

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КУТА ВСТАНОВЛЕННЯ РОБОЧОЇ ГРАНІ МОЛОТКА НА ЗУСИЛЛЯ РУЙНУВАННЯ СТЕБЛОВИХ МАТЕРІАЛІВ

Грицун Анатолій Васильович к.с.г.н., доцент
Бабун Ігор Анатолійович асистент
Грицун Олексій Анатолійович інженер-механік
Вінницький національний аграрний університет
Grytsun A.
Babun I.
Grytsun O.
Vinnitsa National Agrarian University

Анотація: досліджено, що основним видом механічних обробки соломистих матеріалів є подрібнення розбиванням молотковим роторним робочим органом. Подрібнювачі відкритого типу найбільш придатні для цієї роботи. У досліджуваній моделі функціонування подрібнювача входними параметрами прийняті такі змінні, як подача і вологість стеблових матеріалів, тому що вони визначають умови його роботи. Вихідними змінними є такі як кут встановлення робочої грані молотка та зусилля руйнування стеблових матеріалів.

Ключові слова: стеблові корми, подрібнювач, ротор, молоток, кут робочої грані, зусилля руйнування.

Постановка проблеми

Метою досліджень є розробка універсальних засобів для приготування кормів на тваринницьких фермах, які не поступаються імпортованим аналогам. Для забезпечення максимальної продуктивності при мінімальних енергозатратах мобільного подрібнювача-роздавача необхідно встановити вплив конструктивних параметрів молотків на енергетичні його роботи. У зв'язку з цим програма експериментальних досліджень включала вивчення кута встановлення робочої грані молотка на зусилля руйнування стеблових матеріалів.

Викладення основного матеріалу

Дослідження по вивченню впливу кута α встановлення робочої грані молотка на зусилля руйнування стеблових кормів проведені за допомогою розробленої експериментальної установки [1]. Як робочий орган використаний молоток прямокутної форми завтовшки $b = 4$ мм. Дослідження проводили на солоній яровій пшениці. Молоток з маховиком кріпили жорстко, що дозволяло звести до мінімуму похибки експериментів, обумовлені відхиленням шарнірно-закріплених молотків від взаємодії з матеріалом.

Для отримання загальної картини зміни зусилля руйнування в залежності кута встановлення робочої грані молотка α (рис. 1) проведені однофакторні експерименти при відхиленні молотка "вперед" по напрямку обертання ротора на кут $\alpha = 0^\circ, 10^\circ, 20^\circ$.

При проведенні експерименту окрім кута встановлення робочої грані молотка α був виділений ще один чинник, що істотно впливає на зусилля руйнування матеріалу - колова швидкість робочих органів, тому досліди проводилися при 36,63 м/с, 43,18 м/с, 49,72 м/с, 56,26 м/с і 62,8 м/с що охоплюють увесь діапазон швидкостей, рекомендованих для подрібнення стеблових кормів. Результати експериментів представлені на рисунку 2.

Аналізуючи графічну залежність (рис 2), можна стверджувати, що для ефективної роботи молотка при руйнуванні стеблових матеріалів доцільно встановлювати його робочу грань на кут $\alpha = 20^\circ$ до радіус-вектора ротора. При цьому молоток має бути зміщений вперед по напрямку обертання.

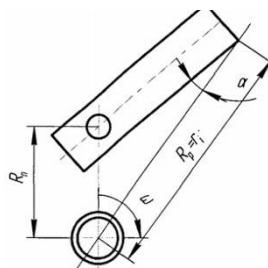
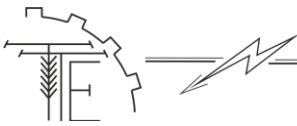


Рис. 1. Схема до визначення кута встановлення робочої грані молотка α
 R_n – радіус підвісу молотків; R_p – радіус ротора по кінцях молотків; r_i – довжина радіус-вектора від центру ротора до даної точки робочій грані молотка



При цьому знижується зусилля руйнування на 30% по відношенню до прямого удару (при $\alpha = 0^\circ$) залежно від колової швидкості молотків (36,63...62,80 м/с). Але при подальшому збільшенні колової швидкості молотка (більше 62,80 м/с), кут нахилу робочої грані практично не впливає на зусилля руйнування стебла.

