sử dụng tương đối phổ biến loại công nghệ này để khai thác cát lòng sông.

Thiết bị đồng bộ trong công nghệ này khá đơn giản. Khi khai thác hoàn toàn bằng tàu hút, đồng bộ thiết bị bao gồm: tàu hút bùn, bơm bùn, phao, hệ thống đường ống dẫn và các thiết bị làm toại bằng cơ khí; đôi khi kết hợp với súng nước để phá vỡ, làm thấm rã và đẩy phần khoáng sản nằm trên mực nước xuống gương hút (đáy sông), tạo điều kiện cho tàu hút bùn tận thu hết tài nguyên.

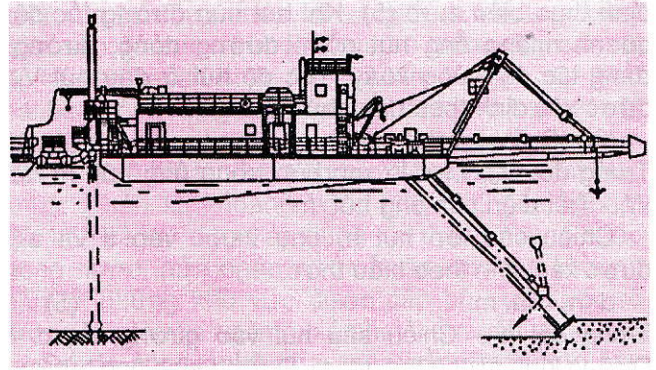
Ưu điểm của công nghệ này là: (i) Dây chuyền công nghệ liên tục, hồi lượng xây dựng cơ bản nhỏ, (ii) có tính cơ động cao, công suất lớn, hoạt động liên tục với hiệu suất cao, (iii) có khả năng tiến hành đồng thời khâu tuyển khoáng trong quá trình khai thác.

Tuy nhiên nhược điểm là: (i) Tiêu hao năng lượng tương đối lớn (điện năng dùng cho máy bơm), (ii) hệ thống đường ống dẫn bùn sẽ chiếm dụng diện tích mặt nước, làm ảnh hưởng đến giao thông thủy trong quá trình khai thác, (iii) đòi hỏi phải có các bãi chứa sản phẩm tương đối rộng và có độ thoát nước nhanh trên bờ.

##### 4.1. Sơ đồ công nghệ

Công nghệ chi tiết thể hiện như sau:

❖ Tàu hút được định vị ở gương khai thác, sau đó hút cát bằng máy bơm cao áp, qua các đầu hút, khai thác các tuyến theo thứ tự xác định;



H.2. Sơ đồ tàu hút cát 180-60 của LB Nga sản xuất

❖ Các thông số tuyến khai thác thông thường: chiều rộng B<sub>k</sub>=20÷25 m, chiều cao H<sub>k</sub> bằng chiều dày thân khoáng, bước dịch chuyển 5÷10 m;

❖ Phương pháp hút: tàu hút làm việc theo sơ đồ hình rẽ quạt, hút theo các lớp mỏng từ trên xuống dưới cho đến hết chiều dày thân khoáng;

❖ Chỉ tiêu tiêu hao nước: q=2,33 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> (70 % nước, 30 % quặng);

❖ Hỗn hợp quặng sa khoáng+nước được bơm cao áp đẩy qua ống kín có áp xả vào vị trí đỡ tải (bãi chứa, hoặc tàu vận tải).

##### 4.2. Các thông số của hệ thống khai thác

a. Chiều cao tầng khai thác (H). Do cát được hút trực tiếp bằng bơm cao áp, nên chiều cao tầng được chọn phải đảm bảo cho tàu làm việc có hiệu quả H≤H<sub>xmax</sub>, với H<sub>xmax</sub> là chiều hút lớn nhất của tàu hút.

b. Chiều cao tầng kết thúc được xác định trên cơ sở điều kiện địa chất mỏ và thực trạng sau khi khai thác, đảm bảo không gây xói lở bờ bãi vào mùa lũ và tận thu tối đa khoáng sản. Thông thường, chiều cao tầng kết thúc trong khai thác sa khoáng bằng tàu hút H<sub>kt</sub>=4÷5 m.

