

ОЦІНКА ВПЛИВУ ФАКТОРІВ НА ВИТРАТУ ПАЛИВА ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИМ КОМБАЙНОМ

***О. В. Надточій, Л. Л. Тімова, кандидати технічних наук
Національний університет біоресурсів і
природокористування України
e-mail: ludmylkatitova@gmail.com***

Анотація. В статті описана модель розрахунку витрати палива на одиницю продукції, зібраної зернозбиральним комбайном, залежно від споживчих якостей конкретної марки комбайна та характеристик умов збирання в сільськогосподарському підприємстві. Модель базується на розмежуванні витрат палива комбайном при виконанні основної роботи по обмолоту зернової маси, витратах при поворотах в кінці загінки, при вивантаженні зерна та здійсненні різних видів переїздів. Для цього оцінюються питомі витрати часу за зміну і фактична питома витрата палива двигуном. Розрахунок питомої витрати палива двигуном базується на залежності від коефіцієнта використання паспортної потужності. Отримана математична модель дозволяє встановити вплив окремих факторів, що характеризують умови збирання, на питома витрата палива зернозбиральних комбайном. За моделлю встановлені залежності зміни питомої витрати палива від урожайності на полі та і соломисті зернової частини. В якості вихідних даних були прийняті показники роботи зернозбирального комбайна Дон-1500Б, яких на Україні налічується більше 30 тис. Отримано, що питома витрата палива знижується з підвищенням урожайності. При цьому спостерігаються характерні ділянки різкого зниження (до 40%) і ділянки незначного зниження (1-3%). При співвідношенні зерна до незернової частини 1:1,5 різке зниження питомої витрати спостерігається при зміні урожайності до 2,5 т/га. Виявлено, соломистість є значущим фактором, який впливає на витрату палива зернозбиральним комбайном. При врожайності 4,5 т/га і соломистості 1: 1,0 питома витрата становить 2,83 л/т. Цікаво, що при збільшенні соломистості вдвічі питома витрата палива збільшується на 47% до 4,15 л/т. Розроблена математична модель була покладена в основу комп'ютерної реалізації алгоритму розрахунку. Розроблена програма на Delphi дозволяє прогнозувати витрате палива комбайнами при збиранні

© О. В. Надточій, Л. Л. Тімова, 2017

зернових культур і виявляти основні фактори, що суттєво впливають на цю величину. Це дозволило більш точно розраховувати експлуатаційні показники використання комбайнів та здійснювати якісну порівняльну оцінку характеристик машин для майбутнього оптимального придбання і подальшого використання.

Ключові слова: зернозбиральний комбайн, модель, питома витрата палива, соломистість, урожайність, алгоритм

Постановка проблеми. Зростання сільськогосподарського виробництва впродовж останніх років зумовило розширення попиту на сільськогосподарську техніку з боку аграріїв, що дало поштовх як розвитку ринку техніки, так і вітчизняного машинобудування та імпорту продукції від провідних світових компаній її виробників.

Аналіз останніх досліджень. Серед утвореного різноманіття зернозбиральних комбайнів складно розібратися, у питаннях придбання економічно-доцільної для потреб господарства, якісної техніки, навіть спеціалістам [1]. При цьому збирання зернових культур є вирішальним, підсумовуючим етапом, який значною мірою впливає на собівартість виробництва зерна в сільськогосподарському підприємстві [2]. Оцінюючи перспективу придбання зернозбирального комбайна, український споживач особливу увагу звертає на його паливну економічність [3]. Для цього використовують показник питомої витрати палива (витрата палива в кг або літрах, яка припадає на 1 тону зібраного зерна) [4]. Як показує моніторинг роботи зернозбиральних комбайнів в реальній експлуатації, цей показник варіює в широких межах від 2,5 л/т до 7,0 л/т [5]. Очевидно, що на паливну економічність збирального агрегату впливає марка двигуна зернозбирального комбайна та конкретні агробіологічні, організаційні, сервісні умови його використання в сільгосп підприємстві [6]. Точну відповідь по витраті палива комбайном при збиранні зернових культур конкретним сільгосп підприємством можна отримати лише випробуваннями в умовах цього підприємства [7]. Однак такий підхід реалізувати практично неможливо через його дорожнечу і довготривалість. Тому актуальною і перспективною є розробка моделі, яка б дала змогу провести таку оцінку віртуально за допомогою комп'ютерного моделювання.

