

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОГО ПРИВОДНОГО МЕХАНІЗМУ КОСАРКИ

Бабій А.В., к.т.н., доц.; Рибак Т.І., д.т.н., проф.; Бабій М.В., здобувач
(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

В роботі проведено порівняльний аналіз енергозатрат на привод для основних типів різальних апаратів сучасних косарок. Запропоновано нове конструктивне рішення енергозберігаючого приводного механізму косарки.

Постановка проблеми. Продовольча криза «захопила» багато країн світу. Її проблиски зачіпають і Україну. Багато громадян нашої держави знаходяться за межею бідності, їм бракує доступних продуктів харчування. Одним з ефективних шляхів вирішення цієї проблеми є розвиток галузі тваринництва. Тут збільшення виробництва продукції, підвищення її якості і ефективності залежить від кормової бази, науково обґрунтованої системи годівлі тварин і т.д. Кормова база зв'язує в єдиний тандем тваринницьку і рослинницьку галузі. Тому кормовиробництво є однією з найважливіших галузей агропромислового комплексу України, темпи і науково-технічний рівень розвитку якого багато в чому визначають вирішення продовольчої проблеми країни.

Аналізуючи основні причини зниження рівня розвитку виробництва кормів для тваринництва, є велика нестача кормозбиральних машин в господарствах або ж їх незадовільний технічний стан. Відсутність необхідної техніки не дозволяє здійснювати заготівлю кормів в стислі агротехнічні терміни за прогресивними технологіями.

Основою для заготівлі різних видів кормів служать природні і сіяні трави. Їх збирання здійснюється за допомогою різних технологій, але майже в усіх випадках є операція скошування рослинної маси. При цьому основний вид кормозбиральної техніки – косарки, без яких не може бути реалізована жодна технологія заготівлі кормів. Тому такі машини повинні бути високоефективними при виконанні технологічного процесу скошування, надійними в роботі та енергоощадними щодо їх приводу. Саме «енергоощадність» при проектуванні сучасних сільськогосподарських машин чи вдосконаленні вже існуючих виходить на перший план при реалізації стратегії розвитку сільськогосподарського машинобудування.

Аналіз досліджень і публікацій. Дослідженням конструкцій різальних апаратів, а також питанням теорії різання присвячені праці багатьох відомих вчених, зокрема: Босого Е.С., Василенка П.М., Горячкіна В.П., Желіговського В.А., Карпенка А.М., Кушнарєва А.С., Резніка Н.Е. [1-3] та ін.

Виходячи з енергетичних затрат скошування сільськогосподарських культур (трави), дослідники цього питання йдуть двома шляхами –

оптимізацією безпосередньо різального апарату (процесу різання) і вдосконаленням приводного механізму різального апарату.

Мета досліджень. Метою роботи є проведення аналізу енергоспоживання при процесі скошування існуючими типами різальних апаратів сучасних косарок та запропонувати нові конструктивні рішення для зменшення енергоємності названого процесу.

Результати досліджень. Зрозумілим є те, що ефективне використання кормозбиральної техніки дозволяє продовжити термін її служби, зекономити матеріальні ресурси, знизити собівартість продуктів тваринництва. Розглядаючи машини для скошування рослинної маси, які за призначенням можна розділити на три групи: косарки, косарки-плющилки, косарки-подрібнювачі. Нас в більшій мірі будуть цікавити різальні апарати косарок.

Відомо, що різальні апарати повинні виконувати чистий зріз рослин, без зминання, розривів, затягування і висковзування їх з під ножів [4]. У основу роботи різальних апаратів покладено два принципи зрізу: безпідпірний і підпірний.

За принципом безпідпідного зрізу працюють ротаційні різальні апарати, робочі елементи яких (ножі) здійснюють обертальний рух. Принцип підпідного зрізу використовується в роботі сегментно-пальцевих і безпальцевих (двоножових) різальних апаратів.

Тут постає питання, який же різальний апарат матиме найменші питомі енергозатрати на одиницю площі скошеної маси. Розглянемо декілька конструкцій косарок, які є в пропозиції на сучасному ринку сільськогосподарських машин.

Косарка роторна КРР-2,4М російського виробництва «МПК Аграмак», рис.1.



Рисунок 1 – Косарка роторна КРР-2,4М, «МПК Аграмак»

Ротаційні різальні апарати, обертаючись із швидкістю 3500 об/хв., забезпечують швидкість зрізу до 90 м/с, що дозволяє легко і чисто скошувати трави будь-якої врожайності без порушення кореневої системи.

Розглядаючи технічні характеристики косарки, встановлено, що ширина захоплення становить 2,4 м, максимальна продуктивність – 2,5 га/год при мінімальній споживаній потужності косарки 26 кВт, тобто необхідна питома потужність на один га становить 10,4 кВт.