c. Góc nghiêng sườn tầng khai thác (α). Căn cứ vào tính chất cơ lý của khoáng sản ở mỏ, góc nghiêng sườn tầng khai thác phải đảm bảo an toàn và ổn định được tính theo công thức Maxlov như đã dẫn.

d. Góc nghiêng sườn tầng kết thúc (α<sub>kt</sub>). Góc nghiêng sườn tầng kết thúc α<sub>kt</sub> được xác định với hệ số an toàn K lớn hơn.

e. Chiều rộng gương công tác (B<sub>th</sub>). Khi tàu hút được định vị (neo đỗ) bằng cọc có thể xác định chiều rộng gương khai thác theo công thức:

$$B_{th} = 2 \cdot R \cdot \sin(\alpha_1/2), m. \quad (3)$$

Trong đó: R - Chiều rộng cắt ngang từ mép tầng khai thác đến tâm đường ống hút khi tàu làm việc vuông góc với gương, m; α<sub>1</sub> - Góc quay của tàu, độ.

f. Chiều sâu lớp hút (h<sub>z</sub>). Chiều sâu lớp hút phụ thuộc và đặc tính của thân khoáng, cơ cấu làm toại, lực hút của ống hút. Chiều sâu lớp hút h<sub>z</sub> được xác



định theo biểu thức (5). Khi hút bùn đường tốc độ quanh miệng ống hút gồm: đường dòng, đường đẳng tốc độ, vùng xoáy. Tốc độ hút ở đầu hút  $V_h$  được xác định theo biểu thức:

$$V_h = (Q_v / W_h), \text{ m/s.} \quad (4)$$

Trong đó:  $Q_v$  - Lưu lượng bùn trong ống hút,  $\text{m}^3/\text{s}$ ;  $W_h$  - Tiết diện của ống hút,  $\text{m}^2$ .

Chiều sâu lớp hút  $h_z$  phụ thuộc vào  $d$  và  $a$ , được xác định theo biểu thức:

$$d < h_z < 5a, \text{ m.} \quad (5)$$

Trong đó:  $h_z$  - Chiều sâu hút vào gương,  $\text{m}$ ;  $d$  - Đường kính miệng hút,  $\text{m}$ ;  $a$  - Đường kính ống hút,  $\text{m}$ .

Khi đổ góc nghiêng đầu ống hút nên đặt thẳng đứng. Khi  $h_z > (5.a)$  thì góc vát đầu ống hút nên chọn là  $30^\circ$ .

g. Đường kính phễu hút ( $D_h$ ). Đường kính phễu hút  $D_h$  được tính theo biểu thức:

$$D_h = 3.h \left( 1 + \sqrt{\frac{V_x}{V_h}} \right), \text{ m.} \quad (6)$$

h. Chiều sâu phễu hút ( $h_h$ ). Kích thước giới hạn của phễu hút được xác định theo biểu thức:

$$h_h = r_1 \left( 1 + \sqrt{\frac{V_h}{2.V_x}} \right), \text{ m.} \quad (7)$$

Trong đó:  $r_1$  - Bán kính ống hút,  $\text{m}$ ;  $V_h$  - Tốc độ hút,  $\text{m/s}$ ;  $V_x$  - Tốc độ xói lở,  $\text{m/s}$ .

i. Chiều dày đới xói lở ( $x$ ). Khi dòng nước có áp làm tơi cát ở đầu miệng hút thì khoảng cách tối đa từ miệng súng đến gương khai thác xác định theo:

$$x = m.d_0 \left( \frac{V_0}{V_g} - 1 \right), \text{ m.} \quad (8)$$

Trong đó:  $m$  - Hệ số phụ thuộc vào đường kính miệng súng,  $m=2,9 \div 3,0$ ;  $d_0$  - Đường kính miệng hút,  $\text{m}$ ;  $V_0, V_g$  - Tốc độ dòng nước cao áp ở đầu miệng hút và ở gương,  $\text{m/s}$ .

j. Chiều rộng phễu xói lở ( $L_x$ ). Chiều rộng phễu xói lở  $L_x$  được xác định theo biểu thức:

$$L_x = h_x \cdot [\text{ctg}(\alpha + \beta/2) + \text{ctg}\beta], \text{ m.} \quad (9)$$

