

# МЕХАНІЗАЦІЯ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

## ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА КОНКУРЕНТОЗДАТНОСТІ ВІБРАЦІЙНОГО МЛИНА

*Солона О.В., к.т.н., ст. викл.*

Вінницький державний аграрний університет

Сучасний ринок машин для помелу сипучих матеріалів, що використовують у гірсько-рудній, хімічній, будівельній та інших галузях промисловості, характеризується наявністю широкого спектру різноманітних млинів, як вітчизняних, так і закордонних. Вибір споживачем того чи іншого млина залежить від критерію оцінки його ефективності. Такими критеріями можуть бути продуктивність, питомі енерговитрати, маса млина та багато інших. Кожний окремо взятий критерій не може дати однозначну відповідь про переваги та недоліки машин, тобто визначити її конкурентоздатність серед інших машин, які призначені для виконання аналогічних технологічних процесів. Зробити однозначний висновок про конкурентоздатність машини можна тільки в тому випадку, якщо скористатися узагальнюючим показником, який враховує окремі показники та ступінь їх впливу на нього.

Метою роботи є визначення технічного рівня нового вібраційного млина порівняно з існуючими млинами.

Основний зміст роботи полягає в порівнянні окремих машин з використанням узагальнюючих показників оцінки двох видів [1, 2]. Обидва визначаються як середнє геометричне від окремих оціночних показників, але при визначенні одного з них враховують ступені вагомості окремих показників.

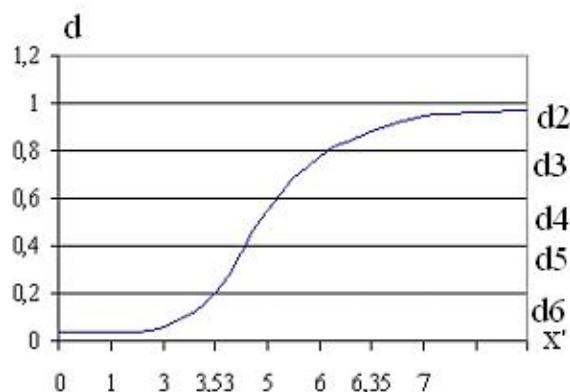


Рис. 1. Шкала значень коефіцієнта переваги (бажаності):

$d_1=1,0$  – максимально можливий рівень якості;  $d_2=1,0...0,8$  – допустимий і відмінний;  $d_3=0,8...0,6$  – допустимий і добрий;  $d_4=0,6...0,37$  – допустимий і достатній;  $d_5=0,37...0,2$  – небажаний рівень;  $d_6=0,2...0,0$  – недопустимий рівень.

Саме такою методикою скористаємося для визначення узагальнюючих показників для трьох млинів: МВ-400, МШР – 900×900, ПСММ, Палла 35U. В якості показників для оцінки технічного рівня машин були використані: продуктивність машин (т/год), потужність приводу (кВт), габаритні розміри млинів, які виражені в одиницях об'єму, що займає кожен з них (м<sup>3</sup>), маса (т), питома продуктивність (т/м<sup>3</sup>·год) [1, 2]. Показник якості технологічного процесу – тонни помелу, що відповідає технологічним вимогам, з розміром частинок 5 мкм, тому він не використовується для визначення узагальнюючих показників.

За першим способом узагальнюючий показник оцінки визначимо таким чином:

$$D^I = \sqrt[n]{d_1 \cdot d_2 \cdot \dots \cdot d_n}, \quad (1)$$

де  $d_1, d_2, \dots, d_n$  – бажаності за окремо взятими показниками.

Бажаності  $d_i$  визначаються, як:

$$d_i = \exp \left[ e^{-(x'_i - 4)} \right], \quad (2)$$

де  $x'_i$  - значення кожного  $i$ -того показника за безрозмірною шкалою  $x'_j$ .

