

УДК 631.075.3

**АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВНОЇ АГРОТЕХНІКИ ВИРОБНИЦТВА
ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР СИСТЕМОТЕХНІКИ РОСЛИННИЦТВА ІЗ
ЗАСТОСУВАННЯМ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИХ АГРЕГАТІВ**

Сівак І. М.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Перспективні розробки за новими технологіями збирання зернових колосових культур проводяться багатьма вченими. Цікаві результати збирання пшениці з одночасним луценням стерні МФА отримано д.т.н. В. В. Абаєвим. Хоча цією технологією займалися ще в 80-ті роки минулого

століття академік Адамчук В. В., але вона не набула широкого поширення через низький технічний рівень прибиральних машин того часу. І тільки зараз, коли з'явилися потужні повнопривідні комбайни, можна на практиці реалізувати суміщення операцій збирання зерна в одному агрегаті з іншими супутніми роботами (пресування соломи, сівба проміжних культур, обробка ґрунтів з внесенням мінеральних добрив).

Дослідженнями д.т.н. А. Н. Леженкіна доведено можливість збирання колосових очесом зерна на корені на невеликих фермерських ділянках.

Економічне обґрунтування за пропонованою технологією збирання колосових культур з поділом вороху на стаціонарі підтвердило її високу ефективність порівняно з комбайною. У такий спосіб вже почався період наукових досліджень з комплексного збирання колосових МФА з поєднанням операцій збирання зерна та інших робіт післязбирального періоду. Одним із них є запропонований нами МФА для виконання операції збирання зерна з одночасним пресуванням соломи.

За критерієм – мінімум сукупних витрат – на роботу збирально-транспортної ланки (ЗТЛ) автором [1] встановлено ефективну потужність двигуна для МФА (492,5 кВт), ширину захвату жнивarki – 8 м, робочу швидкість руху 8 км/год, ємність бункера для зерна 10,5 м³, маса комбайна 19,8 т, маса причіпної зброї 2 т. Агрегат може забезпечити продуктивність зерна 39,9 т/год змінного часу [2]. Одночасно визначено оптимальні параметри накопичувача-перевантажувача, що входить до складу ЗТЛ: ємність бункера 12 м³, маса 5,6 т, агрегується з трактором потужністю двигуна 68,6 кВт, масою 3,9 т. Такі агрегати з розрахунку автора повинні застосовуватись на 65% площі зернових колосових.

Для розрахунку сукупних витрат енергії використано сукупні витрати енергії на роботу ЗТЛ, віднесеної до одиниці площі, що забирається:

$$E_z = E_{рпр} + E_t + E_{ж} + E_M + E_{пр}, \quad (1)$$

де E_z - сучасні витрати енергії на роботу ЗТЛ, грн/га; $E_{рпр}$ - енерговитрати на робочий процес машини, грн/га; E_t – енерговитрати на використання палива, грн/га; $E_{ж}$ - енерговитрати живої праці, грн/га; E_M - енергія, витрачена на виробництво та обслуговування машин ЗТЛ, грн/га; $E_{пр}$ – енерговитрати на використання виробничих та підсобних приміщень, грн/га.

Кожна зі складових формули (1) розраховується за відомою методикою та широко застосовується в інженерних розрахунках [3]. Нам видається, що в даний час деякі нормативні коефіцієнти, які використовуються в розрахунках складових енерговитрат, вже застаріли та вимагають нових досліджень для їхнього доопрацювання [4]. Наприклад, при розрахунку енерговитрат на виробництво та обслуговування машин, що входять до складу ЗТЛ, використовують формулу:

$$Q = \frac{G_m E a_p}{T_r W_r}$$

де Q - енерговитрати на виробництво та обслуговування машин, МДж/га; G_m – маса машини, кг; E – енергетичний еквівалент, МДж/кг; a_p – частка відрахувань на амортизацію, ремонт та технічне обслуговування машин; T_r - річне завантаження машини, год; W_r – годинна продуктивність машини на заданій роботі, га/год.

