

УДК 631.354.2

ВПЛИВ НЕРІВНОМІРНОСТІ УРОЖАЙНОСТІ ПО ПОЛЮ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

О.А. Демко, аспірант,
А.А. Демко, О.В. Надточій, кандидати технічних наук
НУБіП України

Досліджено вплив нерівномірності урожайності хлібостою по площі поля на ефективність використання комбайнів через зміну пропускної здатності і завантаження молотильно-сепарувального пристрою та збільшення крутного моменту приводу барабана.

Ключові слова: гармонічна нерівномірність, флуктуація, врожайність, пропускна здатність, завантаженість двигуна, молотарка.

Проблема. Спеціалісти, керівники сільгоспідприємств, відомств, міністерств у своїх оцінках і характеристиках врожайності зернових, користуються середньостатистичними її значеннями. Подібні оцінки в загальному правомірні. Однак при збиранні врожаю спеціалісти агротехнологічних та інженерних служб повинні враховувати ймовірні значення відхилень врожайності від середнього значення для більш реалістичних прогнозів продуктивності зернозбиральних комбайнів, темпів жнив і термінів збирання з конкретного поля.

Багаторічна практика використання зернозбиральних комбайнів показує, що нерівномірність урожайності по площі поля через агробіологічні і фізико-механічні характеристики хлібостою культури, що збирають, суттєво впливають на ефективність використання через ступінь завантаження молотильно-сепаруючого пристрою (МСП) зернозбиральних комбайнів і відповідає за механічні втрати урожаю.

Мета досліджень. Метою досліджень було визначення ймовірних числових значень гармонічної і флуктуаційної складової нерівномірності урожайності хлібостою по площі поля і вплив її на завантаження молотарки.

Результати досліджень. Зовнішнім суб'єктивним показником впливу нерівномірності врожайності по площі поля агробіологічного

© О.А. Демко, А.А. Демко, О.В.Надточій.

Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип. 97. 2013.

стану хлібостою є характеристична зміна звукового тиску (від 90:95 до 100 Дб) протягом 1-5 с., що викликано зміною завантаження двигуна. Вплив стану хлібостою культури може відбуватися, що відчувається, не тільки протягом терміну жнив, а і протягом робочого дня, чи протягом проходу робочої довжини гону одного поля. До зовнішніх факторів, що викликають зміну завантаження двигуна, які відчуваються суб'єктивно, відносяться коливання моменту опору зі сторони приводу робочих органів, через зміну секундної подачі хлібної маси, викликану зміною врожайності від середнього значення хлібної маси культури.

На зміну врожайності культури по площі поля впливає багато факторів. Зокрема нерівномірність внесення добрив під культуру: ячмінь – min = 10-33% до max = 59-95%; озима пшениця – min = 19-25% до max = 70-73% (грунт – чорнозем глибокий). Якість основного обробітку ґрунту перед сівбою – до 20%, якість і рівномірність посіву – до 30%, рельєф поля і мікрорельєф площі, як залежність якості основного обробітку – до 30%. Вживання рослин озимої пшениці залежно від погодно-кліматичних умов в осінній, зимовий та весняні періоди від 81 до 49%, вплив якості і своєчасності підживлення до 25%, відповідно якість і своєчасність внесення засобів захисту рослин від шкідників – до 20%. Схематичний вираз зміни врожайності по площі поля в залежності від агротехнологічних факторів показано на рис. 1.

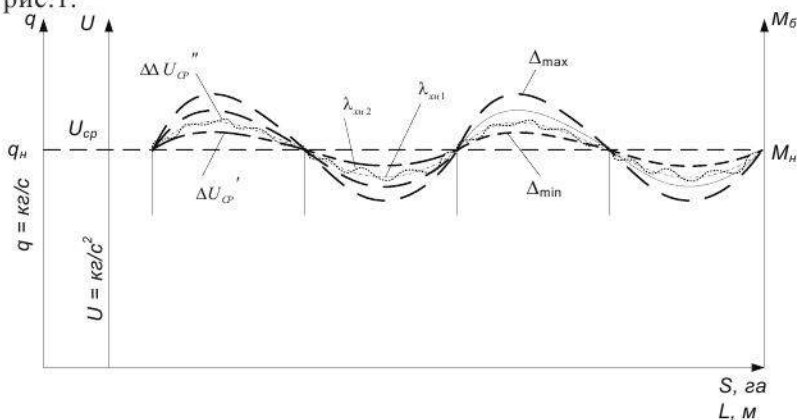


Рис. 1. Схематичний вираз зміни врожайності, пропускної здатності і моменту опору барабана від середнього значення, залежно від впливу агротехнологічних факторів. $\Delta \min$ - (19%), $\Delta \max$ - (35%)

