

УДК 631.361.022.003.13

М. Брагінець, докт. техн. наук; Д. Бахарєв, канд. техн. наук

Луганський національний аграрний університет

МЕТОДИКА ВИБОРУ РАЦІОНАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ВИКОНАВЧИХ МЕХАНІЗМІВ ЗАВАНТАЖУВАЧА КАЧАНІВ КУКУРУДЗИ

Резюме. Наведено результати аналізу й методик вибору живильників і конвеєрів, що використовуються в завантажувачах качанів кукурудзи, здатних диференційовано впливаючи, підбирати насінні качани з різних типів сховищ і переміщати їх в потоково-технологічні лінії (ПТЛ) різних конструкцій.

Ключові слова: напруження, ізотропні матеріали, шар, циліндричний штамп, неідеальний тепловий контакт, живильник, конвеєр, насінні качани кукурудзи.

M. Braginec, D. Baharev

METHOD OF DETERMINATION RATIONAL CONSTRUCTION FEEDER AND CONVEYER OF CORN-COBS

The summary. The results of analysis and method of choice of feeders and conveyers are resulted, the capable are differentiated, influencing, to pick up seminal heads from the different types of depositories and move them in lines of processing of different constructions.

Key words: feeder, conveyer, seminal corn-cobs.

Постановка проблеми. При системному аналізі виконавчих механізмів завантажувачів качанів кукурудзи (живильників і конвеєрів) виникає необхідність оцінювати їх ефективність за показниками, вираженими як чисельно, так і тими, що не мають чисельного виразу. Зокрема, енергоємність процесу виражається чисельно, а здатність диференційованої дії на качани чисельно не виражається. Причому показники, що не мають числового виразу, впливають на ефективність роботи системи власною наявністю. Наприклад, можуть диференційовано впливати робочими органами на качани чи ні. А тому актуальним є введення універсальних коефіцієнтів функціональності таких механізмів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для виявлення кращої конструкції виконавчих механізмів, у т.ч. живильників, що використовуються в завантажувачах качанів кукурудзи, серед існуючих (див. табл. 1), доцільно виділити метод Парето [1–5]. Він полягає у виявленні варіантів, які за прийнятими критеріями домінують над іншими, а також варіантів, над якими немає домінування.

Мета роботи – оцінити живильники качанів кукурудзи за показниками, що не мають числового виразу.

Постановка задачі. Для досягнення поставленої мети доцільно ввести такі умови:

- якщо живильник з n -ї кількості показників, що не мають чисельного виразу, володіє всіма корисними властивостями, то він на 100% відповідає вимогам, які висуваються;

- всі показники рівнозначні в процентному співвідношенні і становлять $F_i = 100\%/n$;

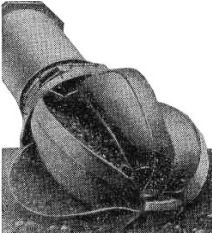
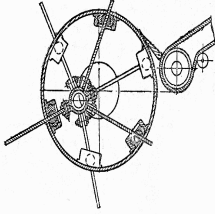

- якщо живильник не володіє яким-небудь корисним показником, то $F_i = 0$.

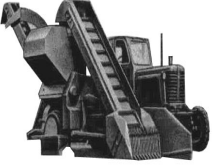
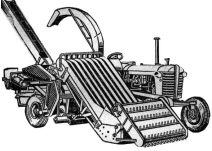
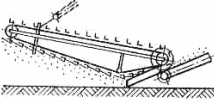
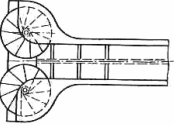
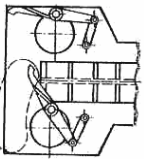
Враховуючи дані умови, можна ввести універсальний коефіцієнт функціональності (табл. 1)

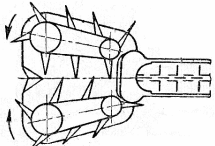
$$K_{\phi} = \sum_{i=1}^n F_i \rightarrow 100\%. \quad (1)$$

