

УДК 631.353.2

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ РОБОЧИХ ОРГАНІВ 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, акцентовано – 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. Принадають 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 сталевго 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 осевій 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 "Уео Теhtaат" (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.

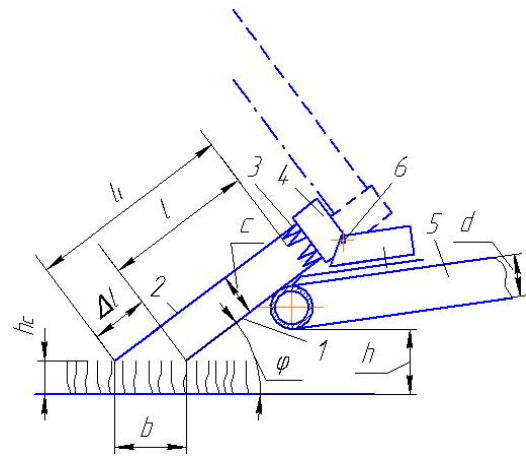


Рис. 1. Схема удосконалених відцентрових робочих органів: 1 і 2 – внутрішній і зовнішній палець; 3 – пружинні зуби; 4 – поворотна обойма; 5 – обід ротора; 6 – вісь.

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 ворущіння і згрібання прив'яленої 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:

$$\sin \varphi_{II} = \sin \psi \cdot \sin \alpha \cdot \cos \omega t + \cos \alpha \cdot \cos \psi, \quad (4)$$

де φ_{II} – 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

$$\sin \varphi_{II} = \sin \psi \cdot \cos(\varphi - \psi) \cdot \cos \omega t + \sin(\varphi - \psi) \cdot \cos \psi. \quad (5)$$

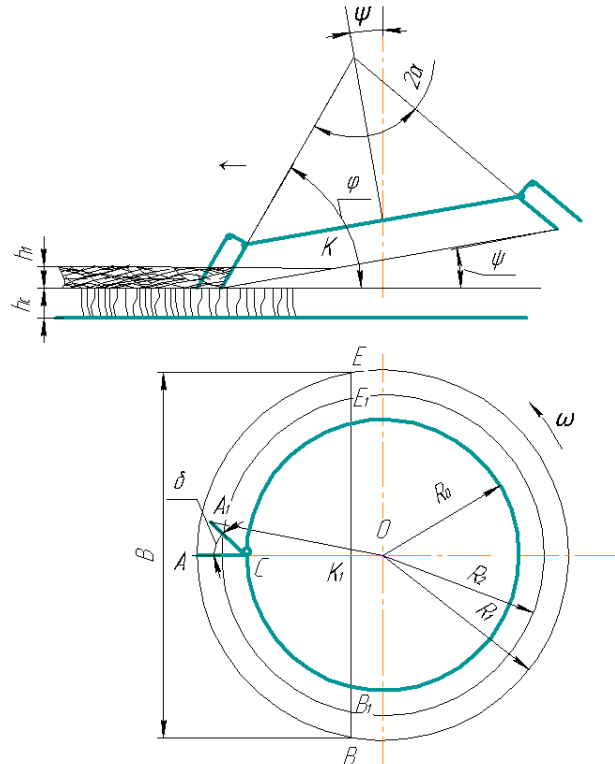


Рис. 2. Схема до визначення радіуса і ширини захвату ротора.

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 обоєм 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 граблів;

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

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

Спростуючи 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 ворущінні трави пальці граблів 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 граблів до обода, можна визначити із трикутника CA_1O :

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

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 ворущінні 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 BA_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 обґрунтовувати 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., Игольников В. Г., Тацилин 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 изыскание оптимальных параметров рабочих органов граблей и ворошилок ротационного типа. Дис. канд. техн. наук. 05.06.01. Фрунзе, 1977. 156 с.
5. Орманджи К. С., Барабаш 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). Wheel 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.