

Бондаренко О.В., кандидат технічних наук, доцент,

Ракул 0.1, асистент

Миколаївський державний аграрний університет

## **Результати експериментальних досліджень**

### **відокремлення качанів качановідокремлювальним апаратом**

Визначено оптимальні значення досліджуваних факторів, що впливають на якість виконання технологічного процесу відокремлення качанів для забезпечення оптимальних показників якості збирання кукурудзи на зерно.

Ставлення проблеми. Технологічний процес збирання кукурудзи на зерно характеризується дуже великими затратами праці, а також складністю і неоднорідністю технологічних операцій, з яких він складається — відсутність простого лінійного, окремо визначеного зв'язку, який би пов'язував такі технологічні операції [1].

Найбільш складною та важкою, з погляду технологічного забезпечення, є операція відокремлення качанів від стебел. Таким чином, одним з основних робочих органів кукурудзозбиральних комбайнів, що значною мірою визначає якісні та кількісні показники їх роботи, є качановідокремлювальний апарат. Від його роботи залежать як продуктивність, працездатність, так і показники якості роботи машини загалом [5].

Покращання показників якості виконання технологічної операції відокремлення качанів, тобто підвищення повноти збирання, зменшення забруднення купи качанів, а також їх травмованості є актуальною проблемою на сучасному етапі розвитку сільського господарства.

Низький технічний рівень раніше розроблених і досліджених під час пошукових експериментів різних конструктивних схем качановідокремлювальних апаратів можна пояснити недостатнім

теоретичним обґрунтуванням особливостей технологічного процесу відокремлення качанів.

Аналіз останніх досліджень з теми. До теперішнього часу проведені теоретичні дослідження, зокрема П.П. Картуші, Л.І. Анісімової, Н.В. Тудельом, К.В. Шатиловим та іншими дослідниками, присвячувалися або теоретичному обґрунтуванню протягування стебел кукурудзи та відокремленню качанів лікерними вальцями або процесу роботи стеблоподавальних та захоплювальних органів. Але роботі піккерно-стриперних качановідокремлювальних апаратів присвячено недостатню кількість наукових праць і на сьогодні не встановлено залежності якості виконання технологічного процесу відокремлення качанів від параметрів та режимів їх роботи.

Цю статтю присвячено встановленню залежності якості виконання технологічного процесу відокремлення качанів від параметрів та режимів роботи качановідокремлювального апарата пасивної вібраційної дії.

Виклад основного матеріалу. Дослідження качановідокремлювального апарата з пасивною вібраційною дією на качан проводились на лабораторній установці (рис. 1), яка складається з кукурудзозбиральної приставки ППК-4, з якої заздалегідь знято подрібнювач та різальний апарат, жорстко встановлено на раму (1), оснащено одним експериментальним руслом (2), електродвигуном, на валу якого насаджений шків, зв'язаний пасовою передачею зі шківом приводу подрібнювача приставки.



Рис. 1. Загальний вигляд лабораторної установки:

- 1 — рама;
- 2 — експериментальне русло;
- 3 — живильний пристрій

Живильний пристрій (3) складається зі скребкового транспортера, до скребків якого кріпляться затискачі стебел кукурудзи, змонтовані в напрямному жолобі. У приводі передбачено поєднання змінних зірочок ланцюгових передач для зміни швидкісних режимів роботи живильного пристрою. Лабораторна установка імітує рух кукурудзозбирального комбайна полем. Стебла кукурудзи кріпляться в затискачах живильного пристрою, під час руху якого подаються до експериментального качановідокремлювального апарата.

Встановлене експериментальне русло (рис. 2) на лабораторній установці передбачає змінені стріперні пластини, одна з пластин виконана із загостреною кромкою (1) (у зоні відділення качанів), інша видозмінена (2) (має синусоподібну поверхню і викликає ефект пасивної вібрації) [3] з регулювальним гвинтовим механізмом (3) для встановлення пластини під різними кутами (від  $0^\circ$  до  $90^\circ$ ), які забезпечують постійний кут орієнтації качана та підрізання його плодоніжки. Над стріперними пластинами встановлено подавальний ланцюг із подовженими гумовими лапками (4),

який забезпечує надійність транспортування качанів та їх обертання під час відокремлення.

Аналізуючи технологічний процес відокремлення качанів на експериментальному качановідокремлювальному апараті, можна зазначити, що на першому етапі стебло спочатку обробляється західними конусами, після чого потрапляє до зони вільного протягування. Під час протягування стебла качан досягає стріперних пластин, контактує з ними, частково розпушується та очищується від обгортки, після чого відбувається його відокремлення. Далі відокремлений качан транспортується лапками подавального ланцюга.



