

УДК 631.352

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ НОЖІВ РОТАЦІЙНИХ РІЗАЛЬНИХ АПАРАТІВ СІНОКОСАРОК ТА КОСАРОК-ПОДРІБНЮВАЧІВ

О. Ф. Говоров, канд. техн. наук, ННЦ «ІМЕСГ»

Наведено аналіз результатів робіт, спрямованих на збільшення строків використання шарнірно закріплених ножів ротаційних різальних апаратів шляхом зменшення сили їх співударяння, з предметами високої твердості, якими засмічені поля, а також розробки ефективної триступінчастої осі для з'єднання ножа з тримачем такого різального апарата.

Ключові слова: косарка, ротаційний різальний апарат, ніж, сила співударяння, кінетична енергія, триступінчаста вісь.

Проблема. Німецька асоціація фермерів проводила опитування майже тисячі своїх членів щодо оцінки якості різальних апаратів сінокосарок та косарок-подрібнювачів. При цьому, як позитивні фактори враховувались відсутність їх забивання в процесі роботи, мінімальні затрати праці і коштів на технічне обслуговування, менша кількість поломок у процесі роботи, якість роботи при полеглих рослинах і на м'яких ґрунтах та складність агрегаткування і демонтажу машин. По усіх вищеназваних критеріях кращим, 73 % опитованих, визнали ротаційний різальний апарат [1]. Тому за цими апаратами широке використання у сільськогосподарському виробництві.

На думку цих фермерів, необхідно працювати над безступінчастим регулюванням висоти зрізу рослин, підвищенні строків використання ножів ротаційних різальних апаратів та надійності закріплення їх ножів.

Суть останньої проблеми полягає в тому, що для забезпечення безпідпирного зрізування рослин такими різальними апаратами колова швидкість їх ножів перевищує 50 м/с. При такій швидкості ножа, виготовленого навіть із найкращого матеріалу, наприклад, вольфрамової сталі або з покращеним його лезом найбільш ефективними хіміко-термічним способом після співударяння

його леза з сторонніми предметами високої твердості (частинами поломаних деталей сільськогосподарської техніки, камінцями, кусками бетону і інш.), якими забруднені поля, відбувається затуплення або викришування леза, що зумовлює скорочення терміну його використання.

Тому одна частина дослідників працюють над розробкою більш стійких до спрацювання матеріалів та способів покращення лез ножів ротаційних різальних апаратів, а друга частина веде пошук ножів більш надійних конструкцій.

Причому наступна частина статті буде спрямована на аналіз створених дослідниками нових конструкцій ножів ротаційних різальних апаратів.

Мета аналізу. Допомога керівникам сільськогосподарських підприємств у виборі ротаційних сінокосарок і подрібнювачів з оптимальними для умов їх роботи в господарстві ножами та розробниками таких машин у створенні оптимальних для умов нашої країни ротаційних різальних апаратів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ротаційний різальний апарат складається з вала, кінематично зв'язаного з механізмом приводу в обертальний рух. На валу нерухомо встановлений тримач, до якого закріплені ножі.

В залежності від розміщення осі обертання вала ротаційні різальні апарати розподіляються на дві великі групи — апарати з вертикальними та горизонтальними осями обертання.

У різальних апаратів з вертикальними осями обертання вала тримачів можуть бути виготовлені у вигляді сталюї штаби, трилопатевого чи чотирилопатевого ротора [2], але найчастіше їх виготовляють у вигляді дисків.

Оскільки ножі виготовляються із стійкого проти спрацювання, а тому дорогого матеріалу, то, як правило, вони виготовляються як окремі деталі і з'єднуються з тримачем, до якого закріплюється від 2 до 4 ножів. Хоча зустрічаються, наприклад, в машинах італійської фірми DEL MORINO, суцільні ножі, виготовлені у вигляді сталюї штаби, протилежні кінці якої загострені у вигляді різальних кромок.

У косарках, призначених для використання на чистих від сторонніх предметів високої твердості ділянках (в парках, на газонах та присадибних ділянках), ножі з'єднуються з тримачами нерухомо [2], а на машинах сільськогосподарського призначення ножі з тримачем з'єднуються шарнірно (на осях).

Найбільш простим і поширеним із шарнірно закріплюваних є плоский ніж, виготовлений із листового металу, що має форму прямокутника з круглим отвором на одному кінці для його приєднання за допомогою осі до тримача та різальною кромкою на одній із сторін протилежного кінця.

