



Механізація, електрифікація

УДК 631.352
© 2013

О.Ф. Говоров,
кандидат
технічних наук

Національний
науковий центр «Інститут
механізації та електрифікації
сільського господарства»

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГОЄМНОСТІ ПЕРЕРІЗУВАННЯ СТЕБЕЛ РОСЛИН

Наведено конструкцію важільного копра для визначення енергії, необхідної для перерізування стебел рослин з використанням енергії вантажу заданої маси, піднятого на необхідну висоту, в якому надлишкова енергія піднятого вантажу, що залишається після перерізування досліджуваного зразка, акумулюється пружиною і фіксується на шкалі сектора, а також методику для дослідження на ньому енергоємності перерізування стебел різних сільськогосподарських культур, що визначається як різниця потенційної енергії піднятого вантажу та акумульованої пружиною енергії.

Ключові слова: стебло, енергоємність перерізування, копер, вантаж, двоплечий важіль, баланс, акумулювальна пружина, сектор, шкала, досліджуваний ніж, затискач стебла.

У розробленні машин для скошування і подрібнення стебел рослин найголовнішою вихідною величиною, яка використовується для визначення енергоємності машини та розрахунку міцності її деталей і вузлів, є енергоємність перерізування стебла рослини.

Тому робота зі створення таких машин розпочинається з визначення енергоємностей перерізування стебел рослин, які передбачається скошувати чи подрібнювати майбутньою машиною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Визначення енергоємності перерізування стебел рослин проводиться в лабораторних умовах на експериментальних установках.

Аналітичний огляд наявних експериментальних установок для визначення енергоємності перерізування стебел рослин показав, що переважна більшість науковців такі дослідження проводили на експериментальних установках маятникового типу [1, 3], які названі маятниковими копрами.

Маятниковий копер являє собою раму, яка складається з горизонтальної плити, закріпленої болтами до фундаменту. На ній нерухомо

встановлено 2 вертикальні трубчасті колони, що мають максимальну висоту 3,9 м, на їхніх верхніх кінцях на підшипниках встановлено поворотний вал. На одному кінці цього вала встановлено диск зі шкалою, і до колони біля диска закріплено стрілку, а на його другому кінці встановлено динамограф. Між колонами до вала нерухомо прикріплено трубчастий маятник, і на його верхній частині встановлено робочий вантаж, а до нижнього кінця приєднано ніж. На плиті біля траєкторії руху ножа закріплено тримач для затискування зразків стебел. Для підвищення точності визначення траєкторії руху маятника в роботі [5] рекомендується використовувати швидкісну кінокамеру.

Дослідження на цьому копрі виконують так: маятник відхиляють від початкового положення на заданий кут по шкалі диска і в тримачі закріплюється стебло. Потім маятник відпускають і під час його руху перерізується стебло, а він продовжує рухатись і відхиляється в протилежний бік на менший кут, який також фіксується.

Енергоємність перерізування стебла визначається за відомими формулами через кути

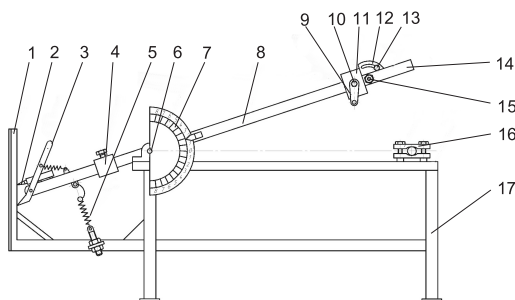


Схема важільного копра для визначення енергоємності перерізування стебел: 1 — упорна дошка; 2 — олівець; 3 — фіксатор двоплечого важеля; 4 — балансір; 5 — акумулювальна пружина; 6 — шарнір; 7 — сектор; 8 — двоплечий важіль; 9 — поводок; 10 — упорний болт; 11 — робочий вантаж; 12 — кронштейн; 13 — упорний болт; 14 — досліджуваній ніж; 15 — притисний болт; 16 — затискач стебел; 17 — рама

відхилення маятника до перерізування стебла і після.

Недоліками такого копра є громіздкість, складність конструкції та дуже велика металомісткість і відповідно вартість виготовлення, а також велика трудомісткість і незручність проведення досліджень. Тому маятниковий копер може бути створений і використовуватись лише за достатнього фінансування наукових досліджень.

Автори роботи [4] розробили менш громіздку установку для дослідження енергоємності перерізування стебел, в якій процес різання стебел здійснюється переміщенням не ножа, а стебла. Для цього стебло встановлюється в притисний пристрій, який через пружні пластини з наклеєними тензодатчиками, що сполучені з осцилографом, з'єднаний з рамкою, котра за допомогою гвинтового механізму з електроприводом може переміщуватись по напрямних вгору–вниз по вертикалі. А ніж, установлений в горизонтальних напрямних, закріплених на плиті, може переміщуватись лише по горизонталі за допомогою черв'ячної передачі з ручним приводом.