Рис. 2. Загальний вид експериментального русла:

1 — стріперна пластина із загостреною кромкою;

2 — пасивна вібраційна стріперна пластина;

3 — механізм регулювання кута нахилу пасивної вібраційної стріперної пластини;

4 — подавальний ланцюг із подовженими гумовими лапками

На підставі проведеного оцінювання виявлено основні фактори, що впливають на якість виконання технологічного процесу качановідокремлювального апарата [2]: величина подачі рослин ( $x_1$ ), частота обертання протягуючих вальців ( $x_2$ ), зазор між рифами ( $x_3$ ), кут

нахилу однієї стріперної пластини ( $x_4$ ) та кут загострення другої стріперної пластини ( $x_5$ ). Критеріями, що оцінюють якість технологічного процесу, вибрано: втрати качанів (ВК), їх травмованість (ТК) та забруднення купи качанів (ЗВ).

Після реалізації плану експерименту та статистичного оброблення експериментальних даних отримано математичні моделі, що описують технологічний процес качановідокремлення. Рівняння регресії мають вигляд:

$$\begin{aligned} \text{ВК} = & 3,079 + 0,709x_1^2 - 0,190x_2^2 - 0,340x_3^2 - 0,490x_4^2 - 0,240x_5^2 + \\ & + 0,611x_1 - 0,376x_2 - 0,291x_3 + 0,700x_4 + 0,909x_5 + 0,396x_1x_2 + \\ & + 0,771x_1x_3 + 0,340x_1x_4 + 0,653x_1x_5 + 0,190x_3x_5; \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{ТК} = & 4,839 + 1,702x_1^2 - 0,047x_2^2 - 0,698x_3^2 - 0,848x_4^2 - 0,802x_5^2 + \\ & + 1,838x_1 - 0,105x_2 - 1,062x_3 + 0,829x_4 + 0,397x_5 + 0,181x_1x_2 + \\ & + 0,056x_1x_3 + 0,313x_1x_4 + 0,388x_1x_5 + 0,550x_3x_4 + 0,694x_4x_5; \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{ЗВ} = & 5,800 + 2,392x_1^2 - 0,858x_2^2 - 0,992x_3^2 - 1,542x_4^2 + \\ & + 0,292x_5^2 + 3,347x_1 - 1,211x_3 + 1,588x_5 + 0,259x_1x_2 - \\ & - 0,172x_1x_4 - 0,441x_2x_4 - 0,472x_3x_4. \end{aligned} \quad (3)$$

Наступний аналіз результатів експерименту проводився графічним методом із використанням методу двомірних перетинів поверхонь відгуків, критеріїв, оптимізації за послідовного встановлення декількох незалежних чинників на фіксованій величині [4].

Прирівнюючи значення частоти обертання протяжних вальців ( $x_2$ ) до значення рівного 1 та значення кута нахилу (кут нахилу однієї пластини  $x_4$ ) та кута загострення другої стріперної пластини  $x_5$  до значення рівного — 1, рівняння регресії матимуть вигляд:

$$\text{ВК} = 3,873 + 1,702x_1^2 - 0,698x_3^2 + 1,525x_1 - 1,612x_3 + 0,056x_1x_3 \quad (4)$$

$$\text{ТК} = 0,174 + 0,709x_1^2 - 0,340x_3^2 - 0,219x_1 - 0,481x_3 + 0,771x_1x_3 \quad (5)$$

$$\text{ЗВ} = 7,342 + 2,392x_1^2 + 0,992x_3^2 + 2,940x_1 - 0,739x_3 \quad (6)$$

Двомірні перетини поверхні оклику під час поєднання факторів  $x_1$  та  $x_3$  наведено на рис. 3. Розглядаючи побудовані лінії, можна зробити

висновок, що зони оптимального перетину факторів обмежені дугами кривих ВК; ТК; ЗВ у точках А, В, С, D та С, Е, F. При цьому травмованість качанів буде знаходитися в межах  $1\% < ТК < 2\%$ , втрата качанів буде меншою 5% і забрудненість купи качанів у межах,  $9\% < ЗВ < 10\%$ .

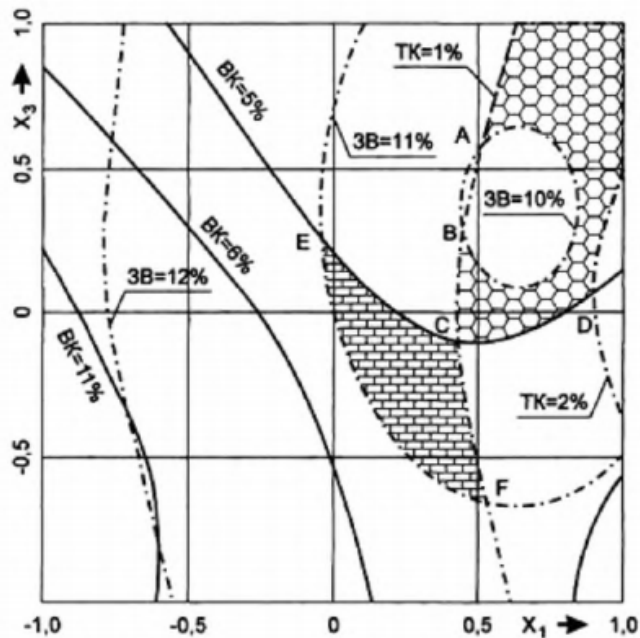


Рис. 3. Двомірні перетини поверхонь відгуку під час поєднання факторів  $x_1$  та  $x_3$