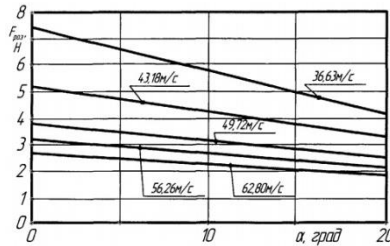


Рис. 2. Залежність зміни зусилля руйнування F від кута α нахилу робочої грані молотка при різних коловій швидкості V робочого органу

Після проведення дослідів і обробки експериментальних даних розраховані коефіцієнти регресії і отримана математична модель:

$$\hat{y} = 3.03 - 1.53x_1 - 0.89x_2 + 0.38x_1x_2 + 0.77x_1^2 + 0.28x_2^2 \quad (1)$$

Аналіз даної математичної моделі показує, що на величину зусилля руйнування соломи найбільший вплив має фактор x_1 - швидкість обертання робочого органу, м/с ($b_1 = -1,53$).

Необхідно визначити координати екстремуму функції (1), і вивчити властивості поверхні відгуку. Побудова двовимірних перерізів функції відгуку виконується в наступній послідовності. У модель (1) підставляються нормовані значення (оптимальні, або близькі до оптимальних) усіх факторів. Далі в отриманому виразі визначається центр поверхні відгуку шляхом взяття окремих вибірок по кожному фактору і прирівнювання отриманих виразів до нуля.

$$\begin{cases} \frac{d\hat{y}}{dx_1} = -1,53 + 0,38x_2 + 1,54x_1 = 0 \\ \frac{d\hat{y}}{dx_2} = -0,89 + 0,38x_1 + 0,56x_2 = 0 \end{cases} \quad (2)$$

Спільне вирішення системи (2) дає координати нового центру S поверхні відгуку $x_{1s} = 0,721$ і $x_{2s} = 1,1$ в старих осях координат.

Підставляючи знайдені значення x_{1s} і x_{2s} в рівняння (1), визначають значення критерію оптимізації в центрі S , тобто $y_s = 1,988$ Н.

Після перенесення центру поверхні в точку S осі координат повертають на кут α до з'єднання їх з головними осями геометричної поверхні.

$$\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{b_{12}}{b_{11} - b_{22}} = \frac{0,38}{0,77 - 0,28} = 0,775 \rightarrow \alpha = 18,87^\circ \quad (3)$$

В результаті цих операцій отримують канонічну форму другого порядку моделі (1):

$$\hat{y} - y_s = B_{11}x_1^2 + B_{22}x_2^2 \quad (4)$$

Коефіцієнти в канонічній формі в (4) визначаються з виразів:

$$\left. \begin{aligned} B_{11} &= b_{11} \cos^2 \alpha + b_{12} \cos \alpha \cdot \sin \alpha + b_{22} \sin^2 \alpha \\ B_{22} &= b_{11} \sin^2 \alpha - b_{12} \sin \alpha \cdot \cos \alpha + b_{22} \cos^2 \alpha \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Тоді $B_{11} = 0,83$, $B_{22} = 0,22$.

Для перевірки обчислень існує правило: $B_{11} + B_{22} = b_{11} + b_{22} = 1,05$

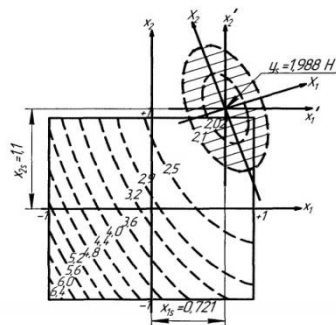
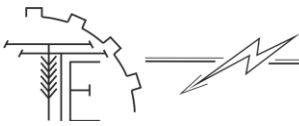


Рис. 3. Двовимірні перерізи поверхні відгуку, що характеризують вплив досліджуваних факторів на зусилля руйнування соломи $F_{руйн}$



Після перетворення і побудови моделі (4) визначається тип поверхні відгуку і починається графоаналітичний аналіз отриманого виразу. Для цього будуються двовимірні перерізи [2]. Вивчивши двовимірні перерізи (рис. 3), можна зробити висновок, що мінімальне зусилля руйнування $F_{руйн} = 1,988Н$ досягається при коліній швидкості робочого органу $V = 58$ м/с і куті установки робочої грані молотка $\alpha = 20^{\circ}$. Для високоефективної роботи молотка при подрібненні стеблових матеріалів доцільно встановлювати його робочу грань під деяким кутом по відношенню до радіус-вектора ротора, при цьому молоток має бути зміщений "вперед" по напрямку обертання останнього. На практиці це може бути здійснено зміщенням центра ваги молотка від його подовжньої осі симетрії або виготовленням робочих органів спеціальної форми.

