

РІЗАЛЬНИЙ АПАРАТ

Самарін О.Є.

Херсонська державна морська академія

Розроблено конструкцію різального апарату, що складається з приводної коробки, на вихідному валу якої закріплено маточину з діаметрально розташованими осями, на які через отвори шарнірно встановлено ножі з різальними кромками. Ножі виконано у вигляді дисків з різальною кромкою по всьому периметру, які мають розташовані по колу отвори.

При обертанні вихідного валу приводної коробки маточина з діаметрально розташованими осями також обертається. Ножі з різальними кромками повертаються в отворах навколо осей та займають радіальне положення. При зустрічі різальної кромки із стеблами вони перерізаються і подрібнюються. Завдяки дисковій формі ножа та наявності різальної кромки по всьому периметру стебла перерізаються, а не рубуються.

Після затуплення різальної кромки ніж знімається та переставляється на сусідній отвір. Процедура перестановки ножа виконується по черзі через всі отвори, розташовані по колу, до повного затуплення різальної кромки.

Завдяки зміні геометричної форми ножа з прямокутної на дискову та його кріплення до маточини приводної коробки за допомогою групи отворів, розташованих по колу, збільшено довжину різальної кромки та рівномірність її зношення, а також забезпечено зрізання стебел з ковзанням замість рубання. Запропоноване технічне рішення дозволить зменшити енергомісткість процесу зрізання й подрібнення стебел і збільшити строк служби різального апарату.

Ключові слова: *приводна коробка, диск, різальна кромка, група отворів.*

Вступ. Експлуатаційна надійність збиральних сільськогосподарських машин багато у чому залежить від ресурсу їх різальних апаратів, ножі яких зазнають інтенсивного абразивного зношування. При цьому змінюється геометрія та форма різальної частини ножа, що приводить до порушення агротехнічних вимог до якості зрізання стебел, збільшенню втрат від недобору маси, підвищенню енерговитрат при зрізанні стебел [1].

Збільшення періоду ефективної експлуатації різальних елементів має слугувати підвищенню показників надійності збиральної машини.

Аналіз конструкції різального апарату кукурудозбиральних машин КМС-6 та КМС-8. Різальний апарат кукурудозбиральних машин КМС-6 та КМС-8 призначено для зрізання, подрібнення та розкидання по полю стебел кукурудзи [2].

Апарат працює в умовах значних навантажень у безпосередній близькості від поверхні ґрунту, що зумовлює підвищене зношування та пошкодження різальних кромки.

Згідно з технічними умовами висота зрізання стебел становить 10...20 см, а повнота їх подрібнення (кількість часток довжиною до 10 см) не менше 25% [3].

Він складається з приводної коробки, на вихідному валу якої закріплено маточину з діаметрально розташованими осями, на які через отвори шарнірно встановлено ножі з різальними кромками (рис.1). При обертанні вихідного валу ножі під дією відцентрової сили повертаються навколо осей та займають радіальне положення. Ножі з силою вдаряють по стеблах і зрізують їх різальними кромками.

Недоліком вказаного різального апарату є те, що при роботі інтенсивно зношується периферійна, найбільш активна зона ножа, що приводить до втрати різальної здатності і необхідності заміни ножа.

Різальна кромка ножа обмежена частиною довжини, що виходить за межі покриття маточиною. Значне навантаження на відносно невелику різальну кромку приводить до швидкого затуплення ножа, погіршення якості зрізання та подрібнення стебел, а також до підвищення енерговитрат різального апарату.