Оскільки інтервали варіювання  $d_{min}, d_{max}$  (рис. 1) кожного показника залежать від його ступеня вагомості, то для продуктивності  $d_{max} = 0,735, d_{min} = 0,578$ ; для потужності приводу  $d_{max} = 0,759, d_{min} = 0,543$ ; для об'єму, який займає млин,  $d_{max} = 0,724, d_{min} = 0,594$ ; для маси  $d_{max} = 0,702, d_{min} = 0,621$ ; для питомої продуктивності  $d_{max} = 0,735, d_{min} = 0,579$ .

Значення показників  $x_i$  переносимо на безрозмірну шкалу  $x'$  з урахуванням масштабних лінійних коефіцієнтів:

$$M_x = \frac{x'_{i \max} - x'_{i \min}}{x'_B - x'_A}, \quad (3)$$

де  $x_{i \max}$ ,  $x_{i \min}$  - відповідно максимальне і мінімальне значення окремих номінальних показників машин;  $x'_B$  - значення безрозмірної шкали  $x'$ , яке відповідає  $d_{\max} = 0,91$ ;  $x'_A$  - значення безрозмірної шкали  $x'$ , яке відповідає  $d_{\min} = 0,2$ .

При цьому значення  $x'_A$  і  $x'_B$  визначаємо за формулами:

$$x'_B = 4 + \left[ \ln(-\ln d_{\max}) \right]; \quad (4)$$

$$x'_A = 4 + \left[ \ln(-\ln d_{\min}) \right]. \quad (5)$$

Кожне статистичне значення окремого показника оцінки машини  $x_i$  переводимо в масштабні значення шкали за формулами:

- для показників, збільшення яких покращує конкурентоздатність машини (продуктивність):

$$x'_i = x'_A + \frac{x_{ic} - x_{i \min}}{M'_x}; \quad (6)$$

- для показників, збільшення яких погіршує конкурентоздатність машини (потужність приводу, об'єм, який займає млин, маса машини):

$$x_i = x'_B + \frac{x_{ic} - x_{i \min}}{M'_x}, \quad (7)$$

де  $x_{ic}$  - статистичне значення  $i$ -того показника.

Після чого знаходимо всі бажаності  $d_i$  за формулою (2), потім узагальнюючий  $D^I$ -й показник за формулою (1). Максимальне значення узагальнюючого показника відповідає кращому варіанту машини.

Аналогічно до першого способу, при визначенні узагальнюючого показника другого виду, кожний окремий показник перетворюємо в безрозмірну величину за наступними формулами: для показників, збільшення яких покращує конкурентоздатність машини (продуктивність):

$$d_i = d_{i \max} + \left[ d_{i \min} - d_{i \max} \right] \cdot \left[ \frac{x_i - x_{i \max}}{x_{i \min} - x_{i \max}} \right]; \quad (8)$$

для показників, збільшення яких погіршує конкурентоздатність машини (потужність приводу, габаритні розміри, маса машини):

$$d_i = \frac{x_{i \max} - x_i}{x_{i \max} - x_{i \min}}, \quad (9)$$

де  $x_{i \max}$ ,  $x_{i \min}$  – граничні значення окремих показників;

$d_{\min}$ ,  $d_{\max}$  – безрозмірні оцінки показника.

Для розрахунків ми прийняли,  $d_{i \max} = 5$ ,  $d_{i \min} = 1$ . Узагальнюючу оцінку визначаємо як середнє геометричне окремих значень:

$$D_{II} = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n d_i^{a_i}}, \quad (10)$$

де  $a_i$  – ступінь вагомості  $i$ -того показника.

Ступінь вагомості показників визначаємо методом граничних і номінальних значень за формулою:

$$a_i = \frac{1 - q_i}{\sum_{i=1}^n (1 - q_i)}, \quad (11)$$

де  $q_i$  - доля покращення  $i$ -го критерія в майбутньому,

$$q_i = \frac{P_{i22}}{P_{i11}}, \quad (12)$$

$$q_i = \frac{P_{i11}}{P_{i22}}, \quad (13)$$

де  $P_{i22}$  - граничне (прогнозоване) значення показника за  $i$ -ми критерієм;  $P_{i11}$  - номінальне значення показника по  $i$ -му критерію.

