

ОБГРУНТУВАННЯ ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ ПОДРІБНЮВАЧА НОЖОВО-ШТИФТОВОГО ТИПУ

*І.І. Ревенко, доктор технічних наук
Р.Г. Василенко, інженер*

Наведена методика визначення конструктивних параметрів комбінованого подрібнювального апарату. Розглянуті умови розрахунку працездатності машин, з апаратами такого типу.

Стеблові, подрібнення, розрахунок, ніж, штифт.

Постановка проблеми. Запропонована нами модель подрібнювача стеблових кормів [7] потребує розробки методики розрахунку конструктивних параметрів. Існуючі методи не дають можливості визначати параметри робочих органів подрібнювачів стеблових кормів комбінованого типу, в яких ножовий різальний апарат, взаємодіє із штифтовим. Між тим ця взаємодія має певні технологічні особливості, які слід враховувати при обґрунтуванні та розрахунку параметрів машин.

Аналіз останніх досліджень, літературних і патентних джерел свідчать що, питання розрахунку параметрів робочих органів машин для подрібнення матеріалів, зокрема стеблових досить широко вивчаються [4–6, 8]. Відома інформація стосується порядку та способів розрахунку параметрів машин, їх окремих елементів, оптимальних співвідношень конструктивних показників та взаємозалежностей між технологічними ланками подрібнювачів різних типів.

Використання якогось одного способу подрібнення та одноступеневих апаратів не забезпечують високих якісних та економічних показників переробки сухих стеблових матеріалів [6, 9]. В зв'язку з цим виникає доцільність ступеневого їх подрібнення, що досягається поєднанням кількох способів подрібнення та використання робочих органів різного типу. При цьому методика розрахунку параметрів які повинні враховувати і перехідні процеси комбінованих апаратів.

Мета досліджень. Оптимальних показників роботи можна досягнути лише при збалансованості роботи всіх складових елементів машини та обґрунтованому визначенні основних параметрів. Розрахунок їх без попереднього теоретичного аналізу приводить до зростання затрат часу та коштів на розробку машин. Тому метою даної роботи є обґрунтування теоретичних передумов та розробка методики розрахунку подрібнювачів комбінованого типу з урахуванням перехідних процесів.

© І.І. Ревенко, Р.Г. Василенко, 2015

Результати досліджень. Комбінований подрібнювальний апарат (ножово-штифтовий) передбачає [7], що вихідна сировина (стеблові матеріали) спочатку надходить до різальної пари для попереднього подрібнення поперек волокон після якого частки крилаткою спрямовуються в штифтовий подрібнювальний апарат. В ньому стеблові матеріали розщеплюються вздовж волокон зминаються і частково перетираються штифтами та лопатями. Продукти подрібнення повітряним потоком, що створюється крилаткою, видаляються з робочої камери. В результаті такої переробки отримуються корма високої якості, які краще змочуються слиною тварин чи відповідними поживними розчинами легше пережовуються і перетравлюються в шлунку. Відповідно до конструкції подрібнювача продуктивність штифтового подрібнювального апарата $Q_{ш}$, повинно бути не нижче за продуктивність ножового подрібнювального апарата $Q_{н}$, тобто:

$$Q_{ш} \geq Q_{н}. \quad (1)$$

Продуктивність ножового різального апарата визначають за формулою [8]:

$$Q_{н} = ablk\gamma n, \quad (2)$$

де: a і b – відповідно ширина та висота завантажувальної камери; l – задана довжина різки; γ – щільність матеріалу при вході в камеру подрібнення; k – кількість ножів різального апарату; n частота обертання ротора c^{-1} .

Розміри завантажувальної горловини, в свою чергу, впливають на розміри подрібнювальної камери та крилатки і обумовлюють зону розташування нерухомих штифтів.

Можливий радіус розташування штифтів $r_{ш}$ обмежений з одного боку, радіусом робочої камери ($r_{к}$), а з іншого – максимальним радіусом різання ножа $r_{м}$. (рис. 1) і складає:

$$r_{ш} = \frac{r_{к} + r_{м}}{2}. \quad (3)$$

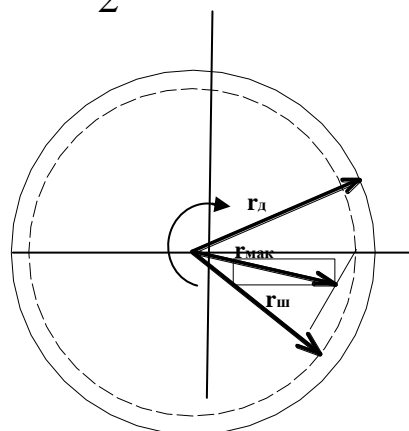


Рис. 1. Схема до визначення радіуса установки штифтів.