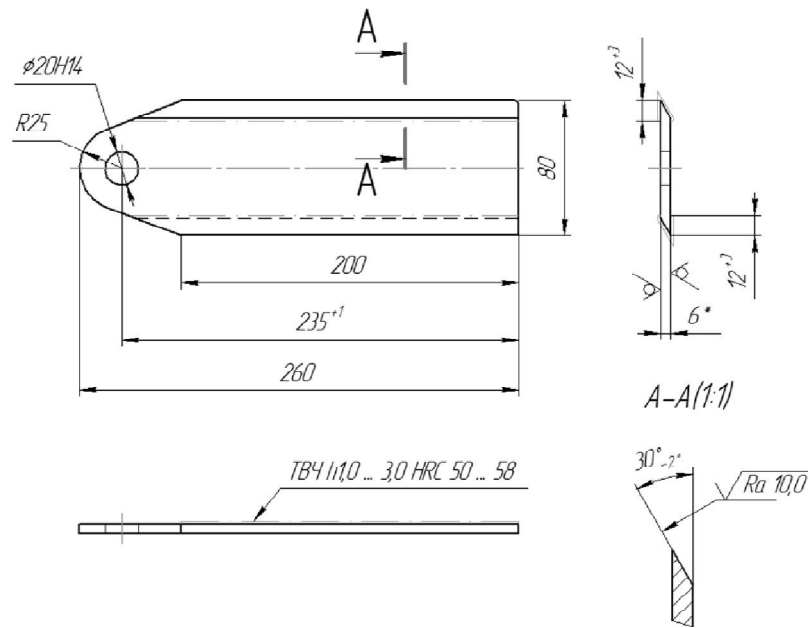


Рисунок 1 – Ніж різального кукурудзозбиральних машин КМС-6 та КМС-8 [2]

Ніж, який має прямокутну форму, працює за принципом рубаної дії, що підвищує енергоємність процесу зрізання стебел. Крім того, його різальна кромка швидко затуплюється, а периферійна частина зношується [4, 5].

Такий апарат відноситься до площиннообертальних апаратів нормального різання [6]. Його ножі можуть тільки рубати без ковзання, причому нормальний тиск P_n ножа при цьому буде найбільш високим.

У цілому ж ряді випадків різання з високим значенням нормального тиску P_n небажано, а в деяких випадках неприпустимо. Майже всі такі випадки відносяться до процесів різання пружнов'язких матеріалів, найчастіше рослинного або тваринного походження, високий тиск на тканину яких викликає її деформацію, неприпустиму за умовами технологічного процесу. Як приклад, можна привести різання і, особливо, подрібнення сільськогосподарських культур, де високий тиск гранями леза в місці зрізу викликає стискання стебел, рваний зріз з небажаним виділенням внутрішньоклітинних соків.

Різання з ковзанням у прямолінійного ножа можливе за наявності кута τ (рис. 2), що досягається зміщенням ножа у площині диску на деяку величину l щодо радіальної лінії OB . Це можливо лише при жорсткому кріпленні ножа до диска. Шарнірне кріплення не дозволяє цього зробити, так як при роботі ніж розвернеться під дією відцентрової сили.

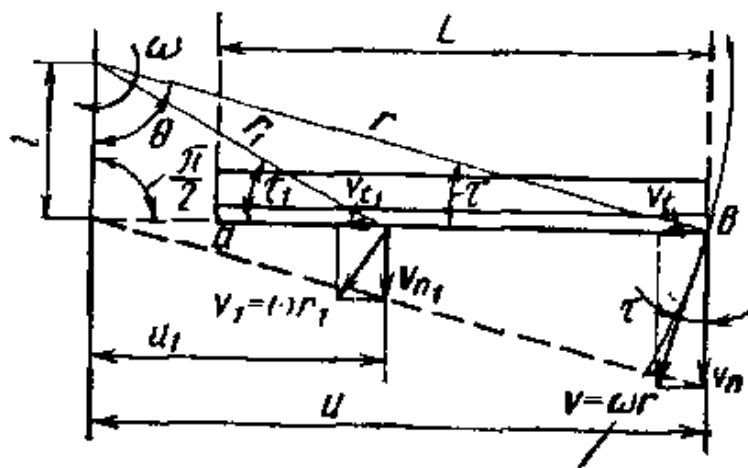


Рисунок 2 – Площиннообертальний різальний апарат із прямолінійним лезом [6]

При такому розташуванні ножа лінійна швидкість буде дорівнювати:

$$v = r\omega$$

де r – радіус обертання ножа; ω – кутова швидкість ножа.

Лінійна швидкість v у будь-якому місці ножа може бути розкладена на нормальну v_n та тангенціальну v_t :

$$v_n = r\omega \cos t = \omega u; \quad v_t = r\omega \sin t = \omega l.$$

Складова v_n змінюється за законом прямої, а v_t зберігає постійну величину для всіх точок леза, так як:

$$l = r \sin t = \text{const.}$$

Залежність коефіцієнта ковзання ножа у функції u представляє собою рівносторонню гіперболу:

$$\epsilon = \frac{v_t}{v_n} = \frac{1}{u}.$$

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Як видно з проведеного аналізу, ніж має тільки дві різальні кромки, що становлять всього 63 % від загальної довжини всіх кромки ножа, що зменшує строк його використання в різальному апараті.