На жаль, коефіцієнти E і T_r вже вимагають уточнення, оскільки їх було прийнято методиками [5]. Сучасна техніка та сільгоспмашинобудування повністю змінилися, тому емпіричний коефіцієнт E та річне завантаження машини потребує детального обґрунтування [6].

Також потребує заміни енергетичний еквівалент витрат праці 1,26 МДж/чол.-год. В даний час при приватній власності на техніку та землі ці коефіцієнти мають бути ринкові.

У зв'язку з цим необхідна інша математична модель оптимізації параметрів МФА та режимів його роботи та інший критерій оптимізації.

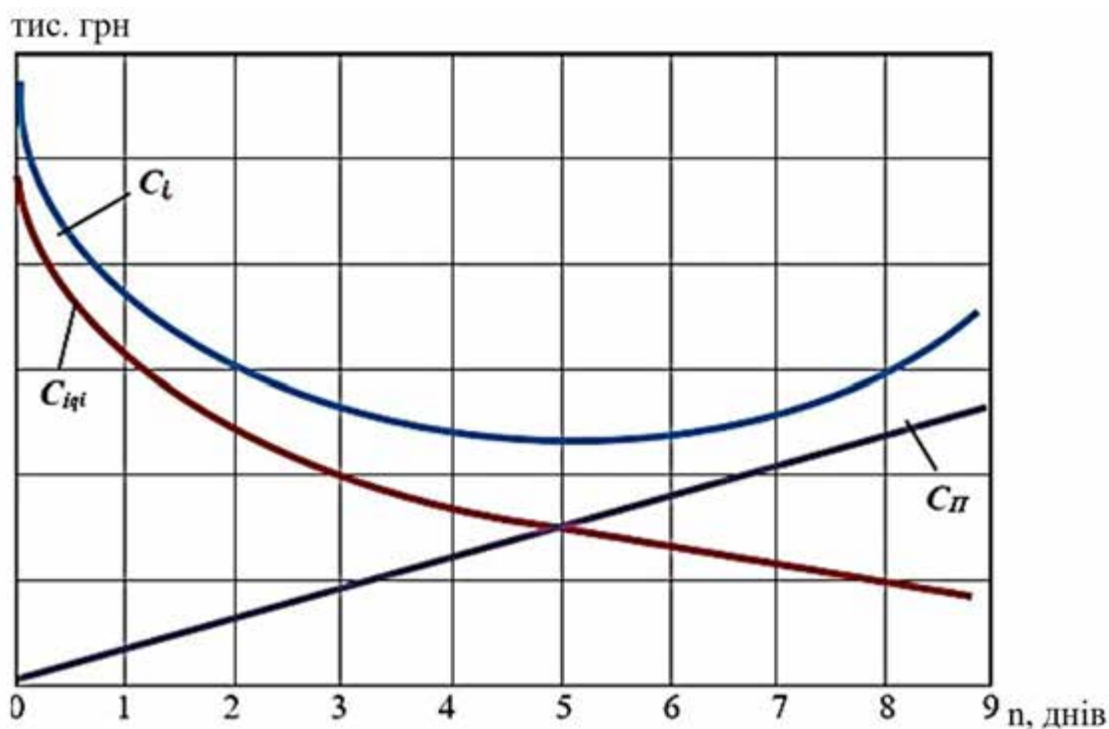


Рис. 1. Графік залежності C_z , C_p , C_{zp} від n : C_z , C_p , C_{zp} – вартість відповідно витрат, втрат; n - тривалість збирання врожаю, днів.

Для оптимізації параметрів та режимів його роботи машинних агрегатів краще використовувати планування експерименту або якості критерію оптимізації – функцію витрат та втрат [1].

При використанні цієї функції для обґрунтування параметрів МФА на базі самохідного комбайна можна обґрунтувати оптимальну тривалість

збирання, потужність двигуна комбайна з різною пропускною здатністю молотілки, ємність бункера, балансову вартість агрегату, собівартість робіт при прямому комбайнуванні з виконанням додаткової операції, визначити вартість втрат урожаю та мінімальне значення функції витрат та втрат (цільова функція математичної моделі), яка і визначає всі необхідні параметри агрегату.