Trong đó:  $\alpha$  - Góc nghiêng đặt ống hút nước, độ;  $\beta$  - Góc mở của dòng nước cao áp, độ;  $\beta_0'$  - Góc dốc tự nhiên của cát khi bị xói lở, độ;  $h_x$  - Chiều sâu xói lở,  $\text{m}$ .

k. Chiều sâu xói lở ( $h_x$ ). Chiều sâu xói lở  $h_x$  được xác định theo biểu thức:

$$h_x = \alpha_0.d_0 \left[ m \left( \frac{V_0}{V_g} - 1 \right) \cdot \text{sina} + \frac{\text{cosa}.V_0}{2V_x} \right] - a, \text{ m.} \quad (10)$$

Trong đó:  $\alpha_0$  - Hệ số kể đến tốc độ không đồng đều,  $\alpha_0 \leq 1$ ;  $a$  - Khoảng cách từ miệng hút đến mặt xói lở,  $\text{m}$ .

Chiều sâu đới xói lở khi làm tơi cát bằng cơ giới được thực hiện bằng lưới cát. Phương pháp này

dùng rất hiệu quả khi khai thác cát và đất đá ít bám dính, chiều dày lưới cát được xác định theo biểu thức:

$$t = [V / (Z.n)], \text{ m.} \quad (11)$$

Trong đó:  $V$  - Vận tốc cắt của lưới cát,  $\text{m/phút}$ ;  $Z$  - Số lượng lưới cát;  $n$  - Tốc độ quay của lưới cát, vòng/phút.

l. Chiều sâu khai thác. Chiều sâu khai thác của tàu hút gồm hai giá trị: Giá trị khai thác với chiều sâu lớn nhất, kể từ vị trí khớp quay trên của cơ cấu làm tơi, thường thay đổi phụ thuộc vào các loại tàu hút, thay đổi từ  $6 \div 15 \text{ m}$ . Giá trị khai thác với chiều sâu nhỏ nhất từ  $2 \div 6 \text{ m}$ .

### 5. Công nghệ khai thác bằng máy xúc đặt trên ụ nổi kết hợp với bơm bùn hoặc phương tiện nổi

Trên thực tế, loại hình công nghệ khai thác này hiện đang áp dụng nhiều trong khai thác khoáng sản sa khoáng như: cát thủy tinh, cát khuôn đúc tại mỏ cát Vân Hải (Quảng Ninh), Phong Điền (Thừa Thiên-Huế), Cam Ranh (Khánh Hòa), Thăng Bình (Quảng Nam), vàng, thiếc, quặng crômít sa khoáng, cuội, sỏi, cát xây dựng, cát san lấp,.... dưới đáy sông, biển. Hình thức khai thác bằng máy xúc đặt trên phà (hoặc ụ nổi) được sử dụng rộng rãi để khai thác các khoáng sản dưới nước bởi nó có tính cơ động, đơn giản trong vận hành và năng suất cao. Khi chiều sâu khai thác không lớn, thiết bị xúc bóc thường là máy xúc TLGN. Máy xúc TLGN được gắn chặt trên ụ nổi, với dung tích gầu thường là từ  $2,5 \text{ m}^3$  đến dưới  $5 \text{ m}^3$ .

a. Chu kỳ xúc của máy xúc TLGN. Nguyên lý hoạt động của máy xúc TLGN đặt trên phà tương tự như khi làm việc trên các công trường mỏ lộ thiên, chỉ khác ở chỗ là bộ phận di chuyển của máy xúc TLGN trên cạn là bánh xích hoặc bánh lốp, còn trong trường hợp này là chính là phà hoặc phao nổi.

Chu kỳ làm việc của máy xúc TLGN đặt trên phà bao gồm các thao tác: xúc vật liệu đáy gầu xúc; nâng gầu xúc chứa vật liệu lên khỏi mặt nước và quay đến vị trí dỡ tải; dỡ tải vào thiết bị vận chuyển (thường là sà lan); quay và hạ thấp dần gầu xúc không tải xuống dưới mặt nước; đưa gầu vào vị trí xúc tiếp theo để bắt đầu một chu kỳ xúc mới. Thời gian cho một chu kỳ xúc từ  $65 \div 75 \text{ s}$  tùy thuộc vào chiều sâu xúc và loại vật liệu được xúc.

