

XÁC ĐỊNH NĂNG SUẤT SỬ DỤNG VÀ ĐIỀU KIỆN LÀM VIỆC CỦA MÁY XÓI ĐẤT DETERMINATION OF EXPLOITABLE EFFICIENCY AND WORKING CONDITIONS OF DIGGING MACHINE

Nguyễn Danh Sơn

Trường Đại học Công nghiệp TP.HCM

Ngày tòa soạn nhận bài 19/3/2015, ngày phản biện đánh giá 28/3/2015, ngày chấp nhận đăng 06/4/2015

TÓM TẮT

Năng suất máy là một trong những thông số quan trọng xác lập nên các thông số của máy trong những điều kiện sử dụng.

Bài báo đưa ra công thức giải tích để xác định năng suất sử dụng trong điều kiện làm việc của máy xới đất. Công thức này dưới dạng hàm số của các thông số kỹ thuật sử dụng và điều kiện làm việc của máy xới. Công thức lý thuyết phản ánh tính chất diễn tiến của quá trình xới đất. Nó có thể được sử dụng khi thực hiện tính toán xác định hiệu quả các máy xới và tối ưu hóa chúng.

Từ khóa: Máy xới đất, năng suất.

ABSTRACT

Efficiency is one of important parameters of machine, which affirm parameters of machine in working conditions.

The paper come up with analytic formula to determine exploitable efficiency and working conditions of digging machine. Theoretical formula describes the character of digging progress. She can be used in calculation of digging machine effect and in optimization.

Keywords: Digging machine, efficiency.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Năng suất máy là một trong những thông số quan trọng xác lập nên các thông số của máy trong những điều kiện sử dụng. Việc tối ưu hóa các thông số và điều kiện sử dụng máy xới trong xây dựng dân dụng và xây dựng giao thông vận tải là một vấn đề cấp thiết. Điều quan trọng là xác định khối lượng tối ưu của máy xới vì lực kéo của máy xới được xác định bởi khối lượng và hệ số bám của máy xới với đất. Khối lượng tối ưu của máy xới được xác lập trên cơ sở phân tích các chỉ tiêu hiệu quả làm việc là thời gian một chu kỳ làm việc và năng suất của máy, cho nên việc xác định năng suất máy là vấn đề quan trọng nhất.

II. GIẢI QUYẾT VẤN ĐỀ

Trước hết ta khái quát lại những công trình nghiên cứu về việc xác định năng suất của máy xới đất:

Đã có những công trình nghiên cứu về xác định năng suất của máy xới đất sau đây:

Trong công trình của T.V. Alékhxêeva [4] năng suất sử dụng của máy xới được xác định theo công thức:

$$Q = \frac{D_h k_H N}{k_x k_{ph} \left[\frac{T_x}{\eta(1-\delta_x) L_b} + \frac{T_{kt}}{\eta(1-\delta_{kt}) L_b} \right]} \text{ m}^3/\text{h.}$$

trong đó: B-chiều rộng xới(m); h- chiều sâu xới trung bình(m); L_{lv} - chiều dài hành trình

làm việc trung bình theo một hướng; k_{m_s} – hệ số tính đến tổn thất thời gian dùng máy đẩy và sự tăng tốc độ làm việc khi xới; k_1 – hệ số sử dụng thời gian; t_q – thời gian một lần quay đầu ở cuối đoạn thi công.

Trong công trình của Giáo sư V.I.Balôvnhép năng suất của máy xới được xác định theo công thức:

$$Q = \frac{D_1 k_H N}{k_x k_{ph} \left[\frac{T_x}{\eta(1-\delta_x)T_b} + \frac{T_{kt}}{\eta(1-\delta_{kt})T_b} \right]} \text{ m}^3/\text{h.}$$

trong đó: D_1 - hệ số tỷ lệ; k_H – hệ số tính đến chỉ tiêu tin cậy của máy; N - công suất danh nghĩa của động cơ; k_x – hệ số xới; k_{ph} – hệ số tính đến các nguyên công phụ của hành trình làm việc; T_x , T_{kt} - lực kéo khi xới và khi chạy không tải; T_b – lực bám; d_x , d_{kt} – các hệ số trượt khi xới và khi chạy không tải.

