

ВИЗНАЧЕННЯ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ МОЛОТИЛЬНО-СЕПАРУЮЧОГО ПРИСТРОЮ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА

Демко А.А., к.т.н., Надточій О.В., к.т.н., Демко О.А., аспірант
(Національний університет біоресурсів і природовикористання України)

Анотація. Запропонована модель визначення пропускної здатності МСП із врахуванням зміни техніко-експлуатаційних характеристик із збільшенням терміну експлуатації.

Узагальнюючою техніко-технологічною характеристикою зернозбиральних комбайнів виступає пропускна здатність молотильно-сепаруючого пристрою, що має розмірність кг/с. В останні роки фірмами-виробниками зернозбиральних комбайнів в технічній документації, що додається до комбайнів, показники пропускної здатності не наводяться.

Неможливість визначити навіть із оптимістичним показником пропускної здатності МСП сучасних комбайнів не дозволяє прогнозувати питому потребу комбайнів по відношенню до посівних площ під зерновими і технічними культурами, строки жнив по відношенню до наявних комбайнів і навпаки - потребу комбайнів для збирання прогнозованого урожаю в межах агробіологічних термінів жнив.

Для розрахунку пропускної здатності q_n ЗК ще в 60-70-х роках минулого століття використовувалося рівняння [1].

$$q_n = 2B \cdot \lg(Q \cdot \ln L) \quad (1)$$

де B – ширина молотарки; Q – емпіричний коефіцієнт; L – проектна довжина сепарувальної поверхні підбарабання і соломотряса.

З тих пір пропускну здатність комбайна почали оцінювати кількістю обмолоченої хлібної маси в кілограмах за секунду при загальних втратах за молотаркою вільним зерном на рівні 1,5%.

Розробка методики переводу фізичних зернозбиральних комбайнів в еталонні одиниці з використанням коефіцієнтів переводу дозволить об'єктивно оцінити потреби для оновлення і поповнення парку з метою мінімізації, втрат урожаю.

Науково - практичну ідею оцінки сучасних зернозбиральних комбайнів проведено російськими вченими під керівництвом доктора технічних наук Е. В. Жалніна у статті «О переводе физических зерноуборочных комбайнов в эталонные» і виявили, що пропускна здатність зернозбирального комбайна q_n і його параметричний індекс i_k зв'язані відношенням:

$$q_n = 1.83 \cdot i_k - 0.83 \quad (2)$$

Для комбайнів із класичною компоновкою молотильною молотильно-сепаруючим пристроєм (МПС) – поперечним барабаном клавішним соломотрясом значення пропускної здатності визначається із залежності:

$$q_n = 0.458 \cdot \left(\frac{N_E}{32} + \frac{F_{II}}{0.26} + \frac{F_C}{1.5} + \frac{F_P}{0.8} \right) - 0.83 \quad (3)$$

Для комбайнів із аксіально-роторною молотаркою

$$q_n = 1.83 \cdot \left(\frac{N_E}{126} + 0.5 \cdot (F_{PC} + F_P) - 0.83 \right) \quad (4)$$

Пропускна здатність молотильного апарату співробітники фірми КЛААС (Бутов С.В.) визначають використовуючи основні теоретичні посилання [5,6] виходячи із наступних умов:

- рослинна маса, що поступає в молотильний зазор із зростаючою швидкістю забирається бичами і не перешкоджає наступній порції;
- максимальна пропускна здатність буде визначатися для умов входу рослинної маси (максимально допустима аж до забивання барабана).

$$q_i = \Delta \cdot \rho \cdot u_1 \cdot l \cdot \eta \quad (5)$$

де Δ - товщина потоку рослинної маси на вході у молотильний барабан, м; ρ - щільність рослинної маси (для пшениці 40 кг/м³); u_1 - швидкість рослинної маси на вході у молотильний барабан (Mega, Lexion = 12 м/с – завдяки барабану-прискорювачу, Megion, Dominator = 3 м/с); l – довжина барабана, м; η – коефіцієнт використання довжини барабана (Mega, Lexion = 1.0 – завдяки барабану-прискорювачу, Megion, Dominator = 0.8)

Для переміщення рослинної маси без зупинок, забивання значення ступеню стиску в молотильному зазорі β не повинно перевищувати критичних значень, яке в свою чергу залежить від фізико-механічних властивостей культури, що обмолочується. Для стебел пшениці $\beta=6..7$. [6]. Розрахункові дані за (2) приведені в таблиці 1.

