

LỰA CHỌN MÁY XỚI ĐẤT TÙY THUỘC VÀO ĐIỀU KIỆN SỬ DỤNG SELECTION OF A DIGGING MACHINE ACCORDING TO USING CONDITIONS

TS. Nguyễn Danh Sơn

Bộ môn Cơ Giới Hóa XN – XD , Khoa Cơ Khí, Trường ĐH Bách Khoa Tp.HCM.

TÓM TẮT

Bài báo trình bày việc lựa chọn máy xới đất hợp lý để thi công các loại đất cứng. Thông qua việc tối ưu hóa các chỉ tiêu hiệu quả sử dụng máy như thời gian chu kỳ làm việc tối thiểu, năng suất sử dụng tối đa và khối lượng máy tối ưu chọn ra một loại máy xới trong số các máy có trên thị trường hoặc có trong đội máy của xí nghiệp với khối lượng và công suất phù hợp với điều kiện sử dụng.

ABSTRACT

This paper presents the selection of a rational digging machine of hard soils. After optimizing effective norms of machine using, such as minimum working period of machine, the highest efficiency and optimal weight of machine. We propose a selection of digging machines which are coming onto the market or using in enterprise. The selection is based on rational weight and power and adapts to using conditions.

Yếu tố quan trọng để tăng hiệu quả máy xây dựng và làm đường là đảm bảo công tác bảo trì và sử dụng tối ưu máy. Các loại máy xới đất chiếm một vị trí đặc biệt trong cơ giới hóa các công tác làm đất ở vùng đồi núi, khi thi công các loại đất cứng. Ở Việt Nam có nhiều vùng đồi núi với đất cứng thì việc dùng máy xới để thi công đất có ý nghĩa lớn. Phương pháp dùng máy xới để phá đất trong thời gian hiện tại và trong tương lai vẫn là phương pháp có hiệu quả, đơn giản và cho phép trong đa số điều kiện sử dụng, khi thi công các loại đất cứng.

Sự tối ưu hóa các thông số và điều kiện sử dụng máy xới đất trong xây dựng nói chung và trong ngành xây dựng đường giao thông nói riêng là một vấn đề cấp thiết. Việc xác định khối lượng tối ưu của máy xới là vấn đề quan trọng vì lực kéo của máy xới được xác định bằng tích của khối lượng máy và hệ số bám của máy xới. Khối lượng tối ưu của máy xới được xác định trên cơ sở phân tích các chỉ tiêu hiệu quả như thời gian của chu kỳ làm việc và năng suất của máy.

Thời gian chu kỳ làm việc được xác định dưới dạng tổng các thời gian cho mỗi nguyên công của chu kỳ làm việc:

$$t_{ck} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 \quad (\text{gy})$$

trong đó: t_1 – thời gian đưa răng xới vào đất.

t_2 – thời gian xới, (gy).

t_3 – thời gian hành trình ngược (gy).

t_4 – thời gian cho các nguyên công phụ như nâng hạ lưỡi xới, thời gian cơ động, tăng tốc và phanh hãm máy, (gy).

Các nguyên công chính của quá trình là nguyên công xới (t_2) và nguyên công hành trình ngược (t_3).

Thời gian cho các nguyên công còn lại mang tính chất phụ, hợp lý nên tính bằng hệ số. Trên cơ sở đó, thời gian của chu kỳ làm việc của máy xới có thể viết dưới dạng tổng của hai trị số:

$$t_{ck} = k_{ph.x} \cdot t_2 + k_{ph.ng} \cdot t_3 \quad (1)$$

trong đó $K_{ph.x}$ là hệ số tính đến thời gian đưa lưỡi xới vào đất, có giá trị thực nghiệm và xác định theo biểu thức:

$$k_{ph.x} = \left(1 + \frac{t_1}{t_2}\right) \quad ; \quad K_{ph.x} = 1,2 \div 1,5$$

$k_{ph.ng}$ là hệ số tính đến thời gian cơ động, tăng tốc, phanh hãm...v.v.

$$k_{ph.ng} = \left(1 + \frac{t_4}{t_3}\right) \quad ; \quad K_{ph.ng} \geq 1,7$$

Thời gian xới xác định theo công thức của giáo sư V.I.Balôpvnhep:

$$t_2 = \frac{k_x \cdot k_{ph.x} \cdot b \cdot h \cdot l \cdot n \cdot k_2}{m \cdot g \cdot v_{lv}}, \quad (\text{gy}) \quad (2)$$

trong đó:

$$k_2 = \frac{\eta}{(\varphi_b - f \pm i)(1 - \delta_x) \cdot k_i} \quad \text{là hệ số}$$

tính đến tính chất kéo bám của máy xới.

k_x – lực cản xới riêng (N/m^2), trị số thực nghiệm.

b – chiều rộng của lưỡi xới, (m).

h – chiều sâu xới, (m).

l – quãng đường xới, (m).

n – số răng của máy xới.

m – khối lượng máy, (kg).

