УДК 631.363.2

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РУЙНУВАННЯ СТЕБЛОВИХ МАТЕРІАЛІВ МОЛОТКОВИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ

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

Анотація: *обґрунтовано, що основним видом механічних обробки соломистих матеріалів є подрібнення розбиванням молотковим роторним робочим органом. Найбільш придатні для цього подрібнювачі відкритого типу. У загальному випадку в запропонованій моделі функціонування подрібнювача вхідними параметрами прийняті такі змінні, як подача і вологість стеблового корму, що визначають умови його роботи. Вихідними змінними є такі як потік подрібненої маси (пропускна спроможність), середня довжина різки і питомі енерговитрати.*

Ключові слова: *стеблові корми, подрібнювач, ротор, молоток, деформація, напруження, колова швидкість.*

Постановка проблеми

Проблема забезпечення сільського господарства універсальними засобами для приготування кормів на фермах і комплексах, які не поступаються імпортним аналогам по продуктивності, надійності, простоті обслуговування і якості виконуваних робіт разом з порівняно невисокою вартістю виготовлення, залишається актуальною на даний момент.

Метою даних досліджень є встановлення впливу основних конструктивних параметрів мобільного подрібнювача-роздавача на енергетичні і якісні показники його роботи. У зв'язку з цим програма експериментальних досліджень включала вивчення зусилля руйнування стеблових матеріалів молотками різної товщини в діапазоні швидкостей 30..70 м/с.

Викладення основного матеріалу

Кожному матеріалу властива своя певна колова швидкість удару, при якій виникає руйнівна напруга. Для контролю робочого процесу і зняття енергетичних характеристик при дослідженні мобільного подрібнювача-роздавача використовували стандартизовані прилади і устаткування, такі як динамометр, рулетка, ваги лабораторні, кутомір, секундомір та ін.

Для проведення досліджень по взаємодії молоткового робочого органу із стебловими матеріалами створена лабораторна установка (рис.1), яка дозволяє вирішити деякі завдання встановлення силової взаємодії робочого органу з матеріалом.

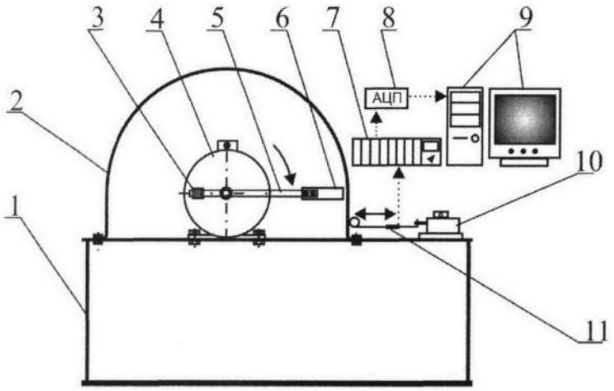

Рис. 1. Схема лабораторної установки: 1 - рама; 2 - сітчастий кожух; 3 – противага; 4 - електродвигун постійного струму; 5 - маховик; 6 - робочий орган (молоток, ніж); 7 - підсилювач; 8 - аналогово-цифровий перетворювач (АЦП); 9 - комп'ютер; 10 - електромагнітний пристрій; 11 - тензобалка із затискачем

Дослідження властивостей міцності стебел соломи проводили на вказаній лабораторній установці методом силової взаємодії робочого органу з матеріалом, відповідно до розробленої методики. Проводили руйнування пучка стебел соломи для трьох видів зернових культур: овес (1), ячмінь (2), ярова пшениця (3) вологістю 15 - 18 %. Використовували молотки товщиною від 2 до 6 мм, а колова швидкість їх змінювалася від 36,63 м/с до 62,80 м/с.

На основі отриманих даних побудовані залежності зусилля руйнування стебел від швидкості робочого органу при різній товщині молотка (рис. 2).

Характер отриманих залежностей показав, що незалежно від товщини молотка з підвищенням колової швидкості робочого органу зусилля руйнування зменшується.

Чинники і рівні варіювання приведені в таблиці 1. За критерій оптимізації прийнято зусилля руйнування соломи *F*.

