

УДК 631.355.072/1

ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОЧИСНОГО ПРИСТРОЮ КУКУРУДЗОЗБИРАЛЬНИХ МАШИН

Бондаренко О.В., к.т.н.,

Грубань В.А., інж.

Миколаївський державний аграрний університет

Тел. (0512) 34-01-91

Анотація – отримані залежності та визначені основні конструктивні та кінематичні параметри качаноочисного пристрою.

Ключові слова – кукурудза, качаноочисний пристрій, очисні вальці.

Постановка проблеми. Технічний рівень кукурудзозбиральних 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 [1]. Без дотримання цих вимог будь-яка кукурудзозбиральна техніка не може називатися сучасною та ефективною і бути конкурентноспроможною.

Практика проектування кукурудзозбиральних машин вимагає на сучасному етапі розробки теорії продуктивності кукурудзозбиральних машин, яка нерозривно пов'язує процеси проектування 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 проектуванні.

Аналіз останніх 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 ін. Проте і ці роботи не дають необхідних даних для

вирішення багатьох завдань по розрахунку качаноочисних пристроїв, вони переважно висвітлюють питання розрахунку пропускну здатності та продуктивності збиральних машин. На сьогоднішній день окрім появи нових сортів кукурудзи, застосовуються нові конструкційні матеріали основних робочих органів кукурудзозбиральних машин, та і самі робочі органи постійно удосконалюються [3]. Для вивчення придатності нових сортів кукурудзи до механізованого збирання необхідно враховувати фізико-механічні властивості рослини. Дослідженням фізико-механічних характеристик рослин кукурудзи присвячений ряд робіт Буянова О.І., Бурмістрова М.Ф., Резніка М.Е та інших. Але в літературних джерелах зовсім немає відображення вивчення основних характеристик та розмірно-масових параметрів нових сортів і гібридів кукурудзи. Існуючі елементи теорії методологічно спираються на теорію продуктивності робочих машин, розроблену для інших галузей машинобудування, теорію експлуатації машино-тракторного парка та вивчення роботи кукурудзозбиральних машин в віртуальних умовах експлуатації [2, 3].

Невирішені проблеми. На теперішній час у світовій практиці в кукурудзозбиральних машинах широкого розповсюдження набули качаноочисні апарати вальцевого типу з притискним роторно-лопатевим пристроєм. Під дією власної ваги лопаті крильчаток здійснюють періодичне притискування качанів до вальців і одночасно з цим проштовхують качани вздовж них. Такий принцип проходження технологічного процесу очистки качанів від обгорток дав можливість отримати найкращі результати в порівнянні з іншими. Однак, не дивлячись на широке використання цих апаратів така конструкція має ряд суттєвих конструктивних і технологічних недоліків:

- низька якість очистки качанів від обгорток;
- вузька спеціалізація робочих органів;
- висока енерго- і металоємність машин.

На сьогоднішній день в практиці розробки нових конструкцій збиральних машин пропонувалися різні схеми качаноочисних пристроїв, але в серійне виробництво вони не запуснені через низьку технологічну надійність. Причина цього в недостатньому теоретичному обґрунтуванні кінематичних та технологічних параметрів основних робочих органів.

Мета статті. Якість очищення качанів від обгорток під час проведення збиральних робіт повинна відповідати агротехнічним вимогам. Метою даної статті є обґрунтування основних конструктивних та кінематичних параметрів качаноочисних пристроїв адаптованих до сучасного стану механізованих робіт.

Викладення основного матеріалу. Довжина вальців повинна бути достатньою для повного очищення качанів від обгортки за умови обертання качана різними сторонами, що передбачено технологічним

процесом. З іншого боку занадто велика довжина вальців приводить до ускладнення конструкції, її надійності і збільшення металомісткості. Для вирішення поставленої задачі розглянемо взаємодію качана з відокремлюючими і очисними вальцями (рис.1).

В процесі збирання кукурудзи, в адаптованій технологічній схемі, важливими моментами є орієнтація качана в момент подачі його на очисні вальці та орієнтація в процесі його очищення. Тому, спостерігаючи за процесом подачі качанів на очисні вальці помітили, що частина качанів в залежності від їх орієнтації, з відокремлюючих вальців подаються нижньою частиною вперед, відносно руху подаючого транспортеру, а частина качанів - верхівками вперед.