Мета досліджень. Проведення досліджень базується на теоретичних дослідженнях і моніторингу роботи зернозбиральних комбайнів в умовах реальної експлуатації. Отримана при моніторингу інформація є основою для прийняття рішень при моделюванні витрати палива зернозбиральних комбайном.

Результати досліджень. На витрату палива зернозбирального комбайна впливають особливості конструкції комбайна: продуктивність, потужність і паливна економічність двигуна, об'єм бункера і швидкість вивантаження зерна, транспортна швидкість комбайна та інші конструктивні особливості. З іншого боку, на витрату палива значно впливають умови збирання, які характеризуються наступними показниками: вид і урожайність культури, солонистість, обраний режим збирання незернової частини урожаю (валок або подрібнення з розкиданням), вологість соломи і зерна, засміченість, полеглисть, довжина гону, ухил поля, вологість і твердість ґрунту, протяжність неодружених переїздів до місця вивантаження зерна, з поля на поле і до місця нічної стоянки. До періодів експлуатаційного часу, пов'язаних з роботою двигуна зернозбирального комбайна і витратою палива, відносяться: витрати часу на основну роботу (обмолот зерна), витрати часу на повороти в кінці загонки; витрати часу на переїзд комбайна до місця вивантаження зерна і назад; витрати часу на вивантаження зерна в транспортний засіб; витрати часу на холості переїзди (до місця нічної стоянки і назад, з поля на поле). Розглянемо витрата палива в кожному з цих тимчасових періодах. При виконанні основної роботи потужність двигуна комбайна витрачається на пересування комбайна по полю, обмолот зернової маси, подрібнення і розкидання (збирання чи подрібнення) соломи. Питома витрата палива комбайном на основній роботі можна описати формулою:

$$g_{K1} = \frac{q_{\phi_1} \cdot Ne_n \cdot \xi_1}{10^3 \cdot W_{\text{зод1}} \cdot \gamma_n}, \text{ л/т} \quad (1)$$

де: q_{ϕ_1} – фактична питома витрата палива двигуном при коефіцієнті використанні потужності, г/к.с.·год; ξ_1 – коефіцієнт використання ефективної потужності для основної роботи комбайна; Ne_i – експлуатаційна потужність двигуна, к.с.; $W_{\text{зод1}}$ – продуктивність комбайна за основний час роботи, розрахована за пропускною здатністю комбайна, т/год; γ_i – питома вага дизельного палива, кг/л.

Продуктивність при виконанні основної роботи (збирання) розраховуємо використовуючи залежність [5]:

$$W_{\text{зод}}^1 = \frac{3.6 \cdot q_n \cdot k_y}{1 + \delta_c}, \text{ т/год} \quad (2)$$

де: q_i – номінальна (паспортна) пропускна здатність комбайна, кг/с; k_y – коефіцієнт, що враховує умови збирання (вологість, засміченість, солонистість); δ_c – солонистість (відношення незернової частини до одиниці маси зерна).

В розрахунках за номінальну пропускну здатність конкретної марки зернозбирального комбайна приймалося числове значення за паспортом, а в разі відсутності такого розраховувалося за методикою [3]. Розрахунок коефіцієнту умов збирання k_y проводили за методикою детально викладеною в [3].

Числове значення питомої витрати палива комбайном при виконанні поворотів у кінці загінки визначається за залежністю:

$$g_{K2} = \frac{\tau_2 \cdot q_{\phi_2} \cdot Ne_n \cdot \xi_2}{10^3 \cdot W_{zod1} \cdot \gamma_n}, \text{ л/т} \quad (3)$$

де: τ_2 – питомі затрати робочого часу на виконання поворотів в кінці загінки; q_{ϕ_2} – фактична питома витрата палива двигуном при коефіцієнті використання потужності ξ_2 , г/к.с.·год; ξ_2 – коефіцієнт використання ефективної потужності при здійсненні поворотів у кінці загінки.

Питомі затрати роочого часу на повороти визначають за формулою:

$$\tau_2 = \frac{T_2 \cdot W_{zod1}}{0,36 \cdot L_2 \cdot B_p \cdot U} \quad (4)$$

де: T_2 – середня тривалість повороту комбайну в кінці загінки; L_2 – середня довжина гону, м; B_p – робоча ширина захвату, м; U – середня урожайність, т/га.