Trong công trình của D.P.Vôlcôp và V.IA. Cricun [6] năng suất của máy xới được xác định theo công thức:

$$Q = \frac{B h v k_{ph}}{k_1 n}$$

Trong đó: B – chiều rộng xới; h_x – chiều sâu xới; L – chiều dài quãng đường xới; v – tốc độ di chuyển của máy xới; t_c – thời gian cơ động của máy.

Trong công trình của IU.A. Vetrôv [7] năng suất của máy xới được xác định theo công thức:

$$Q = \frac{B h v k_{ph}}{k_1 n}$$

Trong đó: B – chiều rộng xới hữu ích; h – chiều dày lớp xới hữu ích; v – tốc độ làm việc của máy xới; k_{ph} – hệ số phủ của các vùng xới; k_1 – hệ số xét đến tính chất của lượt xới (xới song song hay xới chữ thập), n – số lượt xới.

V.S.Dalenxki trong công trình của mình [8] khi nghiên cứu làm việc của các máy xới trong

thi công đường ô tô đã đề xuất công thức xác định năng suất của máy xới như sau:

$$Q = 1000 F v.$$

trong đó: F – diện tích tiết diện ngang của đoạn thi công; v – tốc độ chuyển động của máy xới.

Trong công trình của G.V.Kirilôv [9] năng suất của máy xới được xác định theo công thức:

$$Q = \frac{B h v k_{ph}}{k_1 n}$$

Trong đó: B – chiều rộng xới; h_x – chiều sâu xới; L_x – chiều dài hành trình xới theo một hướng; k_{ph} – hệ số phủ; t_q – thời gian một lần quay đầu ở cuối đoạn thi công.

Trong công trình của A.M.Khônôđôv, V.V. Nhitke, L.V. Nadarôv [10] năng suất của máy xới được xác định theo công thức:

- Khi thi công theo cách quay trở đầu máy:

$$Q = \frac{B l h_{tb} k_{ph} k_t}{\left(\frac{0,001 l}{v_x} + t_q \right) n_t}$$

- Khi thi công theo sơ đồ con thoi:

$$Q = \frac{B l h_{tb} k_{ph} k_t}{\left[0,001 \left(\frac{1}{v_x} + \frac{1}{v_n} \right) + t_p \right] n}$$

Trong đó: B – chiều rộng xới sau mỗi vệt máy chạy; l – chiều dài đoạn thi công; h_{tb} – chiều sâu xới trung bình; k_{ph} – hệ số phủ; k_t – hệ số sử dụng máy theo thời gian; t_q – thời gian quay đầu máy; v_x – tốc độ trung bình của hành trình làm việc; v_n – tốc độ của hành trình chạy ngược; n – số lần đi lại của máy trên cùng một vệt thi công.

Trong công trình của A.D.Sars [11] năng suất của máy xới được tính bằng công thức:

$$Q = 1000 v b h / (k_1 m)$$

trong đó: v – tốc độ chuyển động tính toán của máy; b – khoảng cách giữa các vệt xới; h – chiều sâu xới tính toán; k_1 – hệ số đặc trưng

cho số lượt đi lại của máy theo một hướng; m – số lượt đi lại trên cùng một vệt thi công.

Trong công trình của B,D.Dakhartruc, V.Đ. Slôidô, A.A. Iatkin [12] năng suất của máy xới được xác định theo công thức:

$$Q = \frac{Bh_x L_x k_{ph}}{L_x / 1000v + t_q / 3600}$$

Trong đó: V - thể tích đất được xới sau một chu kỳ làm việc; k_{ng} – hệ số tính đến trình độ chuyên môn của người điều khiển máy; T_{ck} – thời gian của một chu kỳ làm việc.

Nghiên cứu cách xác định năng suất sử dụng của máy xới theo các công trình đã nêu trên ta nhận thấy rằng trong các công thức này chưa gắn kết được hoặc gắn kết chưa đầy đủ các thông số kỹ thuật của máy như công suất động cơ, khối lượng máy, tốc độ làm việc, chiều rộng, chiều dài và độ sâu xới cũng như các thông số về điều kiện đất đai như độ cứng của đất, lực cản xới đất riêng. Bên cạnh đó các công thức này cũng chưa lột tả được diễn tiến của quá trình xới đất. Diễn tiến của quá trình xới đất bao gồm các nguyên công như: đưa lưỡi xới vào đất, xới đất và chạy ngược trở về có kể đến các nguyên công phụ như nâng hạ lưỡi xới, cơ động, tăng tốc và phanh hãm máy.