Графічний вираз даного методу наведено на рис. 1

Таблиця 1. Аналіз існуючих конструкцій живильників, що використовуються в завантажувачах качанів кукурудзи

Схема конструкції живильника	Дослідники	F_1 %	F_2 %	F_3 %	K_{ϕ} %	Питома Енергоємність E_p , кВтгод/т	Частота обертання робочого органу n , хв ⁻¹	Кількість рухомих вузлів живильника N , шт
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Кульова головка 2. 	Дубровський А.А. Родіонов Г.В. Гурков К.С. Векслер В.М.	0	33,33	0	33,33	1,12 – 1,67	10 – 15	1
2. Барабанный живильник 	Родіонов Г.В. Борисов А.М., Фатеев М.Н., Гохтель А.Х., Векслер В.М. Муха Т.І.	33,33	33,33	33,33	100	0,38 – 0,45	25 – 75	1
3. Ковшово-шнековий живильник завантажувача Р-6-КПШ-6 	Вайнсон А.А. Дубінін В.Ф. Векслер В.М. Муха Т.І.	0	0	33,33	33,33	0,36 – 0,43	20 – 55	3

<p>4. Вильчастий живильник очищувача качанів ОП-15</p> 	<p>Голік М.Г. Креймерман Г.І. Красніков В.В. Стогов В.Н.</p>	33,33	0	0	33,33	0,83 – 1,00	30	1
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<p>5. Стрічково-пальцевий живильник очищувача качанів ОПП-5</p> 	<p>Голік М.Г. Креймерман Г.І. Лур'є А.В.</p>	33,33	33,33	0	66,66	0,76 – 0,95	44	1
<p>6. Зі скребковим конвеєром на підйомній стрілі</p> 	<p>Платонов П.Н. Куценко К.І. Векслер В.М. Муха Т.І.</p>	33,33	33,33	33,33	100	0,82 – 1,20	40 – 60	1
<p>7. З двома підгрібаючими дисками</p> 	<p>Борисов А.М., Фатеев М.Н., Гохтель А.Х., Векслер В.М. Муха Т.І.</p>	33,33	0	0	33,33	0,80 – 0,93	10 – 15	2
<p>8. З підгрібаючими лапами</p> 	<p>Борисов А.М., Фатеев М.Н., Векслер В.М.</p>	33,33	0	0	33,33	0,47 – 0,65	35 – 50	2

<p>9. Ланцюговий живильник з консольними шкребками</p> 	<p>Родіонов Г.В., Гурков К.С., Кальніцкий А.Д. Співаковський А.О.</p>	<p>33,33</p>	<p>0</p>	<p>0</p>	<p>33,33</p>	<p>0,51 – 0,74</p>	<p>40 – 45</p>	<p>2</p>
--	---	--------------	----------	----------	--------------	--------------------	----------------	----------

ПРИМІТКА. F_1 – можливість диференціювання механічної дії на качани; F_2 – здатність підбирати качани з різних типів сховищ; F_3 – можливість використання в ПТЛ різних конструкцій