Подивимось тепер на енергетичні показники косарок провідної європейської фірми Krone.

Технічні характеристики задньонавісних дискових косарок EasyCut німецької фірми Krone, рис. 2.



Рисунок 2 – Косарка дискова EasyCut 280 фірми Krone

Таблиця 1 – Порівняльна таблиця енергоспоживання косарками Krone

Показники	Марка косарки		
	EasyCut 280	EasyCut 320	EasyCut 360
Ширина захоплення, м	2,71	3,14	3,57
Максимальна продуктивність, га/год	3,5	4,0	4,5
Мінімальна споживана потужність, кВт	40	50	55
Питомі затрати потужності на 1 га скошеної маси	11,4	12,5	12,2

Отже, визначаючи питомі затрати потужності на скошування 1 га сіяних чи природних трав косарками з ротаційним різальним апаратом, встановлено, що цей показник становить приблизно 12 кВт.

Тепер аналогічно визначимо питому потужність умовної косарки із сегментно-пальцевим різальним апаратом.

Косарка КСФ-2.1 російського виробництва компанії «Любсельмаш» (рис. 3, а) є сегментно-пальцевою навісною і призначена для скошування на рівнинних ділянках сіяних і природних трав з укладанням скошеної маси у валок. Її ширина захоплення становить 2,1 м, максимальна продуктивність – 2,3 га/год, споживана потужність при цьому сягає до 7,5 кВт, тобто приблизно 3,3 кВт на один га.

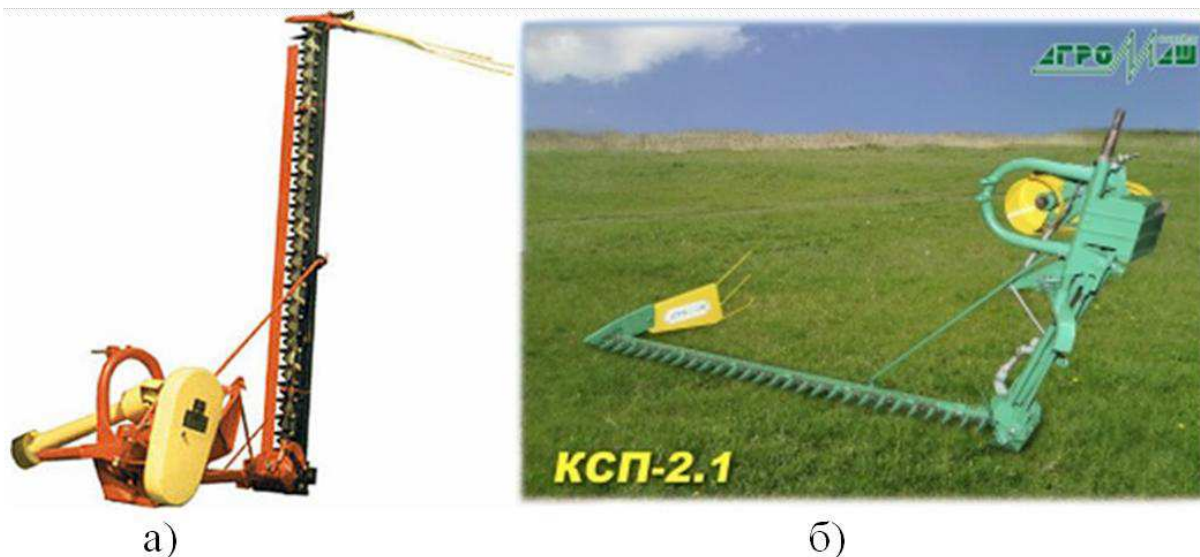


Рисунок 3 – Косарки з сегментно-пальцевими різальними апаратами

Аналогічні показники спостерігаються і для косарок КС-Ф-2,1Б-4 та КСП-2,1 (рис. 3, б) білоруського виробництва («Бобруйскагромаш»). Це порівняння можна досить довго продовжувати, але питомі затрати потужності на скошування 1 га лежать приблизно в таких же межах.

Звідси випливає, що для скошування 1 га трав за одну годину умовна питома потужність косарки із сегментно-пальцевим різальним апаратом повинна становити приблизно 3,3 кВт. Отриманий показник є в 3,6 рази меншим у порівнянні з косарками з ротаційними різальними апаратами. Від того можна зробити висновок, що за інших рівних умов косарки з сегментно-пальцевим різальним апаратом за енергоощадністю приводу робочого органу значно переважають косарки з ротаційними різальними апаратами.

Після цього етапу дослідження спрямуємо свою увагу на вдосконалення приводів косарок з сегментно-пальцевими різальними апаратами.