Дослідження енергоємності перерізування стебла способом рубки здійснюється так: гвинтовим механізмом тримач піднімається у верхнє положення, і в ньому закріплюється необхідний зразок стебла. Потім вмикаються електродвигун гвинтового механізму та осцилограф. При цьому зразок стебла переміщується на ніж і перерізується, а енергоємність різання фіксується осцилографом. Якщо ж необхідно ви-

значити енергоємність різання з ковзанням, то в момент перерізування стебла ніж за допомогою ручного приводу переміщується по горизонталі.

Недоліком цієї установки є складність конструкції, значні трудовитрати на дослідження з урахуванням опрацювання осцилограм, неможливість визначення кількісного впливу ковзання (швидкості переміщення ножа) на енергоємність перерізування стебла, оскільки переміщення ножа здійснюється вручну.

Тобто проблема визначення енергоємності перерізування стебел рослин ще потребує розв'язання.

Мета досліджень — пошук функціональної схеми і створення зручного в користуванні, простого за конструкцією, недорогого та з підвищеною точністю досліджень копра для визначення енергоємності перерізування стебел.

Результати досліджень. У результаті аналітичного пошуку автору статті вдалося створити оригінальний важільний копер, захищений патентом України [8].

Цей копер складається з рами 17 (рисунок), звареної зі сталевих труб, на якій на шарнірі 6, встановленому на шарикопідшипниках, закріплено головний робочий орган копра — двоплечий важіль 8, одне плече котрого — робоче, а друге — зрівноважувальне.

Біля периферійного кінця робочого плеча у важелі 8 просвердлено отвір, через який проходить притисний болт 15 для закріплення досліджуваного ножа 14, а також приварений кронштейн 12 з дугоподібним отвором, в котрий вставлено упорний болт 13. Таке прикріплення ножа 14 до важеля 8 забезпечує, крім надійної фіксації заданого розміщення ножа, регулювання кутів між різальною кромкою ножа 14 і радіусом його обертання, що проходить через її середину в межах від 0 до 45°.

Таке з'єднання ножа 14 з важелем 8 розширює функціональні можливості важільного копра, оскільки за радіального розміщення різальної кромки ножа 14 буде досліджуватись процес чистого рубання стебла (без ковзання), а при значеннях кута між різальною кромкою ножа і радіусом обертання ножа більше нуля і до 45° буде досліджуватись різання з ковзанням, причому за збільшення цього кута зростає і коефіцієнт ковзання.

Поряд з ножом 14 на важелі 8 закріплюється робочий вантаж 11, тобто у цьому копрі, як і в маятниковому, стебло перерізується за рахунок сили земного тяжіння робочого вантажу.

Вантаж 11 має П-подібний виріз, яким він установлюється на важіль 8 і утримується від переміщення болтом 10, причому вісь болта 10 проходить через центр маси вантажу 11, і на ньому шарнірно встановлено поводок 9 з отвором для приєднання динамометра.

На рамі 17 біля траєкторії переміщення ножа 14 установлено затискач 16 для закріплення стебел рослин, що досліджуються, і їх перерізування ножем 14.

Концентрично до осі 6 повороту важеля 8 до рами 16 закріплено сектор 7 зі шкалою, а до важеля 8 приварено стрілку, покажчик якої розміщений біля шкали.

На зрівноважувальній частині важеля 8 установлено балансир 4 з можливістю переміщення його вздовж цієї частини, яку обладнано стопорним болтом для фіксації в необхідному положенні.

Зрівноважувальне плече важеля 8 обладнано також акумулювальною пружиною 12 з натяжним болтом, причому один кінець пружини приєднаний до рами 17, а другий — до важеля 8.

До рами 17 на кутниках нерухомо закріплено упорну дошку 1, а до периферійного кінця зрівноважувального плеча важеля 8 шарнірно закріплено фіксатор 3 двоплечого важеля 8 із загостреним кінцем, обладнаний пружиною, що постійно притискає загострений кінець фіксатора 3 до дошки 1.

Крім того, поряд з фіксатором 3 до важеля 8 нерухомо закріплено напрямну трубку, в яку встановлено виштовхувальну пружину і загострений олівець 2. На дошці 1 закріплено папір, з яким під дією пружинки в постійному контакті перебуває стрижень олівця 2.

