

ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ І КІНЕМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРИСТРОЮ КАЧАНООЧИСНОГО АПАРАТУ КУКУРУДЗОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНУ

Valery Pazdeev, Vasilii Gruban, Olexander Rakul

Mykolayiv State Agrarian University, Ukraine
Krylova Street 17, Mykolayiv 54040, Ukraine
e-mail: traktora1@rambler.ru

Анотація. Отримані залежності та визначені основні конструктивні та кінематичні параметри качаноочисного пристрою.

Ключові слова: кукуруддозбиральна техніка, качаноочисний пристрій, притисний пристрій

ВСТУП

Технічний рівень кукуруддозбиральних комбайнів, як і всіх сільськогосподарських машин, визначається ступенем досконалості основних робочих органів та показниками якості виконання технологічного процесу, надійності, енергоємності та матеріаломісткості. Критерії якості виконання технологічного процесу регламентуються агротехнічними вимогами на машину для збирання кукурудзи на зерно. Без дотримання цих вимог будь-яка кукуруддозбиральна техніка не може називатися сучасною та ефективною і бути конкурентноспроможною.

АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Великі об'єми робіт по експериментальному та теоретичному вивченню в цьому напрямку проведені різними науково-дослідними інститутами колишнього СРСР та конструкторським бюро Херсонського комбайнового заводу. Глибокі теоретичні розробки, які присвячені розрахунку качаноочисних пристроїв проведені такими відомими вченими як А.І. Буянов, В.Т. Бондарьов, М.Е. Резник та інші. Проте і ці роботи не дають необхідних даних для вирішення багатьох завдань по розрахунку качаноочисних пристроїв, вони переважно висвітлюють питання розрахунку пропускної здатності та продуктивності збиральних машин. Існуючі на сьогоднішній день елементи теорії методологічно спираються на теорію продуктивності робочих машин, розроблену для інших галузей машинобудування, теорію експлуатації машино-тракторного парку та вивчення роботи кукуруддозбиральних машин в віртуальних умовах експлуатації [3].

Практика проектування кукуруддозбиральних машин вимагає на сучасному етапі розробки теорії продуктивності кукуруддозбиральних машин, яка нерозривно пов'язує процеси проєктування з реальними умовами експлуатації, що дозволить виявити непродуктивні витрати робочого часу, намітити шляхи його скорочення та отримати необхідні дані для прогнозування напрямів подальшого вдосконалення машин при проєктуванні

ВИКЛАДЕННЯ ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Сучасні качаноочисні пристрої в найкращому разі при певних умовах здатні забезпечувати ступінь очищення качанів від обгорток на рівні 86-90 %. Ступінь очищення качанів від обгорток качаноочисними пристроями залежить від багатьох чинників, зокрема,

від довжини та кількості пар очисних вальців, кута нахилу їх до горизонту та частоти обертання, активності робочих поверхонь вальців і їх діаметру, наявності притискних пристроїв та ін. Великий вплив на якість технологічного процесу очистки має сила контакту притискних лопатей з качанами, що в кінцевому рахунку впливає і на травмованість останніх.

На рис. 1 наведена кінематика взаємодії притискного пристрою з гумовими лопатями 2 і качана 1. Розглянемо три найбільш характерних взаємних положення одиначної лопаті та качана: рис. 1а відповідає початковому моменту контакту, рис. 1б відображає момент вигину лопаті до положення *max* вигину та рис. 1в відображає момент вигину лопаті після проходження положення *max* вигину. Розглянемо математичну модель взаємодії лопаті в момент *max* деформації. Гумову лопать будемо вважати плоским пружним стрижнем с консольним закріпленням в т. А (рис. 2) Аналіз роботи лопаті як пружної балки – консолі показує, що вона піддається великій деформації прогину.

