

УДК 631.353.2

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ РОБОЧИХ ОРґАНІВ ВІДЦЕНТРОВИХ ГРАБЛІВ-СІНОВОРУШИЛОК

Д. Г. Кондратюк, Ю. Б. Паладійчук, В. М. Григоришен

Вінницький національний аграрний університет, Україна.

Кореспонденція авторів: rewet@vsau.vin.ua.

Історія статті: отримано – вересень 2018, акцептовано – листопад 2018.

Бібл. 5, рис. 2, табл. 0.

Анотація. З метою збільшення продуктивності відцентрових граблів-сіноворушилок запропоновано удосконалену конструкцію пружинних зубів (робочих органів). Отримано залежності, що дають можливість обґрунтувати їх параметри.

Ключові слова: ворущіння, згрібання, сіно, удосконалення, відцентрові, пружинні зуби, граблі-сіноворушилка.

Постановка проблеми

Ворущіння прокосів та перевертання валків найбільш розповсюджені способи прискорення сушіння скошеної трави.

Застосування цих операцій в технологіях заготівлі сіна дозволяє не тільки в 1,3...2,0 рази прискорити процес сушіння скошеної трави, але й одержати рівномірну за вологістю прив'ялену масу або сіно [1, 2].

Для виконання зазначених робіт доцільно використовувати ротаційні граблі-сіноворушилки з відцентровими робочими органами. Принаджують вони простою конструкцією, низькою металоємністю та надійністю виконання технологічного процесу.

Робочими органами (рис. 1) зазначених граблів-сіноворушилок є подвійні пружинні пальці 3, які виготовлені з одного відрізка сталевого пружинного дроту, кінці якого спрямовані назовні, а у середній частині вони мають петлю для кріплення, яка переходить у дві протилежно навіті пружинні навітки.

Подвійні пружинні пальці 3 прикріплені до поворотної в осьовій площині ротора обойми 4.

При обертанні ротора пружинні зуби, спільно з обоймою, під дією відцентрової сили повертаються із неробочого стану (показаний на рис. 1 пунктирною лінією) в робочий.

У сіноворушилок ВЦН-Ф-3 (Росія), КР-420, КР-720; граблів RH-420 фірми "Yeо Tehtaат" (Фінляндія) і ряду інших виробників пальці 1 і 2 пружинних зубів мають однакову довжину рівну l .

В процесі роботи палець 2 не приймає участь у згрібанні, він лише підтримує від сходження порції

сіна або трави, накопиченої на пальці 1.

При цьому ширина захвату пружинних пальців залежить від об'єму накопиченої на пальці 1 трави або сіна.

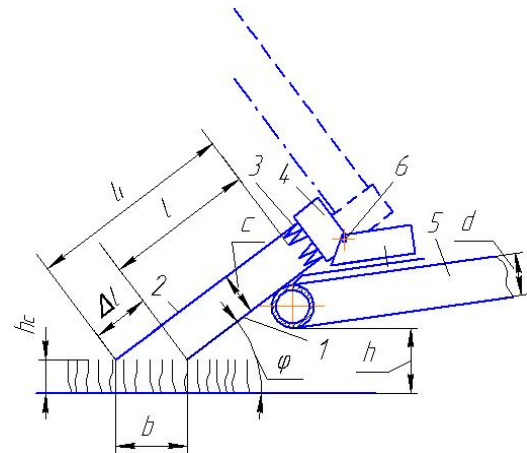


Рис. 1. Схема удосконалених відцентрових робочих органів: 1 і 2 – внутрішній і зовнішній палець; 3 – пружинні зуби; 4 – поворотна обойма; 5 – обід ротора; 6 – вісь.

Згідно [3, 4], для забезпечення чистоти згрібання відповідно до агротехнічних вимог, необхідно, щоб між траєкторіями внутрішніх зубів сусідніх пружинних зубів у точках, які мають максимальні проекції на напрямок руху, не залишалось необроблених проміжків.

Зазначене призводить до зменшення поступальної швидкості агрегату, а відтак і продуктивності.

З метою збільшення ширини захвату робочих органів пропонується збільшити довжину зовнішнього пальця на величину Δl (рис. 1) з таким розрахунком, щоб ширина захвату пружинних зубів становила b .

