

УДК 636.084.74

## ЕКОЛОГІЧНІСТЬ – ОСНОВНА ВЛАСТИВІСТЬ ТЕХНІЧНОГО РІВНЯ КОРМОРОЗДАВАЧА-ЗМІШУВАЧА

Г. П. Водяницький, В. В. Тимків

*e-mail: boss.tymkiv@gmail.ua*

Житомирський національний агроекологічний університет

Старий бульвар, 7, м. Житомир, 10008, Україна

*Виконано дослідження 168 марок і моделей кормороздавачів-змішувачів провідних фірм світу, з метою оцінки їхнього техногенного тиску на оточуюче середовище. Технічний рівень технічної системи через низку антропологічних критеріїв оцінює її екологічність. Оцінку технічного рівня кормороздавачів-змішувачів виконували методом інтегрального критерію за відстанню до цілі, описавши технічну систему багатокритеріальною моделлю. За результатами дослідження, рекомендовані для умов с-г підприємств України кормороздавачі-змішувачі з мінімальним техногенним тиском. Кращими виявилися кормороздавачі-змішувачі італійської фірми "Seko" моделей :450/70;450/97;700/300;750/90;600/205 та 450/115. Високий технічний рівень мають кормороздавачі-змішувачі фірм De-Laval (Швеція), Biga (Нідерланди) та фірми Jay-Lor.*

**Ключові слова:** кормороздавачі-змішувачі, інтегральний критерій, об'єм бункера, металомісткість.

### Постановка проблеми

Технічна система має певні показники, що кількісно оцінюють її властивості. Властивості надаються системі під час її створення та проявляються в процесі використання, експлуатації. Однією з характеристик властивостей технічного стану є її екологічність. Екологічність це властивість пристрою чи технологічного процесу забезпечувати, при експлуатації, збереження оточуючого середовища [1]. Визначення, в основному, вірне, але неповне. Екологічність технічної системи повинна мати місце на всіх етапах існування засобів виробництва – виключаючи проектування, виготовлення, експлуатації та утилізації технічної системи. Особливо вагоме значення має екологічність системи, при виготовленні, так як на цьому етапі виводиться з встановленого кругообігу певна кількість матеріалів та енергії для функціонування нової технічної системи. Даний техногенний тиск можна оцінити через показники властиві даній технічній системі [2].

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Традиційно, в господарствах України, для приготування кормів виготовлялися комплекти обладнання кормоцехів, машини для завантаження компонентів та їх транспортування і розподілення готових сумішок у годівниці тваринам. Такий технологічний процес є

металомістким, енергозатратним та має низький рівень механізації, отже є трудомістким [3].

В цей же час, використання кормороздавачів-змішувачів РСР-10, РСР-10А та АРС-10 в порівнянні з вищезазначеним технологічним процесом скорочує затрати енергії в 15...16 разів [4].

Такі машини в 70-х роках ХХ-ст, називали «Кормоцехи на колесах». Нині вони еволюціонували і стали багатofункціональними та можуть самозавантажуватися компонентами, подрібнювати і змішувати їх та розподіляти в годівниці тваринам. Окрім того, вони можуть вносити підстилку тваринам. Виготовляють нині кормороздавачі-змішувачі більше 20 фірм світу, в тому числі і вітчизняна ВАТ «Брацлав», різних типів: причіпні, самохідні з самозавантажувачем і без нього, а також стаціонарні подрібнювачі-змішувачі. Виготовляють кормороздавачі-змішувачі з об'ємом бункера від 5 м<sup>3</sup> до 45 м<sup>3</sup> та різного конструктивного і технологічного рішення й різного технічного рівня. В час ринкових відносин [5], кормороздавачі-змішувачі стали доступними і для сільськогосподарських підприємств нашої країни, тому при придбанні даного обладнання проблемою є здійснити правильний вибір його серед наявної множини моделей, типів та опцій високого світового технічного рівня, з обов'язковою оцінкою екологічності.

Ефективність змішування кормороздавачів нових моделей визначено [5] та вони

забезпечують однорідність сумішок з рівнем розкиду даних менше 10%.

Значний внесок у вивчення технічних і технологічних показників сучасних кормороздавачів-змішувачів зробили Ревенко І. І. [3,5], Подобєд Л. [6], Ясенєцький В. А., Єрмоленко В. О., Гарькавий А. О. [4], Гнатюк Г. [7] та інші.