На рис. 1 показано характер зміни складових функції залежно від тривалості збирання зерна.

Після комп'ютерних розрахунків цільова функція, а також СП, СЗ та пр будуються їхньою залежністю від пр за спеціальною програмою.

У роботі [1] як цільову функцію використано коефіцієнт біоенергетичної ефективності К_б, що є відношенням отриманої енергії від збираного врожаю Е_п до витрат енергії на його отримання Е_з:

$$K_b = \frac{E_p}{E_z} > 1$$

При значенні критерію оптимізації менше одиниці технологія вважається неефективною.

Моделювання параметрів і режимів роботи машинних агрегатів проводиться з давніх-давен і завжди було ефективним методичним прийомом. Інтерес представляють також наукові розробки з організації ЗТЛ з ієрархічним технологічним контролем, методи вдосконалення систем збирання врожаю, розрахунок параметрів жнивно-луцильних агрегатів тов, техніко-економічний супровід машинних агрегатів виробництва зерна, комплексний метод оцінки технічного стану тракторів та сільськогосподарських машин, оптимізація часу роботи агрегатів, теорія систем, теорія масового обслуговування та інші підходи.

Розроблено також [1, 3] математичні моделі та алгоритми для обґрунтування оптимальних параметрів та режимів роботи багатофункціонального збирально-грунтообробного агрегату (ЗГА), що поєднує за один прохід технологічні операції збирання зерна та луцення стерні. При цьому маса комбайна склала 19781 кг, ємність бункера 10,5 м³, тягове зусилля повнопривідного комбайна при агрегуванні грунтообробної зброї – 22 кН, маса останнього 1084 кг.

Пропонований багатофункціональний агрегат забезпечує комплексне проведення жнив – збирання врожаю з одночасним післязбиральним розпушуванням ґрунту з продуктивністю 4,4 га/год при врожайності зерна 5 т/га. Ця технологія має застосовуватись на 65 % площі.

Новий спосіб збирання відповідає екологічним вимогам шляхом зниження ущільнення ґрунту за рахунок виконання кількох операцій за один прохід агрегату, а також використання накопичувача-перевантажувача зерна при відвезенні його від комбайнів. Оптимальна ємність кузова накопичувача-перевантажувача 12 м³, маса 5609 кг, потужність двигуна

трактора, що агрегатує причіп, 68,3 кВт, маса 3902 кг, час циклу роботи транспортного агрегату 0,31 год [1]. Залежності техніко-економічних та експлуатаційних показників багатофункціонального ЗГА (Ne, Vб, Кб, Vнп, Gпес, Gб, GT, GM, E, Cб та ін.) від умов та режимів роботи адекватні, підтверджені критерієм Кохрена та підтверджують ефективність запропонованого способу збирання врожаю з одночасною обробкою ґрунту.

Одночасно з оптимізацією типажу та структури комбайнового парку визначаються раціональні терміни збирання зернових колосових культур (4-9 робочих днів), а на підставі методу експертної оцінки – поєднання варіантів технологій та їх графова модель. Так, для збирання 1120 тис. га озимої пшениці в краї 36 % площі повинно забиратися прямим комбайнуванням з подрібненням та розкиданням соломи та одночасною її закладенням у ґрунт пропонованим ЗГА (таких агрегатів необхідно 2893 до комбайнів 8 кг/с, 12 та 15); 28,4 % з очесом на корені та одночасним посівом сидеральних культур; 14,3 % - роздільне збирання зернових з подальшим підбиранням валків соломи, подрібненням та розкиданням причіпним подрібнювачем; 7,1 % – роздільне комбайнове прибирання з наступним підбором валків соломи та транспортуванням тюків на ферму; 6,9 % – очес на корені без одночасного розпушування ґрунту; 6,7 % – роздільне прибирання з подальшим пресуванням соломи з валків, їх підбором, транспортуванням та складуванням. Пропонована нами технологія збирання зернових колосових культур із застосуванням УПА має велику перевагу порівняно з базовою, зокрема. Витрати енергії знижуються на 17,8%, а витрати – у 2,8 рази. Оптимальний типаж та структура комбайнового парку, обґрунтовані з використанням мінімального значення функції витрат та втрат, забезпечать зниження експлуатаційних витрат на збирання зерна пшениці озимої на 7,1 %. Комбайновий парк за сучасного розподілу врожайності зерна по збиральних площах повинен мати 6 класів комбайнів [1]. Наразі ця концепція переглядається. Головне в експлуатації комбайна раціональне завантаження молотарки для ефективного використання потужності двигуна, зниження втрат урожаю, витрат на збирання, ущільнення ґрунту та необґрунтованої багатомарності комбайнів.