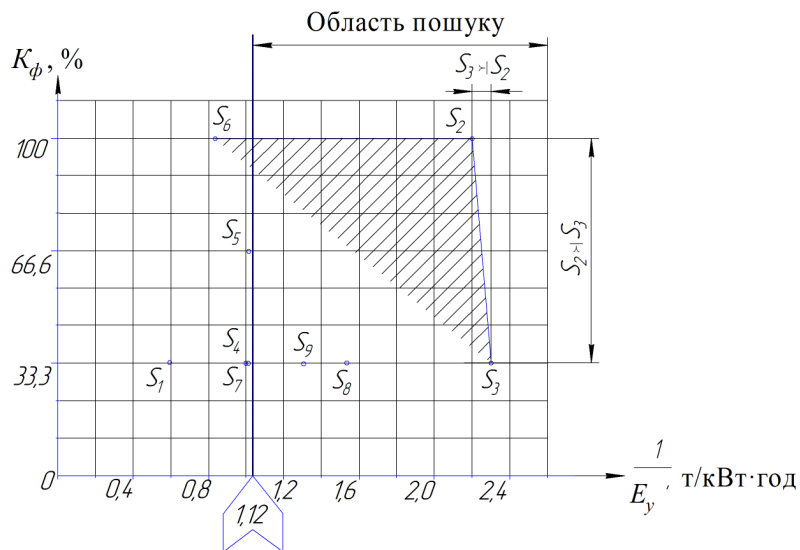


Рисунок 1. До визначення Парето-оптимальної межі

Використання методу Парето вимагає дотримання такої умови: критерії оцінювання повинні одночасно покращуватися у бік збільшення [3–5]. Тому в якості першого критерію оцінювання доцільно прийняти $K\phi$, а другого – зворотну функцію енергоємності ($1/E_y$, т/кВтгод). На рис. 1 показано, що живильник зі скребковим конвеєром на підйомній стрілі (S_6), барабанний живильник (S_2) і ковшово-шнековий живильник (S_3) за прийнятими критеріями оцінювання домінують над рештою живильників. Індекси 1–9 у позначеннях S_1 – S_9 (див. рис. 1) відповідають порядковому номеру живильника в табл. 1. Отже, S_2, S_3, S_6 утворюють Парето-оптимальну межу, нижче якої розташовуються живильники, що володіють низькою ефективністю [3–5].

З метою звуження інтервалу пошуку доцільно ввести додаткове обмеження. В даному випадку в якості додаткового обмеження можна прийняти таку умову: питома енергоємність процесу не повинна перевищувати середнього значення енергоємності живильників, що досліджуються. З таблиці 1 бачимо, що середнє значення енергоємності живильників (за максимальним значенням інтервалу) складає 0,891 кВтгод/т. У свою чергу, зворотна функція енергоємності дорівнює $1/0,891=1,12$ т/кВтгод (див. рис. 1).

З урахуванням додаткового обмеження можна зробити висновок, що кращою з конструкцій, що утворюють Парето-оптимальну межу, є барабанний живильник S_2 , оскільки S_6 не задовольняє умови додаткового обмеження. Крім того, S_2 повністю домінує над S_6 ($S_2 \succ | S_6$), Також домінування S_2 над S_3 за показником $K\phi$ значно

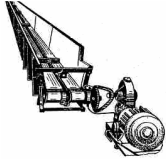
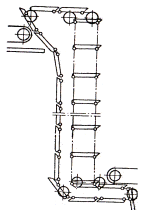
більше домінування S_3 над S_2 за показником енергоємності.



Конвеєр у ПТЛ завантаження й обмолоту кукурудзи повинен ефективно транспортувати матеріал під кутом, вищим за кут природного відкосу качанів. При цьому енергоємність процесу повинна бути мінімальною, а швидкість переміщення – максимально допустимою. Крім того, необхідно, щоб конвеєр забезпечував однаково ефективний процес транспортування в ПТЛ різних конструкцій при дотриманні умови переміщення качанів без механічних пошкоджень зерна. Також конвеєр повинен бути конструктивно й технологічно сумісний з барабанним живильником і володіти мінімальною погонною масою ходової частини.

В даний час для переміщення качанів кукурудзи застосовують такі типи конвеєрів: скребкові на ланцюзі або тросі, поличкові, люлькові, пластинчасті, роликові, чотириланцюгові вертикальні, стрічкові з гладкою і спеціальною стрічкою, оснащеною бортами і перегородками, шнекові, гвинтові й ковшові.

У свою чергу, відомо, що пластинчасті, роликові і стрічкові конвеєри з гладкою стрічкою для завантаження молотильно-сепаруючого пристрою (МСП) застосовувати недоцільно, із-за низького кута підйому качанів кукурудзи. Також висунутих вимог не задовольняють люлькові, шнекові і гвинтові конвеєри унаслідок низького коефіцієнта функціональності. Основні вимоги до завантажувачів качанів кукурудзи наведено в табл. 2.