Автори відзначають відповідність технологічних показників кормороздавачів-змішувачів зоотехнічним вимогам, їх високу надійність в умовах виробництва, здатність агрегатуватись з імпортними та вітчизняними енергетичними засобами середньої потужності, високу адаптованість робочих органів кормороздавачів-змішувачів до планувальних рішень фермерських приміщень та видів кормів.

При великій кількості марок і моделей невивченим є рівень відповідності технологічних і технічних рішень машин науково-технічним досягненням, їхній технічний рівень. Кожне технічне рішення, кожна модель за частиною показників є прогресивною, а за частиною показників є прогративною.

#### Мета, завдання та методика досліджень

Зокрема, оцінку екологічності кормороздавачів-змішувачів досліджували недостатньо. Об'єктом наших досліджень були 168 різних моделей і марок кормороздавачів з об'ємом бункера  $V_6 = 5...45 \text{ м}^3$ . Найбільш представницькими є машини італійської фірми «Seko», італійської «Labrador MT» та німецької «Vmix», нідерландської «Viga», французької «Kuhn», російської АО «Клевер», данської «Felder», української ВАТ «Брацлав», США «JayLOR», шведської «DeLaval».

Для аналізу всієї сукупності машин (168 назв) поділимо її на чотири типи:

- I- причіпні без самозавантаження;
- II- причіпні з самозавантаженням;
- III- самохідні без самозавантаження;
- IV- самохідні з самозавантаженням.

За об'ємом бункера всю вибірку поділимо на шість груп:

А-  $V_6=5...9,9$ ; Б-  $V_6=10...14,9$ ; В-  $V_6=15...19,9$ ; Г-  $V_6=20...24,9$ ; Д-  $V_6=25...30$  і Е- більше  $30 \text{ м}^3$ .

Шляхом порівняння значення показників були вибрані ідеальні варіанти. Варіанти з мінімальним чи максимальним значеннями

екологічності. Наступним кроком є нормування критеріїв, пам'ятаючи що:

$$u_{ij}^n = \frac{u_{io}}{u_{io}^-}, \text{ якщо } u_{ij}^- \text{ покращується у бік}$$

зменшення (габаритні розміри, енергомісткість, металомісткість за продуктивністю, тощо);

$$u_{ij}^n = \frac{u_{io}^+}{u_{io}^+}, \text{ якщо } u_{ij}^+ \text{ покращується у бік}$$

збільшення (об'єм бункера, ефективність, металомісткість за потужністю тощо).

Отримаємо таблицю з нормованими безрозмірними критеріями та розраховуємо відстань до цілі j-того варіанту:

$$\mu_j = \frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n u_{ij}^n) - 1, \quad (1)$$

де  $\mu_j$  – відстань до цілі, j-того варіанту;

$n$  – число критеріїв оцінки альтернатив.

Для ідеального варіанту,  $\mu_j$  ближче до нуля.

За значенням  $\mu_j$ , варіанти кормороздавачів-змішувачів, впорядковуємо у ранжований ряд.

В якості критеріїв вибираємо показник (параметри), які мають фізичну сутність, вимірювані і некорельовані.

Найбільш значними критеріями екологічності є об'єм бункера ( $V_6$ ), він є визначальним в оцінці продуктивності ( $\frac{m}{\text{год}}$ ), ефективності ( $\frac{m}{\text{кВт} \times \text{год}}$ ), габаритності

( $\frac{\text{м}^3 \times \text{год}}{m}$ ), ваги (кг), потужності (кВт),

металомісткості за продуктивністю ( $\frac{\text{кг} \times \text{год}}{m}$ ) та

енергонасиченості ( $\frac{\text{Вт}}{\text{кг}}$ ) кормороздавачів-змішувачів.

Оцінку критеріїв, які прямо і опосередковано оцінюють екологічність системи виконаємо за залежностями:

$$\text{габаритність } G_M = \frac{B \times L \times H}{Q}, \quad (2)$$

де B, L, H – габарити машини, відповідно ширина, довжина, висота, м;

Q – продуктивність машини, м/год,

$$Q = \frac{V_6 \times \rho \times \varphi}{T_p}, \quad (3)$$

де  $V_6$  – об'єм бункера,  $\text{м}^3$ ;

$\rho$  – об’ємна маса сумішки, кг/м<sup>3</sup>;

$\varphi$  – коефіцієнт використання об’єму бункера;

$T_p$  – час рейсу кормороздавача-змішувача, год.