Враховуючи викладене, нами сформульовано робочу гіпотезу: зниження втрат урожаю, підвищення продуктивності праці та якості зерна багатофункціональними агрегатами буде забезпечено застосуванням аксіально-роторних МСП, суміщенням технологічних операцій збирання зерна (пшениці в нашому випадку) з одночасним пресуванням; основний спосіб збирання – «невійка» з поділом вороху на стаціонарі сепараторами МН-230 (Канада) та додатковим сортуванням зерна для високої якості після збирання дозрівання.

Список використаних джерел

1. Rogovskii I. L. Models of formation of engineering management alternatives in methods of increasing grain production in agricultural enterprises.

Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 1. P. 137-146. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.01.137>.

2. Rogovskii I. L. Analyticality of complex criteria for estimating grain production in agricultural enterprises by intensification of engineering management. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 4. P. 129-138. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.04.129>.

3. Zagurskiy O. M., Pokusa Z. S., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020; ISBN 978-83-66567-13-9; pp. 162.

4. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. Experimental study of the process of grain cleaning in a vibro-pneumatic resistant separator with passive weeders. Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering. 2020. Vol. 13 (62). No 1. <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2020.13.62.1.11>. pp. 117–128.

5. Rogovskii I. L., Titova L. L., Trokhaniak V. I., Haponenko O. I., Ohiienko M. M., Kulik V. P. Engineering management of tillage equipment with concave disk spring shanks. INMATEH. Agricultural Engineering. 2020. Bucharest. Vol. 60. No 1. P. 45–52. DOI: 10.35633/INMATEH-60-05.

6. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. Experimental study on the process of grain cleaning in a pneumatic microbiocature separator with apparatus camera. Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering. 2019. Vol. 12 (61). No 1. <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2019.12.61.1.10>. pp. 117–128.

ISBN 978-617-8102-06-7

Міністерство освіти і науки України
Національний університет біоресурсів
і природокористування України
Механіко-технологічний факультет
Кафедра сільськогосподарських машин
та системотехніки імені академіка П. М. Василенка

ЗБІРНИК
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
XXV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
"Сучасні проблеми землеробської механіки"
(17–19 жовтня 2024 року)

*присвяченій 124-й річниці з дня народження академіка
Петра Мефодійовича Василенка, 95-й річниці з дня заснування
механіко-технологічного факультету НУБіП України*



Київ – 2024

ББК40.7

УДК 631.17+62-52-631.3

JEL CLASSIFICATION Q 01; D 24; P 42

З 38

Рекомендовано до друку збірник тез доповідей XXV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" вченою радою механіко-технологічного факультету Національного університету біоресурсів і природокористування України від 15 жовтня 2024 року протокол № 3.

Збірник тез доповідей XXV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" (17–19 жовтня 2024 року). МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2024. 527 с.

ISBN 978-617-8102-06-7

В збірнику тез представлено анотований зміст доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів НУБіП України, провідних вітчизняних і закордонних вищих навчальних закладів та наукових установ, в яких розглядаються завершені етапи розробок з: розвитку сучасної землеробської механіки; механіко-технологічних процесів, робочих органів та машин для рослинництва; механіко-технологічних процесів, робочих органів та машин для тваринництва; смарт-технологій машиновикористання, інженерного менеджменту, технічного сервісу; транспортних технологій та логістики; історії аграрної освіти і науки; будівництва сільських територій; надійності машин для сільського, лісового і водного господарств та харчових технологій; удосконалення та нові розробки біотехнологічних процесів і технічних засобів.