Питома витрата палива комбайном при переїздах до місця вивантаження зерна і назад:

$$g_{K3} = \frac{\tau_3 \cdot q_{\phi_3} \cdot Ne_n \cdot \xi_3}{10^3 \cdot W_{zod1} \cdot \gamma_n}, \text{ л/га} \quad (5)$$

де: τ_3 – питомі затрати робочого часу на переїзди до місця розвантаження бункера і назад; q_{ϕ_3} – фактична питома витрата палива двигуном при коефіцієнті використання потужності ξ_3 , г/к.с.·год; ξ_3 – коефіцієнт використання ефективної потужності при переїздах до місця розвантаження бункера і назад.

При цьому розрахунок питомих витрат часу на переїзди визначаються залежністю:

$$\tau_3 = \frac{T_3 \cdot W_{zod1}}{3600 \cdot G_B \cdot \rho_3}, \quad (6)$$

де: ρ_3 – питома вага зерна, т/м³; G_B – об'єм бункера зернозбирального комбайна, м³; T_3 – середній час, на рух комбайна до місця вивантаження і назад, с.

Питома витрата палива при розвантаженні бункера зернозбирального комбайна в транспортний засіб визначають:

$$g_{K4} = \frac{\tau_4 \cdot q_{\phi 4} \cdot Ne_n \cdot \xi_4}{10^3 \cdot W_{zod1} \cdot \gamma_n} \quad (7)$$

Питомі затрати робочого часу, який потрібен на розвантаження бункера зернозбирального комбайна можна визначити:

$$\tau_3 = \frac{W_{zod1}}{3.6 \cdot V_{roz} \cdot \rho_3} \quad (8)$$

де V_{roz} – швидкість вивантаження зерна з бункера, кг/с.

Під час збиральних робіт комбайн здійснює переїзди з поля на поле та від місця стоянки до поля. При цьому двигун працює не на повну потужність а фактично на холостому ходу. Питома витрату палива при таких переїздах визначаємо за формулою:

$$g_{K5} = \frac{\tau_5 \cdot q_{\phi 5} \cdot Ne_n \cdot \xi_5}{10^3 \cdot W_{zod1} \cdot \gamma_n} \quad (9)$$

де τ_5 – питомі затрати робочого часу на переїзди; $q_{\phi 5}$ – фактична питома витрата палива двигуном при коефіцієнті використання потужності ξ_5 , г/к.с.·год; ξ_5 – коефіцієнт використання ефективної потужності при переїздах з поля на поле та від місця стоянки до поля.

Питомі затрати робочого часу, що витрачається на переїзди визначають приблизно використовуючи залежність:

$$\tau_5 = \frac{2 \cdot L_{сер}}{T_{1доб} \cdot V_{пер}} + \frac{L_{поле} \cdot W_{zod1}}{S_{сер} \cdot V_{пер} \cdot U} \quad (10)$$

де $L_{сер}$ – середня віддаль переїздів від місця стоянки (машинний двір) до місця виконання роботи (поле), км; $T_{1доб}$ – середній основний час чистої роботи комбайна за добу, год; $V_{пер}$ – швидкість руху комбайна при переїздах, км/год.; $L_{поле}$ – середня віддаль при переїздах комбайна з поля на поле, км; $S_{сер}$ – середня площа поля для збирання, га.

Питома витрату палива двигуном можна визначити скориставшись аналітичною моделлю Лейдмана, яка являє собою систему поліномінальних функцій з постійними коефіцієнтами (табл. 1) з врахуванням впливу навколишнього середовища,

$$g_{\phi} = g_n \left(A - B \cdot \frac{n}{n_n} + C \cdot \left(\frac{n}{n_n} \right)^2 \right), \text{ г/к.с.·год} \quad (11)$$

де g_{δ} – фактична питома витрата палива, г/к.с.·год; g_n – паспортна питома витрата палива при номінальних обертах і потужності двигуна. При цьому коефіцієнт використання потужності для спрощення позначимо $\frac{n}{n_i} = k_N$.

1. Коефіцієнти функцій Лейдермана.

Дизельні двигуни	A	B	C
з безпосереднім впорскуванням	1,55	1,55	1,0
передкамерні	1,2	1,2	1,0
форкамерні	1,35	1,35	1,0

Використовуючи уточнений метод визначення параметрів функцій Лейдермана [8] було отримане уточнене рівняння питомої витрати палива із врахуванням конструкції, умов роботи та впливу навколишнього середовища:

$$g_{\phi} = g_n \left(1,8757 - 1,7471 \cdot \frac{n}{n_n} + 0,8714 \cdot \left(\frac{n}{n_n} \right)^2 \right).$$