Таблиця 2. Аналіз існуючих конструкцій конвеєрів, що використовуються в завантажувачах качанів кукурудзи

Схема конструкції конвеєра	Дослідники	Кут підйому β , град	Питома енергоємність E_p , кВт год/т	Швидкість тягового органу v , м/с	Маса 1-го пог. м ходової частини $m_{\text{пог}}$ (шириною 0,3-0,5 м)	F_1 , %	F_2 , %	F_3 , %	$K_{\text{ф}}$, %
1. Скребковий ланцюговий або тросовий 	Александров М. П., Іванченко Ф.К., Стогів В.Н.	0–50	0,18–0,52	0,50–1,50	26,0–53,0	33,33	33,3	33,33	100
2. Чотириланцюговий вертикальний 	Пертен Ю.А. Смірнов В.К. Новіков Е.Е.	90	0,35–0,45	0,30–0,60	45,0–93,0	–	33,33	33,33	66,66

<p>3. Стрічковий з бортами і перегородка-ми</p> 	<p>Василенко П. М Іванченко Ф.К., Красников В.В., Александров М.П., Пертен Ю.А.</p>	0–70	0,02–0,13	0,20–2,50	22,9–55,2	33,33	33,33	33,33	100
<p>4. Ковшовий</p> 	<p>Дубровський А.А., Вайнсон А.А., Іванченко Ф.К.</p>	0–90	0,08–0,12	0,5–0,8	39,0–75,0	33,33	–	33,33	66,66

ПРИМІТКА. F_1 – можливість застосування транспортера в ПТЛ різних конструкцій; F_2 – переміщення качанів без механічних пошкоджень; F_3 – сумісність з барабанными живильниками.

З метою системного аналізу конвеєрів, що задовольняють висунуті вимоги (табл. 2), доцільно застосувати метод відстані до мети, оскільки він є одним з найпростіших і ефективних методів багатокритерійного оцінювання [1–5]. Метод відстані до мети полягає в обґрунтуванні ідеального варіанта й оцінювання міри наближення до нього кожного з варіантів, що аналізуються [3–5]. Ідеальний варіант характеризує таку систему, для якої кожен з критеріїв оцінювання досягає свого потенційно можливого якнайкращого значення [3–5].

Узагальнений критерій відстані до мети μ_j визначається як відношення площі j -го варіанта моделі до площі ідеального [3–5]

$$\mu_j = P_j / P_o, \quad \mu_j \geq 1, \quad (2)$$

де P_j і P_o – відповідно площі багатокутників j -го та ідеального варіантів.

Метод багатокритерійного оцінювання вимагає дотримання такої умови: всі критерії оцінювання повинні покращуватися одночасно у бік зменшення [1].

В якості критеріїв оцінювання прийнято показник питомої енергоємності процесу транспортування, маса одного погонного метра ходової частини конвеєра шириною від 0,3 до 0,5 метра і зворотне значення коефіцієнта функціональності ($1/K\phi$ %-1). Графічний вираз методу відстані до мети представлений на рис. 2. Модель побудована за максимальними значеннями інтервалів оцінюваних критеріїв на підставі табл. 3.

Таблиця 3. Значення критеріїв оцінювання в багатокритерійній моделі

Тип конвеєра	$E_y,$ кВтгод/т	тпог, кг	1/Кф, %-1	$P_j,$ м2	$P_o,$ м2	μ_j
1. Скребокний ланцюговий або тросовий	0,52	53,0	0,01	0,003	0,0015	2,0
2. Чотириланцюговий вертикальний	0,45	93,0	0,02	0,008		5,3
3. Стрічковий з бортами і перегородками	0,13	55,2	0,01	0,002		1,3
4. Ковшовий	0,12	75,0	0,02	0,004		2,7