Одним з істотних недоліків сегментно-пальцевих різальних апаратів по відношенню до ротаційних є динамічна незрівноваженість різального апарату і механізму приводу.

Відомо, що в конструкції приводного механізму сегментно-пальцевої косарки є наявність великих інерційних знакозмінних сил при зворотно-поступальному русі планки коси з сегментами, що передаються через з'єднувальний шарнір до шатуна. Максимальні навантаження спостерігаються в двох крайніх положеннях, коли планку коси з сегментами необхідно виводити з «мертвих» точок, змінюючи її напрямок руху. Це призводить до зайвих витрат потужності на привод різального апарату, а для з'єднувального шарніра – це підвищене зношування і як наслідок малий ресурс роботи та невисока надійність, рис. 4.



Рисунок 4 – Елемент з'єднувального шарніра косарки

Пропонована розроблена модель приводного механізму косарки зменшить інерційні знакозмінні сили в з'єднувальному шарнірі при зворотно-поступальному русі планки коси з сегментами і тим самим мінімізує затрати потужності на привод різального апарату в цілому, а також це дозволить підвищити надійність та ресурс роботи самого з'єднувального шарніра

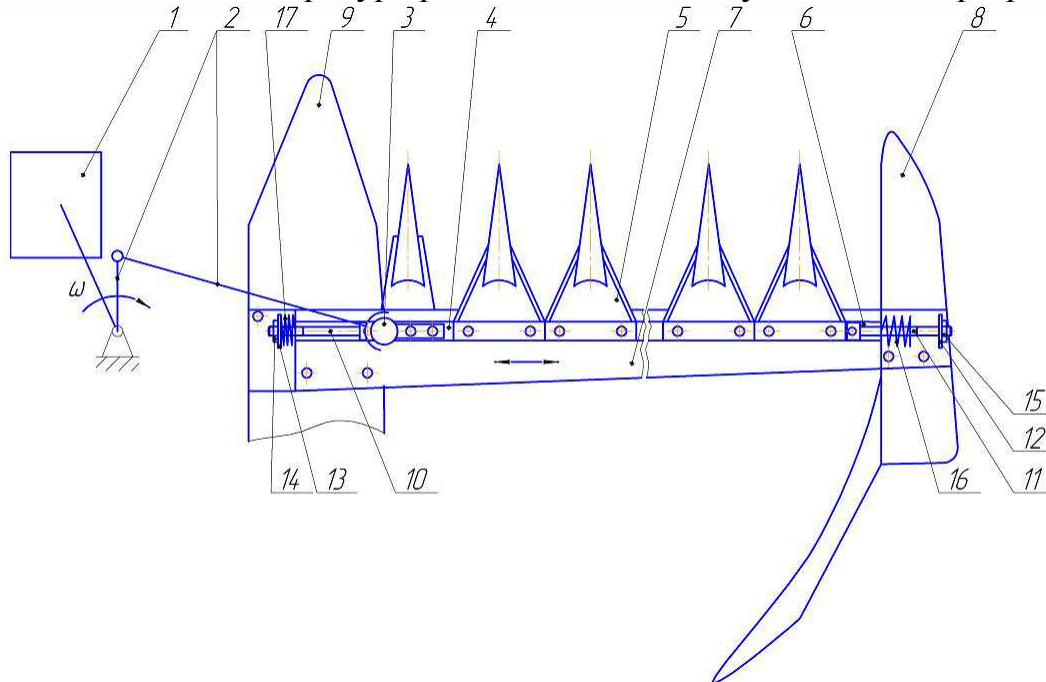


Рисунок 5 – Енергозберігаючий приводний механізм косарки

Даний приводний механізм косарки працює таким чином [5]. Крутний момент приводом 1 від вала відбору потужності трактора передається до кривошипно-шатунного механізму 2, що перетворює обертовий рух у зворотно-поступальний, і через з'єднувальний шарнір 3 змушує планку коси 4 з сегментами 5 рухатися так само зворотно-поступальним рухом в пазах 6 пальцевого бруса 7. Оскільки планка коси 4 з сегментами 5 має певну масу, то при наданні цій масі швидкості виникає кінетична енергія, яка спрямована за напрямком даної швидкості, а в момент різкої зміни напрямку руху породжує інерційну силу, що має напрямок протилежний до напрямку швидкості. Це означає, що планка коси 4 з сегментами 5 набуває максимальної інерційної сили в момент її переходу через крайні «мертві» точки, коли напрямок ходу