$g = 9,81$ (m/gy^2) – gia tốc trọng trường.

φ_b – hệ số bám đất của máy xới, $\varphi_b = 0,6 \div 0,7$.

η – hiệu suất truyền động của máy xới, $\eta = 0,85$.

f – hệ số cản di chuyển máy xới, $f = 0,1 \div 0,2$.

i – độ dốc của địa hình, $i = 0 \div 0,05$.

δ_x – hệ số trượt khi xới đất, $\delta_x = 0,15 \div 0,2$.

v_{lv} – tốc độ làm việc trung bình của máy xới, $v = 0,5 \div 1,5$ m/gy.

k_i – hệ số tính đến khả năng đưa gầu vào đồng vật liệu khi tăng tốc, $k_i \geq 1$, thường thì $k_i \approx 1$.

Thời gian máy xới trở về vị trí ban đầu hay thời gian hành trình ngược hoặc thời gian hành trình không tải được xác định theo công thức:

$$t_3 = \frac{l_x}{v_{ng}} \quad (\text{gy})$$

trong đó:

l_x – quãng đường hành trình ngược của máy xới lấy bằng quãng đường xới; $l_{ng} = l_x$ (m).

v_{ng} – tốc độ hành trình ngược hay tốc độ hành trình không tải, (m/gy).

Trị số v_{ng} được xác định qua các thông số khai thác – kỹ thuật của máy xới:

$$v_{ng} = \frac{N(1 - \delta_x) \cdot \eta \cdot k_c}{m \cdot g \cdot (\varphi_b - f \pm i)} \quad (\text{m/gy})$$

Trên cơ sở đó ta có:

$$t_3 = \frac{m \cdot g \cdot l_{ng.x} \cdot k_{ph.ng} \cdot k_3}{N} \quad (3)$$

trong đó:

$$k_3 = \frac{(\varphi_b - f \pm i)}{(1 - \delta_{ng}) \cdot \eta \cdot k_c} \quad \text{- hệ số tính đến tính}$$

chất kéo bám của máy xới trong hành trình ngược.

N – công suất của động cơ (w)

δ_{ng} – hệ số trượt của máy xới trong hành trình ngược, $\delta_{ng} = 0,1 \div 0,2$.

k_c – hệ số chất tải động cơ khi máy xới thực hiện hành trình ngược, $k_c = 0,8 \div 0,85$.

Thời gian chu kỳ làm việc của máy xới dưới dạng hàm số của các thông số khai thác – kỹ thuật của quá trình là chỉ tiêu hiệu quả của quá trình xới. Trên cơ sở công thức (2) và (3) trị số này được xác định dưới dạng tổng của hai số hạng:

$$t_{ck} = \frac{k_x \cdot k_{ph.x} \cdot b \cdot h \cdot k \cdot n \cdot k_2}{m \cdot g \cdot v_{lv}} + \frac{m \cdot g \cdot l \cdot k_3 \cdot k_{ph.ng}}{N} \quad (4)$$

Khối lượng đất xới được sau một chu kỳ làm việc của máy được xác định theo biểu thức:

$$q_x = k_r \cdot b \cdot h \cdot l \cdot n \quad (m^3) \quad (5)$$

trong đó:

k_r – hệ số tơi của đất, $k_r = 2 \div 5$

Năng suất máy xới là một trong những chỉ tiêu hiệu quả được xác định theo công thức:

$$Q = \frac{k_l \cdot q_x}{t_{ck}} \quad (\text{m}^3/\text{g}) \quad (6)$$

trong đó:

$$k_l = \frac{3600 \cdot k_{tg}}{k_t} - \text{hệ số thứ nguyên.}$$

k_{tg} – hệ số sử dụng máy theo thời gian.

Trên cơ sở các công thức (4) và (6) ta nhận được trị số năng suất sử dụng của máy xới dưới dạng hàm số của các thông số khai thác – kỹ thuật của hệ.

$$Q = \frac{k_l}{\left(\frac{k_x \cdot k_{ph.x} \cdot k_2}{m \cdot g \cdot v_{lv} \cdot k_t} + \frac{k_{ph.ng} \cdot m \cdot g \cdot k_3}{N \cdot b \cdot h \cdot n \cdot k_t} \right)} \quad (\text{m}^3/\text{g}) \quad (7)$$

Kiểm tra các kết quả tính toán năng suất máy xới khi so sánh với số liệu thực nghiệm sản xuất. Năng suất của máy xới được đo khi xới đất có độ bền $C = 40 \div 50$, máy xới có công suất 242 kw, khối lượng $m = 52,6$ tấn với tốc độ xới $v_{lv} = 0,5 \div 0,7$ m/gý [3].

Năng suất thực nghiệm $Q = 150 \div 160$ m³/g.

