

УДК 631.352.022/.354: 633.85

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ІНТЕГРОВАНОГО РІЗАЛЬНОГО АПАРАТУ

М. Завірюха, асистент

Миколаївський державний аграрний університет

Ключові слова: кукурудза, збирання, різання стебел, інтегрований різальний апарат

Проведено аналіз подрібнення стебел кукурудзи при її механічному збиранні і вибрана технологічна схема різального апарату жатної частини комбайна.

Постановка проблеми. В даний час в основному отримали застосування два способи збирання кукурудзи на зерно. Першим збирають лише зернову частину урожаю в качанах або з обмолотом зерна, а стебла залишають на полі для подальшого подрібнення і заробляння. Цей спосіб набув поширення в господарствах, де подрібнені стебла кукурудзи використовуються в якості органічних добрив. Другим способом збирають одночасно весь біологічний урожай кукурудзи: зернову частину - в качанах або з обмолотом, не зернову (стебла) - із зрізом і подрібненням для силосування на корм худобі. Цей спосіб переважно застосовують в нашій країні при вирощуванні кукурудзи на зерно [1]. Тому різання можна розглядати як одну з основних операцій при збиранні кукурудзи.

Різання є одним з найпоширеніших технологічних прийомів при розділенні твердих тіл на частини. Фізико-механічні властивості матеріалу в основному визначають геометрію ножа і характер самого процесу [2].

Різноманіття різальних апаратів ускладнює їх виробництво і експлуатацію. Вирішення задач про підвищення експлуатаційної надійності існуючих різальних апаратів і створення нових для роботи на підвищених швидкостях необхідно вести на основі аналізу проведених досліджень, глибокої розробки сучасної теорії різання стебел і динаміки приводу ножа.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вивчення механічних властивостей стебла кукурудзи при різанні є необхідним елементом при проектуванні кукурудзозбиральних машин. Визначити такі важливі характеристики, як зусилля і робота різання неможливо без знання фізики

явищ, що виникають під час перерізування стебла, чіткої картини деформації та руйнування стебла лезом.

Характеризуючи процес різання, академік В.О. Желіговський вказує, що термін "різання" об'єднує поняття трьох істотно різних між собою технологічних процесів розділення матеріалу з порушенням його цілісності під тиском різального інструменту [2]. Він розрізняє три способи різання: лезом (ножем), пуансоном (ножицям), різцем (пилою).

Дослідженнями Є.Г. Івановського [3] встановлено, що при різанні механічна енергія витрачається на утворення нових поверхонь у матеріалі, на деформацію матеріалу і різального інструменту, на подолання сил тертя при ковзанні матеріалу, що розрізується по поверхні різального інструменту. З фізичної точки зору різання є сукупністю процесів перетворення механічної енергії в інші її види - теплову, електричну, хімічну.

В даний час, вивченим залишається достатньо мале коло питань, які пов'язані з процесом різання і майже всі математичні моделі, що використовуються є недостатньо точними, в зв'язку із великим числом змінних величин.

Постановка завдання. Обґрунтування параметрів інтегрованого різального пристрою русла качановідокремлювального апарату кукурудзозбиральної жатки.

Виклад основного матеріалу. Стебла кукурудзи при різанні чинять незначний опір вигину, тому різання при статичній дії сили можливе лише гострим різальним інструментом. Звичайно, різання стебел супроводжується динамічною дією різального інструменту: коси, сегмента, ножів на диску або барабані [4].

Розглянемо процес підрізання стебла кукурудзи, тобто відділення від кореня на агротехнічній висоті зрізання стебла 7 – 15 см. Умова різання стебла, при дії на нього різального інструменту з деякою швидкістю, в загальному вигляді можна записати [5]:

$$P_{\text{нід}} < P_{\text{вг}} + P_{\text{ін}} + P_{\text{нов}} + P_{\text{від}}, \quad (1)$$

де $P_{\text{нід}}$ - сила, необхідна для підрізання стебла різальним інструментом, яка визначається дослідом;

$P_{\text{вг}}$ - опір стебла вигину;

$P_{\text{ін}}$ - сили інерції стебла

$P_{\text{нов}}$ - опір повітря при відхиленні стебла;

$P_{\text{від}}$ - опір відхиленню стебла з боку ряду стебел, що стоять.

Стебло, що стоїть без опори можна представити як консольну балку, яка жорстко закріплена в підставці і піддається дії сили P_{nid} на висоті підрізання H із сумарною швидкістю подачі

$$v_{\Sigma} = v_{ком} + v_{пл}, \quad (2)$$

де $v_{ком}$ - швидкість руху комбайна;

$v_{пл}$ - швидкість подавального ланцюга.