При шарнірному з'єднанні ножа ротаційного різального апарата з тримачем в момент перерізування стебла використовується кінетична енергія ножа, яка для забезпечення перерізування грубих стебел, наприклад, кукурудзи, повинна становити близько 30 Дж. При взаємодії такого ножа з предметом високої твердості його центр маси миттєво зупиняється, що зумовлює велике негативне прискорення (сповільнення) ножа і відповідно до закону механіки велику силу співударяння, яке дорівнює добутку маси ножа на це прискорення. Ця сила діє на лезо ножа і викликає його затуплення або вищерблювання.

Тому розробники нових конструкцій ножів намагаються знизити цю силу взаємодії леза ножа з предметом високої твердості.

Французькі дослідники намагаються зменшити прискорення центра маси ножа в момент його співударяння з предметом високої твердості [3]. Для цього ніж виготовляється не плоским, а його робоча частина має форму циліндричного жолобка, встановленого випуклою частиною доверху. Причому передній край цього жолобка за напрямом руху ножа виконаний з різальною кромкою, а його внутрішній кінець виготовлений плоским і має круглий отвір для з'єднання з віссю тримача.

При роботі такий ніж чинить менший опір переміщенню, оскільки його нижня поверхня не контактує зі стернею зрізаних рослин, а в момент його співударяння з предметом високої твердості відбувається пружна деформація ножа в напрямку зменшення радіуса циліндричної поверхні. В результаті цього зменшується негативне прискорення ножа і відповідно зменшується сила співударяння леза з твердим предметом. Тобто, при цьому форма ножа виконує роль, наприклад, ресори автомобіля.

Німецькі дослідники намагаються зменшити силу співударяння леза ножа з предметом високої твердості за рахунок заміни прямокутної форми ножа на серповидну [4].

В результаті такої форми ножа при роботі різального апарата, в момент перерізування стебел, серповидний ніж зачіплюється за стебло і тому на лезо

ножа, крім кінетичної енергії, його масу через вісь шарніра і тримач передається енергія від механізму приводу. Це дає можливість знизити необхідну кінетичну енергію ножа для перерізування стебла і відповідно знизити, наприклад, його масу.

Завдяки цьому знижується зусилля співударяння леза ножа з предметом високої твердості і відповідно зменшується пошкодження леза, що забезпечує збільшення строку роботи ножа до перезаточування.

Однак необхідно зауважити, що серповидний ніж складніший у виготовленні і особливо в перезаточуванні (для цього необхідний спеціальний заточувальний станок).

Дослідники США пропонують дискову форму ножа [5]. Цей ніж виготовлений у вигляді плоского диска із боровмісної сталі 10V 38 з низьким вмістом вуглецю. В центрі цього диска просвердлений круглий отвір для приєднання до тримача, а різальна кромка виконана по краю всього диска.

При роботі цього різального апарата диск обертається навколо осі його закріплення, в результаті чого знижується сила тертя між ножем і стеблами рослин, що зумовлює зниження енергоємності різального апарата. Крім того при співударянні такого ножа з предметом високої твердості відбувається не лобовий удар, а косий, за рахунок чого відбувається ковзання леза ножа відносно цього предмета, в результаті чого знижується негативне прискорення ножа і відповідно зменшується зусилля співударяння ножа з цим предметом.

При цьому слід зауважити про значно більшу металомісткість такого ножа, крім того виникає сумнів щодо роботоздатності такого ножа при незначному затупленні різальної кромки.

Якщо американські дослідники розробили металомісткий ніж, то зусилля французьких дослідників було спрямоване на розроблення металоощадного ножа [6]. Цей ніж має форму трикутника з закругленою однією вершиною і в центрі дуги закруглення просвердлений отвір для приєднання ножа до осі тримача. Причому товщина ножа не постійна, а вона збільшується по мірі віддалення від осі отвору в напрямку периферійного кінця. Завдяки цьому центр маси такого ножа віддалений від осі приєднання на більшу відстань, ніж центр маси ножа з постійними шириною і товщиною.

Тому при рівних кутових швидкостях і радіусах обертання осей тримача для приєднання ножів, колова швидкість центра маси цього ножа буде

більшою, ніж аналогічної довжини ножа з такою ж масою, але з постійною шириною і товщиною. Завдяки цьому для забезпечення необхідної кінетичної енергії для перерізування стебел рослин потрібна менша маса такого ножа у порівнянні з ножами з постійними шириною і товщиною, оскільки центр маси цього ножа матиме більшу колову швидкість. Тобто цей ніж металоощадний.