Після проведення досліджень і обробки експериментальних даних розраховані коефіцієнти регресії і отримані математичні моделі:

$$F_1= 4.905 + 1.591x_1-2.409x_2-0.054x_1^2-0.623x_1x_2+0.646x_2^2$$
$$F_2= 3.724 + 1.004x_1-2.004x_2-0.017x_1^2-0.313x_1x_2+1.146x_2^2$$
$$F_3=4.069 + 0.496x_1-2.399x_2-0.091x_1^2-0.023x_1x_2+1.069x_2^2$$

Після реалізації дослідів провели перевірку відтворюваності експерименту. Однорідність дисперсій при аналізі дослідних даних визначена за допомогою критерію Кохрена, $G(1)=0,203$, $G(2)=0,183$, $G(3)=0,193$. Вичислені критерії порівняли з табличним, який при числі ступенів свободи $f_1=9$ складає $G_{табл}=0,214$; $G_{табл} >G$. Звідси заключення, що дисперсії однорідні.

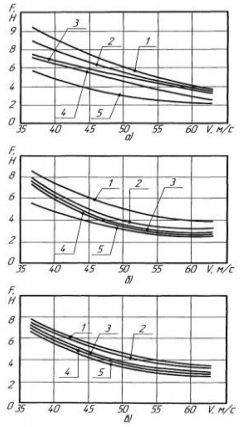

Рис. 2. Залежності зміни зусилля F руйнування від колової швидкості V робочого органу при товщині молотка b = 6 мм (1); 5 (2); 4 (3); 3 (4); b = 2 мм (5): а - стебла вівса; б - стебла ячменю; у - стебла ярової пшениці

Таблиця 1

Фактори і рівні варірування

Рівні варіювання	Фактори		
	Позначення	Товщина молотка *b*, мм	Колова швидкість робочого органу v, м/с
		x_1	x_2
Верхній рівень	+1	6	62,80
Базовий рівень	0	4	49,72
Нижній рівень	-1	2	36,63

Оцінку коефіцієнтів регресії проводили на комп'ютері за допомогою відповідної програми. Незначущі коефіцієнти виключали з моделі, після виключення кожного незначущого коефіцієнта математичну модель перераховували. В результаті отримані наступні математичні моделі:

$$F_1= 4.905 + 1.591x_1-2.409x_2-0.623x_1x_2+0.646x_2^2$$
$$F_2= 3.724 + 1.004x_1-2.004x_2-0.313x_1x_2+1.146x_2^2$$
$$F_3 =4.069 + 0.596x_1-2.399x_2+1.069x_2^2$$

Для перевірки адекватності отриманої моделі регресії застосовували критерій Фішера, для розрахунку якого знаходили дисперсію адекватності $S^2_{ад}$ і дисперсію, що характеризує помилку дослідів $s^2\{y\}$.Розрахункові значення *F*-критерію дорівнюють $F(1)=1,24$, $F(2)=1,97$, $F(3)=0,763$. Табличні значення *F*-критерію при 5% рівні значущості і числі ступенів свободи $f_1=171$ рівне $F_{тбл}=2,37$. Звідси можна зробити висновок, що отримані моделі адекватні з 95%-вою вірогідністю.

Аналіз представлених математичних моделей показує, що на зусилля руйнування соломи найбільше впливає чинник x_2 - колова швидкість робочого органу ($b_{1,2}$=-2,41; $b_{2,2}$=-2,00; $b_{3,2}$ =-2,39). Визначення оптимальних значень чинників проводили за допомогою двовимірних перерізів

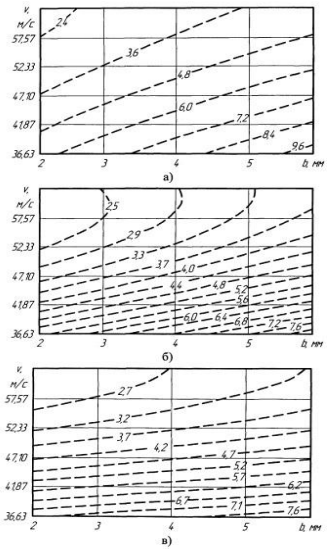

Рис. 3. Двовимірні перерізи поверхонь відгуку, що характеризують вплив досліджуваних чинників на зусилля руйнування моделей: а - стебла вівса; б - стебла ячменю; у - стебла ярової пшениці

На рисунку 3 представлені двовимірні перерізи поверхні відгуку в координатах: товщина молотка і колова швидкість робочого органу.