Тоді сила опору стебла відгину визначається за формулою [1]:

$$P_{\text{вз}} = \frac{3fEJ}{H^3}, \quad (3)$$

де f - стріла прогинання стебла;

$$f = v_{\Sigma}\Delta t, \quad (4)$$

тут Δt - час удару різального апарату;

EJ - жорсткість стебла на вигин.

Лінійна швидкість v_n довільної точки тіла, що обертається, визначається за відомою формулою Ейлера:

$$v_A = \omega_1 R, \quad (5)$$

де ω_1 - кутова швидкість обертання;

$$\omega_1 = \frac{\pi n_1}{30}, \quad (6)$$

тут n_1 - частота протягувального вальця за секунду;

R - радіус диска.

Сила інерції визначається за формулою [1]:

$$P_{in} = ma, \quad (7)$$

де m - приведена маса стебла в точку удару різального інструменту;

a - середнє прискорення стебла при ударі.

Надалі при визначенні швидкості підрізання одиничного стебла не враховуватимемо сили P_{nos} і $P_{від}$, внаслідок їх незначного впливу [3].

Провівши перетворення, одержуємо таку умову зрізу стебла:

$$P_{nid} = P_{\text{вз}} + P_{in} = \frac{3fEJ}{H^3} + ma = \frac{3v_{\Sigma}\Delta tEJ}{H^3} + m\frac{v_{\Sigma}}{\Delta t}, \quad (8)$$

звідки сума:

$$v_{\Sigma} = \frac{P_{nid} H^3 \Delta t}{3\Delta t^2 EJ + H^3 m}. \quad (9)$$

Швидкість руху комбайна $v_{ком}$ та подавального ланцюга $v_{пл}$ необхідну для підрізання стебла з однією опорою, одержимо, припустивши жорстке закладення стебла в опори. Тоді:

$$v_{\Sigma} > \frac{P_{nid} \xi^3 \Delta t}{3\Delta t^2 EJ + \xi^3 m}, \quad (10)$$

звідки сила для підрізання стебла дорівнює:

$$P_{nid} < \frac{v_{\Sigma} (3\Delta t^2 EJ + \xi^3 m)}{\xi^3 \Delta t}. \quad (11)$$

Зазор ξ між різальною і протирізальною частинами значно менший висоти різання, тому швидкість різального інструменту для перерізання стебла з опорою буде значно меншою від швидкості різання стебла без опори.

Сумарну швидкість подачі можна регулювати за рахунок зміни швидкості руху комбайна $v_{ком}$ та подавального ланцюга $v_{ком}$, що при правильному регулюванні, в залежності від густоти стеблостою та жорсткості стебел, допоможе мінімізувати силу необхідну для підрізання стебел.

Висновки. Процес різання досить складний і енергоємний процес. Для аналітичного опису процесу різання необхідно доопрацьовувати існуючі та створювати нові математичні моделі різання стебел товстостебельних культур та визначити оптимальні способи різання.

Бібліографічний список

1. Адаптированный початкоотделяющий аппарат : Материалы Международной научно-практической конференции (Минск 19-20 октября 2010 г) Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве. — Минск : НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2010. — №5. — с. 32-37.
2. Шатилов К.В. Кукурузоуборочные машины / К.В. Шатилов, Б.Д. Козачок, А.П. Орехов и др. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Машиностроение, 1981. — 224 с.
3. Красниченко А.В. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин / А.В. Красниченко. — М. : Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1961. — 860 с.
4. Ярцева М.Б. Методика математического планирования эксперимента / М.Б. Ярцева. — М. : Наука, 1973. — 140 с.

5. Кондауров Д. И. Прицепной кукурузоуборочный комбайн ККП-3 / Д.И. Кондауров, П.П. Барановский // Тракторы и сельхозмашины. — 1985. — №5. — с. 43.

Zaviryuha M. Teoretical study work of integrated cutting apparatus

Analysis of grinding corn stalks in the mechanical harvesting and the selected scheme of cutting apparatus zhatnoyi parts combine.

Key words: corn harvesting, cutting stalks, integrated cutting machine.

Завирюха Н. Теоретические исследования работы интегрированного резального аппарата

Проведено анализ резания стеблей кукурузы при ее механической уборке и выбрана технологическая схема резального аппарата жатной части комбайна.

Ключові слова: кукурудза, збирання, різання стебел, інтегрований різальний апарат.