Таблиця 1 Розрахована пропускна здатність зернозбиральних комбайнів

| Марка комбайна | Довжина барабана, м | Зазор на вході, мм | Швидкість маси на вході, м/с | Ступінь стиску маси | Коеф. використання довжини бича | Щільність маси, кН/м ³ | Пропускна здатність, кг/с |
|-------------------|---------------------|--------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| Lexion 580-540 | 1.68 | 11 | 12 | 7 | 1.0 | 40 | 62.06 |
| Lexion 530-510 | 1.40 | 11 | 12 | 7 | 1.0 | 40 | 51.74 |
| Mega 360 | 1.58 | 13 | 12 | 6 | 0.9 | 40 | 53.24 |
| Mega 350 | 1.32 | 13 | 12 | 6 | 0.9 | 40 | 44.48 |
| Medion 340 | 1.58 | 13 | 3 | 6 | 0.8 | 40 | 11.83 |
| Medion 330-310 | 1.32 | 13 | 3 | 6 | 0.8 | 40 | 9.88 |
| Dominator 130-150 | 1.06 | 13 | 3 | 6 | 0.8 | 40 | 7.94 |
| ДОН-1500Б | 1.5 | 16 | 3 | 6 | 0.8 | 40 | 13.82 |

Пропускна здатність комбайнів можна розрахувати використовуючи основні їх техніко-експлуатаційні характеристики.

Для визначення годинної продуктивності ЗК використовують дві аналітичні залежності:

Пропускна здатність комбайнів можна розрахувати використовуючи основні техніко-експлуатаційні характеристики.

$$W_{\Gamma} = \frac{0.36 \cdot B_p (N_{e_n} \cdot \xi - 2 \cdot q_n)}{B_p \cdot U(1 + \delta_c)(N_{\text{ПМ}} + N_{\text{ПП}}) + \frac{g \cdot f \cdot G_T \cdot t}{\eta_{\text{ТР}}}} \quad W_{\Gamma} = \frac{3.6q_n}{U(1 + \delta_c)} \quad (7,8)$$

Розрахунки продуктивності ЗК при низькій і високій урожайності показують розбіжність у результатах до 18%. Якщо прирівняти ці формули і знайти рішення відносно q_n то можна вважати значення q_n точкою перетину для якої рішення по приведених формулах будуть рівнозначні.

Знайдемо значення пропускної здатності молотарки q_n із спільного рішення двох рівнянь:

$$q_n = \frac{0.1 \cdot N_{e_n} \cdot \xi}{A + 0.2} \quad (9)$$

$$\text{де} \quad A = \frac{0.1B_p \cdot U(1 + \delta_c)(N_{\text{ПМ}} + N_{\text{ПП}}) + \frac{g \cdot f \cdot G_T \cdot t}{\eta_{\text{ТР}}}}{B_p \cdot U(1 + \delta_c)}$$

ξ - коефіцієнт завантаження двигуна, який можна розглядати як ККД клинопасової передачі двигуна барабана; $N_{\text{ПМ}}$ - питома потужність на обмолот 1 кг хлібної маси за одну секунду (9.1 кВт.с/к.с); $N_{\text{ПП}}$ - питома потужність на подрібнення 1 кг соломистої маси за 1 с. (2.1 кВт.с/к.с); B_p - ширина захвату жатки, м; f - коефіцієнт перекочування (0.12); $\eta_{\text{ТР}}$ - к.к.д. трансмісії (0.88); U - урожайність, тонн; δ_c - соломистість (1,5); G_T - маса комбайна і маса 0,5 зерна в бункері (16.8 т.);

Якщо у формулі (3) використовуються чотири показники, що характеризують конструкцію комбайна і шість емпіричних коефіцієнтів, то у формулі (9) використовуються п'ять показників і чотири характеристики, що мають різні значення.

Розрахункові значення пропускної здатності МПС комбайнів за формулою (9) приведені в таблиці 2: за формулою (5) під знаком *, а за (3) позначено **.

Таблиця 2. Розрахункові показники пропускної здатності МПС зернозбиральних комбайнів

| Марка комбайна | Потужність, кВт/к.с | Маса, кг | Об'єм бункера, л | Об'єм паливн. баку, л | Розрахункова пропускна здатність, кг/с | | |
|----------------|---------------------|----------|------------------|-----------------------|--|-------|-------|
| | | | | | (12) | (8)* | (5)** |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Lexion 580 | 330/450 | 16560 | 10500 | 800 | 17.0 | 62.06 | — |
| Lexion 570 | 312/425 | 15725 | 10500 | 800 | 16.0 | 62.06 | — |
| Lexion 560 | 265/360 | 14410 | 10500 | 800 | 14.0 | 62.06 | — |
| Lexion 550 | 236/321 | 14410 | 9600 | 800 | 12.64 | 62.06 | — |
| Lexion 540 | 210/286 | 14410 | 8600 | 700 | 11.83 | 62.06 | — |
| МГ CEREА 7274 | 272/370 | 15550 | 9500 | 750 | 14.40 | — | — |
| МГ CEREА 7248 | 303/413 | 16320 | 9500 | 750 | 15.85 | — | — |
| MF 4244 | 160/220 | 10100 | 7000 | 750 | 8.9 | — | — |