Фіксуючи фактори  $x_2$  та  $x_3$  (частота обертання протяжних вальців та зазор між рифами  $x_3$ ) на одиничному рівні та прирівнюючи кут загострення стріперної пластини ( $X_5$ ) до значення рівного мінус 1, рівняння регресії будуть такими:

$$VK = 3,484 + 1,702x_1^2 - 0,848x_4^2 + 1,838x_1 + 1,073x_4 + 0,313x_1x_4, \quad (7)$$

$$TK = 0,543 + 0,709x_1^2 - 0,490x_4^2 + 0,700x_4 - 1,082x_1 + 0,340x_1x_4, \quad (8)$$

$$ЗВ = 5,143 + 2,392x_1^2 + 1,542x_4^2 + 3,606x_4 + 0,172x_1x_4, \quad (9)$$

Отримані рівняння (7), (8), (9) показують, що у разі двомірних перерізів критерії оптимізації апроксимуються кривими другого порядку, які представлено на рис. 4.

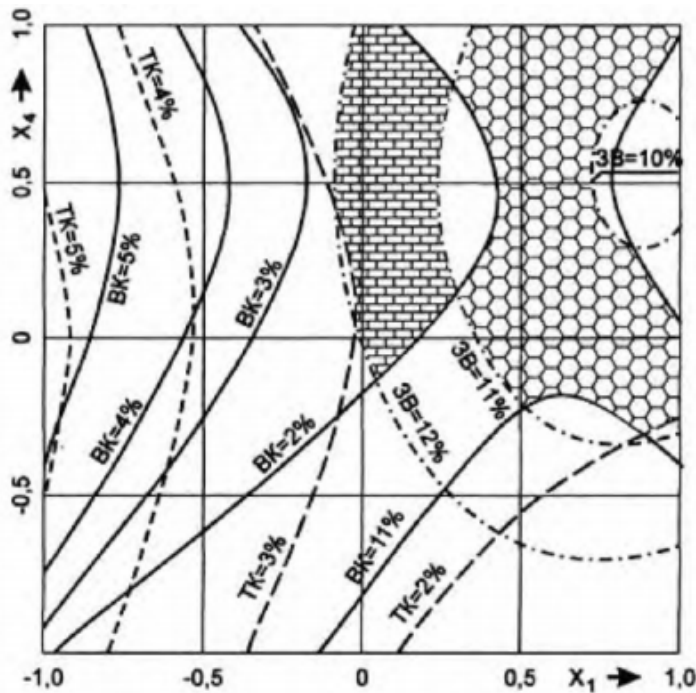


Рис. 4. Двомірні перетини поверхонь відгуку у разі поєднання факторів  $x_1$  та  $x_4$ .

Висновки. Як бачимо з графічної інтерпретації результатів експерименту при  $x_2 = 1$ ,  $x_3 = 1$  та  $x_5 = -1$ , зони оптимального поєднання факторів обмежені кривими ТК, ВК, ЗВ у точках А; В, Н, С, К та А, В; С, D, E, F. При цьому травмованість качанів буде знаходитися в межах  $3\% < ТК < 4\%$ , втрати качанів будуть в  $3\% < ВК < 4\%$  і забрудненість купи качанів менша за 12 %.

Виходячи з аналізу результатів експерименту, визначено діапазони оптимального поєднання незалежних факторів. За втрат качанів 3 — 4 %, травмованості качанів 2 — 5 % і забрудненості купи не більше 10 % необхідно, щоб частота обертання протяжних вальців була не більше 830 об/хв., кут нахилу пасивної вібраційної стриперної пластини повинен бути  $65^\circ$ , кут загострення пластини —  $75^\circ$ , зазор між рифами повинен бути в межах 5—10 мм, а подавання стебел — 72 рослини на хвилину.

#### Література

1. Агротехнические требования на машину для уборки кукурузы на зерно / Разработаны Украинским НИИ механизации и электрификации

сельского хозяйства, согласованы ВНИИ кукурузы и утверждены 18.05.1981.

2. Налимов В.В., Чернова В.А. Статистические методы планирования экспериментальных экспериментов. — М.: Наука, 1965. — С. 340.

3. Ракул О.І., Бондаренко О.В. Обґрунтування кінематичних параметрів качановідокремлювального апарата комбайна ККП-3 //Тези доповідей 19-ої студентської науково-теоретичної конференції. — Миколаїв: МДАУ, 2007. - С. 82 - 85.

4. Хедли Д. И. Нелинейное динамическое программирование. — М.: Мир, 1967. С. 386.

5. Шатилов К.В., Козачок Б.Д., Орехов А.П. Кукурузоуборочные машины. — М.: Машиностроение, 1989. — 222 с.

Определены оптимальные значения исследуемых факторов, которые влияют на качество выполнения технологического отделения початков для обеспечения оптимальных показателей качества уборки кукурузы на зерно.

The optimum values of the explored factors which influence on quality of implementation of technological process of separation of heads for providing of optimum indexes of quality of collection of corn on a corn are certain.