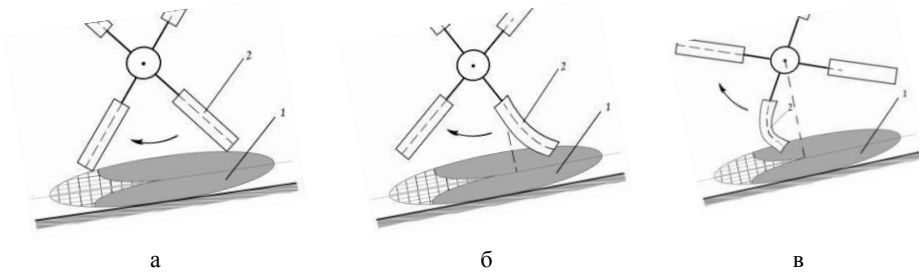


Рис. 1. Кінематика взаємодії притискного пристрою
Fig. 1. Kinematics interaction clamping device

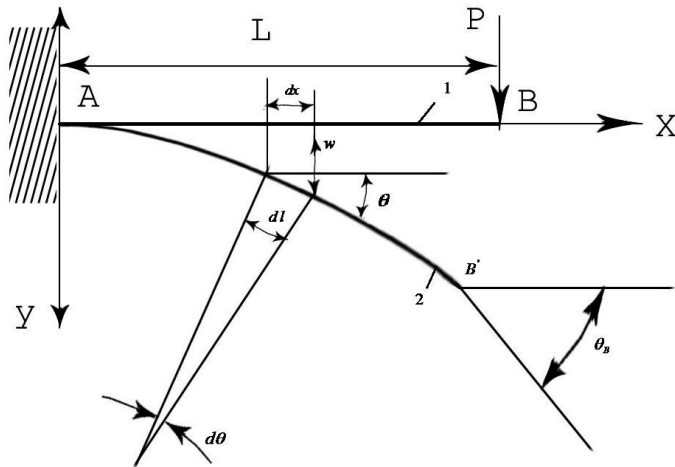


Рис. 2. Схема великого прогину консолі:
1 – вихідне положення; 2 – положення прогину
Fig. 2. How large deflection console:
1 - starting position, 2 - position of deflection

Для математичного опису слід скористатися теорією вигину балки з великим прогином [1]. Вважаємо, що на консоль діє сила P_1 , яка прикладена до вільного кінця консолі. Згідно [1] рівняння деформації балки має вигляд:

$$EI \frac{d\theta}{dl} = -M, \quad (1)$$

де: E – модуль пружності матеріалу,
 I – момент інерції площі перерізу,
 θ – кут вигину (кут повороту лінії прогинів),
 dl – елемент кривої вигину балки,
 M – вигинаючий момент.
 Момент інерції балки:

$$I = \frac{bh^3}{12}, \quad (2)$$

де: b – ширина лопаті,
 h – товщина лопаті.

Діюча довжина балки l лежить в межах $0 \leq l \leq L$ де L - довжина лопаті. Величина кривизни балки $d\theta/dl$ пов'язана з вигином $w(x)$ відомою формулою [1]:

$$\frac{d\theta}{dl} = \frac{\frac{d^2w}{dx^2}}{\left[1 + \left(\frac{dw}{dx}\right)^2\right]^{3/2}}, \quad (3)$$

У випадку малих деформацій $w(dw/dx)^2 < 1$ формула (1.3) приймає вигляд:

$$\frac{d\theta}{dl} \approx \frac{d^2w}{dx^2}, \quad (4)$$

що становить основу лінійної теорії вигину, але в даному випадку не застосовується. Рівняння вигину (1.1) треба доповнити граничними умовами: на закріпленому кінці:

$$l = 0: \quad \theta = \pi/2, \quad (5)$$

на вільному кінці:

$$l = 1: \quad M = 0. \quad (6)$$

Таким чином, для визначення параметрів вигину балки має краєву задачу (1), (5), (6). Інтегруючи рівняння (1) з урахуванням граничних умов (5), (6) отримаємо:

$$l = \sqrt{\frac{EI}{2p}} \int_0^{\pi/2} \frac{d\theta}{\sqrt{\cos \theta_B - \cos \theta}}, \quad (7)$$

де: θ_B - кут вигину на вільному кінці балки при $l = L$.