Враховуючи введений коефіцієнт використання потужності k_N матимемо:

$$g_{\phi} = g_n \left(1,8757 - 1,7471 \cdot k_N + 0,8714 \cdot k_N^2 \right) \quad (12)$$

Так, як комбайновий двигун в плані експлуатації має деякі відмінності порівняно з тракторним: висока форсованість, відбір потужності на дві сторони, важкі умови роботи (запиленість, постійно висока температура, тощо), номінальна частота обертання колінчатого валу, для нього справедливе лінійне співвідношення $\frac{g_{\phi_n}}{g_n}$ на описаних режимах роботи (основна робота, переїзди, повороти). Тому для розрахунку фактичних питомих витрат палива комбайновими двигунами $q_{\phi_1}, q_{\phi_2}, q_{\phi_3}, q_{\phi_4}, q_{\phi_5}$ пропонується використовувати рівняння (12) рис. 1.

Сучасні зернозбиральні комбайни оснащуються двигунами, які мають достатній запас потужності для різних способів та технологій збирання і в складних умовах теж. Для різних типів робіт двигун має своє значення коефіцієнту навантаження. Зокрема для нормальних умов збирання при укладанні соломи у валок $\xi_1 = 0,7..0,75$ (рис. 1); при подрібненні соломи подрібнювачем $\xi_1 = 0,8..0,9$. Інші значення коефіцієнту завантаження двигуна при поворотах ξ_2 , при переїздах до місця розвантаження бункера ξ_3 , під час розвантаження бункера

ξ_4 , при переїздах до місця стоянки і на поле ξ_5 відрізняються незначно і знаходяться у межах 0.2...0.35.

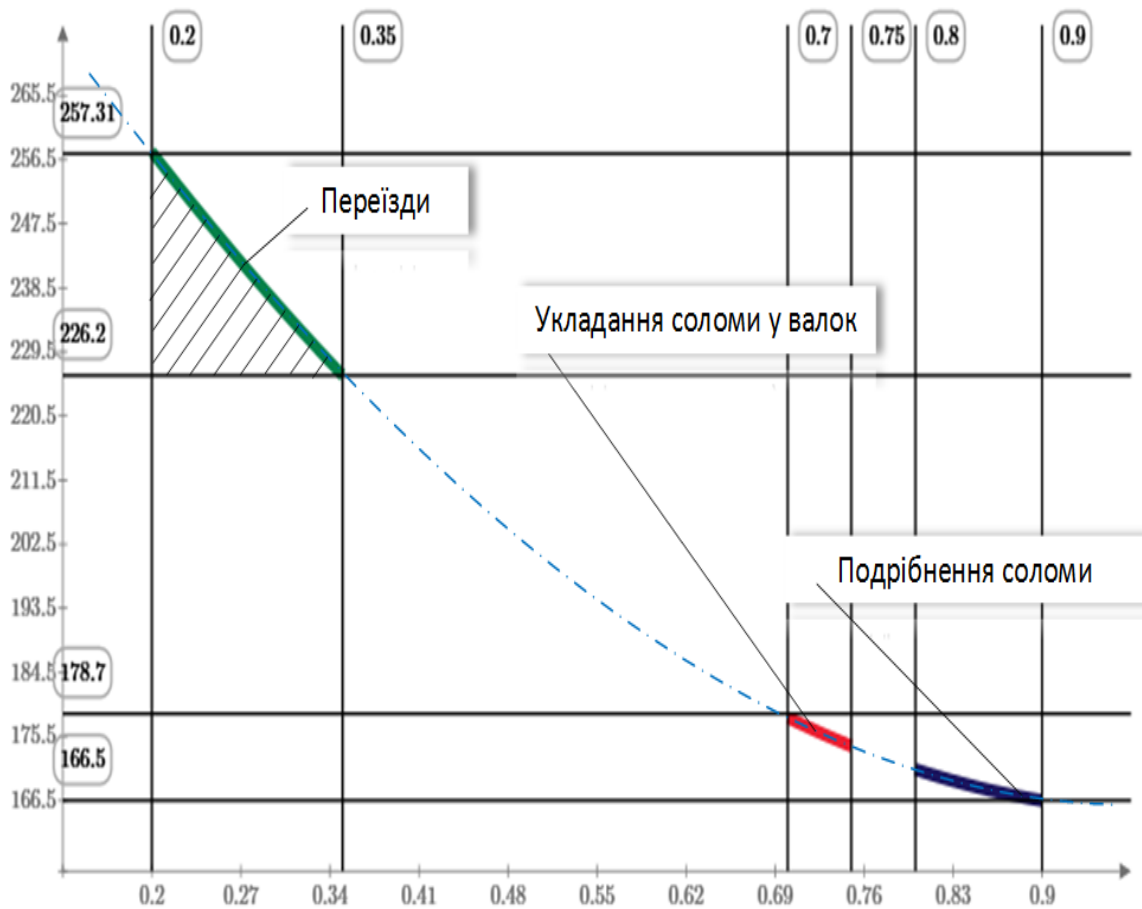


Рис. 1. Розрахункові значення (12) фактичної питомої витрати палива для різних значень коефіцієнту використання потужності.