Аналіз останніх досліджень

Одними із найперших вчених, які зробили значний внесок в розробку теоретичних основ

ворушіння і згрібання прив'язаної трави або сіна відцентровими робочими органами є В. І. Особов, Г. К. Васильєв, Б. І. Андрусенко. Серед останніх аналітичних досліджень привертають увагу роботи А. Д. Гарькавого.

Мета досліджень

Підвищення продуктивності граблів-сіноворушилок з відцентровими робочими органами шляхом удосконалення їх конструкції і обґрунтування параметрів.

Результати досліджень

При переході пружинних зубів у робоче положення їх пальці (внутрішній 1 і зовнішній 2) в найнижчій точці обода над поверхнею поля (рис. 2) утворюють з останньою кут φ .

На основі рис. 1 можна записати:

$$b = \frac{c}{\sin \varphi}, \quad (1)$$

де b – ширина захвату пружинних зубів;

c – розхил пальців пружинних зубів.

З цього виразу випливає, що зменшення кута нахилу пальців пружинних зубів до поверхні поля сприяє збільшенню їх ширини захвату. Для забезпечення чистоти згрібання відповідно до агротехнічних вимог очевидно необхідно, щоб:

$$b = \frac{c}{\sin \varphi} < l_{\min}, \quad (2)$$

де l_{\min} – мінімальна довжина скошених рослин, для згрібання яких призначена машина.

В протилежному випадку при згрібанні окремо лежачих рослин, вони будуть провалюватися крізь пальці, що спричинить збільшення втрат від незгрібання. Звідси можна записати:

$$\varphi_2 = \arcsin \frac{c}{l_{\min}}, \quad (3)$$

де φ_2 – гранично мінімальний кут нахилу пальців до поверхні поля.

Очевидно, що для забезпечення викладеної вище вимоги необхідно, щоб $\varphi \geq \varphi_2$.

В робочому стані ротор відцентрових граблів – сіноворушилок дещо нахилений вперед на кут ψ в напрямку руху агрегату, показаного на рис. 2 стрілкою. Обертаючись навколо вісі ротора, пальці пружинних зубів при умові радіального положення в площині обода ротора описують конус з кутом при вершині 2α . В результаті нахилу основи цього конуса до поверхні поля кут нахилу пальців граблів до останньої є змінним.

В [3] показано, що поточне значення цього кута залежить від кута відхилення вісі ротора від вертикалі і кута відхилення пальців. Запропоновано наступне рівняння для його визначення:

$$\sin \varphi_n = \sin \psi \cdot \sin \alpha \cdot \cos \omega t + \cos \alpha \cdot \cos \psi, \quad (4)$$

де φ_n – поточне значення кута нахилу пальців до поверхні поля;

ψ – кут відхилення вісі ротора від вертикалі;

ω – кутова швидкість ротора;

t – час.

Кут α в (4) виразимо через відомі кути φ і ψ .

Із рис. 2 маємо $\alpha = \frac{\pi}{2} - (\varphi - \psi)$. Тоді

$$\sin \varphi_n = \sin \psi \cdot \cos(\varphi - \psi) \cdot \cos \omega t + \sin(\varphi - \psi) \cdot \cos \psi \quad (5)$$

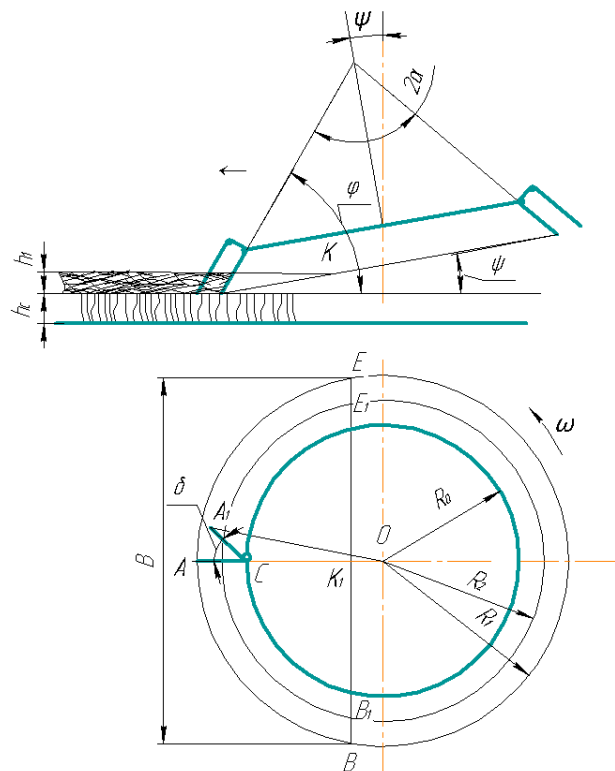


Рис. 2. Схема до визначення радіуса і ширини захвату ротора.