планки коси 4 змінюється на протилежний. І в той момент спостерігається максимальне навантаження на з'єднувальний шарнір 3, що надає зворотно-поступального руху планці коси 4 з сегментами 5. Причому, дане навантаження є також знакозмінним, оскільки планка коси 4 за один оберт кривошипно-шатунного механізму 2 перебуває в двох «мертвих» точках – в лівому і правому крайніх положеннях, з яких її потрібно виводити. В більш ширшому значенні – це зайве витрачання потужності приводу косарки на подолання виникаючих сил інерції, причому, дана складова в сумарній потужності, що затрачається на привод є найбільшою [4]. Тому, приєднавши до країв планки коси 4 штоки 10, 11, що мають накручені на своїх різьбових частинах шайби 12, 13 із фіксуючими гайками 14, 15, проходить взаємодія шайбів 12, 13 з пружними елементами 16, 17, які сприймають кінетичну енергію рухомої маси, перетворюючи її в потенціальну енергію деформації пружного елемента 16 при русі планки коси 4 з сегментами 5 в крайнє ліве положення і потенціальну енергію деформації пружного елемента 17 при русі в крайнє праве положення. Накопичення енергії проходить до моменту зміни напрямку руху планки коси 4. Коли остання проходить через «мертву» точку, то напрямок руху планки коси 4 і потенціальної енергії деформації співпадають і тут відбувається, так звана, «віддача» цієї енергії назад в систему. Тобто йде зворотне перетворення – потенціальної енергії в кінетичну. І так при кожному напівоберті кривошипно-шатунного механізму 2. В цілому, пружні елементи 16, 17 при взаємодії з шайбами 12, 13 в кінці ходу планки коси 4 виконують роль пружних гальм, які поглинають кінетичну енергію рухомої маси, «заряджаються» і «віддають» накопичену енергію, коли планка коси 4 змінює напрямок свого руху. Відстань від шайбів 12, 13 до пружних елементів 16, 17 регулюється накручуванням шайбів 12, 13 по різьбових частинах штоків 10, 11 та фіксується відповідно гайками 14, 15. Зміна вказаної відстані та вибір жорсткості пружних елементів 16, 17 виступають як регульовані параметри для утворення коливного контуру при роботі машини на різних типах скошуваної маси.

Висновки

Після виконання аналізу енергоспоживання сучасними типами косарок впливає, що для скошування 1 га трав за одну годину умовна питома потужність косарки із сегментно-пальцевим різальним апаратом повинна становити приблизно 3,3 кВт. Отриманий показник є в 3,6 рази меншим у порівнянні до косарок з ротаційними різальними апаратами. Від того можна зробити висновок, що за інших рівних умов косарки з сегментно-пальцевим різальним апаратом за енергоощадністю приводу робочого органу значно переважають косарки з ротаційними різальними апаратами.

Також запропонована нова конструкція енергозберігаючого приводного механізму косарки дозволить зменшити інерційні знакозмінні сили в з'єднувальному шарнірі при зворотно-поступальному русі планки коси з сегментами і тим самим зменшити затрати потужності на привод різального апарату в цілому, а також це забезпечить підвищення надійності та ресурсу роботи самого з'єднувального шарніра.

Список літератури

1. Босой Е.С. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин / Босой Е.С., Верняев О.В., Смирнов И.И, Султан-Шах Е.Г. – М: Машиностроение, 1980. – 565 с.
2. Карпенко А.Н. Сельскохозяйственные машины / Карпенко А.Н., Халанский В.М. – М.: Агропромиздат, 1989. – 527 с.
3. Резник Н.Е. Теория резания лезвием и основы расчета режущих аппаратов / Резник Н.Е. – М.: Машиностроение, 1975. – 311 с.
4. Листопад Г.Е. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Листопад Г.Е., Семенов А.Н., Демидов Т.К. – М.: Колос, 1976. – 751 с.
5. Пат. 61217 Україна, МПК (2011.01) A01D 34/00. Приводний механізм косарки сегментно-пальцевої / Бабій А.В. (UA) / – № U201015889; заявл. 29.12.2010; опубл. 11.07.2011, Бюл. № 13.

Аннотация

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО ПРИВОДНОГО МЕХАНИЗМА КОСИЛКИ

Бабий А.В., Рыбак Т.И., Бабий М.В.

В работе проведен сравнительный анализ энергозатрат на привод для основных типов режущих аппаратов современных косилок. Предложено новое конструктивное решение энергосберегающего приводного механизма косилки.

Abstract

JUSTIFICATION OF DESIGN FEATURES OF THE DRIVEN MACHINE OF THE MOWER

A. Babiy, T. Rybak, M. Babiy

In operation the comparative assaying of energy which is used by drive gears of mowers is carried out. Comparison is executed for the basic types of cutting devices of modern mowers. The new constructive decision of a driven machine of a mower is offered.