Підсумкову питому витрату палива при збиранні зернових комбайном визначаємо сумою:

$$\xi_{\Sigma} = \sum_{i=1}^5 \xi_i = \xi_1 + \xi_2 + \xi_3 + \xi_4 + \xi_5. \quad (13)$$

Отримана математична модель дозволяє встановити вплив окремих факторів, характерних для різних умов робіт, на питому витрату палива зернозбиральними комбайнами. Підсумком даної роботи є встановлення залежностей зміни питомої витрати палива від урожайності та солемистості зернових культур.

Об'єктом дослідження було вибрано зернозбиральний комбайн Дон-1500Б, показники якого приведені в табл. 2, яких працює на полях України більше 30000 одиниць. За умови використання були прийняті середні умови для зони лісостепу України. По даній моделі була розроблена програма визначення питомої витрати палива (рис. 2). Для програмування використовувалась мова Delphi 7.

2. Вхідні дані моделі розрахунку питомої витрати палива зернозбиральним комбайном.

Показник	Значення
Марка комбайна	Дон-1500Б
Паспортная пропускна здатність комбайна, кг/с	9
Відношення незернової частини до одиниці маси зерна	1,3
Вологість, %	14
Засміченість, %	3
Полеглість хлібної маси, %	3
Паспортна потужність двигуна, к.с.	235
Питома вага палива, кг/л	0,86
Середній час на один поворот в кінці гону, с	50
Довжина гону, м	900
Робочая ширина захвату жатки, м	6
Середня урожайність, т/га	3,3
Питома вага зерна, т/м ³	0,8
Об'єм зернового бункера комбайна, м ³	6
Середній час на переїзд комбайна до місця вивантаження, с	120
Швидкість вивантаження зерна з бункера, кг/с	42
Середня віддаль переїзду до місця стоянки (нічного зберігання), км	3
Середній час основної роботи за добу, год	8,5
Транспортна швидкість комбайна, км/год	15
Середня віддаль переїзду з поля на поле, км	2
Середня площа поля, га	200
Питома витрата палива двигуном ЯМЗ-238АК при номінальних оберта та потужності, г/к.с.*год	165

Модель розрахунку питомої витрати палива зернозбиральними комбайнами

Технічна характеристика машини

Марка комбайна: ДОН-1500Б

Паспортная пропускна здатність комбайна, кг/с: 9,00

Паспортна потужність двигуна, к.с.: 235,00

Питома витрата палива двигуном при номінальних оберта та потужності, г/к.с.*ч: 165,00

Об'єм зернового бункера комбайна, м³: 6,00

Швидкість вивантаження зерна з бункера, кг/с: 42,00

Робочая ширина захвату жатки, м: 6,00

Транспортна швидкість комбайна, км/год: 15,00

Характеристики поля та матеріалів

Вологість, %: 14,00

Засміченість, %: 3,00

Полеглість хлібної маси, %: 3,00

Питома вага палива, кг/л: 0,86

Середня площа поля, га: 200,00

Питома вага зерна, т/м³: 0,80

Середня урожайність, т/га: 3,30

Довжина гону, м: 900,00

Відношення незернової частини до одиниці маси зерна: 1,30

Характеристика часу роботи

Середній час на один поворот в кінці гону, с: 50,00

Середній час на переїзд комбайна до місця вивантаження, с: 120,00

Середня віддаль переїзду до місця стоянки (нічного зберігання), км: 3,00

Середній час основної роботи за добу, год: 8,50

Середня віддаль переїзду з поля на поле, км: 2,00

Розрахувати

Рис. 2. Головне вікно програми розрахунку витрати палива.