Крім того, ніж вказаної форми зношується нерівномірно. Найбільш інтенсивно зношується периферійна частина, що приводить до підвищення енергомосткості процесу зрізання стебел.

Мета та задачі проведення досліджень. Розробити такий різальний апарат, у якому за рахунок зміни геометричної форми та кріплення збільшено довжину різальної кромки ножа до 100%, підвищено рівномірність її зношення, а також забезпечено зрізання стебел замість рубання.

Для досягнення поставленої мети необхідно проаналізувати розкладання сил на ножах різної конструкції та знайти необхідну форму ножа.

Рішення поставленої задачі. Запропонований різальний апарат складається з приводної коробки 1, на вихідному валу 2 якої закріплено маточину 3 з діаметрально розташованими осями 4, на які через отвори 5 шарнірно встановлено ножі 6 з різальними кромками 7. Ножі 6 виконано у вигляді дисків з різальною кромкою 7 по всьому периметру, які мають розташовані по колу 8 отвори 5 (рис. 3).

Різально-подрібнювальний апарат працює наступним чином.

При обертанні вихідного валу 2 приводної коробки 1 маточина 3 з діаметрально розташованими осями 4 також обертається. Ножі 6 з різальними кромками 7 повертаються в отворах 5 навколо осей 4 та займають радіальне положення. При зустрічі різальної кромки 7 із стеблами вони перерізаються та подрібнюються. Завдяки дисковій формі ножа 6 і наявності різальної кромки 7 по всьому периметру стебла перерізаються, а не рубаються.

Після затуплення різальної кромки 7 ніж 6 знімається та переставляється на сусідній отвір 5. Процедура перестановки ножа 6 виконується по черзі через всі отвори 5, розташовані по колу 8, до повного затуплення різальної кромки 7.

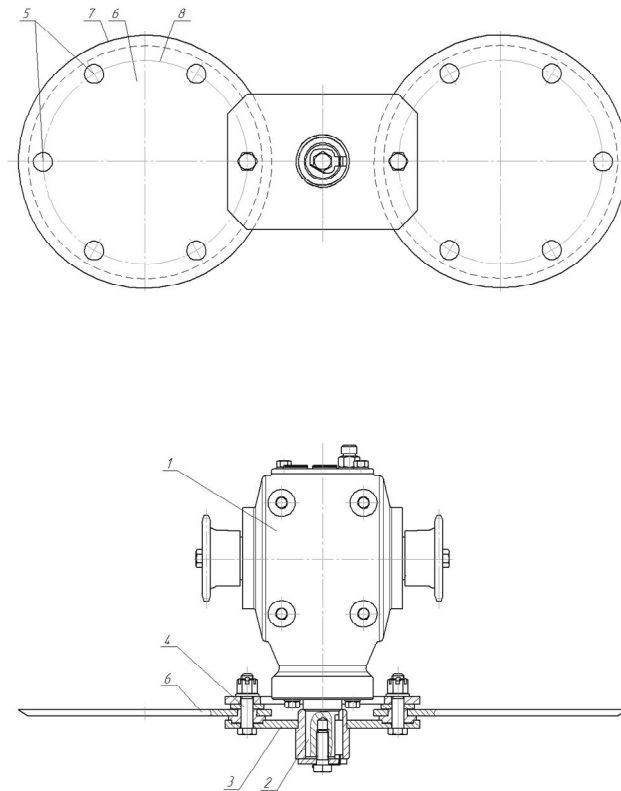


Рисунок 3 – Різальний апарат: 1 – коробка; 2 – вихідний вал; 3 – маточина; 4 – вісь; 5 – отвір; 6 – ніж; 7 – різальна кромка; 8 – коло

Виконання ножів у вигляді дисків з різальною кромкою по периметру дозволить замінити рубання стебел різанням з ковзанням, що зменшить енергомісткість процесу зрізання та подрібнення.