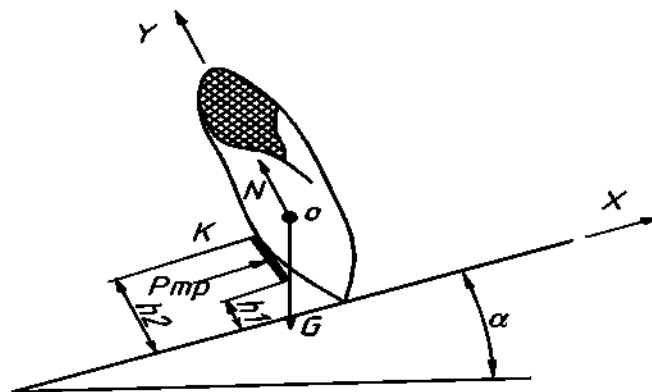


Рис. 1. Схема взаємодії качана з вальцями

Орієнтація качанів в першу чергу зумовлена наступними факторами, а саме висотою лопаток h_1 подаючого транспортеру над вальцями, відстанню лопатки транспортера до качана в момент його відокремлення, розмірами качана, поступової швидкості транспортеру $V_{тр}$, і сили дії транспортеру $P_{тр}$ на качан. Розглядаючи ці моменти можна констатувати той факт, що сила $P_{тр}$ руху транспортеру і сила реакції опору N намагаються обернути качан проти руху транспортеру відносно точки K . Тому, в цьому випадку буде справедливий вираз

$$N \cdot \frac{d_h}{2} + P_{TP} \cdot \left(\frac{h_2 - h_1}{2} \right) - G \cdot \cos \alpha \cdot \frac{d_h}{2} > 0, \quad (1)$$

де N - сила реакції опору качана на вальці;

G - вага качана;

α - кут нахилу вальців;

h_1 - висота від лопатки транспортеру до вальців;

h_2 - висота вісі обертання качана або висота від верхньої точки лопатки транспортеру до вальців;

d_k - діаметр качана.

Звідси очевидно, що виконання цієї нерівності дає можливість орієнтувати качан нижньою частиною вперед, що дозволяє в повній мірі очистити його від обгортки. Тому, зробивши деякі перетворення з нерівності (1) можна визначити висоту лопатки над вальцями

$$h_2 - h_1 = \frac{G \cdot \cos \alpha \cdot d_k - N \cdot d_k}{P_{TP}} \quad (2)$$

Окрім відмічених вище зусиль качани, під дією очисних вальців піднімаються своїми верхівками та стають перпендикулярно до них під час відривання обгортки, далі під дією подаючого транспортеру повертаються своїми верхівками вперед. Встановлено, що під час відривання обгортки, качан обертається навколо своєї окореневої частини. Процес обертання зумовлений наявністю стійкого зв'язку обгортки з основою качана та сфероподібною окореневою частиною. Розглянемо кінематичні умови обертання качана, вважаючи, що обгортка закріплена в точці перетину його вісі з поверхнею сфери кореневої частини та протягується вальцями з постійною швидкістю $V_{об}$, направленою перпендикулярно до їх вісей (рис. 2).

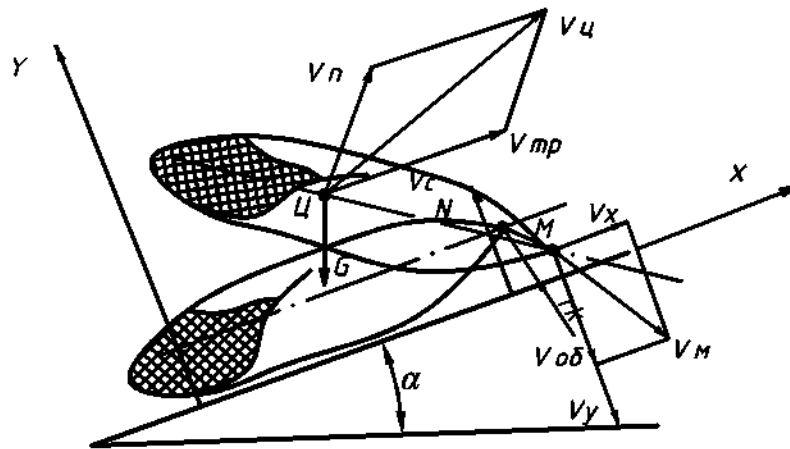


Рис. 2. Кінематичні умови обертання качана

Прийнявши до уваги, що перекочування сфери на поверхні вальців відбувається без ковзання, тоді точка M качана при обертанні описує циклоїду. Звідси, вертикальну складову швидкості точки M знаходимо за формулою

$$V_y = r \cdot \varphi \cdot \cos \varphi. \quad (3)$$

Згідно плану швидкостей видно, що

$$V_y = V_{об} + V_T \cdot \left(\frac{r}{h_2} \right) = \delta \cdot V_B + V_{TP} \cdot \left(\frac{r}{h_2} \right), \quad (4)$$

де V_B - колова швидкість вальців;

δ - коефіцієнт проковзування обгортки у вальцях.