Залежність від кількох різних факторів, зміна яких носить випадковий характер і призводить до неусталеного режиму роботи двигуна.

З врахуванням вищеприведених факторів врожайність можна визначити, використовуючи визначення випадкових функцій:

$$U_{XM} = U_{CP} \pm \Delta U_{CP}' \pm \Delta U_{CP}'' , \quad (1)$$

де U_{CP} - середнє значення врожайності хлібостою, кг/м²; $\Delta U_{CP}'$ - центрований випадковий детермінований процес зміни врожайності, кг/м² (гармонічна складова); $\Delta U_{CP}''$ - флуктуація процесу зміни врожайності, викликана не прогнозованими факторами, кг/м².

За оцінками агротехнологів і науковців [1] зміна середньої врожайності по площі поля U_{CP} з допустимою похибкою може описуватися гармонічною функцією виду:

$$\Delta U_{CP}' = C_{xm1} \text{Sin} \left(\frac{n_1 x_1}{\lambda_{xm1}} \right) \quad (2)$$

де n_1 - число повних коливань; $x_1 = V(t) \cdot t$; λ_{xm1} - період коливання врожайності, м(с); C_{xm1} - залежність амплітуди від середньої врожайності для конкретних господарств.

При урожайності 4 та 8 т/га становить C_{xm} відповідно 1 та 1,6 кг/м². Приймаємо значення коефіцієнта впливу нерівномірності внесення добрив на зміну урожайності $K_d = 0.25U_{cp}$. Амплітуду коливань гармонійної складової зміни середньої врожайності з допустимою точністю виразимо такою залежністю:

$$C_{xm1} = \pm 0.25U_{cp} \pm 0.025U_{cp}^{-2} = \pm 0.25 \cdot 1.5 \pm 0.025 \frac{1}{1.5^2} = \pm 0.375 \pm 0.011 \quad (3)$$

Флуктуаційну (місцеву) складову нерівномірності врожайності і гармонічної зміни виразимо так

$$C_{xm2} = \pm 0.5(C_{xm1}) = \pm 0.1875 \pm 0.006$$

Для аналізу приймемо $C_{xm} = 1.5$ кг/м².

Через вплив гармонічної і флуктуаційної складових амплітуда середньої врожайності по площі поля може змінюватися від $C_{xm_{\min}} = 1.5$ до $C_{xm_{\max}} = 1.89$ кг/м². З врахуванням виразу (2) можна зазначити, що флуктуаційна складова зміни врожайності описується подібною функцією з іншими параметрами:

$$\Delta\Delta U_{CP}'' = C_{xm2} \operatorname{Sin} \left(\frac{n_2 x_2}{\lambda_{xm2}} \right), \quad (4)$$

де n_2 - число коливань флюктуаційної складової зміни врожайності $n_1 \gg n_2$; λ_{xm2} - амплітуда коливань флюктуаційної складової, м(с) $\lambda_{xm1} \gg \lambda_{xm2}$;

Секундна подача хлібної маси в молотарку комбайна в будь-який момент часу t визначається із залежності:

$$g^{k(t)} = U_{cp}(t) \cdot B(t) \cdot V(t) \quad (5)$$

За умов реального комбайнування оператор (комбайнер) здатен відреагувати на коливання середньої урожайності $\Delta U_{CP}'$, процес зміни якої випадковий і нестационарний, однак має низькочастотну випадковість. На коливання, які мають випадково-флюктуаційний характер у межах 1-5 с. $\Delta\Delta U_{CP}''$, комбайнер відреагувати фізіологічно неспроможний і ці коливання сприймаються двигуном.