Để giải quyết vấn đề này và thành lập công thức giải tích xác định năng suất ta bắt đầu bằng sự xác định thời gian chu kỳ làm việc của nó:

Thời gian chu kỳ làm việc của máy xới được tính dưới dạng tổng các thời gian cho mỗi nguyên công trong chu kỳ:

$$t_{ck} = t_v + t_x + t_{ng} + t_{ph}; s \quad (1)$$

Trong đó: t_v – thời gian cho nguyên công đưa lưỡi xới vào đất, s.

t_x – thời gian cho nguyên công xới đất, s.

t_{ng} - thời gian cho nguyên công trở về (chạy ngược), s.

t_{ph} – thời gian cho các nguyên công phụ như

nâng , hạ lưỡi, cơ động, tăng tốc, phanh hãm, s.

Các nguyên công chính của quá trình làm việc là nguyên công xới t_x và nguyên công trở về t_{ng} . Thời gian cho các nguyên công còn lại mang tính chất phụ thì hợp lý là tính bằng hệ số. Trên cơ sở giả thiết này thời gian của quá trình làm việc có thể viết dưới dạng tổng của hai số hạng:

$$t_{ck} = k_{ph.x} t_x + k_{ph.ng} t_{ng}, s \quad (2)$$

Trong đó: $k_{ph.x}$ - hệ số tính đến thời gian đưa lưỡi xới vào đất là trị số được xác định bằng thực nghiệm theo công thức:

$$k_{ph.x} = \left(1 + \frac{t_v}{t_x} \right), \quad (3) \quad k_{ph.x} = 1,2 - 1,5.$$

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

$$k_{ph.ng} = 1 + \left(\frac{t_{ph}}{t_{ng}} \right) \quad (4) \quad t_{ph.ng} \geq 1,7.$$

Thời gian của nguyên công xới được xác định như tỷ số công của lực cản xới với công suất mà máy sản ra để thực hiện nguyên công này:

$$k_2 = \frac{1}{(\varphi_b - f \pm i)(1 - \delta_x) \eta k_i} \quad (6)$$

- hệ số tính đến tính chất kéo bám của máy xới.

trong đó: $k_{x,r}$ – lực cản xới riêng, N/m²,

b_x - chiều rộng răng xới, m;

n_r – số răng xới;

h_x - chiều sâu xới, m;

l_x - quãng đường xới, m;

g – gia tốc rơi tự do, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$;

h - hiệu suất truyền động của máy xới, $h = 0,85$;

j_b – hệ số bám của máy xới, $j = 0,6 - 0,7$;

f – hệ số cản di chuyển của máy xới , giá trị

thực nghiệm $f = 0,1-0,2$; i – độ dốc địa hình, $i = 0-0,05$;

d_x – hệ số trượt của máy khi xới đất $d_x = 0,15-0,2$;

v_{lv} – tốc độ làm việc trung bình của máy xới, $v_{lv} = 0,5-1,5$ m/s;

k_i – hệ số tính đến khả năng tăng tốc của máy, $k_i \geq 1$, $k_i @ 1$.

Các thông số còn lại đã ký hiệu ở trên.

Thời gian cho nguyên công trở về vị trí ban đầu hoặc thời gian chạy ngược t_{ng} được xác định theo công thức:

$$t_g = \frac{l_g}{v_g} = \frac{l_x}{v_g} \text{ theo công thức (7), s} \quad (7)$$

Trong đó: l_{ng} – chiều dài quãng đường chạy ngược lấy bằng chiều dài quãng đường xới $l_{ng} = l_x$, m;

v_{ng} – tốc độ chạy ngược hay tốc độ không tải.

Trị số của v_{ng} được xác định qua các thông số kỹ thuật- sử dụng máy xới và quá trình xới:

$$v_{ng} = \frac{N}{m \cdot g(\varphi_b - f \pm i)(1 - \delta_{ng})\eta k_{ch.t}}, \text{ m/s} \quad (8)$$

Trên cơ sở xem xét những vấn đề trên ta được:

$$t_{ng} = \frac{m \cdot g \cdot l_{ng} \cdot k_{ph.x} \cdot k_{kb}}{N}, \text{ s} \quad (9)$$

$$k_{kb} = \frac{1}{(\varphi_b - f \pm i)(1 - \delta_{ng})\eta k_{ch.t}} \quad (10)$$

- hệ số tính đến ảnh hưởng của tính chất kéo bám của máy xới trong quá trình chạy ngược;

N- công suất của động cơ;

d_{ng} – hệ số trượt của máy xới trong hành trình ngược, $d_{ng} = 0,1-0,2$;

$k_{ch.t}$ – hệ số chất tải động cơ khi thực hiện nguyên công chạy ngược, $k_{ch.t} = 0,8-0,85$.