Дискова форма ножа з різальною кромкою по периметру збільшує активну зону ножа, що збільшує зону різання та строк використання ножа.

Дискова форма ножа збільшує масу ножа, що підвищує ефективність зрізання стебел. Заміна прямокутного профілю ножів на дисковий усуває наявність прямокутних кутів на периферії ножа, що зменшує їх зношення та збільшує строк служби.

Наявність в ножах розташованих по колу отворів дозволить переставляти їх з одного отвору на інший і, таким чином, повертати ніж навколо своєї осі, що забезпечує заміну зношеної різальної кромки на нову і відновлення різальної здатності ножів, а також рівномірне зношення ножів у продовж всього строку служби.

Таким чином, зменшується енергомісткість процесу зрізання та подрібнення стебел та збільшується строк служби різального апарату.

Загальна довжина серійного ножа становить 260 мм. При цьому довжина різальної кромки становить всього 200 мм (рис. 1). Конструкція ножа дозволяє його переставляти на іншу сторону. Тому максимальна загальна довжина різальної кромки складе 400 мм.

Запропонований ніж має дискову форму, периферійна частина якого заточена та виконує роль різальної кромки. Загальна довжина різальної кромки дорівнює периметру кола діаметром 260 мм, тобто становить 816,4 мм. Як видно з наведених цифрових значень, у випадку, коли діаметр запропонованого ножа дорівнює довжині серійного ножа, його різальна кромка більш ніж у два рази більше від різальної кромки серійного ножа.

Нормальному тиску P_n ножа відповідає сила тертя fP_n (рис. 4) [6].

Рівнодіюча цих сил дорівнює $\frac{P_n}{\cos\varphi}$. Якщо r - радіус-вектор, l - плече сили $\frac{P_n}{\cos\varphi}$, то її момент дорівнює:

$$M = \frac{P_n}{\cos\varphi} \times l = \frac{P_n}{\cos\varphi} r \cos(\tau - \varphi)$$

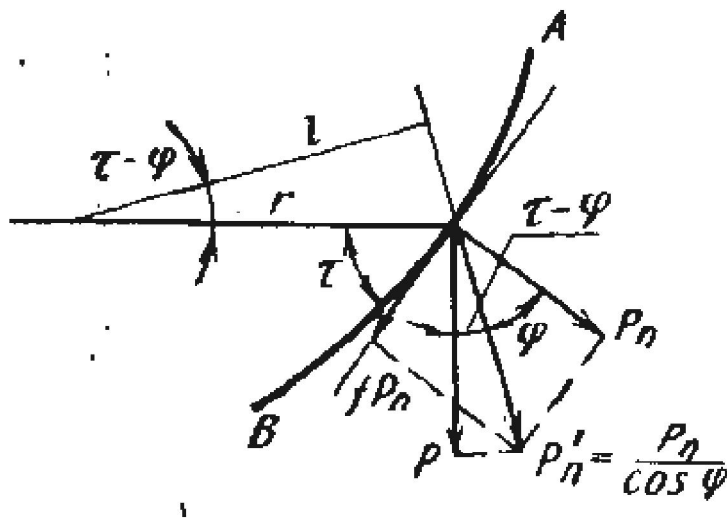


Рисунок 4 – Векторна схема сил, що діють при зрізанні стебел

Висновки та рекомендації. Запропоноване технічне рішення дозволить зменшити енергомісткість процесу зрізання та подрібнення стебел і збільшити строк служби різального апарату. Різальний апарат може бути застосована у кукурудозбиральних машинах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Крупин А. Е. Повышение износостойкости режущих элементов сельскохозяйственных уборочных машин. Вестник НГИЭИ. Выпуск 10, 2012г.
2. Кукурузоуборочные машины КМС. Руководство по эксплуатации. КМС РЭ. – Херсон.: ООО НПП «Херсонский машиностроительный завод», 2013.–80с.
3. Кукурудозбиральні машини КМС. Технічні умови. ТУ У 29.3 – 05780362-039-2003 ВАТ «Херсонські комбайни», Херсон 2003,-39 с.
4. Протокол испытания ножей на износ. Лаборатория испытаний ГСКБ ООО НПП «Херсонский машиностроительный завод». 2012 – 1с.
5. Протокол испытания ножей КПр 00.00.01 на износ. Лаборатория испытаний ГСКБ ООО НПП «Херсонский машиностроительный завод». 2013 – 1с.
6. Резник Н.Е. Теория резания лезвием и основы расчёта режущих аппаратов. М., «Машиностроение», 1975. – 311 с.

