

УДК 631.352.2

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ РІЗАЛЬНОГО АПАРАТУ КОСАРКИ

Бабій М.В., асп.; Попович П.В., д.т.н., проф.; Бабій А.В., к.т.н., доц.
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

В роботі виконано аналіз залежностей для сегментно-пальцевого різального апарату, що пов'язують силу різання, швидкість відносного руху ножа з його конструктивними параметрами. Запропоновано конструкцію пальців різального апарату, при роботі яких можна зменшити відносну швидкість руху ножа, зберігаючи якість зрізування рослин та забезпечуючи задану продуктивність косарки.

Постановка проблеми. Різальні апарати сільськогосподарських косарок постійно вдосконалюють. Вирішуються різні задачі, що пов'язані з підвищенням їх продуктивності та зниженням енергоспоживання при задовільній якості роботи. Для вирішення поставлених завдань спочатку необхідно провести аналіз роботи існуючих різальних апаратів, де встановити залежності сили різання, швидкості різання та пов'язати їх з конструктивними параметрами самого різального апарату. Наші дослідження спрямовані на різальні апарати підпорного зрізу (сегментно-пальцеві) як найбільш поширені на практиці.

Аналіз досліджень і публікацій. Багато дослідників присвятили свої праці розвитку питань даного спрямування: Алферов С.А., Босой Є.С., Героніmus Я.Л., Горячкін В.П., Желіговський В.А., Карпенко В.Д., Лістопад Г.Є. [1-4] та ін. Автори виділяють основним недоліком таких апаратів – динамічну незрівноваженість, яка зростає при підвищенні відносної швидкості руху ножа. Зменшення цього негативного ефекту часто досягається використанням різного роду додаткових елементів.

Мета досліджень. Запропонувати конструктивне рішення, яке направлене на зменшення відносної швидкості руху ножа різального апарату. При цьому якість зрізування має бути високою, а питомі затрати потужності на привод – зменшуватись.

Результати досліджень. Відомо, що сегментно-пальцевий різальний апарат перерізає стебла, обпираючи їх на дві опори. Сегмент діє на стебло, яке обпирається на протирізальну пластину та перо пальця. Схема такої взаємодії розглянута в роботі [2].

За теоретичним доведенням [2], при перерізанні стебла, яке лежить на двох опорах, можна наближено прийняти згин стебла як згин балки, що вільно лежить на двох опорах, рис. 1.

Тоді опір стеблини при перерізуванні повинен бути меншим деякої величини, тобто

$$R_S < P_{32} + m_c j_c, \quad (1)$$

де P_{32} – сила згину рослини;

m_c – маса стеблини;

j_c – прискорення, що надається стеблині.

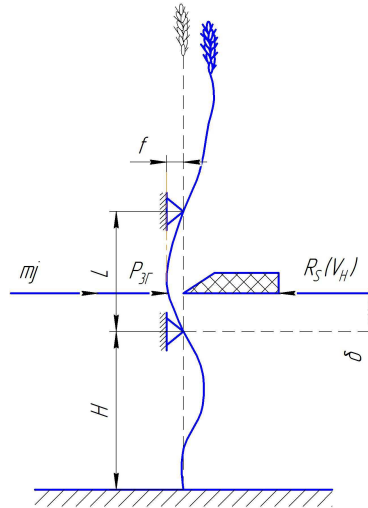


Рис. 1. Схема перерізування стеблини на двох опорах [2]

Сила згину рослини

$$P_{32} = 3fEJ / [l\delta^2(1 - \delta/l)^2], \quad (2)$$

де f – прогин стеблини;

EJ – жорсткість стеблини;

l – зазор між протирізальною пластиною та пером пальця;

δ – зазор між сегментом та протирізальною пластиною.

Якщо підставити значення P_{32} у вираз (1), то отримаємо

$$R_S < 3v_H \Delta t EJ / \left[l\delta^2 \left(1 - \frac{\delta}{l} \right)^2 \right] + m_c v_H / \Delta t, \quad (3)$$

де Δt – час удару різальною кромкою сегмента поки стебло відхилиться на величину f .

Звідки швидкість ножа становитиме

$$v_H > \frac{R_S}{3\Delta t EJ / \left[l\delta^2 \left(1 - \frac{\delta}{l} \right)^2 \right] + m_c / \Delta t}. \quad (4)$$

Якщо проаналізувати даний вираз, то можна констатувати, що на зниження швидкості ножа суттєво впливають зазори δ та l . Причому зменшення зазору l має більш суттєвий вплив на максимальний згин стеблини, який виражається як

$$f_{\max} = \frac{P_{32} \delta l^2 \sqrt{3}}{27 EJ} \left[1 - \left(\frac{\delta}{l} \right)^2 \right]^{3/2}. \quad (5)$$

Оскільки, наведений ефект має вплив на зниження швидкості ножа, що буде сприяти зменшенню інерційних сил всього приводу та зниженню споживання ним потужності, тому для задоволення цієї мети було розроблено спеціальний палець різального апарату [5].