Параметри ножового подрібнювача та радіус розташування штифтів є вихідним параметром для подальших технологічних розрахунків і обумовлюють продуктивність подрібнювача другого ступеню подрібнення. Для подальших розрахунків вважаємо радіально розміщені штифти протирізами та сепаруючою поверхнею площа якої обумовлена висотою штифтів та кроком штифтів в колі (рис. 2). І подрібнення матеріалу має відбуватися за один пропуск (цикл обертання крилатки).

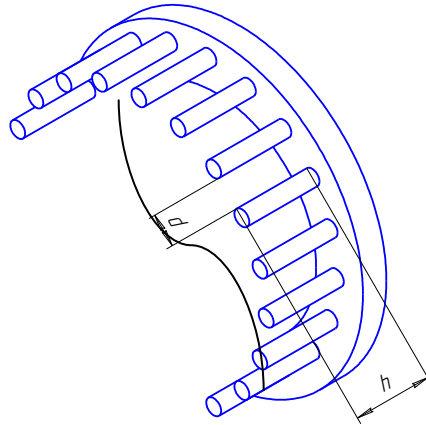


Рис. 2. Схема до визначення параметрів сепаруючої поверхні штифтового апарата: d – крок між штифтами; h – висота штифта.

Відрізаний ножовим подрібнювальним апаратом матеріал потрапляє в зону взаємодії активних лопатей та нерухомих штифтів. Відповідно умові (1) крізь штифтовий апарат за час t_0 одного оберту ротора має пройти весь матеріал, зрізаний за той же один оберт ротора. Об'єм матеріалу V , відрізаний за один оберт ножа, залежить від швидкості подачі матеріалу u_n (заданої довжини різки l) в робочу камеру подрібнення та площі завантажувальної горловини S_f :

$$V = S_f \frac{u_n}{t_0} \quad (4)$$

В процесі роботи подрібнювача подача матеріалу від різального апарату до штифтового відбувається порціями (рис. 3). Крива R показує траєкторію руху матеріалу, який проходить крізь штифтову поверхню камери подрібнення. За час t_k проходження одного кроку b крізь зазор між сусідніми штифтами пройде лише певна кількість матеріалу. Час t_k обумовлюється швидкістю обертання крилатки, та радіальним кутом β розміщення штифтів.

Завдання апарату другого ступеня обробки корму полягають в руйнуванні зовнішньої оболонки стебла та максимальному розщепленні його вздовж волокон за рахунок удару. Це досягається за допомогою взаємодії біла крилатки та нерухомих штифтів [7] (рис. 4). на частки попередньо подрібненого стебла.

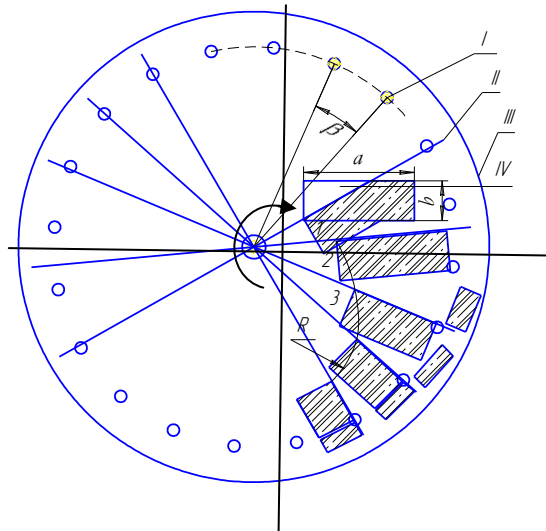


Рис. 3. Схема руху матеріалу в робочій камері подрібнювача: I – нерухомі штифти, II – крилатка, III – бокова стінка камери подрібнення, IV – завантажувальна горловина, а і b – відповідно ширина та висота горловини, м; R- траєкторія руху матеріалу; β – радіальний кут розміщення нерухомих штифтів град.; 1,2,3,-послідовність положень лопаті.

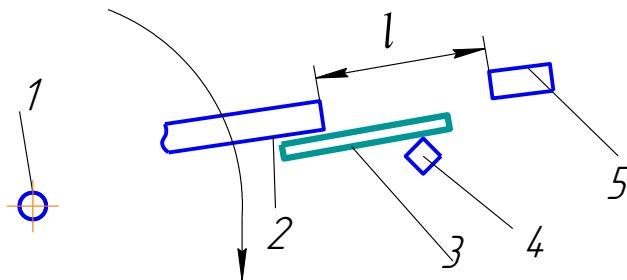


Рис. 4. Схема взаємодії крилатки та штифта з частками стебла: 1 – вісь обертання, 2 – било крилатки, 3 – частка матеріалу, 4 – штифт, 5 – крилатка.

При одночасному контакті частки з крилаткою та штифтом виникає удар, що сприяє утворенню нових поверхонь в матеріалі. Відстань L (рис. 4) між рухомими билами крилатки доцільно прийняти близькою до заданої довжини часток. За такої умови буде виникати удар по часточці билем крилатки 4 з підпиранням частки лише з одного боку. За такої умови частка згинається.