ефективність:

$$E = \frac{Q}{N}, \quad (4)$$

де  $N$  – потужність приводу робочих органів, кВт;

енергоємність процесу, який виконує машина

$$\varepsilon = \frac{1}{E}; \quad (5)$$

металомісткість за продуктивністю:

$$M_a = \frac{G \times K_M}{Q \times t_{\text{зм}} \times T_a}, \quad (6)$$

де  $K_M$  – коефіцієнт, який враховує додаткове використання металу за термін служби;

$t_{\text{зм}}$  – середня тривалість зміни, год.

$T_a$  – амортизаційний термін, роки; енергонасиченість процесу:

$$M_c = \frac{N}{G}, \quad (7)$$

де  $N$  – потужність приводу, кВт;

$G$  – вага машини, кг.

В процесі розрахунків задавались значеннями показників (параметрів) типовими та ідентичними для всіх моделей кормороздавачів-змішувачів, створюючи рівні умови для досліджень всіх варіантів.

### Результати досліджень

Технічний рівень як інтегрований критерій екологічності кормороздавача-змішувача є відносною характеристикою його якості, що базується на порівнянні значень, які характеризують технічну досконалість кормороздавача зі значеннями аналогічних показників базової моделі машини. Технічний рівень – це міра використання досягнень науково-технічного прогресу для задоволення потреб, ступінь технічної досконалості машини, новизни та прогресивності конструктивно-технічних рішень [1]. Оцінку екологічності здійснюємо через значення технічного рівня кормороздавачів-змішувачів, через сукупність критеріїв, які інтегровано оцінюють якість машини табл.1.

Таблиця 1. Оптимальний варіант переліку кормороздавачів-міксерів фірм світу

Типи кормороздавачів-міксерів	Назва фірми	Модель корморозд.-зміш.	Група вибірки м <sup>3</sup>	V		Кількість вибірки, шт.	G <sub>м</sub> , м <sup>3</sup> ×год/м	E, м/кВт×год	ε, Квт×год/м	G, кг	N, кВт	M <sub>а</sub> , кг год/м	M <sub>с</sub> , кВт/кг
				м <sup>3</sup>	група								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
I	SEKO (Італія)	450/70	5-9,9	7	A	26	2,8	0,14	6,93	3600	29,4	457,7	8,2
	Jay-LOR	2425	10-14,9	12	Б	40	2,9	0,22	4,37	4082	58,8	302,7	14,4
	SEKO (Італія)	500/153	15-19,9	15	В	37	2,1	0,28	3,5	5650	58,8	335,2	10,4
	DeLaval (Швеція)	VM-20	20-24,9	20	Г	14	2,0	0,21	4,59	7600	102,9	338,2	13,6
	SEKO	700/300	25-30	30	Д	7	2,3	0,22	4,37	11100	147	329	13,2
	Viga (Нідерланди)	-	Більше 30	36	Е	3	2,0	0,36	2,7	13000	110,3	321,3	8,5
	SEKO	450/97	5-9,9	9	A	5	2,4	0,22	4,4	4400	44,1	435,1	10,0
	SEKO	SAM 5500/115	10-14,9	11	Б	11	2,8	0,23	4,1	5900	51,4	169,9	10,0

Закінчення таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
II	SEKO	SAM 500/155 self	15-19,9	15	В	10	1,3	0,13	7,2	11700	121,3	106,8	20,9
	SEKO	600/205	20-24,9	20	Г	2	2,1	0,27	3,6	9000	80,8	400,5	9,0
III	SEKO	450/90	5-9,9	9	А	2	2,8	0,16	6,2	4500	62,5	445	13,9
	SEKO	SAM 5500/130 self	10-14,9	13	Б	4	2,8	0,11	8,3	8500	121,3	580	14,3
	SEKO	SAM 5500/170 self	15-19,9	17	В	4	2,3	0,15	6,3	9800	121,3	513	12,5
IV	SEKO	450/115	10-14,9	11	Б	3	2,7	0,19	5,68	5550	62,5	449	11,3

Групи, м<sup>3</sup>: А-5-9,9; Г-20-24,9

I – Причіпні без само завантаження;  
Б-10-14,9; Д-25-30

II – Причіпні з само завантаженням  
В-15-19,9; Е-більше 30

III – Самохідні без само завантаженням;

IV – Самохідні з само завантаженням;

Кращими серед аналізованих (127 варіантів) різних моделей кормороздавачів типу I виявились по одному кормороздавачі-змішувачі класів А, Б, В, Г, Д і Е, відповідно з V<sub>6</sub>=7, 12, 15, 20, 30 і 36 м<sup>3</sup>. Серед (26 варіантів) кормороздавачів-змішувачів типу II, кращими виявились класів А, Б, В і Г з відповідним об'ємом бункера V<sub>6</sub>=9, 11, 15 і 20 м<sup>3</sup>. Серед (10 варіантів) самохідних без завантаження кормороздавачів-змішувачів (тип III), кращими виявились машини класів А, Б і В з V<sub>6</sub>=9, 13 і 20 м<sup>3</sup>. І нарешті серед серед (3 варіантів) кормороздавачів типу IV, виявилися з високим технічним рівнем, лише один кормороздавач класу Б, V<sub>6</sub>=11 м<sup>3</sup>.