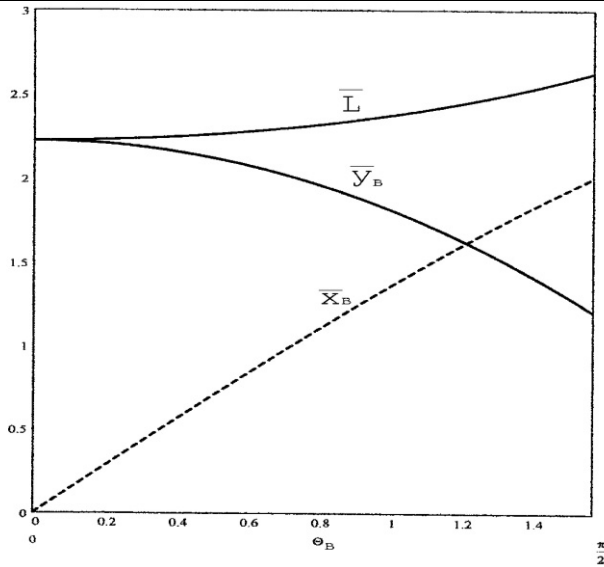


Рис. 3. Залежності величин \bar{L} , \bar{y}_B , \bar{x}_B , від вигину в т. В

Fig. 3. Dependence of \bar{L} , \bar{y}_B , \bar{x}_B , of bending in B

Виконаємо деякі чисельні дослідження. На рис. 3 наведені результати розрахунку, а на рис. 4 кожен вплив \max вигину θ_B на параметри вигину балки.

Задаючись відношенням H/L по кривій $H/L(\theta_B)$. Визначаючи величину кута θ_B , знайдемо силу контакту p_1 .

$$p_1 = \left(\frac{IE}{2L^2} \right) \left(\int_0^{\theta_B} \frac{d\theta}{\sqrt{\cos \theta - \cos \theta_B}} \right)^2, \quad (8)$$

чи

$$p_1 = \left(\frac{IE}{2H^2} \right) \left(\int_0^{\theta_B} \frac{\cos \theta d\theta}{\sqrt{\cos \theta - \cos \theta_B}} \right). \quad (9)$$

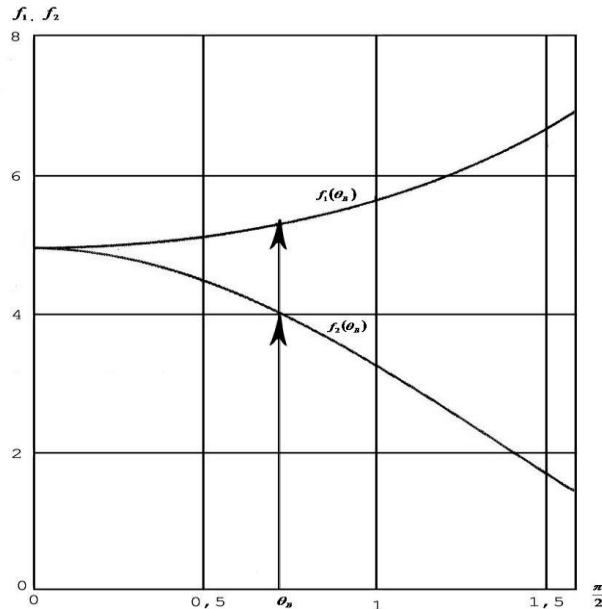


Рис. 4. Вплив \max вигину θ_B на параметри вигину балки
Fig. 4. Influence of maximal bending θ_B settings bending beams

Для зручності розрахунку на рис. 4 наведені графіки функцій:

$$f_1(\theta_B) = \left(\int_0^{\theta_B} \frac{d\theta}{\sqrt{\cos \theta - \cos \theta_B}} \right)^2, \quad (10)$$

$$f_2(\theta_B) = \left(\int_0^{\theta_B} \frac{d\theta}{\sqrt{\cos \theta - \cos \theta_B}} \right)^2. \quad (11)$$

ВИСНОВКИ

Згідно з проведених теоретичних досліджень та отриманих залежностей качан кукурудзи притискається до очисних вальців своєю вагою та силою від притискної лопаті. В результаті дії цих сил між качаном та вальцями з'являються сили контакту N_1 , N_2 . В свою чергу сили F_1 , F_2 будуть прагнути розірвати обгортку качана. Крім того, так як $N_1 \neq N_2$, $\mu_1 \neq \mu_2$ то в силу нерівності $F_1 \neq F_2$ відбудеться обертання качана на вальцях. Якщо $F_1 > F_2$, то обертання буде відбуватися за годинниковою стрілкою, у випадку $F_2 \leq F_1$, обертання буде проти годинникової стрілки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрпромиловий комплекс України: стан, тенденції та перспективи розвитку. Інформ.-аналіт. зб. / за ред. П.Т. Саблука та ін. – К.: ІАЕ УААН, 2003. – вип. 6. – 763 с.