За таких обставин повинна виконуватися умова:

$$V_K(t) = \frac{q_{ном}}{U_{cp}(t) \cdot B}; \Delta U_{CP} = \pm C_{xm} \operatorname{Sin} \left(\frac{n \cdot x}{\lambda_{xm}} \right) \quad (6)$$

З врахуванням виразу формули x_t та виразу (6) запишемо:

$$\pm C_{xm} \cdot \operatorname{Sin} \left(\frac{2\pi \cdot V_K(t) \cdot t}{\lambda_{xm}} \right) = \pm C_{xm} \cdot \operatorname{Sin} \left(\frac{2\pi \cdot q_{ном} \cdot t}{C_{xm} \cdot B \cdot \lambda_{xm}} \right), \text{ а} \quad (7)$$

$$\frac{2\pi}{\lambda_{xm}} = \omega_x \left(\frac{1}{M} \right) - \text{просторова частота коливань.}$$

Динаміка зміни завантаження двигуна також залежить від макрорельєфу контуру поля, який оператор візуально може врахувати при виборі робочої швидкості. Проте мікрорельєф поля, який формується якістю основного і передпосівного обробітку ґрунту і в подальшому може змінюватися під впливом кліматичних умов (дощі, танення снігу) оператори не завжди можуть миттєво врахувати і подібні навантаження сприймаються двигуном через залежність ($f \pm \operatorname{Sin}(\alpha)$).

Потужність на переміщення комбайнового агрегату визначається із залежності:

$$N_n = \frac{g \cdot G_{ка} \cdot V_k \cdot (f \pm \operatorname{Sin}(\alpha))}{3.6\eta_{mp}} \quad (8)$$

де g – сила тяжіння 9.8 кг/с^2 ; $G_{ка}$ – середня маса комбайнового агрегату, т; V_k – робоча швидкість, м/с; η_{mp} – ККД трансмісії, 0.88.

$$V_k(t) = \frac{q_k(t)}{\left(U_{CP} \pm \Delta U_{CP}' \pm \Delta U_{CP}'' \right) \cdot (t) \cdot B(t)} \quad (9)$$

Врахувавши (8) і (9), отримаємо:

$$N_n = \frac{g \cdot G_{ка} \cdot q_k(t) \cdot (f \pm \text{Sin}(\alpha))}{\left(U_{CP} \pm \Delta U_{CP}' \pm \Delta U_{CP}'' \right) \cdot (t) \cdot B(t) \cdot 3.6\eta_{mp}} \quad (10)$$

$$U_{XM} = U_{CP} \pm \left(0.25U_{cp} \pm 0.025U_{cp}^{-2} \right) \cdot \text{Sin} \left(\frac{n_1 x_1}{\lambda_1} \right) \pm \left(0.125U_{cp} \pm 0.01U_{cp}^{-2} \right) \cdot \text{Sin} \left(\frac{n_2 x_2}{\lambda_2} \right) \quad (11)$$

Гармонічна і флукуаційна складові нерівномірності врожаю на коротких відрізках часу (шляху заїмки) неминуче впливають на значення пропускну здатності МПС комбайнів.

Для спрощення запису формули введемо позначення:

$$Z_1 = U_{CP} \pm \left(0.25U_{cp} \pm 0.025U_{cp}^{-2} \right); \quad Z_2 = U_{CP} \pm \left(0.125U_{cp} \pm 0.01U_{cp}^{-2} \right).$$

$$q_\phi = \frac{0.1Ne\xi}{0.1BZ_1 \text{Sin} \left(\frac{n_1 x_1}{\lambda_1} \right) (N_{nm} + N_{nn}) + Z_2 \text{Sin} \left(\frac{n_2 x_2}{\lambda_2} \right) (N_{nm} + N_{nn}) + \frac{gfG_{ка}}{\eta}} + 0.2 \quad (12)$$

$$B \left(Z_1 \text{Sin} \left(\frac{n_1 x_1}{\lambda_1} \right) + Z_2 \text{Sin} \left(\frac{n_2 x_2}{\lambda_2} \right) \right)$$

В роботі [1] приводяться дані, що момент приводу молотарки (M_m) пропорційний подачі хлібної маси q_ϕ^k при незмінних інших умовах. Тому можна прогнозувати, що:

$$M_m(t) = k_m q_\phi^k(t), \quad (13)$$

де k_m – коефіцієнт пропорційності, $k_m = 64$

Молотарка комбайна приводиться в рух через клинопасову передачу від колінчастого вала двигуна до варіатора барабана, момент опору якого розраховують із залежності:

$$M_B = \frac{M_M}{i_{\text{вар}} \eta_{\text{вар}}}; M_B = 391 \text{ нМ.} \quad (14)$$

де $\eta_{\text{вар}} = 0.9$; $i_{\text{вар}} = 2$.