В основу конструкції такого пальця поставлено завдання зменшити конструктивний зазор (зробити його регульованим) між нижньою протирізальною пластиною та пером, які виступають опорами при перерізуванні стебла. Це зробить більш надійним защемлення стеблини в розхилі різальної пари, підвищуючи коефіцієнт тертя між стеблиною, яка перерізається та нижньою протирізальною пластиною і пером. Крім того, вказані вдосконалення дозволять не підвищувати робочу швидкість різання, а отже і заощадять зайве витрачання потужності на привод косарки.

Палець різального апарату (рис. 2) складається з основи 1, яка містить носок 2 та перо 3 і має приєднану нижню протирізальну пластину 4. Причому дві бокові поверхні пера 3 виконані плоскими, де закріплено верхні протирізальні пластини 5 і 6 з видовженими отворами 7 та насіченим торцем 8. Верхні протирізальні пластини 5 і 6 можуть вертикально переміщуватись для встановлення необхідного зазору до нижньої протирізальної пластини 4.

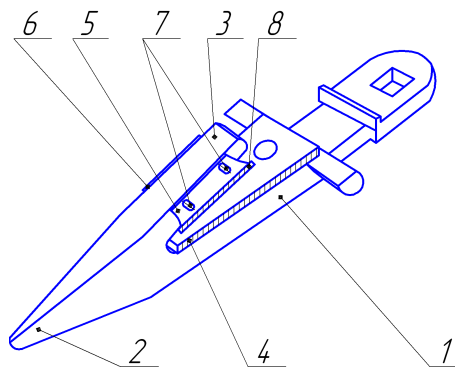


Рис. 2. Палець різального апарату

Тут при перерізуванні стеблини опорними поверхнями виступають нижня протирізальна пластина 4 та верхні протирізальні пластини 5 або 6 в залежності від напрямку руху сегментів ножа косарки. Верхні протирізальні пластини 5, 6, що закріплені на бокових поверхнях пера 3 завдяки видовженим отворами 7 можна відрегулювати на необхідний мінімальний зазор до нижньої протирізальної пластини 4 для вільного проходження сегментів ножа косарки. Зменшення цього зазору має суттєвий вплив на якість різання та зниження технологічної швидкості різання завдяки зменшенню прогину стеблини при дії сегмента ножа. Другим важливим фактором ефективності різання стебел в розхилі різальної пари є коефіцієнт тертя, що породжує силу тертя, яка виникає між верхніми протирізальними пластинами 5 або 6, нижньою протирізальною

пластиною 4, стеблом та сегментом ножа і яка втримує стебло, не даючи йому висковзнути з розхилу цієї різальної пари. Підвищення коефіцієнта тертя пояснюється наявністю насіченого торця 8 на верхніх протирізальних пластинах 5, 6. Всі ці фактори: зменшення зазору (відстані між опорами) та підвищення коефіцієнта тертя допускають можливість виконання процесу якісного зрізування рослин при менших робочих швидкостях руху ножа.

Використовуючи вказану конструкцію пальця, було проведено аналіз впливу зазору l на зміну швидкості руху ножа та максимального згину рослини при перерізуванні. Причому, параметри, які входять у вирази (4) та (5) підібрано таким чином, щоб при існуючому зазорі l досягалася дійсна робоча швидкість ножа, в межах якої проходить процес різання.