Продовження табл. 2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|------------|---------|-------|------|-----|-------|-------|-------|
| MF 4245 | 186/255 | 10300 | 7000 | 750 | 9.78 | – | – |
| MEGA 218 | 199/270 | 11060 | 7000 | 600 | 11.25 | – | – |
| КЗС-9-1 | 173/235 | 13300 | 6000 | 500 | 8.5 | – | – |
| СКИФ-250 | 184/250 | 13500 | 6000 | 500 | 9.09 | – | – |
| Лида-1300 | 191/260 | 13360 | 6300 | 520 | 9.45 | – | 8-9 |
| Лида-1600 | 239/325 | 17000 | 9000 | 650 | 10.9 | – | 12-14 |
| ДОН-1500Б | 173/235 | 13300 | 6000 | 500 | 8.55 | 13.82 | 9.5 |
| Вектор 420 | 154/210 | 12700 | 6000 | 500 | 7.57 | – | 7.7 |
| Нива -эф | 106/145 | 8087 | 3000 | 300 | 5.57 | – | 5.6 |
| ACROS 530 | 184/250 | 16440 | 9000 | 540 | 8.36 | – | 9.7 |
| ACROS 540 | 194/260 | 16440 | 9000 | 540 | 8.8 | – | – |

Пропускна здатність МСП комбайнів ДОН-1500 в технічній документації була визначена в об'ємі 8,4 кг/с. За умов нормативних характеристик хлібостою, продуктивність комбайна за годину чистої роботи по масі має складати 14 тонн. Максимальну продуктивність за умов дотримання допустимих витрат за молотаркою за БІП блок інформації втрат умови реального комбайнування при збиранні зернових культур була досягнута 10 тонн. Тобто теоретична продуктивність, визначена через пропускну здатність МСП, в реальних умовах експлуатації використовується максимум на 70%.

Дослідження потужності 27 двигунів СМД-31 в умовах виробничої експлуатації із різними наробітками в мотогодинах було виявлено, що середнє зниження потужності двигунів СМД-31 складає $\Delta N_{cp} = 0.022$ кВт за одну мотогодину. На двох двигунах, що відпрацювали 1976 і 2017 мотогодин без заміни циліндро-поршневої групи зниження потужності складало відповідно 37 і 38 кВт, тобто на 21% і 23% менше від номінального значення $N_{ен} = 173$ кВт. На двигунах, в яких замінювалися ЦПГ без належних режимів холодної і гарячої обкатки, середнє зниження потужності складало $\Delta N_{cp} = 0.022$ кВт/мото.год. Через зношування робочих механізмів ГСТ-90 за 2500-2600 мотогодин було виявлено зниження гідрооб'ємного к.к.д. на 20-25%.

З врахуванням вищевикладених аргументів про зміну показників, що входять в формулу (9), доцільно внести зміни у кількісні значення: ефективної потужності, питомої потужності на обмолот $N_{ПМ}$, к.к.д. трансмісії.

Для двигунів із турбонадувом, і охолодженням повітря відмовою двигуна за показниками потужності називається такий стан, коли потужність знижується на 13% від номінального значення. Для конкретного випадку 147 кВт

Стартові значення приведених коефіцієнтів складають $\eta_{гст} = 0,81$; $\eta_{кпп} = 0,9$; $\eta_{тр} = 0,9$; $\eta_{в} = 0,9$.

Коефіцієнти після наробітку 1500-2000 мотогодин приймають значення: $\eta_{гст} = 0,7$; $\eta_{кпп} = 0,85$; $\eta_{тр} = 0,85$; $\eta_{в} = 0,85$. [5]

Питома потужність на обмолот по мірі зниження параметричної надійності пасових ланцюгових передач приводу робочих органів молотарки збільшується на 10% і складе 10 кВт.с/кг

Формулу (7) із врахуванням вище приведених значень можна записати:

$$q_n = \frac{0.1 \cdot 173 \cdot 0.9 \cdot 0.85}{0.1 \cdot 6 \cdot 4(1+1.5) \cdot (10+2.1) + \frac{9.8 \cdot 0.12 \cdot 16.8}{0.7 \cdot 0.85 \cdot 0.85} + 0.2} = 6.18 \text{ кг/с.}$$

