

УДК 631.352
© 2012

О.Ф. Говоров

Національний
науковий центр «Інститут
механізації та електрифікації
сільського господарства»

* Науковий керівник —
академік НААН та РАСГН
Я.С. Гуков

ДО ПИТАННЯ ЕНЕРГОЄМНОСТІ ПЕРЕРІЗУВАННЯ СТЕБЕЛ КУКУРУДЗИ*

Наведено результати дослідження залежності енергоємності перерізування стебел кукурудзи від їхнього діаметра, кута загострення леза ножа і товщини його різальної кромки та від вологості стебла, а також енергоємності перерізування трубчастої стінки стебла від його діаметра.

Нині чимало наукових і конструкторських організацій нашої країни працюють над створенням ефективного подрібнювача рослинних решток, які залишаються на полях після збирання врожаю сільськогосподарських культур. Таке подрібнення рослинних решток перед обробитком ґрунту дає можливість подрібнені частки повністю загорнути в ґрунт, що сприяє ефективнішому збагаченню його органічними речовинами, кількість яких останнім часом невинно зменшується.

Проведені дослідження енергоємності перерізування стебел сільськогосподарських культур показали, що процедура перерізування прикореневої частини стебла кукурудзи у 13 разів перевищує енергоємність перерізування в аналогічній частині стебел ріпаку, у 40 разів — стебел пшениці і в 57 разів — стебел ячменю.

Тому, створюючи подрібнювач рослинних решток, розрахунки на енергоємність та міцність деталей необхідно проводити так, щоб подрібнювач забезпечував скошування найбільш енергозатратної стерні кукурудзи, оскільки при цьому він скошуватиме й усі інші рослинні рештки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Більшість досліджень перерізування стебел рослин була спрямована на визначення сумарних затрат енергії на перерізування щільного шару з багатьох рослин заданої товщини, що має місце у роботі різальних апаратів силосо-і кукурудзозбиральних комбайнів [1–4].

Мета досліджень — розробити емпіричну залежність для визначення енергоємності перерізування стебел кукурудзи.

Результати досліджень. Для проведення експериментальних досліджень було відібрано зразки стебел кукурудзи діаметром 5, 10, 15, 20 і 25 мм, вологість яких відповідала вологості стебел цієї культури під час збирання її врожаю на зерно. Дослідження проводили на принципово новій установці, захищеній патентом України [5].

Залежність енергоємності перерізування означених вище зразків стебел кукурудзи від кон-

струкційного кута γ загострення леза ножа зображено на рис. 1.

Як випливає з рис. 1, за збільшення кута γ загострення леза ножа енергоємність перерізування стебел зростає за лінійною залежністю, але це зростання відбувається досить повільно. Так, за перерізування стебла кукурудзи діаметром 25 мм зі збільшенням кута γ від 15° до 75° енергоємність зростає лише на 1,43 Дж, або на 6,3%.

Результати досліджень залежності енергоємності E_{pd} перерізування стебел кукурудзи від їхнього діаметра d_c у межах 5–25 мм при куті γ загострення леза ножа, що дорівнює 30° , показали, що енергоємність перерізування стебел кукурудзи лінійно залежить від їхніх діаметрів.

Враховуючи важливість наявності значення енергоємності перерізування стебел кукурудзи під час розрахунку конструкції подрібнювача, було проведено апроксимацію залежності енергоємності E_{pd} перерізування стебла кукурудзи від його діаметра за допомогою такої лінійної залежності:

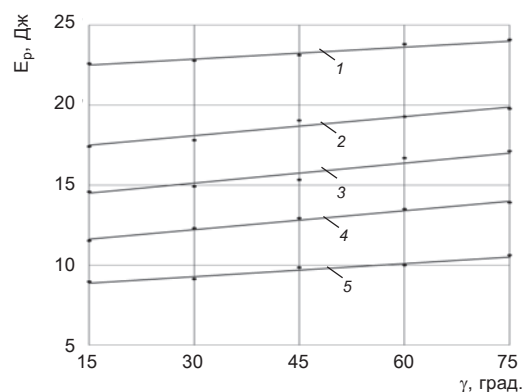


Рис. 1. Залежність енергоємності перерізування стебел кукурудзи $E_{p\gamma}$ від конструкційного кута γ загострення леза ножа; 1, 2, 3, 4, 5 — відповідно при діаметрі стебла 25, 20, 15, 10, 5 мм