В результаті проведеного моделювання, отримані графічні залежності (рис. 3). Характер цих залежностей показав, що питома витрата палива з підвищенням урожайності культур має тенденцію до зниження. При цьому спостерігається різке зниження на відрізок низької урожайності, незалежно від солomистості. Це пояснюється недовантаженням пожнивною масою молотарки і, як наслідок двигуна зернозбирального комбайна. При досягненні урожайності, при якій забезпечується паспортна пропускна здатність, подальше зниження питомої витрати палива стає мінімальним. При цьому дане зниження більше для солomистості 1:1,0.

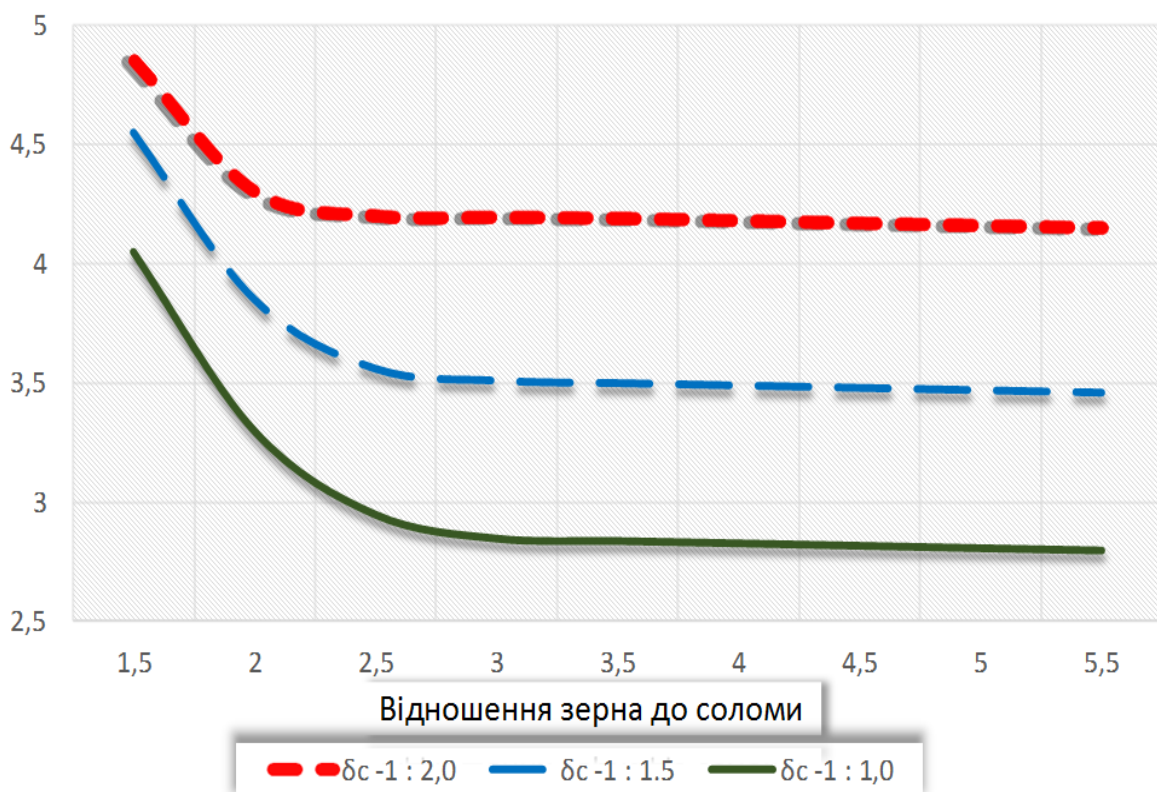


Рис. 3. Залежності питомої витрати палива комбайном Дон-1500Б від урожайності та солomистості.

Так при відношенню зерна до незернової частини маси 1:1,5 різке зниження питомої витрати палива спостерігається при підвищенні урожайності до 2,5 т/га. Наприклад, при урожайності 1,5 т/га питома витрата палива складає 4,52 л/т, а при 2,5 т/га – 3,58 л/т. До того ж при подальшому зростанні урожайності питома витрата зменшується незначно і при 4,5 т/га вона становить 3,52 л/т.

Щодо показника солomистості, то вона теж значно впливає на формування величини питомої витрати палива. При урожайності 4,5 т/га і відношенню зерна до незернової частини 1:1,0 питома витрата палива складає 2,83 л/т, а при тій же урожайності і

соломистості 1:2 відповідно – 4,15 л/т (збільшення на 47%). Крім того солоmistість впливає і на точку екстремуму. Так різкий перехід зниження питомої витрати палива для солоmistості відбувається при урожайності 2,9 т/га, то при солоmistості 1:2 ця зміна відбувається при урожайності 1,9 т/га.