Để sà lan làm việc ổn định cần có hệ thống neo chắc chắn, cố định. Sà lan càng ổn định thì càng tăng khả năng xúc đầy gầu của máy xúc dẫn đến hiệu suất làm việc của máy xúc. Việc di chuyển sà lan từ vị trí này qua vị trí khác làm mất nhiều thời gian, giảm năng suất làm việc của sà lan. Do vậy cần bố trí sơ đồ khai thác của sà lan sao cho chiều rộng luồng xúc càng lớn càng tốt.

b. Chiều rộng dải khâu. Tại một vị trí của phà đã định vị, máy xúc TLGN có khả năng làm việc hiệu quả



trong một diện tích nhất định, chất tải lên sà lan đi cùng. Diện tích làm việc hiệu quả A được xác định bởi chiều rộng luồng xúc hiệu quả  $B_x$  và chiều dày luồng xúc D. Chiều rộng luồng xúc hiệu quả  $B_x$  phụ thuộc vào bán kính làm việc R của thiết bị (được xác định bởi kích thước của hệ thống cần gàu-tay gàu-gầu xúc) và góc quay  $\alpha$  về 2 phía so với trục di chuyển của phà (để đảm bảo xúc đầy gàu, góc  $\alpha \leq 60^\circ$ ). Chiều dày luồng xúc D phụ thuộc vào bán kính làm việc R của thiết bị và sự dịch chuyển của phà sau mỗi lần xúc hết các lớp khẩu cũ và chuyển sang các lớp khẩu mới. Vì vậy, D chính bằng khoảng cách giữa 2 vị trí cọc định vị liên tiếp dọc theo trục di chuyển của phà. Trên chiều dày luồng xúc D, máy xúc TLGN có thể phải xúc bằng n lần chiều dày lớp khẩu trung bình S (S - Chiều dày đảm bảo khẩu được đầy gàu sau một lần di chuyển trên toàn bộ chiều cao gương xúc). Khi đó,  $B_x$  và D xác định như sau:

$$A = (2.R.\sin\alpha.D), m; B_x = (2.R.\sin\alpha), m; D = (n.S), m.$$

c. Chiều dày lớp khẩu. Chiều dày lớn nhất theo phương thẳng đứng của lớp khẩu  $h_{max}$  xác định như sau:

$$h_{max} = (V_{max}/W.S.K_r), m. \quad (12)$$

Trong đó:  $V_{max}$  - Dung tích gàu thực tế lớn nhất có thể xúc được,  $m^3$ ; W - Chiều rộng gàu xúc, m; S - Chiều dày lớp khẩu trung bình, m;  $K_r$  - hệ số nở ròi của vật liệu trong gàu xúc.

d. Năng suất của máy xúc TLGN khi đặt trên phà. Năng suất của máy xúc TLGN khi đặt trên phà nổi có thể xác định bằng biểu thức sau:

$$Q_t = \frac{3600.V.K_x.\eta}{T_c}, m^3/h. \quad (13)$$

Trong đó:  $Q_t$  - Năng suất thực tế của máy xúc TLGN,  $m^3/h$ ; V - Dung tích gàu xúc,  $m^3$ ;  $K_x$  - Hệ số xúc;  $\eta$  - hệ số sử dụng thời gian;  $T_c$  - Thời gian chu kỳ xúc trung bình của máy xúc TLGN:

$$T_c = t_x + t_n + t_d + t_h + t_m, s; \quad (14)$$

Với:  $t_x$  - Thời gian xúc vật liệu đầy gàu xúc, s;  $t_n$  - Thời gian nâng gàu xúc chứa vật liệu lên khỏi mặt nước và quay đến vị trí dỡ tải, s;  $t_d$  - Thời gian dỡ tải vào thiết bị vận chuyển (thường là sà lan), s;  $t_h$  - Thời gian quay và hạ thấp dần gàu xúc không tải xuống dưới mặt nước, s;  $t_m$  - Thời gian đưa gàu xúc vào vị trí xúc tiếp theo để bắt đầu một chu kỳ xúc mới, s.