Như vậy có thể nhận được thời gian chu kỳ làm việc của máy xới dưới dạng hàm số của các thông số kỹ thuật sử dụng là chỉ tiêu hiệu quả của quá trình xới khi thay (5) và (9) vào

(2):

$$t_{ck} = \frac{k_{x.r} \cdot k_{ph.x} \cdot b_x \cdot h_x \cdot l_x \cdot n_r \cdot k_2}{m \cdot g \cdot v_{lv}} + \frac{m \cdot g \cdot l_x \cdot k_{kb} \cdot k_{ph.ng}}{N}, \text{ s} \quad (11)$$

Từ công thức (11) ta nhận thấy thời gian chu kỳ làm việc của máy phụ thuộc vào thời gian xới và thời gian hành trình chạy ngược. Thời gian xới thì tỷ lệ nghịch với khối lượng của máy, còn thời gian chạy ngược thì tỷ lệ thuận với khối lượng và tỷ lệ nghịch với công suất của máy.

Thể tích đất được xới sau một chu kỳ làm việc của máy được xác định theo công thức:

$$q_x = k_s \cdot b_x \cdot h_x \cdot l_x \cdot n_r, \text{ m}^3 \quad (12)$$

trong đó: k_s – hệ số sụt lở của rãnh xới, xác định bằng thực nghiệm, $k_s = 2-5$.

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

$$Q = \frac{k_1 \cdot q_x}{t_{ck}}, \text{ m}^3/\text{h} \quad (13)$$

$$k_1 = \frac{3600 k_{tg}}{k_s}, \text{ s/h} \quad (14)$$

Trong đó:

- hệ số thứ nguyên;

k_{tg} – hệ số sử dụng máy theo thời gian, xác định bằng thực nghiệm.

Thay giá trị của t_{ck} từ (11) và q_x từ (12) vào (13) và rút gọn cuối cùng ta nhận được năng suất sử dụng của máy xới:

$$Q = \frac{k_1}{\left(\frac{k_{x.r} \cdot k_{ph.x} \cdot k_2}{m \cdot g \cdot v_{lv} \cdot k_s} + \frac{k_{ph.ng} \cdot m \cdot g \cdot k_{kb}}{N b_x \cdot h_x \cdot n_r \cdot k_s} \right)}, \text{ m}^3/\text{h} \quad (15)$$

Từ công thức (15) ta nhận thấy rằng muốn tăng năng suất máy phải giảm thời gian chu kỳ làm việc của máy, mà thời gian chu kỳ làm việc của máy thì phụ thuộc vào khối lượng máy, vậy thì năng suất máy cũng phụ thuộc vào khối lượng của máy. Rõ ràng là có một trị số của khối lượng máy mà tại đó sẽ đạt được thời gian chu kỳ làm việc tối thiểu của máy và

tại một giá trị nhất định của khối lượng máy sẽ đạt năng suất tối đa. Trong bài báo này ta không giải quyết bài toán xác định các thông số tối ưu của máy xới mà dừng lại ở việc xác lập quan hệ giữa năng suất máy với các thông số kỹ thuật và điều kiện sử dụng của nó.

Kiểm tra các giá trị tính toán năng suất của máy xới:

Sau khi xác định được năng suất sử dụng của máy xới theo công thức (15) ta tiến hành kiểm tra giá trị tính toán của nó và thực hiện việc so sánh các kết quả tính toán với các số liệu thực nghiệm ngoài sản xuất.

Năng suất kỹ thuật của máy xới được đo đặc khi xới đất có độ cứng $C_{vd} = 40-50$, máy xới lắp trên máy kéo có công suất 242 KW, khối lượng $m = 52,6$ Tấn và máy kéo có công suất 300 KW, khối lượng $m = 49,350$ Tấn , tốc độ xới $v_{lv} = 0,5- 0,7$ v/s[2].