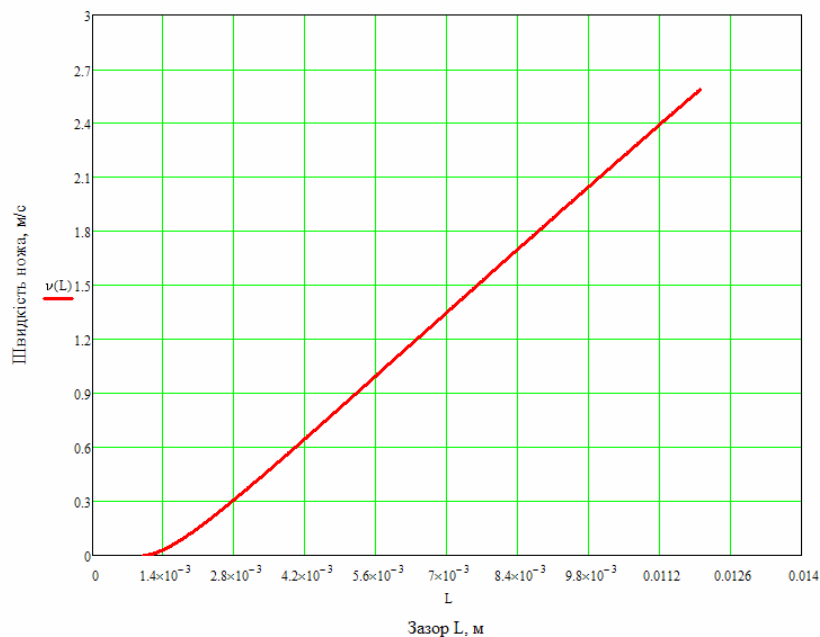


Рис. 3. Графік зміни робочої швидкості ножа від зазору l

Аналогічні дослідження проведено для визначення максимального згину рослини при зрізуванні в розхилі різальної пари, рис. 4.

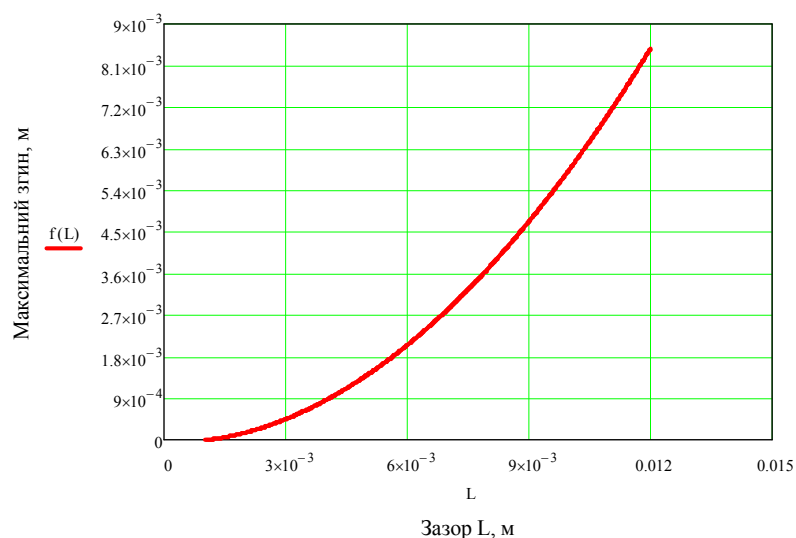


Рис. 4. Графік зміни максимального згину рослини від зазору l

Отже, як видно з графіка, рис. 3, що в межах існуючого зазору l між протиризальною пластиною та пером пальця робоча швидкість змінюється майже прямопропорційно. А це означає, що зменшення, наприклад зазору l навпіл, так само й на половину може зменшитися швидкість руху ножа, а ефект різання залишатиметься на тому самому рівні. Про це також і засвідчує наведений графік зміни максимального згину рослини, рис. 4.

Висновки

На основі розробленого конструктивного рішення досягається можливість зниження відносної швидкості різання при забезпеченні високої якості зрізування рослин. А також отриманий ефект дозволяє знизити енергоспоживання приводом косарки, витримуючи її задану продуктивність.

Список літератури

1. Алферов С. А. Динамика зерноуборочного комбайна / С. А. Алферов. – М.: «Машиностроение», 1973. – 256 с.
2. Босой Е. С. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин / Е. С. Босой, О. В. Верняев, И. И. Смирнов, Е. Г. Султан-Шах. – М.: Машиностроение, 1980. – 565 с.
3. Карпенко В. Д. Скоростная уборка зерновых / В. Д. Карпенко и др. – М.: Россельхозиздат, 1976, – 40 с.
4. Листопад Г. Е. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Г. Е. Листопад, А. Н. Семенов, Т. К. Демидов и др. – М.: Колос, 1976. – 751 с.
5. Бабій А. В. Палець ріжучого апарату / А. В. Бабій, М. В. Бабій Деклараційний патент на корисну модель 92054 А01D 34/02 (2006.01). Заявлено 25.07.2014 u201402297, опубліковано 25.07.2014, бюл. № 14.

Аннотация

Повышение эффективности работы режущего аппарата косилки

Бабий М. В., Попович П. В., Бабий А. В.

В работе выполнен анализ зависимостей для сегментно-пальцевого режущего аппарата, которые связывают силу резания, скорость относительного движения ножа с его конструктивными параметрами. Предложена конструкция пальцев режущего аппарата, при работе которых можно уменьшить относительную скорость движения ножа, сберегая качество срезания растений и обеспечивая заданную производительность косилки

Abstract

Improving the efficiency of work the cutter bar of the mower

M. Babiy, P. Popovich, A. Babiy

In work the analysis of dependencies for segment-finger cutting unit, a binding force of cut, the speed of the relative motion of a knife of its design parameters. The proposed design of the cutter bar fingers, which can reduce the relative velocity of motion of the knife, maintaining the quality of the cut plants and providing the specified performance of the mower