При цьому більшість моделей фірми «Seiko» є з високим технічним рівнем, моделі кормороздавачів-змішувачів цієї фірми є в кожному типу і практично в усіх класах машин. Конкретний марочний склад машин високого технічного рівня наведено в табл. 1.

Загальна тенденція залежності металомісткості від продуктивності, вказує на її зниження при збільшенні об'єму бункера. Так, при збільшенні об'єму бункера з 7 до 36 м<sup>3</sup> металомісткість зменшується з 580 до  $\frac{322 \text{ кг} \times \text{год}}{\text{т}}$ , тобто на 44%. Це засвідчує про інтенсивніше нарощування продуктивності кормороздавача в порівнянні зі збільшенням його ваги.

При цьому затрати енергії при збільшенні V<sub>6</sub>, наростають досить суттєво, на 73%, що є обмежуючим фактором збільшення об'єму бункера кормороздавача-змішувача.

Габаритність машини зі збільшенням V<sub>6</sub> веде себе, зменшуючись з 2,8 до  $2,0 \frac{\text{м}^3 \times \text{год}}{\text{т}}$ , що засвідчує про інтенсивніше нарощування продуктивності машини в порівнянні з ростом її габаритів.

Проте збільшення об'єму бункера призводить до збільшення ваги, потужності на привід, габаритів машини, погіршує її керованість та обмежує проектування приміщень – габарити проїзних воріт, ширина кормових проходів тощо. Збільшення V<sub>6</sub> призводить до погіршення керованості кормороздавачем, до збільшення капіталовкладень в під'їзні дороги, в будівництво приміщень. Тому параметри кормороздавачів мають бути узгоджені з вимогами ДБН В.2.2.-1-95. Будинки і споруди для тваринництва.

Енергонасиченість процесу веде себе суперечливо. Вона до 20 м<sup>3</sup> збільшується, а до V<sub>6</sub>=36 м<sup>3</sup> понижується до початкового значення, відповідно 8,2 і 8,5 Вт/кг. Ймовірно тут має вплив низки факторів. Тенденції зміни енергонасиченості засвідчує про її зменшення при зростанні V<sub>6</sub>.

Ефективність кормороздавачів-змішувачів з ростом V<sub>6</sub> має тенденцію до підвищення, практично в декілька разів.

Основою для вибору кормороздавача-змішувача [2,6,7,8,9] є його високий технічний рівень, а отже і висока екологічність, відповідність габаритів машини розмірам проїзних воріт та кормового проходу приміщення чи майданчика для годівлі, стан під'їзних шляхів. Окрім цього, важливим є тип і група кормороздавача та компоненти сумішки.

Так, орієнтовано для поголів'я корів  $m=200$  гол необхідний об'єм бункера  $V_6=4...6$  м<sup>3</sup>; для  $m=500$  гол  $V_6=6...8$  м<sup>3</sup>, а при  $m>500$  гол  $V_6=10...12$  м<sup>3</sup>.

### Висновки та перспективи подальших досліджень

Таким чином, найбільшу питому вагу в собівартості тваринницької продукції займають корма, 40...50% на виробництво молока, 50...55% на яловичину, а тому всі заходи з кормовиробництва, кормоприготування і роздавання кормів мають бути націлені на зниження собівартості кормів. Одним із прогресивних заходів економії затрат на приготування та кормороздавання є заміна кормоцехів з кормороздавачами, в цій ланці, на кормороздавач-змішувач, який забезпечує функції подрібнення компонентів та їх змішування, транспортування і розподілення в годівниці тваринам. При цьому, кормороздавачі-змішувачі є універсальними високотехнологічними машинами, які забезпечують вагове дозування та є складовими систем управління технологічними процесами у тваринництві. На підставі виконаного аналізу 168 варіантів моделей кормороздавачів-змішувачів фірм світу, нами рекомендовані до використання кормороздавачі з високим технічним рівнем, а отже і екологічністю, табл. 1.

Важливим в дослідженні технічного рівня системи були б і вартісні показники, хоча вони враховують кон'юнктуру ринку і не завжди є об'єктивними, зокрема у визначенні рівня техніки, її екологічності.