Năng suất kỹ thuật tính toán theo công thức(15) với $k_{ig} = 1$ và các số liệu sau: $k_2 = 1,5$;

$v_{lv} = 0,7$ m/s; $b_x = 0,1$ m, $h_x = 0,7$ m; $k_{kb} = 1,1$; $k_s = 1,3$; $k_{ph,x} = 1$; $n_r = 1$. Các thử nghiệm tiến hành với 3 loại đất có độ cứng khác nhau (lực cản xới riêng): $k_{x,r} = 300.000$ N/m²; 500.000 N/m² và 700.000 N/m² . Kết quả tính toán được đưa vào bảng 1.

Bảng 1. So sánh năng suất tính toán với năng suất thực nghiệm.

T.T	Năng suất thực nghiệm				Trị số tính toán	
	Loại đất $K_{x,r}$ (N/m ²)	Công suất động cơ của máy kéo N (KW)	Khối lượng máy m(kg)	Năng suất thực nghiệm Q (m ³ /h)	Năng suất tính toán Q(m ³ /h)	Sai số %
1	300000	242000	52600	150-160	134	14
2	500000	242000	52600	150-160	132	15
3	700000	242000	52600	109-146	129	1
4	300000	300000	49350	187-212	171	14
5	500000	300000	49350	150-160	168	8
6	700000	300000	49350	109-146	163	22

Từ bảng so sánh số liệu ta nhận thấy rằng năng suất kỹ thuật tính toán phù hợp với giá trị năng suất xác định trong quá trình thực nghiệm sản xuất. Sai số không vượt quá 15% trong 5 thí nghiệm đầu. Sai số tính toán ở đây nhận được khi so sánh năng suất tính toán với giá trị trung bình của năng suất thực nghiệm. Riêng ở thí nghiệm cuối cùng thì sai số đến 22%. Với cùng một loại máy xới khi thi công cùng một chiều sâu xới nhưng với những loại đất có độ cứng khác nhau thì năng suất cũng khác nhau. Đất càng cứng thì năng suất càng giảm và ngược lại.

III. KẾT LUẬN

Bằng sự nghiên cứu kỹ chu kỳ làm việc của máy xới công nghiệp kết hợp với phương pháp giải tích, tác giả đã đưa ra được công thức xác định năng suất sử dụng của máy xới đất dưới dạng hàm số của các thông số kỹ thuật sử dụng và điều kiện làm việc của máy xới. Như vậy công thức lý thuyết (15) phản ánh tính chất diễn tiến của quá trình xới đất. Công thức đã gắn kết được các thông số kỹ thuật của máy như công suất động cơ, khối lượng máy, tốc độ làm việc, chiều rộng ,chiều dài và chiều sâu xới cũng như các thông số về điều kiện đất đai như $k_{x,r}, k_{kb} \dots$ Nó có thể được sử dụng khi thực hiện tính toán xác định hiệu quả các máy xới và tối ưu hóa chúng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO.

- 1 – Баловнев В.И. Абрамов С. В.
Дорожно- строительные машины и комплексы. изд. Москва –Омск, 2001.
- 2 – Захарчик Б.З. Телушкин В. Д. Шлойдо Г.А.
Бульдозеры и рыхлители. изд.Машиностроение, 1987.
- 3 – Баловнев В.И. Оценка эффективности дорожных коммунальных машин по технико-эксплуатационным показателям.М-2002.
- 4- Алексеева Т.В. Артемьев К.А. Бромберг А.А. Дорожные машины изд. Машиностроение, 1972.
- 5- Волков Д.П. Крикун В.Я. Машины для земляных работ. М. 1992.
- 6- Ветров Ю.А. Кархов А.А. Кондра А.С. Машины для земляных работ. Вища школа, 1981.
- 7- Зеленский В.С.Щеблыкин Е.П. Зарубежные навесные тракторные рыхлители малой мощности. Строительные и дорожные машины № 2, 1965.
- 8- Кириллов Г.Б. Машины для земляных работ. Машиностроение. 1987.
- 9- Растегаев И.К. Разработка мерзлых грунтов в северном строительстве Наука, 1992.
- 10- Холодов А.М.Ничке В.В.Назаров Л.В. Землеройно – транспортные машины, Вища школа, 1982.
- 11- Шарц А.З. Машины для строительства и содержания дорог и аэродромов. Машиностроение, 1985.
- 12- Захарчук Б.З. Телушкин В.Д. Шлойдо Г.А.Яркин А.А. Машины для земляных работ. Машиностроение 1987.