Визначимо необхідну довжину пальців граблів. Для цього звернемось до рис. 1 і будемо вважати, що поворот граблів із неробочого стану в робочий обмежується дотиком їх пальців з ободом ротора, а скошена трава укладається не на поверхню ґрунту, а на стерню. Тоді із рис. 1, будемо мати:

$$l = \frac{h + d - h_c}{\sin \varphi}, \quad (6)$$

де l – довжина внутрішнього пальця грабля;

h – безпечна висота розміщення обода ротора над поверхнею поля;

d – діаметр труби, з якої виготовлений обід;

h_c – висота стерні.

Згідно рекомендацій [5], висота стерні при скошуванні трави першого укосу має становити 0,05...0,06, а другого 0,06...0,07 м. Беручи до уваги, що діаметр труби, з якої виготовляють обід ротора не

перевищує 0,45 м, а стерня під дією скошеної трави, деформуючись, дещо зменшує свою початкову висоту, можна прийняти, що $h_c \approx d$. Підставляючи значення гранично допустимого кута із (3) і зважаючи на викладене вище, матимемо:

$$l \geq \frac{hl_{\min}}{c} \quad (7)$$

Безпечну висоту установки ротора над поверхнею поля необхідно вибирати таким чином, щоб в процесі роботи обід ротора машини не контактував з нерівностями рельєфу поля. Із цього ж рисунка випливає:

$$l_1 = l + \frac{c}{\operatorname{tg} \varphi}, \quad (8)$$

де l_1 – довжина зовнішнього пальця граблини.

Підставляючи в отриманий вираз значення l із (7), а замість кута φ його граничне значення із (3), будемо мати

$$l_1 \geq \frac{hl_{\min}}{d} + \frac{d}{\operatorname{tg} \arcsin \frac{d}{l_{\min}}}. \quad (9)$$

Спрощуючи одержимо

$$l_1 \geq l_{\min} \left[\frac{h}{d} + \sqrt{1 - \left(\frac{d}{l_{\min}} \right)^2} \right]. \quad (10)$$

Конструкція кріплення відцентрових робочих органів до обода ротора передбачає їх регулювання (перестановку) в залежності від виконуваної операції. При ворушінні трави пальці граблин встановлюють радіально. Проекція такого положення пальця граблини на площину, перпендикулярну вісі обертання ротора, зображена на рис. 2 відрізком AC . При згрібанні граблини зміщують в напрямку протилежному обертанню ротора. Проекція такого положення пальця зображена відрізком A_1C . Із цього рисунку випливає $R_1 \neq R_2$, тобто віддаль від вісі ротора до кінців зовнішніх пальців пружинних зубів (радіус ротора) залежить від їх положення в площині обода ротора.

Радіус ротора, в залежності від того чи іншого кріплення граблин до обода, можна визначити із трикутника CA_1O :

$$A_1O = \sqrt{A_1O^2 + A_1C^2 - 2A_1C \cdot \cos(\pi - \delta)}, \quad (11)$$

де $A_1O = R$ – радіус ротора;

$A_1C = l \cos(\varphi - \psi)$ – проекція зовнішнього пальця граблини на площину, перпендикулярну вісі обертання ротора;

$CO = R_0$ – радіус обода ротора;

δ – кут відхилення пальців граблини від їх радіального положення.

Тоді

$$R = \sqrt{l_1^2 \cos^2(\varphi - \psi) + 2R_0 l_1 \cos(\varphi - \psi) \cos \delta}. \quad (12)$$

Як видно із рис. 2 на ширину захвату ротора машини впливають кути φ і δ . Причому, збільшення

цих кутів спричиняє зменшення ширини захвату і навпаки. Наприклад, при ворушінні або згрібанні шару трави товщиною h_1 , коли пальці граблини встановлені радіально, з травою буде контактувати сектор BAE .