Висновок. Пропонована математична модель розрахунку питомої витрати палива дозволяє більш точно врахувати як технічні так і технологічні характеристики машини і поля. Це в свою чергу дозволить якісніше прогнозувати витрату палива комбайнами при збиранні зернових культур, а також виявити основні фактори, які впливають на її величину. Запрограмована комп'ютерна модель спрощує проведення уточнюючого розрахунку і дозволяє простою зміною параметрів машини чи характеристики поля відразу отримувати величину витрати палива.

Список літератури

1. *Войтюк Д. Г., Надточій О. В., Войтюк В. Д., Демко А. А., Демко О. А.* Моніторинг комбайнового ринку України (частина 1). Науковий вісник Національний університет біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2010. Вип. 144, ч. 4. С. 192–200.
2. *Войтюк Д. Г., Надточій О. В., Войтюк В. Д., Демко А. А., Демко О. А.* Войтюк Д.Г. Моніторинг комбайнового ринку України (частина 2). Науковий вісник Національний університет біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2010. Вип. 144, ч. 5. С. 197–207.
3. *Демко А. А., Надточій О. В., Демко О. А.* Метод визначення пропускної здатності молотильно-сепаруючого пристрою зернозбиральних комбайнів із врахуванням зміни техніко-експлуатаційних характеристик. Науковий вісник Національний університет біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2012. Вип. 212. С.32–35.
4. *Демко А. А., Надточій О. В., Демко О. А.* Визначення залишкової потужності і коефіцієнта завантаження двигуна в залежності від експлуатаційних показників і технічного стану. Науковий вісник Національний університет біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2014. Вип. 196, ч.1. С.101–112.
5. *Демко А. А., Надточій О. В., Демко О. А.* Вплив агробіологічного стану хлібної маси на продуктивність зернозбиральних комбайнів. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Харків. 2013. Вип. 143. С. 152–160.
6. *Надточій О. В., Тітова Л. Л.* Аналіз динаміки комбайнового ринку України. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Дослідницьке. 2016. Вип. 20. С. 254–262.
7. *Демко А. А., Надточій О. В.* Динамічна модель розрахунку пропускної здатності молотильно-сепаруючого пристрою зернозбирального комбайна. Науковий вісник Національний університет біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2011. Вип. 166, ч. 5. С. 38–45.
8. *Долгун В. П.* Процедура идентификации функций Лейдермана. Электронное моделирование. 2012. Т. 34. № 6. С. 55–62.

References

1. Voytyuk, D. G., Nadtochy, O. V., Voytyuk, V. D., Demko, A. A., Demko, O. A. (2010). Monitoring of combine market of Ukraine (part 1). Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK. Kiev. Vol. 144, part 4. 192–200.
2. Voytyuk, D. G., Nadtochy, O. V., Voytyuk, V. D., Demko, A. A., Demko, O. A. (2010). Monitoring of combine market of Ukraine (part 2). Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK. Kiev. Vol. 144, part 5. 197–207.
3. Demko, A. A., Nadtochiy, O. V., Demko, O. A. (2012). Method of determining the throughput of the threshing and separating devices combine harvesters to reflect changes in the technical and operational characteristics. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK. Kiev. Vol. 212. 32–35.
4. Demko, A. A., Nadtochiy, O. V., Demko, O. A. (2014). Determination of residual capacity and load factor of the engine based on dexploitation indicators and technical condition. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK. Kiev. Vol. 196, part 1. 101–112.
5. Demko, A. A., Nadtochiy, O. V., Demko, O. A. (2013). Influence agrobiological condition of grain mass on the performance of combine harvesters. Bulletin of Kharkov National Technical University of Agriculture named Peter Vasilenko. Kharkov. Vol. 143. 152–160.
6. Nadtochiy, O. V., Titova, L. L. (2016). Analysis of the dynamics of a combine market of Ukraine. Technical and technological aspects of the development and testing of new equipment and technologies for agriculture of Ukraine. Doslidnytske. Vol. 20. 254–262.
7. Demko, A. A., Nadtochiy, O. V. (2011). Dynamic model for calculating capacity of threshing and separating devices combine harvesters. Scientific Herald of National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Series: Technique and energy of APK. Kiev. Vol. 166, part 5. 38–45.
8. Dolgin V. P. (2012). Identification procedure functions Leiderman. Electromechanical Modeling. Vol. 34. No. 6. 55–62.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ НА РАСХОД ТОПЛИВА ЗЕРНОУБОРОЧНЫМ КОМБАЙНОМ

А. В. Надточий, Л. Л. Титова

Аннотация. В статье описана модель расчета расхода топлива на единицу продукции, собранной зерноуборочным комбайном, в зависимости от потребительских качеств конкретной марки комбайна и характеристик условий уборки в сельскохозяйственном предприятии. Модель базируется на разграничении затрат топлива комбайном при выполнении основной работы по обмолоту зерновой массы, затратах при поворотах в конце загона, при выгрузке зерна и осуществлении различных видов переездов.