Зробивши деякі перетворення, кутову швидкість качана визначимо за формулою:

$$\omega = \frac{h_2 \cdot \delta \cdot V_B + V_{TP} \cdot r}{h_2 \cdot r \cdot \varphi \cdot \cos \varphi} \quad (5)$$

Проінтегрувавши (5) за початковою умовою $\theta \leq \varphi \leq \pi$ $t=0$, отримаємо час повороту качана

$$t_{\Pi} = \frac{h_2 \cdot r \cdot \sin \varphi}{h_2 \cdot \sigma \cdot V_B + V_{TP} \cdot r} \quad (6)$$

Швидкість центра мас качана V_{Π} виражається як рівнодіюча колової швидкості V_n , швидкості центра обертання V_c і швидкості транспортеру V_{TP} . При цьому враховуючи, що $V_n = 1 \cdot \omega$; $V_c = r \cdot \omega$, тоді

$$V_{\Pi} = \frac{1}{r \cdot \cos \phi} \cdot \sqrt{\delta^2 \cdot V_B \cdot (L^2 + r^2) + 2 \cdot r^2 \cdot V_{TP} \cdot \cos \phi \cdot (\delta \cdot V_B + V_{TP} \cdot \cos \phi) + L \cdot r^2 \cdot \cos \phi \cdot (L \cdot \cos \phi + r \cdot \sin 2\phi)} \quad (7)$$

де L - відстань від центру обертання качана до центра мас.

Отже, формула визначення мінімальної довжини вальців буде мати вигляд.

$$L_{Bmin} = \int_0^{\pi} V_{\Pi} \cdot t_{\Pi} \cdot \cos \varphi \cdot d \cdot \varphi \quad (8)$$

З цієї формули видно, що довжина вальців залежить від швидкості центра мас качана, часу його обертання і кута повороту. Аналізуючи вищевказані параметри можна сказати, що швидкість центра мас качана залежить від швидкості подаючого транспортеру, колової швидкості вальців, кута повороту качана, параметрів самого качана; в свою чергу, час повертання качана залежить від кінематичних параметрів вальців, висоти верхньої точки транспортеру, параметрів качана і кута його повороту. Вибираючи мінімальну довжину вальців, потрібно враховувати кут повороту качана, який був прийнятий нами π . При проведенні дослідів конструктивна довжина вальців, враховуючи вищевказані залежності вибиралась в межах 500 – 700 мм.

Розглянемо другий випадок, коли лопатка транспортера знаходиться на деякій відстані від качана і останній, після відокремлення, падає верхівкою вперед, за рухом подаючого транспортеру. Очевидно, що на качан діють такі ж самі сили, що і в першому випадку тому кінематичні умови обертання качана, знаходяться аналогічно першому випадку. Але, крім цього, для повного обертання качанів необхідно передбачити встановлення над очисними вальцями обмежувача, який повертає качан в протилежний напрямок

на кут 180° , що дозволяє качану проходити двічі на певній ділянці очисних вальців.

Висновки. Виходячи з вище наведеного теоретичного аналізу процесу відокремлення обгортки від качанів очисними вальцями була виготовлена експериментальна установка, яка показала високу технологічну надійність технологічного процесу, де частота якості очистки качанів становила 90-92 %. В подальшому, як показали експериментальні дослідження, актуальною є оптимізація параметрів, до яких відносяться діаметр і швидкість обертання очисних вальців та швидкість переміщення качана вздовж вальців.

Література

1. Агропромисловий 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. *Погорілий Л.В.* Зернозбиральна техніка: проблеми, альтернативи, прогноз / *Л.В. Погорілий, С.М. Коваль* // Техніка АПК.– 2003.– № 7. – С.4–7.
3. *Конойме М.И.* С учетом пригодности к механизированной уборке / *М.И. Конойме, Л.А. Манятин* // Кукуруза и сорго. – 1993.– № 5.– С. 57–64.
4. Фізико-механічні властивості рослин, ґрунтів і добрив / [Під ред. А.І. Буянова]. – М.: Колос, 1972. – 366 с.
5. *Буянов А. И.* Метод определения оптимальных кинематических режимов работы прижимных устройств / *А. И. Буянов* // Трактора и сельхозмашины.– 1965.– №2.– С.19–21.

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОЧИСТНОГО УСТРОЙСТВА КУКУРУЗООБОРОЧНЫХ МАШИН

Бондаренко О.В., Грубан В.А.

Аннотация – получены зависимости и определены основные конструктивные и кинематические параметры качаноочистного устройства.

SUBSTANTIATION OF KINEMATICS AND STRUCTURAL PARAMETERS OF THE CLEANING DEVICE OF CORN HARVESTERS

O. Bondarenko, V. Gruban

Dependences are obtained and basic structural and kinematic parameters certain for the head cleaning device are determined.