При умові зміщення пальців граблини на деякий кут δ від їх радіального стану в роботі бере участь сектор $B_1A_1E_1$.

Для визначення ширини захвату однороторної ротаційної сіноворушилки при $R = \text{const}$ запропонована наступна залежність [4]:

$$B = 2 \sqrt{\frac{2Rh_1}{\sin \psi} - \frac{h_1^2}{\sin^2 \psi}}, \quad (13)$$

де B – ширина захвату ротора;

h_1 – товщина шару скошеної трави з врахуванням висоти стерні.

Підставивши в цю залежність значення із (10), отримаємо

$$B = \sqrt{2h_1 \sqrt{\frac{l_1^2 \cos^2(\varphi - \psi) + R_0^2 + 2R_0 l_1 \cos(\varphi - \psi) \cos \delta}{\sin \psi} - \frac{h_1^2}{\sin^2 \psi}}}. \quad (14)$$

Одержана залежність дає змогу визначити ширину захвату однороторної сіноворушилки з відцентровими робочими органами в залежності від значення кутів ψ і δ .

Висновки

1. Запропонована конструкція пружинних зубів відцентрових граблів-сіноворушилок, яка дозволяє збільшити їх продуктивність.

2. Отримано прості для інженерного використання залежності, що дозволяють обґрунтувати конструкцію робочих органів відцентрових граблів-сіноворушилок.

3. Одержані залежності дають змогу визначити ширину захвату пружинних зубів, довжину їх пальців, ширину захвату ротора граблів у залежності від положення пальців пружинних зубів у площині обертання ротора.

Список літератури

1. *Смурыгина М. А., Игловиков В. Г., Тацлин В. А.* Справочник по кормопроизводству. Москва. Агропромиздат. 1985. 413 с.
2. *Смурыгин М. А., Лесницкий В. Р., Сердечный В. Р.* Прогрессивные технологии приготовления сена. Москва. Агропромиздат. 1986. 142 с.
3. *Особов В. И., Васильев Г. К.* Сеноуборочные машины и комплексы. Москва. Машиностроение. 1983. 304 с.
4. *Андрусенко Б. И.* Исследование и изискание оптимальных параметров рабочих органов граблей и ворошилок ротационного типа. Дис. канд. техн. наук. 05.06.01. Фрунзе, 1977. 156 с.
5. *Орманджи К. С., Барабаиш Г. И.* Операционная технология заготовки кормов. Москва. Россельхозиздат. 1981. 319 с.

References

1. *Smurygina, N. A., Iglovikov, V. G., Tashchilin, A. V.* (1985). Reference feed production. Moscow. Agropromizdat. 413.
2. *Smurygin, N. A., Leznicki, V. G.* (1986). Heart of the progressive technology of preparation of hay. Moscow. Agropromizdat. 142.
3. *Osobov, V. S., Vasiliev, G. K.* (1983). Wheele machines and systems. Moscow. Engineering. 304.
4. *Andrusenko, S.* (1977). Research and find the optimal parameters of working bodies of rakes and tedders rotary type. Dis. Cand. Tech. Sciences. 05.06.01. Frunze, 156.
5. *Armandii, K. S., Barabash, G. S.* (1981). The operating technology of forage. Moscow. Rosselkhozizdat. 319.

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ ГРАБЛЕЙ-СІНОВОРУШИЛОК

*Д. Г. Кондратюк, Ю. Б. Паладійчук,
В. М. Григоришен*

Аннотация. С целью увеличения производительности центробежных граблей - сеноворошилок предложено усовершенствование конструкции пружинных зубьев (рабочих органов). Получены зависимости, которые позволяют определять их параметры.

Ключевые слова: ворошение, сгребание, сено, усовершенствование, центробежные, пружинные зубья, грабли-сеноворошилка.

RATIONALE FOR DESIGN FEATURES OF WORKING BODIES OF CENTRIFUGAL RAKE-TEDDERS

Kondratyuk G. D., Palodichuk Yu. B., Grigorishin V. M.

Abstract. In order to increase the productivity of centrifugal rakes-tedders, the design of spring tines (working bodies) is proposed. Obtained dependencies, which allow you to determine their parameters.

Key words: tedding, raking, hay, improvement, centrifugal, spring teeth, rake-tedders.