Організаційний комітет:

Ткачук В.А. – д.е.н., проф., ректор Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП), голова.

Ніколаєнко С.М. – д.п.н., проф., академік НАПН, академік НААН, президент НУБіП, співголова.

Тонха О.Л. – д.с.-г.н., проф., проректорка з наукової роботи та інноваційної діяльності НУБіП, співголова.

Братішко В.В. – д.т.н., проф., декан НУБіП, співголова.

- Войтюк Д.Г. – к.т.н., проф., член-кор. НААН, професор кафедри НУБіП, співголова.
- Адамчук В.В. – д.т.н., проф., академік НААН, директор ІМА АПВ.
- Аулін В.В. – д.т.н., проф., професор кафедри ЦНТУ.
- Барановський В.М. – д.т.н., проф., ТНТУ імені Івана Пулюя.
- Борак К.В. – д.т.н., проф., заступник директора ЖАТФК.
- Бредихін В.В. – д.т.н., доц., декан ДБУ.
- Вергунов В.А. – д.с.-г.н., д.і.н., проф., академік НААН, директор ННСГБ НААН.
- Вечера О.М. – ст. викл. кафедри НУБіП, секретар оргкомітету конференції.
- Гуменюк Ю.О. – к.т.н., доц., завідувач кафедри НУБіП.
- Гуцол О.П. – к.т.н., доц., керівник приватного підприємства.
- Зубко В.М. – д.т.н., проф., декан СНАУ.
- Іванишин В.В. – д.е.н., проф., академік НААН, ректор ЗВО «ПДУ».
- Іценко Т.Д. – к.п.н., проф., директор ДУ «НМЦВФПО».
- Калетнік Г.М. – д.е.н., проф., академік НААН, президент ВНАУ.
- Кірчук Р.В. – к.т.н., проф., декан ЛНТУ.
- Кобець А.С. – д.н. з держ. упр., проф., ректор ДДАЕУ.
- Ковалишин С.Й. – к.т.н., проф., декан ЛНУП.
- Гуцол О.П. – к.т.н., власник і бенефіціар аграрних компаній.
- Козаченко Л.П. – президент Української аграрної конфедерації.
- Кравчук В.І. – д.т.н., проф., академік НААН, директор УМІ АПІ.
- Кропівний В.М. – к.т.н., проф., ректор ЦНТУ.
- Кульгавий В.Ф. – генеральний директор ВГО «Українська асоціація аграрних інженерів».
- Кюрчев В.М. – д.т.н., проф., член-кор. НААН, радник ректора ТДАТУ імені Дмитра Моторного.
- Кюрчев С.В. – д.т.н., проф., ректор ТДАТУ імені Дмитра Моторного.
- Лавріненко О.Т. – к.т.н., доц. кафедри НУБіП.
- Лукач В.С. – к.п.н., проф., директор ВП НУБіП «НАТІ».
- Маруцак П.О. – д.т.н., проф., проректор ТНТУ імені Івана Пулюя.
- Мельник В.І. – д.т.н., проф., професор кафедри ДБУ.
- Мироненко В.Г. – д.т.н., проф., ІМА АПВ.
- Мороз О.О. – Голова Верховної Ради України двох скликань.
- Надикто В.Т. – д.т.н., проф., член-кор. НААН, професор кафедри ТДАТУ імені Дмитра Моторного.
- Панцир Ю.І. – к.т.н., доц., декан ЗВО «ПДУ».
- Пастухов В.І. – д.т.н., проф., професор кафедри ЦНТУ.
- Пилипака С.Ф. – д.т.н., проф., завідувач кафедри НУБіП України.
- Пугач А.М. – д.н. з держ. упр., проф., декан ДДАЕУ.
- Пушка О.С. – к.т.н., доц., проректор УНУС.
- Ребенко В.І. – к.т.н., доц., доцент кафедри НУБіП.