Крім того, оскільки при співударянні ножа з предметами високої твердості пошкоджується, в першу чергу, його периферійний кінець, то більша товщина цього кінця забезпечить більший загальний строк експлуатації таких ножів шляхом збільшення кількості перезаточувань у порівнянні з ножами постійної товщини.

Недоліками такого ножа є складність виготовлення і неможливість використання чотирьох різальних кромek.

Німецька фірма NEUTEK [7] обладнує свої косарки з ротаційними різальними апаратами змінними ножами для скошування неокультурених ділянок з товстостебловими бур'янами, кущами та молодими деревцями і засмічених предметами високої твердості. Цей ніж являє собою від трьох-п'яти ланок зварного або ролико-втулкового ланцюга, які закріплюються на осях тримача замість ножів, що використовуються на окультурених ділянках.

При роботі такі ножі, завдяки відцентровим силам, котрі виникають при обертанні тримача різального апарата, працюють як ланцюгова пила. Причому вони не потребують перезаточування, а їх строк служби становить близько 200 годин. Такі ножі доцільно використовувати в нашій країні при окультуренні територій тваринницьких ферм, майданчиків для зберігання техніки та майданчиків біля адміністративних і культурно-побутових будівель.

При експлуатуванні ротаційних різальних апаратів виникає, на перший погляд, дріб'язкова проблема щодо конструкції осі для закріплення ножа до тримача. Адже можна використати звичайний болт з гайкою, розміщений нарізною частиною доверху.

Однак при роботі різального апарата з таким закріпленням ножа головка цього болта постійно контактує зі стернею скошених рослин, грудками ґрунту, а періодично із предметами більш високої твердості. Тому через два

тижні роботи грані головки болта повністю стираються і ніж неможливо демонтувати для перезаточування чи заміни.

Тому французькі дослідники запропонували виготовляти вісь закріплення ножа до тримача у вигляді пальця, діаметр якого дорівнює діаметру отворів у ножі і тримачі. На одному кінці цього пальця виконана циліндрична головка, а на другому його кінці, на відстані, рівній сумі товщин ножа і тримача від внутрішнього торця головки, прорізна циліндрична проточка. Ніж «одягається» отвором на вісь до контакту з головкою і вона знизу вставляється в отвір тримача і фіксується до нього двома пластинками, товщина яких дорівнює ширині проточки. Ці пластинки встановлюються на верхній частині тримача і вставляються в проточку пальця та закріплюються до тримача двома гвинтами кожна пластина.

При такому закріпленні ножа до тримача зі стернею зрізаних рослин та грудками ґрунту контактує циліндрична головка і її спрацювання не впливає на процес демонтажу ножа.

Однак у процесі експлуатування різального апарата з таким закріпленням ножів відбувається послаблення з'єднання пальців з тримачем та фіксувальних пластин з проточками пальців. У результаті цього пальці при роботі апарата хитаються, що зумовлює нерівномірну висоту зрізу рослин, тобто погіршення якості роботи різального апарата, а також інтенсивне спрацювання пальців і отворів тримача, що викликає зменшення строків їх служби.

Крім того, при монтажу і демонтажу ножів для перезаточування чи заміни незручно загвинчувати і відгвинчувати гвинти закріплення фіксувальних пластин.

Ці недоліки відсутні в конструкції осі закріплення ножів до тримача, розроблених у ННЦ «ІМЕСГ» [9]. Розроблена вісь (див. рис.) має циліндричну головку і стержень, виготовленого із трьох частин циліндричної форми для встановлення ножа, квадратної для з'єднання цієї осі з тримачем, нарізної з гайкою для закріплення осі до тримача. Причому отвір у тримачі для вставляння осі також виконаний квадратним і рівним поперечному перерізу квадратної частини осі.

Для закріплення ножа до тримача він своїм отвором встановлюється на вісь до контакту з головкою і вона знизу вставляється в отвір тримача і нерухомо закріплюється до тримача шляхом затягування гайки.