За номінальної пропускної здатності при середній врожайності $M_B = 325 \text{ нМ}$.

Гармонічна і флуктуаційна складові зміни середньої врожайності є причиною збільшення завантаження двигуна і крутного моменту на привід барабана до 17% від номінального значення.

Висновки. Пропонований метод дає можливість оцінювати ступінь завантаження молотарки не тільки суб'єктивно по звуковому шуму роботи двигуна, а й визначити ймовірні кількісні значення впливу від гармонічної і флуктуаційних складових нерівномірності врожайності по профілю поля і навіть загінки. При прийнятих нами ймовірних значеннях коефіцієнтів впливу на середню врожайність пропускна здатність через раптове збільшення хлібної маси підвищується до 20%, що викликає збільшення крутного моменту барабана на 17%. Непередбачуване додаткове навантаження, яке по звуковому шуму роботи двигуна суб'єктивно відчуває оператор може бути причиною забивання барабана, зменшення обертів приводних валів соломотряса і решіт, а відповідно збільшення втрат зерна за молотаркою.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. *Иванов А.Б., Поляков О.А.* Внешнее воздействие на эффективную мощность двигателя //Техника в сельском хозяйстве. –2006. –№6. – С.23-24.
2. *А.А. Демко, О.В.Надточій, О.А. Демко.* Метод визначення пропускної здатності молотильно-сепарувального пристрою зернозбиральних комбайнів із врахуванням зміни техніко-експлуатаційних характеристик
3. *Иванов В.П.* Исследование неравномерности урожайности хлебной массы на коротких участках //Сб. науч. тр. РосНИИТиМ - Новосибирск 2005, –С.32-36.
4. *Алферов С.А.* Динамика зерноуборочного комбайна.-М.: «Машиностроение», 1973. – 150 с.

ВЛИЯНИЕ НЕРАВНОМЕРНОСТИ УРОЖАЙНОСТИ ПО ПОЛЮ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

Исследовано влияние неравномерности урожайности хлебостоя по пло-

щадливі на ефективність використання комбайнів із за змінення пропускної здатності і завантаження МСУ і збільшення крутного моменту привода барабана.

Ключеві слова: гармонічна нерівномірність, флуктуація, урожайність, молотилка.

INFLUENCE OF UNEVENNESS OF THE PRODUCTIVITY ON THE FIELD ON THE PRODUCTIVITY OF COMBINE HARVESTERS

The explored influence to unevenness to productivities of the bread mass on area of the field on efficiency of the use combine from for change of reception capacity and loading MSU and increase turning moment of the drive of the drum.

Key words: influence, bread mass, reception capacity, turning moment.

УДК 621.97:338.1

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ШНЕКОВОГО ПРЕСА ІЗ СИСТЕМОЮ АКТИВАЦІЇ ПОДАЧІ НАСІННЯ

В.О. Василькевич, асистент

Львівський національний аграрний університет

Розраховано економічну ефективність використання шнекового преса із системою активації подачі насіння для відтискування олії в порівнянні з базовим варіантом шнекового преса і обґрунтовано доцільність застосування.

Ключові слова: насіння, прес, олійність, економічна ефективність

Постановка проблеми. Одним з визначальних етапів розробки і запровадження нової чи вдосконалення існуючої техніки є обґрунтування економічної ефективності її використання порівняно з базовою моделлю – агрегатом. Основними критеріями оцінки доцільності застосування машини є річна економія прямих та зведених затрат і капіталовкладень, зменшення затрат праці та річний економічний ефект [1]. Його визначають, як різницю між отриманими показниками використання базової моделі – шнекового преса і запропонованого шнекового олійного преса з системою активованої подачі насіння.

© В.О. Василькевич.

Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип. 97. 2013.