Розрахунки пропускної здатності за формулою (3) дають значення $g_n = 9.5$ кг/с, а за формулою (7) $g_n = 10.2$ кг/с; Для розрахунку за формулою прийнята чиста маса комбайна $G_T = 16,8$ т, якщо прийняти масу комбайна із масою зерна в бункері 50%, то пропускна здатність знижується до $g_n = 9.13$ кг/с. Пропускна здатність комбайна із пустим бункером $g_n = 10.2$ кг/с. Із бункером наповненим на 50% показниками параметричної надійності $Ne\phi = 147$ кВт і гранично зношеними ГСГ-90 пасовими і ланцюговими передачами, коробкою переміни передач і бортовими редукторами зменшується до значення $g_n = 6.18$ кг/с. Пропускна здатність гранично зношеного комбайна знижується наближено на 32%. Відповідно збільшується витрата палива на одиницю продукції (тонну, га) на 32%.

Висновки. Метод, запропонований авторами [2,3] може використовуватися для оцінки в статистиці теоретичної пропускної здатності молотильно-сепаруючого пристрою нових зразків комбайнів. Як показали результати аналітичних досліджень, підтверджених багаторічними статистичними показниками змінної і сезонної продуктивності в період практичної експлуатації комбайнів пропускна здатність не являється величиною сталою, а може зменшуватися із збільшенням терміну експлуатації на 30% від номінального значення.

Відповідно збільшується витрата палива на одиницю продукції.

Список літератури

1. Пустыгин М. А. Развитие зерноуборочных комбайнов и средств для уборки соломы // Тракторы и сельхозмашины. – 1965. – №8.
2. Жалнин Э. В. Развитие учения В. П. Горячкина в области зерноуборочной техники // Техника в сельском хозяйстве.–2004.–№6.– С 23–30.
3. Жалнин Э. В., Жикимбаев М. Ш., Пьянов В. С. О переводе физических зерноуборочных комбайнов в эталонные // Тракторы и сельхозмашины. – 2009. – №6. – С. 37–40.
4. Липкович Э.И. Процессы обмолота и сепарации в молотильных аппаратах зерноуборочных комбайнов (Пособие для конструкторов зерноуборочных машин). – Зерноград – 1973. – 34 с. .
5. Босой Е.С. Теория конструкция и расчет сельскохозяйственных машин. – М.: Машиностроение, 1978. – С. 332 – 334.
6. Демко С. А. Визначення впливу терміну використання зернозбиральних комбайнів на їх техніко-експлуатаційні характеристики. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. – Київ, 2007 р.– 20 с.

Аннотация

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ МОЛОТИЛЬНО-СЕПАРИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

Демко А.А., Надточий О.В., Демко О.А.

Предложенный метод определения пропускной способности МСУ ЗК с учетом изменений технико-эксплуатационных характеристик с учетом увеличения сроков эксплуатации.

Abstract

DETERMINATION OF CARRYING CAPACITY OF МОЛОТИЛЬНО-СЕПАРИРУЮЩЕГО DEVICE OF COMBINE HARVESTER

A. Demko, O. Nadtochiy, O. Demko

The offers method determinations to reception capacity MSU ZK with provision for change technician-field-performance dates with provision for increase the periods to usages.

УДК 631.356.22

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ БУРЯКОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ ЗА РАХУНОК УДОСКОНАЛЕННЯ ГИЧКОЗРІЗАЛЬНОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ

Блезнюк О.В. к.т.н., Мінченко В.С. магістр, Зміївський С.В.

(Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, Україна)

Розглянуто перспективи підвищення ефективності функціонування бурякозбиральних комбайнів закордонного виробництва шляхом удосконалення процесу дообрізки коренеплодів.

Постановка проблеми. Близько 80% техніки, що є у сільськогосподарських підприємств, відпрацювало амортизаційний термін експлуатації. Такі дані наводяться в повідомленні Рахункової палати України [1]. Останніми роками в Україні з'являється стабільний попит на сучасні бурякозбиральні комбайни. Україна свого часу була всесоюзним центром виробництва машин для збирання цукрового буряка. Дніпропетровський комбайновий завод випускав причіпні і самохідні бурякозбиральні комбайни з кабіною і двигуном від серійного трактора МТЗ-80. Тернопільський комбайновий завод спеціалізувався на самохідних комбайнах [2]. Але останнім часом в Україні з'явилися нові виробники причіпних бурякозбиральних машин – в Бородянці та Умані. Стійкий попит, що постійно зростає, з'явився і на німецькі бурякозбиральні машини. Вже декілька років підряд до України