Khi chiều sâu khai thác lớn, vượt quá khả năng vươn tới của tay gàu máy xúc TLGN thì có thể thay thế máy xúc TLGN bằng máy xúc gàu ngoạm. Máy xúc ngoạm đặt trên phao nổi hiện được sử dụng rộng rãi trong khai thác cát lòng sông do có nhiều ưu điểm và điều kiện áp dụng thuận lợi, đặc biệt là chiều sâu làm việc lớn hơn nhiều so với tàu cuốn hoặc máy xúc TLGN.

Gàu ngoạm của máy xúc được thả xuống nước bằng hệ thống dây cáp, dưới tác dụng của trọng lực, gàu cắm sâu vào thân khoáng. Khi kéo gàu lên các

lưỡi xúc tự động khép lại và giữ sa khoáng trong gàu, sau đó được kéo lên qua hệ thống dây cáp rồi đổ tải vào sà lan hoặc tàu. Sà lan/tàu đậu cặp theo hai bên hông xáng cặp, được chất tải và sau khi vật liệu trong gàu róc nước, dùng tàu kéo hoặc bơm bùn đưa về bãi tập kết trên bờ. Công nghệ khai thác khoáng sản sa khoáng bằng máy xúc gàu ngoạm đặt trên sà lan được áp dụng khi thân khoáng ngập trong nước, nửa ngập nước hoặc khi thân khoáng nằm ở những khu vực được cấp bù nước với số lượng lớn (nước ngầm nhiều hay nằm gần sông...).

Sơ đồ công nghệ khai thác bằng máy xúc gàu ngoạm đặt trên sà lan (hay phao nổi) và các thông số làm việc của nó tương tự như đối với trường hợp sử dụng máy xúc TLGN. Khoáng sản được xúc từ đáy mỏ bằng gàu ngoạm, đổ lên phương tiện vận tải là sà lan đậu cặp theo hai bên hông của xáng cặp, sau khi vật liệu róc nước dùng tàu kéo đưa về bãi tập kết trên bờ. Chu kỳ di chuyển hệ thống thiết bị máy xúc gàu ngoạm đặt trên sà lan T được xác định theo biểu thức:

$$T = (Q/S), ca. \quad (15)$$

Trong đó: S - Công suất khai thác thực tế của máy xúc trong 1 ca,  $m^3/ca$ ; Q - Trữ lượng khoáng sản trong một chu kỳ khai thác,  $m^3$ , xác định theo biểu thức:

$$Q = (A.L_x.H), m^3. \quad (16)$$

Sử dụng neo xích để neo giữ thiết bị tại khai trường. Mỗi thiết bị có 01 neo mũi, chịu được tải trọng cho bản thân trọng lượng thiết bị, trọng lượng khoáng sản và sà lan (tàu kéo) neo đậu bên hông. Đồng bộ thiết bị với máy xúc gàu ngoạm là sà lan (tàu kéo).

Kết quả tính mô phỏng các phương án khai thác với các chiều dài khu vực khác nhau tại một số địa điểm trọng điểm trên sông Cửu Long bằng mô hình MIKE21C của nhóm tác giả thuộc Viện Khoa học Thủy lợi miền Nam cho thấy: trình tự phát triển gương khai thác dọc sông ít có tác động đến xói bồi lòng sông lẫn khu vực khai thác. Tuy nhiên, xem xét khía cạnh ảnh hưởng đến chất lượng cát khai thác, có thể thấy khi khai thác bằng máy xúc gàu ngoạm, trong quá trình nâng gàu chất cát vào phương tiện vận chuyển, bùn, cát hạt mịn và tạp chất hữu cơ sẽ bị rửa trôi theo dòng chảy. Qua đánh giá và nghiên cứu cho thấy, để nâng cao chất lượng cát khai thác khi sử dụng thiết bị khai thác là máy xúc gàu ngoạm thì quy trình khai thác nên tiến hành từ phía hạ lưu lên thượng lưu. □

Người biên tập: Nguyễn Bình

## SUMMARY

The paper introduces the technology exploitation for the sand in the river bottom at present in Vietnam.