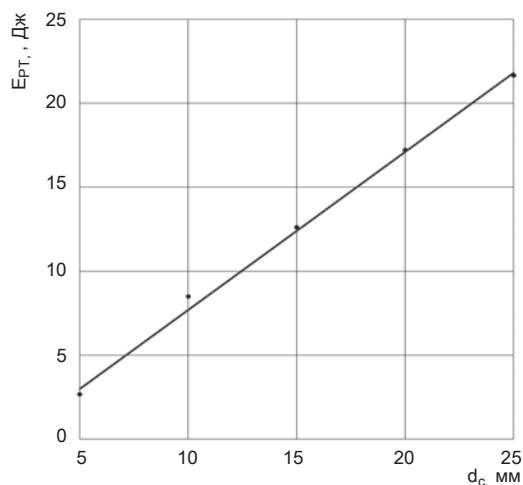


Рис. 2. Залежність енергоємності E_{pd} перерізування трубчастой стінки стебла кукурудзи від його діаметра d_c

$$E'_{pd} = E_{p5} + 0,66(d_c - 5), \quad (1)$$

де E'_{pd} — розрахункова енергоємність перерізування стебла кукурудзи, Дж; E_{p5} — експериментально визначена енергоємність перерізування стебла кукурудзи діаметром 5 мм, Дж ($E'_{p5} = 8,7$ Дж); 8,7 — емпіричний коефіцієнт, Дж; 0,66 — емпіричний коефіцієнт, Дж/мм; d_c — діаметр стебла, мм; 5 — емпіричний коефіцієнт, мм.

Порівняння результатів визначення енергоємності перерізування стебел кукурудзи, одержаних експериментальним методом і розрахованих за формулою (1), показали, що похибка розрахованих даних не перевищує 5% відносно експериментальних. Тому формула (1) може використовуватися під час проведення інженерних розрахунків.

За збільшення товщини різальної кромки енергоємність перерізування стебла зростає за лінійною залежністю, причому це зростання відбувається значно інтенсивніше, ніж за збільшення кута загострення леза ножа.

Тому обґрунтовуючи оптимальний кут γ загострення леза ножа, необхідно передусім врахувати, що зі збільшенням кута γ під час спрацювання леза ножа в процесі роботи подрібнювача майже пропорційно збільшенню кута γ зростає і товщина різальної кромки. Тобто ніж з більшим кутом загострення інтенсивніше затуплюється, і тому частіше треба припиняти роботу подрібнювача для перезаточування ножів.

Причому при занадто малому куті γ (близькому до 15°) відбувається загибання або викришування леза ножа.

З огляду на ці суперечливі вимоги та досвід експлуатування ротаційних косарок і подріб-

нювачів стебел рослин можна вважати оптимальним кут загострення леза ножа близький до 30° .

У зв'язку з тим, що товщина різальної кромки ножа істотно впливає на енергоємність перерізування стебел кукурудзи, була апроксимована графічна залежність такою емпіричною лінійною залежністю:

$$E'_{pk} = E_{pk0,1} + 1,76(K - 0,1), \quad (2)$$

де E'_{pk} — розрахункова енергоємність перерізування стебла кукурудзи діаметром 25 мм при куті загострення леза ножа, що дорівнює 30° , і товщині різальної кромки ножа, що дорівнює K , Дж; $E_{pk0,1}$ — експериментально одержана енергоємність перерізування стебла кукурудзи діаметром 25 мм при куті загострення $\gamma = 30^\circ$ і товщині різальної кромки 0,1 мм, Дж; 1,76 — емпіричний коефіцієнт, Дж/мм; K — товщина різальної кромки ножа, мм; 0,1 — емпіричний коефіцієнт, мм.