Дослідження на цьому копрі виконуються так. На двоплечий важіль 8 встановлюють досліджуваний ніж під потрібним кутом і болтами 13 та 15 фіксують його положення; переміщенням балансира 4 важіль 8 зрівноважують так, щоб стрілка перебувала на нульовій позначці шкали сектора 7; на важіль 8 встановлюють робочий вантаж 11 заданої маси і фіксують його болтом 10; зміною натягу акумулювальної пружини 5 важіль 8 з вантажем 11 зрівноважують так, щоб стрілка також перебувала на нульовій позначці шкали сектора 7; у затискачі 16 закріплюється стебло товстостебельної рослини (соняшника, кукурудзи та ін.) або пучок тонкостебельних рослин (пшениці, проса, гречки та ін.); на дошку 1 під стрижнем олівця 2 закріплюють папір і через крапку, яку позначає на

папері стрижень олівця 2, проводять горизонтальну лінію; піднімають робоче плече важеля 8 з вантажем 11 на висоту, необхідну для перерізування зразка, орієнтуючись по верхній частині шкали сектора 7, і відпускають; потенційна енергія вантажу 11 перетворюється на кінетичну, і ніж 14 перерізує стебло чи пучок стебел, закріплених у тримачі; надлишкова кінетична енергія, яка залишається після перерізування зразка, акумулюється пружиною 5; після того, як акумулювання пружиною 5 завершується, тобто її розтягування припиняється, вона намагається повернути важіль 8 у рівноважне положення, але фіксатор 3 своїм гострим кінцем упирається в дошку 1, і важіль 8 залишається нерухомим; при цьому олівець 2 виконує контрольну функцію, і якщо його стрижень перебуває на нижньому кінці лінії, яку олівець викреслить на папері, закріпленому на дошці 1 за перерізування зразка, то дослід пройшов повноцінно; відзначають кут θ на нижній частині шкали сектора 7, на який указує стрілка, і важіль 8 переводять у нейтральне положення; зачіплюють динамометр за отвір поводка 5 і, спрямовуючи натяг динамометра перпендикулярно до важеля 8, переміщують його вниз на кут θ та записують кінцеве зусилля F на динамометрі.

За результатами дослідження енергоємність перерізування стебла визначають як різницю між потенційною енергією піднятого вантажу 11 на висоту H_B та енергією, акумульованою пружиною 5 після перерізування стебла, за формулою:

$$E_p = g_0 m_B H_B - \frac{\pi F R_m \theta}{360},$$

де E_p — енергоємність перерізування стебла, Дж; g_0 — прискорення вільного падіння, m/c^2 ; m_B — маса робочого вантажу, кг; H_B — висота підняття центра маси вантажу, м; F — кінцеве зусилля на динамометрі, Н; R_m — радіус докладання зусилля динамометра до важеля 8, м; θ — кут на нижній частині шкали сектора після перерізування стебла, град.

Досліди з визначення енергоємності перерізування різних сільськогосподарських культур на створеному важільному копрі показали, що з огляду на простоту конструкції, відсутність електроприводів та осцилографа, малу металомісткість (маса 61 кг), простоту виготовлення (виготовлений автором статті) і низьку ціну, одноразову підготовку таблиці на весь період досліджень, відповідність між висотою H_B підняття вантажу 11 і кутом повороту важеля 8

угору по верхній частині шкали на секторі 7 та між кінцевим зусиллям F на динамометрі і кутом θ повороту важеля 8 вниз по нижній частинці цієї шкали можна констатувати, що копер зручний у використанні, не потребує великих затрат часу на проведення одного досліджу та одержання результату (не більше 5 хв) і забезпечує високу точність результатів досліджень

(похибка не перевищує $\pm 4\%$). Тому розроблений принципово новий важільний копер, захищений патентом України № 60676, доцільно використовувати дослідниками для визначення енергоємності перерізування стебел усіх сільськогосподарських культур, особливо з урахуванням нинішнього фінансування наукової діяльності.

Висновки

Наведений принципово новий важільний копер може ефективно використовуватися розробниками машин для скошування й подрібнен-

ня стебел різних сільськогосподарських культур під час дослідження енергоємності перерізування їхніх стебел.

Бібліографія

1. Богданов П.П. Скоростное резание стебельных материалов на установках маятникового типа//Механизация и электрификация соц. сел. хоз-ва. — 1972. — № 4. — С. 51–52.

2. Патент 60676 України, МПК А 01 Д 34/835. Копер для визначення енергоємності перерізування стебел рослин/О.Ф.Говоров (Україна). — № u20101449; заявл. 03.12.2010, опубл. 25.06.2011. Бюл. № 12. — 4 с.

3. Резник Н.Е. Теория резания лезвием и осно-

вы расчета режущих аппаратов. — М.: Машиностроение, 1975. — 311 с.

4. Сагач М.Ф., Синяевский В.Н., Дацьшин А.В. Установка для изучения процесса резания стебельных материалов//Механизация сельскохозяйственного производства: науч. тр. УСХА. — К.: УСХА, 1971. — № 43. — С. 196–198.

5. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. Т 3. — М.: Машиностроение, 1964. — 836 с.

Надійшла 22.10.2012.