Залежно від напрямку покращення показника використовуємо ту чи іншу формулу для визначення  $q_i$ . Якщо, відповідно до вимог технічного прогресу, показник треба зменшити (наприклад, потужність приводу, об'єм, що займає млин, масу), то використовуємо формулу (12), якщо ці показники треба збільшити (наприклад, продуктивність), тоді використовуємо формулу (13).

## Техніко-експлуатаційні показники млинів

Ступінь вагомості показників		0,213	0,292	0,109	0,176	0,21
№ п/п	Марка	Показники				
		Продуктивність, т/год	Потужність приводу, кВт	Маса, т	Об'єм, що займає машина, м <sup>3</sup>	Питома продуктивність, т/м <sup>3</sup> ·ч
1	МВ-400	2,2	11	2,4	5	5,5
2	МШР-900×900	0,4	18,5	5,8	15	0,6
3	ПСММ	1,0	36,4	3,0	20	5,6
4	Палла 35U	1,4	10,5	2,9	6	3,9

В якості номінальних значень використовуємо середні статистичні значення показників, які досягнуті в період проведення оцінки технічного рівня та рівня якості машин. Граничні значення показників визначаємо як найкраще значення даного показника для групи машин, яка оцінюється. В нашому випадку ступені вагомості показників визначаються за результатами оцінки тільки даної групи машин. У випадку оцінки іншої групи машин аналогічного технологічного призначення вони будуть мати інше значення.

Результати проведених розрахунків зведені в таблицях 1 і 2. У таблиці 1 наведені реальні номінальні техніко-економічні показники традиційних млинів та нового вібраційного млина МВ-400, що пропонується для порівняння. В таблиці 2 наведені безрозмірні величини за окремими показниками та узагальнюючі показники кожної машини отримані в результаті обчислень за двома способами DI та DII.

**Значення окремих безрозмірних величин  
та узагальнюючих показників**

№ п/п	Марка	Показники					D <sub>I</sub>	D <sub>II</sub>	R
		За продуктивністю	За потужністю приводу	За масою	За об'ємом, що займає машина	Об'єм, що займає машина			
1	МВ-400	2,2	11,0	2,4	5,0	5,5	0,73	4,957	$\frac{1}{1}$
2	МШР- 900×900	0,4	18,5	5,8	15,0	0,9	0,623	1,708	$\frac{4}{4}$
3	ПСММ	1,0	36,4	3,0	20,0	5,6	0,363	1,967	$\frac{3}{3}$
4	Палла- 35U	1,4	10,5	2,9	6,0	3,9	0,704	4,142	$\frac{2}{2}$

Результати досліджень, відображені в таблиці 2, свідчать про те, що новий вібраційний млин переважає існуючі млини за узагальнюючими показниками двох видів, що стало можливим завдяки використанню і реалізації нових підходів та ідей до розробки та проектування млинів для помелу сипких матеріалів у гірсько-рудних, сільськогосподарській, будівельній та інших промисловостях.

**ЛІТЕРАТУРА:**

1. Гарькавий А.Д., Петриченко В.Ф., Спірін А.В. Конкурентоспроможність технологій і машин. – Вінниця: Тірас, 2003. – 32 с.
2. Сичкарь В.Ф., Сухоруков В.В. Конкурентоспособность электронных весов для крупного рогатого скота // Вісник аграрної науки. – 2000. - №8. – С. 47-48.
3. Адлер Ю.П., Марков Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Наука, 1976. – 157 с.
4. Менковский М.А., Яворский В.Т. Технология серы. – М.: Химия, 1985. – 328 с.