REFERENCES

1. Krupin A. E. Povyshenie iznosostoykosti rezhuthikh ehlementov seljskokhozyayjstvennikh uborochnnikh mashin. Vestnik NGIEhI. Vihpusk 10, 2012g.
2. Kukuruzouborochnihe mashinik KMS. Rukovodstvo po ehkspluatacii. KMS REh. – Kherson.: ООО NPP «Khersonskiy mashinostroiteljniy zavod», 2013.–80s.
3. Kukurudzobiraljni mashini KMS. Tekhnichni umovi. TU U 29.3 – 05780362-039-2003 VAT «Khersonsjki kombayjni», Kherson 2003,-39 s.
4. Protokol ispihtaniya nozheyj na iznos. Laboratoriya ispihtaniyj GSKB ООО NPP «Khersonskiy mashinostroiteljniy zavod». 2012 – 1s.
5. Protokol ispihtaniya nozheyj KPR 00.00.01 na iznos. Laboratoriya ispihtaniyj GSKB ООО NPP «Khersonskiy mashinostroiteljniy zavod». 2013 – 1s.
6. Reznik N.E. Teoriya rezaniya lezviem i osnovih raschyota rezhuthikh apparatov. M.,

Самарин А.Е. РЕЖУЩИЙ АППАРАТ

Разработана конструкция режущего аппарата, состоящего из приводной коробки, на выходном валу которой закреплена ступица с диаметрально расположенными осями, на которые через отверстия шарнирно установлены ножи с режущими кромками. Ножи выполнены в виде дисков с режущей кромкой по всему периметру и имеют расположенные по окружности отверстия.

При вращении выходного вала приводной коробки ступица с диаметрально расположенными осями вращается. Ножи с режущими кромками возвращаются в отверстиях вокруг осей и занимают радиальное положение. При встрече режущей кромки со стеблями они перерезаются и измельчаются. Благодаря дисковой форме ножа и наличию режущей кромки по всему периметру стебли перерезаются, а не рубятся.

После затупления режущей кромки нож снимается и переставляется на соседнее отверстие. Процедура перестановки ножа выполняется поочередно через все отверстия, расположенные по кругу, до полного затупления режущей кромки.

Благодаря изменению геометрической формы ножа с прямоугольной на дисковую и его креплению к ступице приводной коробки с помощью группы отверстий, расположенных по кругу, увеличена длина режущей кромки равномерность ее износа, а также обеспечено срезки стеблей со скольжением вместо рубки.

Предложенное техническое решение позволит уменьшить энергоемкость процесса срезания и измельчения стеблей и увеличить срок службы режущего аппарата.

Ключевые слова: *приводная коробка, диск, режущая кромка, группа отверстий.*

Samarin O.E. CUTTING

The design of the cutting device, consisting of a drive box, on the output shaft of the hub which is fixed diametrically spaced axles that are articulated through holes set of knives cutting edges. Knives designed as a disc with cutting edge around the perimeter, which are arranged in a circle hole.

When rotating the output shaft of a drive boxes hub located diametrically axes also rotates. Knives with cutting edge back into the holes around radial axes and occupy the position. At a meeting of the cutting edge with stems pererizayutsya and they are crushed. Thanks disk shape knife and availability of cutting edge around the perimeter of the stem pererizayutsya, not chopped.

After blunting the cutting edge of the knife is removed and rearranged on the next hole. The procedure is performed permutations knife by one through all the holes located on a circle, until the blunt cutting edge.

By changing the geometry of the blade rectangular on the disk and its attachment to the hub via a drive boxes of openings arranged in a circle, increased the length of the cutting edge and the evenness of wear, and provided with sliding cutting the stems instead of cutting.

The proposed technical solution will reduce the energy intensity of the process of cutting and shredding stalks and increase the service life of the cutting apparatus.

Keywords: *drive gearbox, drive, cutting edge, a group of holes.*

© Самарин О. Е.

Статтю прийнято
до редакції 28.08.15