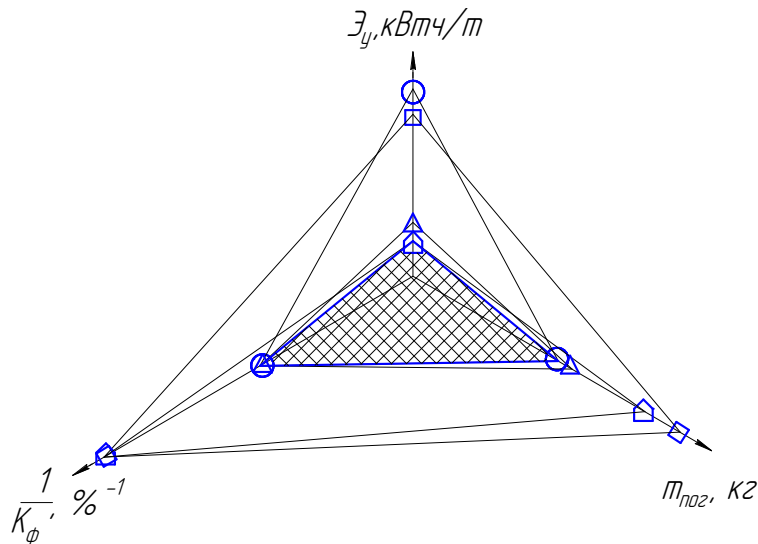


Рисунок 2. Багатокритерійна оцінювальна модель конвеєрів:

○—○ скребковий ланцюговий або тросовий; □—□ чотириланцюговий вертикальний; Δ—Δ стрічковий з бортами і перегородками; △—△ ковшовий

Узагальнений критерій відстані до мети μ_j (див. табл. 3) показує, що кращими з аналізованих конвеєрів є стрічкові.

Висновки. Ефективний завантажувач качанів кукурудзи складається з двох виконавчих механізмів живильника і конвеєра. При системному аналізі існуючих конструкцій живильників качанів кукурудзи доцільно застосовувати метод Парето. Згідно з цим методом кращими з існуючих конструкцій живильників є барабанні, оскільки вони здатні, диференційовано впливаючи, підбирати качани з різних типів сховищ і застосовуються в ПТЛ різних конструкцій. При системному аналізі існуючих конструкцій конвеєрів для качанів кукурудзи доцільно застосовувати метод відстані до мети. Згідно з методом відстані до мети кращим конвеєром є стрічковий з бортами і перегородками. Для такого конвеєра узагальнений критерій відстані до мети мінімальний $\mu_j = 1,3$.

Література

1. Статников, Р.Б. Решение многокритериальных задач проектирования машин на основе исследования пространства параметров. Многокритериальные задачи принятия решений [Текст] / Р.Б. Статников. – М.: Машиностроение, 1978. – С. 148–155.
2. Брагинец, Н.В. Бионические основы моделирование рабочих органов исполнительных механизмов поточно-технологических линий обмолота кукурузы [Текст] / Н.В. Брагинец, Д.Н. Бахарев // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка / Сучасні проблеми вдосконалення технічних систем і технологій у тваринництві. – Випуск 108. – Харків: ХНТУСГ, 2011. – С. 64–70.
3. Нагірний, Ю.П. Обґрунтування інженерних рішень [Текст] / Ю.П. Нагірний. – К.: Урожай, 1994. – 216 с.
4. Решение многокритериальных инженерных и других задач с применением интегрального критерия расстояния до цели. Методические указания [Текст] / В.И. Шаповалов, С.Ф. Вольвак, М.Ф. Пермигин, С.А. Вольвак. – Луганск: ЛГАУ, 2001. – 19 с.
5. Бахарев, Д.Н. Повышение эффективности технологического процесса обмолота и разработка конструкции молотилки початков кукурузы: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.05.11 [Текст] / Бахарев Дмитрий Николаевич. – Луганск, 2005. – 188 с.

Отримано 01.11.2011