Для этого оцениваются удельные затраты времени за смену и фактический удельный расход топлива двигателем.

Расчет удельного расхода топлива двигателем базируется на зависимости от коэффициента использования паспортной мощности. Полученная математическая модель позволяет установить влияние отдельных факторов, характеризующих условия уборки, на удельный расход топлива зерноуборочным комбайном. По модели установлены зависимости изменения удельного расхода топлива от урожайности на поле и и соломисті зерновой части. В качестве исходных данных были приняты показатели работы зерноуборочного комбайна Дон-1500Б, которых на Украине насчитывается более 30 тыс. Получено, что удельный расход топлива снижается с повышением урожайности. При этом наблюдаются характерные участки резкого снижения (до 40%) и участки незначительного снижения (1-3%). При соотношении зерна к незерновой части 1:1,5 на резкое снижение удельного расхода наблюдается при изменении урожайности до 2,5 т/га. Выявлено, соломистість является значимым фактором, который влияет на расход топлива зерноуборочным комбайном. При урожайности 4,5 т/га и соломисті 1:1,0 удельный расход составляет 2,83 л/т. Интересно, что при увеличении соломисті вдвое удельный расход топлива увеличивается на 47% до 4,15 л/т. Разработанная математическая модель была положена в основу компьютерной реализации алгоритма расчета. Разработана программа на Delphi позволяет прогнозировать витрате топлива комбайнами при уборке зерновых культур и выявлять основные факторы, существенно влияющие на эту величину. Это позволило более точно рассчитывать эксплуатационные показатели использования комбайнов и осуществлять качественную сравнительную оценку характеристик машин для будущего оптимального приобретения и дальнейшего использования.

Ключевые слова: *зерноуборочный комбайн, модель, удельный расход топлива, соломистість, урожайность, алгоритм*

ASSESSMENT OF IMPACT OF FACTORS ON FUEL CONSUMPTION BY COMBINE HARVESTER

O. V. Nadtochiy, L. L. Titova

Abstract. *The article describes the model of calculation of fuel consumption per unit of products collected by a combine harvester, depending on the consumer qualities of a specific combine harvester and the characteristics of the conditions of harvesting in an agricultural enterprise. The model is based on the differentiation of fuel consumption*

by the combine while performing the basic work on the grain mill threshing, the costs of the bends at the end of the unit, the unloading of grain and the implementation of various types of crossings. For this purpose, the specific time consumption per shift and the actual specific fuel consumption of the engine are estimated.

The calculation of the specific fuel consumption of the engine is based on the coefficient of use of passport capacity. The obtained mathematical model allows to establish the influence of individual factors characterizing the conditions of collection, on the specific fuel consumption of grain harvesting combine. According to the model, the dependencies of the change in the specific fuel consumption on the yield on the field and on the straw of the grain part are determined. As input data, performance indicators of the combine harvester Don-1500B were adopted, which in Ukraine there are more than 30 thousand. It is estimated that the specific fuel consumption is reduced with higher yields. At the same time, there are characteristic areas of a sharp decline (up to 40%) and areas of a slight decrease (1-3%). In the ratio of grain to nonzero part 1:1,5 a sharp decrease in specific costs is observed when the yield varies to 2,5 t/ha. It has been found that straw is a significant factor affecting the fuel consumption of a combine harvester. With a yield of 4.5 t/ha and straw 1:1.0, the specific consumption is 2.83 l/t. It is interesting that when the straw density increases twice, the specific fuel consumption increases by 47% to 4.15 l/t. A mathematical model is developed. was the basis for the computer implementation of the calculation algorithm. The developed Delphi program allows you to predict the cost of fuel for combines when harvesting grain crops and identify the main factors that significantly affect this value. This allowed us to more accurately calculate the operational performance of combine harvesters and to carry out a qualitative comparative assessment of the characteristics of machines for the future optimal purchase and subsequent use.

Key words: combine harvester, model, specific fuel consumption, straw, yield, algorithm