Висновки

Для кожного матеріалу властива своя певна колова швидкість удару, при якій виникає руйнівна напруга.

Вивчивши двовимірні перерізи можна зробити висновок, що мінімальне зусилля руйнування $F^{а}_{руйн}$ =2,17Н; $F^{б}_{руйн}$ =2,16Н ; $F^{в}_{руйн}$ =2,24Н досягається при товщині молотка b=2 мм і коловій швидкості робочого органу v=62,8м/с.

Список літератури

1. Алешкин В.Р., Мохнаткин В.Г. Анализ конструкций бункерных измельчителей грубых кормов / // Механизация процессов в животноводстве и кормопроизводстве: Сб. науч. тр. Пермского СХИ. - Пермь, 1989. - С. 5-16.

2. Бутенин Н.В. и др. Курс теоретической механики. Динамика: Учебник. - М.: Наука, 1985. - Т.2. - 496 с

3. Кукта Г.М. Машины и оборудование для приготовления кормов.// -М.: Агропромиздат, 1987. - 303 с

4. Мохнаткин В.Г. Экспериментальные исследования рабочего процесса измельчителя рулонов грубых кормов с горизонтальным подающим бункером / Костин Г.Н. // Сб. науч. тр. НИИСХ Северо-Востока. - Киров, 1990. -С.93 -98.

5. Яблонский А.А. Курс теоретической механики. Ч. II. Динамика: Учебник для техн. вузов. - 6-е изд., испр.- М.: Высшая школа, 1984. - 423с, ил.

6. Сысуев В.А. Мобильный измельчитель-раздатчик грубых кормов и подстилки // Техника в сельском хозяйстве.- 1993г.-№ 5-6.- С.25.

References

1. Aleshkyn V.R, VG Mohnatkyn Analysis of designs bunkernыh melchyteley hrubыh Stern // Mehanyzatsyya processes in zhyvotnovodst -ing and kormoproyzvodstve : Sat. scientific. tr. Perm SHY . - Perm , 1989. - P. 5-16 .

2. Butenyn NV and others teoretycheskoy mechanics course . Dynamics : Textbook nickname . - Moscow : Nauka , 1985. - Vol.2 . - 496 p.

3. Kukta G.M. Machinis apparatu pryhotovlenyya agendi. //-M.: Agropromizdat, 1982.-72p.

4. Mohnatkyn V.G Aluminium pabochego processus TRITOR rulonov hrubыh pabulum cum horyzontalnыm in dayuschym bin / Kostin GN // Sat. scientificum. Comedamus. NYYSH aestivalem Oriens. - Kirov, 1990. P.93-98.

5. Jablonski A.A. Course teoretycheskoy mechanics. Part II. Dynamics : Tutorial for Engineering. universities. - 6 th ed. , Corr. - Moscow: Higher School, 1984. - 423s.

6. Sыsuev V.A Mobylnuy Grinder - razdatchyk hrubыh fodder and pod stylky // Technique in village economy. - 1993 . - № 5-6. - P.25 .

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗРУШЕНИЯ СТЕБЛЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ МОЛОТКОВЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ

Аннотация: *обосновано, что основным видом механических обработки соломистого материалов является измельчение разбивкой молотковым роторным рабочим органом. Наиболее пригодны для этого измельчители открытого типа. В общем случае в предложенной модели функционирования измельчителя входными параметрами приняты такие переменные, как подача и влажность стеблевой корма, определяющие условия его работы. Выходными переменными обозначены как поток измельченной массы (пропускная способность), средняя длина резки и удельные энергозатраты.*

Ключевые слова: *стеблевые корма, измельчитель, ротор, молоток, деформация, напряжение, круговая скорость.*

INVESTIGATION OF FRACTURE STEM MATERIAL HAMMER WORKING BODIES

Summary: *justified that the main machining solomystyh material is breaking hammer crushing rotor unit. Most suitable for this chopper open. In general, the proposed model of shredder input parameters adopted by variables such as feed and feed moisture stem determining the conditions of his work. Initial variables are such as crushed mass flow (capacity) and the average length of cutting specific energy consumption.*

Keywords: *stem feed, straw chopper, rotor, hammer, strain, tension, angular speed.*