### Література

1. Якість продукції. Оцінювання якості. Терміни та визначення : ДСТУ 2925-94. – [Чинний від 19.08.1999]. – К. : Держстандарт України, 1999. – 34 с.
2. Бурлака В. А. Оцінка технічного рівня кормороздавачів світових виробників / В. А. Бурлака, Г. П. Водяницький, В. В. Тимків // Тваринництво України. – 2016. – № 3. – С. 8–12.
3. Ревенко І. І. Комбіновані транспортно-технологічні засоби у тваринництві / І. І. Ревенко, В. В. Тимків // Вісн. Харків. держ. технічного ун-ту сільського госп-ва. – 2003. – № 20. – С. 428–433.
4. Ясенєцький В. А. Зниження енергозатрат у тваринництві та кормовиробництві /

В. А. Ясенєцький, В. О. Ермоленко, А. О. Гаркавий. – К. : Урожай, 1989. – 136с.

5. Ревенко І. Сучасний ринок засобів роздавання кормів рогатій худобі / І. Ревенко, Т. Лісовенко, В. Хмельовський // Пропозиція. – 2008. – № 9. – С. 106–114.

6. Подобед Л. Міксер-кормороздавач – безальтернативне рішення оптимальної організації годівлі худоби, так як не помилитись з його вибором? / Л. Подобед // Молоко і ферма. – 2013. – № 2. – С. 86.

7. Кормороздавачі-змішувачі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://www.agro-business.com.ua / mekhaniaIatSiia-apk / 98-kormorozdavachi-Zmishuvachi.htm](https://www.agro-business.com.ua/mekhaniaIatSiia-apk/98-kormorozdavachi-Zmishuvachi.htm)

8. Кормосистемы. Выбираем миксер-кормороздатчик [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://sib-agro.com/>.

9. Мобильные средства для роздачи кормов крупному рогатому скоту и методику расчета области эффективного применения [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.pimz.poznan.pe>.

### ЕКОЛОГІЧНИСТ – BASIC PROPERTY MAINTENANCE OF FEEDERS MIXER

**H. Vodyanytsky, V. Tymkiv**

*e-mail: boss.tymkiv@gmail.ua*

Zhytomyr National Agroecological University,  
Stary Boulevard, 7, Zhytomyr, 10002, Ukraine

*The paper represents the results of research of 168 brands and models of fodder mixers produced by the world leading companies. The research conducted was aimed at measuring the level of a man-made impact on the environment.*

*The system environmental friendliness is evaluated by its technical level has been made by means of the integral criterion taking into consideration the distance to the target. The technical model herewith has been described as a multiobjective model.*

*Referring to the results of investigation fodder mixers with minimal anthropogenic impact have been recommended for the facilities of Ukrainian agricultural enterprises. Preferred proved Feeder Mixer Italian firm "Seko" models: 450/70, 450/97, 700/300, 750/90, 600/205 and 450/115. The high technical level mabt Feeder Mixer firm De-Laval (Sweden), Biga (Netherlands) and firms Jay-Lor.*

**Keywords:** *fodder mixers, the integral criterion, fodder, bin capacity, metal content.*

**ЭКОЛОГИЧНОСТЬ – ОСНОВНОЕ  
СВОЙСТВО ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ  
КОРМОРАЗДАТЧИКА-СМЕСИТЕЛЯ****Г. П. Водяницкий, В. В. Тымкив***e-mail: boss.tymkiv@gmail.ua*Житомирский национальный  
агроэкологический университет

Старый бульвар, 7, г. Житомир, 10002, Украина

*Произведено исследование 168 марок и моделей кормораздатчиков-смесителей ведущих фирм мира, с целью их техногенного давления на окружающую среду. Технический уровень технической системы из-за ряда антропологических критериев оценивает ее экологичность. Оценку технического уровня кормораздатчиков-смесителей оценивают*

*методом интегрального критерия за расстоянием к цели, описав техническую систему многокритериальной моделью. По результатам исследования, рекомендованы для условий с-х предприятий Украины кормораздатчики-смесители с минимальным техногенным давлением. Лучшими оказались кормораздатчики-смесители итальянской фирмы "Seko" моделей: 450/70; 450/97; 700/300; 750/90; 600/205 и 450/115. Высокий технический уровень имеют кормораздатчики-смесители фирм De-Laval (Швеция), Viga (Нидерланды) и фирмы Jay-Lor.*

**Ключевые слова:** кормораздатчик-смеситель, интегральный критерий, объем бункера, металлоемкость.