Висновки

Ефективна робота молотка при подрібненні стеблових матеріалів досягається при встановленні його робочої грані під кутом по відношенню до радіус-вектора від центру ротора. При цьому молоток має бути зміщений "вперед" по напрямку обертання.

Мінімальне зусилля руйнування $F_{руйн} = 1,988Н$ досягається при коліній швидкості робочого органу $V = 58$ м/с і куті встановлення робочої грані молотка $\alpha = 20^{\circ}$.

Список літератури

1. Грицун А.В. Теоретичне обґрунтування технологічно – конструктивних параметрів подрібнювача пресованих стеблових матеріалів / А.В. Грицун, В.М. Яропуд, О.А. Грицун // Збірник наукових праць вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. Вінниця, випуск 1(84). 2014. – С.85-92
2. Мохнаткин В.Г. Экспериментальные исследования рабочего процесса измельчения рулонов грубых кормов / В.Г. Мохнаткин, Г.Н. Костин // Сб. науч. тр. НИИСХ Северо-Востока. - Киров, 2000. -С.48 -59.
3. Яблонский А.А. Курс теоретической механики / А.А. Яблонский // Ч. II. Динамика: Учебник для техн. вузов. - 6-е изд., испр.- М.: Высшая школа, 1984. - 423с, ил.
4. Кукта Г.М. Машины и оборудование для приготовления кормов / Г.М. Кукта // -М.: Агрпромиздат, 1987. - 303 с.

References

1. Grytsun A.V. Investigation of fracture stem material mo-lotkovy my working bodies. / A.V. Grytsun, V.M. Yaropud, O.A. Grytsun // Proceedings of Vinnytsia National Agrarian University-theta. Series: Engineering. Vinnitsa 2 (90). 2015. - S.10-14
2. Mohnatkyn V.G. Aluminium pabohego processus TRITOR rulonov hrubyyh pabulum cum horzontalnym in dayuschym bin / Kostin G.N // Sat. scientificum. Comedamus. NYYSH aestivalem Oriens. - Kirov, 2000. P.48-59.
3. Jablonski A.A. Course teoretycheskoy mechanics / A.A. Jablonski // Part II. Dynamics : Tutorial for Engineering. universities. - 6 th ed. , Corr. - Moscow: Higher School, 1984. - 423s.
4. Kukta G.M. Machinis apparatu pryhotovlenyya agendi / G.M. Kukta // -М.: Agropromizdat, 1982.-72p.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛА УСТАНОВКИ РАБОЧЕЙ ГРАНИ МОЛОТКА НА УСИЛИЯ РАЗРУШЕНИЯ СТЕБЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аннотация: исследовано, что основным видом механических обработки соломистых материалов является измельчение разбивкой молотковым роторным рабочим органом. Измельчители открытого типа наиболее пригодны для этой работы. В исследуемой модели функционирования измельчителя входными параметрами приняты такие переменные, как подача и влажность стеблевой материала, так как они определяют условия его работы. Выходными переменными обозначены как угол установки рабочей грани молотка и усилия разрушения стеблевых материалов.

Ключевые слова: стеблевые корма, измельчитель, ротор, молоток, угол рабочей грани, усилия разрушения.

THE INFLUENCE OF WORKING ANGLE OF THE FACES OFF EFFORTS TO STEM THE DESTRUCTION OF MATERIALS

Summary: that the main mechanical processing straw-v grinding materials is breaking hammer rotor unit. Crushers open type most suitable for the job. In the studied model of shredder input parameters adopted by variables such as feed moisture and stem material because they determine the conditions of his work. Initial variables are such as angle setting off working verge of destruction and efforts stem materials.

Keywords: stem feed, straw chopper, rotor, hammer, roangle bochoyi faces, the effort of destruction.