При витриманих зазорах між рухомими та нерухомими елементами подрібнювального елемента можна визначити кут β, розміщення штифтів по колу за формулою:

$$\beta = \frac{\omega}{t}, \quad (5)$$

де: ω – кутова швидкість руху крилатки, t – час за який частка переміститься від била до штифта (пройде шлях l).

Час t залежить від швидкості руху частки при сході з лопаті V_r та зазору між крилаткою та штифтом $l/2$:

$$t = \frac{l}{2v_r}. \quad (6)$$

Тут варто зауважити що радіальна швидкість частки по крилатці може змінюватись в процесі подрібнення, та для теоретичних досліджень приймемо цю швидкість є сталою величиною. З урахуванням кута розміщення штифтів легко визначити їх кількість:

$$Z_u = \frac{360}{\beta}. \quad (7)$$

Тоді залежно від радіусу розміщення штифтів можна визначити відстань між сусідніми штифтами по колу:

$$d = \frac{2\pi R}{Z_u}. \quad (8)$$

Питома пропускна здатність штифтового подрібнювального апарату становить:

$$Q_{num} = dLV_{at\kappa}\gamma. \quad (9)$$

Звідси пропускна здатність всього апарату визначається за формулою

$$Q = dLV_{at\kappa}\gamma(z-1). \quad (10)$$

де: d – крок штифтів по колу, м; L – ширина камери подрібнення (рис. 2); V_a – швидкість руху матеріалу, м/с; z – кількість штифтів; γ_p – об'ємна маса стеблової різки, кг/м³.

За умови узгодження продуктивності подрібнювальних апаратів (ножового і штифтового) ширина робочої камери буде становити:

$$L = \frac{Q_n}{dV_{at\kappa p}\gamma(z-1)}. \quad (11)$$

Отже продуктивність подрібнювача стеблових кормів залежить від ряду змінних величин, а саме: швидкості подачі корму на різку; кроку між нерухомими штифтами (пропускної здатності сепаруючої поверхні); ширини камери подрібнення другого ступня.

Також робимо припущення, що зазор між билем та штифтом визначає якість розщеплення стебел подрібнювального матеріалу.

Висновок. Отже, робочий процес ножово-штифтового подрібнювача стеблових кормів характеризується технологічними параметрами: розміром завантажувальної горловини; кроком штифтів; зазорами між рухомим билем та нерухомим штифтом; шириною робочої камери. Порядок розрахунків технологічних показників описуються теоретичними математичними моделями, що забезпечують визначення технологічних параметрів подрібнювача.

Список літератури

1. Агамиров Л.В. Сопротивление материалов краткий курс / Л.В. Агамиров. – М.: ООО «Издательство Астрель», ООО «Издательство АСТ», 2003. – 256 с.
2. Василенко П.М. Теория движения частиц по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин / П.М. Василенко. – К.: УАСХН, 1960. – 283 с.
3. Кукта Г.М. Технология переработки и приготовления кормов / Г.М. Кукта. – М.: Колос, 1978. – 240 с.
4. Кулаковский И.В. Машины и оборудование для приготовления кормов. Справочник / Кулаковский И.В., Кирпичников Ф.С., Резник Е.И. – М.: Россельхозиздат, 1987. – Т. 1. – 287 с.
5. Охріменко А.Л. Обґрунтування технологічного процесу і параметрів робочих органів подрібнювача роздавача пресованих грубих кормів : Автореферат дис. на здобуття н. ст. д.т.н. – М.: 1992. – 42 с.
6. Пикуза И.Ф. Машины для приготовления и раздачи грубых и сочных кормов (теория и расчет) : курс лекций ; часть 1 / И.Ф. Пикуза. – Ростов-на-Дону, 1970. – 187 с.
7. Деклараційний патент на корисну модель 8273 А 01F29/00. Подрібнювач стеблових кормів / І.І. Ревенко, Р.Г. Василенко. – 4 с.
8. Резник Е.И. Машины и оборудование для обработки грубых кормов / Е.И. Резник. – М.: Россельхозиздат, 1984. – 84 с.
9. Резник Е.И. Оценка качества измельчения грубых кормов / Е.И. Резник, С.В. Рыжов // Техника в сельском хозяйстве. – 1986. – №4. – С. 28–29.

Представлена методика расчета конструктивных параметров комбинированного измельчающего аппарата. Рассмотрены условия расчета работоспособности машины.

Stalked, feed, shredder, calculation, knife, pin.

A procedure for calculating the structural parameters of the combined grinding apparatus. The conditions for calculating the performance of the machine.

Stalked, feed, shredder, calculation, knife, pin.

УДК 631.3:636+621.89

ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРУ СПРАЦЮВАННЯ МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ У ФЕРМСЬКИХ МАШИНАХ

В.І. Ребенко, кандидат технічних наук

Приведено теоретичні та експериментальні результати визначення характеру спрацювання мастильних матеріалів, що використовуються у фермській техніці, за комплексними показниками вибігу.

© В.І. Ребенко, 2015