Порівняння результатів дослідження залежності енергоємності перерізування стебла кукурудзи, одержаних експериментальним методом і розрахованих за формулою (2), показує, що похибка в розрахунку за формулою (2) не перевищує 3,2%, і тому цю формулу також можна застосовувати в інженерних розрахунках.

Результати досліджень залежності енергоємності E_{pd} перерізування трубчастой стінки стебла від його діаметра в межах від 5 до 25 мм ножем з кутом загострення леза $\gamma = 30^\circ$ графічно зображено на рис. 2.

Аналіз графіка (рис. 2) показує, що енергоємність E_{pd} перерізування трубчастой стінки стебла зростає зі збільшенням його діаметра, причому це зростання має лінійний характер і відбувається досить інтенсивно. Так за збільшення діаметра стебла з 5 до 25 мм, тобто у 5 разів, енергоємність E_{pd} перерізування трубчастой стінки стебла зростає з 2,84 Дж до 21,7 Дж, тобто у 7,6 раза.

Щодо співвідношення енергоємності E_{pd} перерізування стебла кукурудзи та енергоємності E_{pk} перерізування його трубчастой стінки, то енергоємність перерізування трубчастой стінки при максимальному діаметрі стебла $d_c = 25$ мм становить близько 98% енергоємності перерізування всього стебла. Цей фактор пояснює те, що енергоємність E_{pd} перерізування стебла кукурудзи лінійно залежить від його діаметра, а не від квадрата цього діаметра.

Результати досліджень залежності енергоємності перерізування стебла кукурудзи від його вологості показали, що збільшення вологості стебла кукурудзи діаметром 25 мм енергоємність його перерізування зростає, причому це зростання має складну залежність.

Так за збільшення вологості стебла W_c від

0 до 40% енергоємність E_p його перерізування зростає за лінійною залежністю.

За подальшого збільшення вологості W_c понад 40% інтенсивність зростання енергоємності E_p різко підвищується — криволінійна ділянка графіка. Це явище можна пояснити тим, що за такого збільшення вологості губчастої тканини вона набухає і зумовлює зростання тиску всередині трубчастої стінки стебла і відповідне зростання енергоємності його перерізування.

За підвищення вологості стебла понад 65% знову відновлюється лінійна залежність між підвищенням вологості W_c і зростанням енергоємності E_p . Це явище можна пояснити тим,

що за вологості стебла понад 65% набухання губчастої тканини закінчується або значно зменшується.

При нульовій вологості стебла кукурудзи енергоємність його перерізування $E_p=12,31$ Дж, а при вологості стебла $W_c=79\%$ — енергоємність $E_p=22,19$ Дж. Тобто за збільшення вологості стебла до 79% енергоємність його перерізування зростає на 9,88 Дж, або на 79,6%. Кінцеве зростання енергоємності E_p перерізування стебла у відсотках майже дорівнює відповідному збільшенню вологості W_c , однак між цими показниками немає лінійної залежності.

Висновки

Дослідженнями встановлено, що за підвищення вологості стебла кукурудзи енергоємність його перерізування зростає, тому

стерню кукурудзи раціонально подрібнювати в суху погоду, що забезпечить економію пального.

Бібліографія

1. Резник Н.Е. Теория резания лезвием и основы расчета режущих аппаратов. — М.: Машиностроение, 1975. — 311 с.
2. Березин Н.Г. Определение критической скорости резания стебля//Механизация и электрификация соц. сел. хоз-ва. — 1963. — № 2. — С. 44–45.
3. Верхуша В.М. Исследование процесса измельчения стеблей кукурузы на грубый корм: автореф. Дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. — К.: Укр. ордена Трудового Красного Знамени

- с.-х. академия, 1968. — 23 с.
4. Верхуша В.М. Исследование сопротивления стеблей кукурузы резанию//Механизация и электрификация с.х. УНИИМЭСХ. — К.: Урожай, 1966. — Вып. 2. — С. 49–54.
5. Пат. на корисну модель 60676, Україна, МПК G01L 5/00 A01D 34/853. Копер для визначення енергоємності перерізування стебел рослин/Говоров О.Ф. — № u201014499; заявл. 03.12.2010; Опубл.25.06.2011. — Бюл. № 12. — С. 3.