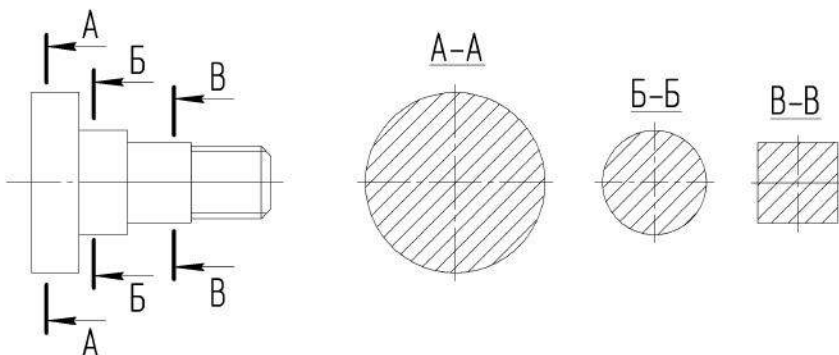


Рис. Вісь закріплення ножа до тримача різального апарата

При такому закріпленні ножа до тримача, як і в попередньому варіанті, зі стернею і грудками буде контактувати циліндрична головка осі. Але завдяки надійному нерухомому закріпленню осі до тримача унеможливується її хитання при роботі апарата, що забезпечує покращення якості скошування рослин і збільшення строків служби осей і тримачів. Крім того, при такій конструкції осі значно зручніше проводити монтаж і демонтаж ножів.

Висновки.

1. Переважна більшість німецьких фермерів вважає кращим різальним апаратом косарок-ротаційний.
2. Зарубіжні дослідники продовжують строк служби ножів ротаційних різальних апаратів шляхом зменшення зусилля їх співударання зі сторонніми предметами.
3. Надійним пристроєм шарнірного з'єднання ножа ротаційного апарата з тримачем є триступінчаста вісь, розроблена в ННЦ «ІМЕСГ».

Бібліографія

1. *Mähwerke: Zehn Fabrikate im Urteil der Praxis.* — «Top agrar», 1986. — № 4. — P.104-106, 108-109.

2. *Potaційна косарка XRM235*/ Проспект італійської фірми DEL MORINO.
3. *Coutsau de faucheuse*. Wattron Albert. [Belrecolt S.A]. Франц. заявка, кл. А 01D 55/18; 35/262, № 2470528, заявл. 5.12.79, № 7930403, опубл. 12.06.1981.
4. *Sichelmähgerät*: Заявка 3632871 ФРГ, МКИ⁴ А 01D 34/66, А 01D 34/82 / Fischer Helmut. — № 3632871.5; Заявл. 26.09.86; Опубл. 07.04.1988.
5. *High hardness boron steel rotary blade*: Пат. 5916114 США, МПК⁶ А 01D 34/82 Turner Darrel L.: Fisher-Barton, Inc. — № 08/532046; Заявл. 21.09.1995; Опубл. 29.06. 1999.
6. *Dispositif de lame fléau courbée et profilée, pour débroussailluse*. Chatut Renè. Заявка 2592548, Франція. Заявл. 09.01.86, № 8600332, опубл. 10.07.1987. МКИ А 01D 55/00.
7. *Kettenscheid-Werkzeug* // Motorist. 1998. 13, № 3. — С. 65.
8. *Dispositif de fixation d'un couteau sur un broyeur-débroussilleur tracté*: Заявка 2715020 Франція, МКИ⁶ А 01D 34/66 / Clavaud André, Clavaud Maryse. — № 9400389; Заявл. 14.1.1994; Опубл. 21.7.1995.
9. *Патент 96800 України*, МПК А01Д 43. Різальний апарат машини для скошування і подрібнення рослин та їх решток / Мойсенко Володимир Костянтинович; Гуков Яків Серафимович; Вірченко Анатолій Миколайович; Сидорчук Олександр Васильович; Саченко Володимир Ілліч; Гетманенко Тетяна Петрівна.: Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» (Україна). — № а200911788; Заявл. 18.11.2009; Опубл. 12. 12.2011; Бюл. № 23. — 4 с.

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ НОЖЕЙ РОТАЦИОННЫХ РЕЖУЩИХ АППАРАТОВ СЕНОКОСИЛОК И КОСИЛОК-ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ

Приведен анализ результатов работ, направленных на увеличение сроков использования шарнирно закрепленных ножей ротационных режущих аппаратов путем уменьшения силы их соударения с предметами высокой твердости, которыми засорены поля, а также разработки эффективной трехступенчатой оси для соединения ножа с держателем такого режущего аппарата.

Ключевые слова: косилка, ротационный режущий аппарат, нож, сила соударения, кинетическая энергия, трехступенчатая ось.

ANALYSIS DESIGN BLADE ROTARY CUTTERBAR MOWERS AND MOWER-CRUSHER

The analysis of the results of work aimed at increasing the useful life hinged knife rotary cutting machines by reducing the force of their collisions with objects of high hardness, which littered the field, as well as developing an effective three-axis to connect the blade holder of the cutting unit.

Key words: *mower, rotary cutting machine, knife, the force of impact, the kinetic energy, three-axis.*