2. Балкаров Р.А. 1985. Обоснование оптимальных параметров кукурузоуборочных агрегатов. В кн.: Повышение производительности машино-тракторных агрегатов. Сборник научных трудов. – М.: Изд. МИИСПа. – С. 84-86.
3. Буянов А.И. Метод определения оптимальных кинематических режимов работы прижимных устройств. / А.И. Буянов // Тракторы и сельхозмашины. – 1965. – №2. – С. 19–21.
4. Воронюк Б.А. 1970. Физико-механические свойства растений, почв и удобрений. – М.: Колос. – 432 с.
5. Гребенюк Г.І., Кузенко Д.В., Бондаренко О.В. 1999. Конструктивно-технологічні передумови вдосконалення качановідокремлювальних пристроїв кукуруддозбиральних машин. // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – Вип. 7. С. 133 – 137.
6. Гребенюк Г.І. 1998. Енергетична оцінка та шляхи зниження енергомісткості робочих органів кукуруддозбиральних машин. // Вісник аграрної науки Причорномор'я. Вип. 3. С. 126 – 130.
7. Гребенюк Г.І. 1998. Шляхи розширення технологічних можливостей та ефективності кукуруддозбиральних комбайнів. // Вісник аграрної науки Причорномор'я, Вип. 5. С. 116 – 121.
8. Демко А. Чому втрати урожаю – не збитки, а статистика? / А. Демко, О. Демко // Пропозиція. — 2009. — № 9. — С. 100—104.
9. Каргуша П.П., Конопельцев Н.И. 1972. Обоснование параметров и режимов работы початкоотделяющего аппарата очесывающего типа. Тр. Мелитопольского СХИ. Т XVII. Вопросы механизации сельского хозяйства. С. 42 – 45.
10. Касьяненко В.Д., Касьяненко В.В. Новые средства и способы механизации уборки кукурузы. – К.: Урожай. – 124 с.
11. Кононенко А.Ф. 1980. Пути улучшения использования сельскохозяйственной техники. – М.: Колос. – 304 с.
12. Кузенко Д.В., Бондаренко О.В., Тимошук В.Ю. 2000. Теоретичний аналіз підвищення якісних показників качановідокремлювальних апаратів кукуруддозбиральних машин. // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – Вип. 9. С. 136 – 203.
13. Ландау Л.Д. Теоретическая физика. В 10-ти т. Т. VII. Теория упругости. Учеб. Пособие / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – 4-е изд., исп. и доп. – М.: Наука, 1987. – 248 с.
14. Марченко В.В. Ринок сільгосптехніки. Особливості формування та перспективи ринку сільськогосподарської техніки в Україні. / В.В. Марченко, М.М. Гузь // Новини агротехніки. – 2009. № 1. – С. 26.
15. Погорілий Л.В. Зернозбиральна техніка: проблеми, альтернативи, прогноз / Л.В. Погорілий, С.М. Коваль // Техніка АПК. – 2003. - № 7. – с.4-7.
16. Техніка АПК. 2001. Науково-технічний журнал № 1 – 2. С 24 – 26.
17. Тимошенко С.П. Механика материалов / С.П. Тимошенко, Дж. Гере. – М.: Мир. – 1976. – 656 с.
18. Тихоненко О.В. Забезпеченість сільського господарства зернозбиральною технікою як запорука ефективності зернового господарства / О. В. Тихоненко // Економіка АПК. - 2008. - № 7. - С. 36-41.
19. Статистичний щорічник України за 2008 рік. Державний комітет статистики України / За ред. О.Г. Осаулєнка. — К. : Консультант, 2009. — 576 с.
20. Статистичний щорічник Миколаївської області за 2008 рік // За ред. П.Ф. Зацаринського. – Миколаїв: Іліон, 2009. – 624 с.

**THEORETICAL ANALYSIS STRUCTURAL AND KINEMATICS
PARAMETERS DEVICE FOR CLEANING HEADS TO DEVICE COMBINE
FOR COLLECTION OF CORN**

Summary. Dependences are got and the basic structural and kinematics parameters of device for cleaning of ears are certain.

Key words: technique for corn-harvester, device for cleaning of heads, device for pin of heads.