Năng suất lý thuyết tính toán được xác định theo công thức (7) với các trị số sau:

$k_l = 1$; $k_2 = 1,5$; $k_x = 0,5$ MPa ; $v_{lv} = 0,7$ m/gý ; $b = 0,1$ m ; $h = 0,7$ m ; $k_3 = 1,5$; $k_t = 1,3$; $k_{ph.x} = 1$; $n = 1$

T T	Năng suất thực nghiệm				Trị số tính toán	
	Loại đất k_x (N/m ²)	Cg suất động cơ N (w)	Khối lượng máy m (kg)	Năng suất thực nghiệm Q (m ³ /g)	Năng suất tính toán lý thuyết Q (m ³ /g)	Sai số %
1	300000	242.000	52.600	150 – 160	134	17
2	500000	242.000	52.600	150 – 160	133	17
3	700000	242.000	52.600	109 – 146	129	18
4	300000	300.000	49.930	187 – 212	171	14
5	500000	300.000	49.930	150 – 160	168	8
6	700000	300.000	49.930	109 – 146	163	27

Năng suất tính toán phù hợp với giá trị năng suất đo được trong quá trình thử nghiệm máy. Như vậy công thức (7) phản ánh tính chất diễn biến của quá trình xới đất. Nó có thể dùng để tính toán khi xác định hiệu quả các máy xới và tối ưu hóa chúng.

Thời gian chu kỳ làm việc t_{ck} và năng suất Q là những chỉ tiêu hiệu quả làm việc quan trọng của máy xới. Thời gian t_{ck} càng nhỏ thì năng suất máy càng lớn và máy càng tốt.

Sự phân tích các chỉ tiêu hiệu quả (4) và (6) cho phép kết luận rằng các trị số tối ưu của các chỉ tiêu này sẽ có được ứng với một giá trị khối lượng xác định của máy.

Khối lượng tối ưu của máy xới m_{opt} được xác định trên cơ sở cho đạo hàm bậc nhất theo khối lượng của biểu thức (4) bằng 0.

$$\frac{\partial t_{ck}}{\partial m} = - \frac{k_x \cdot k_{ph.x} \cdot b \cdot h \cdot l \cdot n \cdot k_2}{m^2 \cdot g \cdot v_{lv}} + \frac{k_{ph.ng} \cdot g \cdot l \cdot k_3}{N} = 0$$

Từ đó ta có:

$$m_{opt} = \left(\frac{k_x \cdot k_{ph.x} \cdot b \cdot h \cdot N \cdot k_4}{g^2 \cdot v_{lv} \cdot k_{ph.ng}} \right) \quad (\text{kg}) \quad (8)$$

trong đó: k_4 – hệ số đặc trưng cho tính chất kéo bám của máy xới.

$$k_4 = \frac{\eta^2 \cdot (1 - \delta_{ng}) \cdot k_c}{(\varphi_b - f \pm i)^2 \cdot (1 - \delta_x) \cdot k_i}$$

Sự phân tích các công thức nhận được cho phép kết luận rằng các chỉ tiêu hiệu quả của máy xới có giá trị tối ưu $t_{ck} = \min$ và $Q = \max$ tại một giá trị xác định của khối lượng máy và lực kéo do máy phát triển trong các điều kiện sử dụng xác định vì $T_{opt} = m_{opt} \cdot \varphi_b$ và những thông số khác không đổi (N, k_x, \dots). Khối lượng tối ưu và vậy thì lực kéo của máy phụ thuộc vào các yếu tố kỹ thuật và sử dụng. Khối lượng tối ưu m_{opt} của máy xới sẽ tăng cùng với sự tăng công suất của động cơ (N), lực cản xới riêng của đất (k_x), diện tích tiết diện rãnh xới ($b \cdot h$). Khối lượng tối ưu giảm cùng với sự tăng tốc độ làm việc của máy xới (v_{lv}).

Máy xới với các thông số kỹ thuật xác định m, N, v_{lv}, h, b và các thông số khác không đổi thì xới đất hiệu quả với loại đất có

độ cứng nhất định (k_x). Trong các điều kiện khác thì máy xới làm việc kém hiệu quả hơn, năng suất giảm và tăng tiêu tốn năng lượng xới đất.

Sự lựa chọn một máy xới hợp lý trong số máy có trên thị trường hay trong số máy hiện có ở đội máy của xí nghiệp để thi công đất trong những điều kiện sử dụng xác định có thể thực hiện được theo công thức (8). Trường hợp này với một công suất máy (N) cho trước và các thông số khác người ta xác định giá trị tối ưu của khối lượng máy (m_{opt}). Theo trị số m_{opt} và N lựa chọn máy có các thông số khối lượng và công suất gần với trị số tính toán.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Balovnhop B.I Osenka éphektivnôxchi dorôdnuc i comunalnuc masin po texnhiko-ekxpluata xionum pokazateliã, M.2002.
2. Zaxhartruc B.Z; Teluskin B.Đ. Slôidô G.A . Buldozeru i rucxliteli, M. 1982.
3. Kholodôv A.M . Nhichke, Zemlerôino – Transportnurie masinur, Visa Skôla, 1982.