

ОДЕСЬКИЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИЙ ІНСТИТУТ

На правах рукопису

Інютін Сергій Васильович



**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЇ
ЛУЩЕННЯ ЗЕРНА ЯЧМЕНЮ ПРИ
ВИРОБЛЕННІ СТАРТОВИХ КОМБІКОРМІВ**

*Спеціальність 05.20.01. - механізація сільськогосподарського
виробництва*

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеню кандидата
технічних наук

Одеса 1996 р.

631.121

№.36.357

Дисертація є рукопис.
Робота виконана в Одесі
на кафедрі "Механізація і а
робництва" і Одеській держав

ЛННБ України ім.В.Стефаника



00743894 (Z)

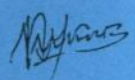
- Науковий керівник - доктор технічних наук, професор
Дударев Іван Романович
- Офіційні опоненти - доктор технічних наук, професор
Шабанов Петро Антонович
- кандидат технічних наук
Карманов Віктор Васильович
- Провідна організація - Куліндоровський комбінат хлібо-
продуктів м. Одеса

Захист відбудеться "25" квітня 1996 г. на засіданні спеціалізованої вченої ради К 05.13.01 при Одеському сільськогосподарському інституті за адресою: 270039, м. Одеса, в ул. Канатна, 99.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Одеського сільськогосподарського інституту.

Автореферат разіслано "23" листопада 1996 г.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,
кандидат технічних наук, професор



К.І.Шмат

Вступ

Проблема достатнього забезпечення населення України повноцінною продукцією тваринницького комплексу зв'язана з необхідністю удосконалення діючої державної структури господарювання і становлення нової форми фермерських виробництв малої і середньої продуктивності.

Особливо важливим є приготування стартового корму із зерна плівчатих культур для молодняка птахів і поросят від'ємишей, так як наявність в кормах гостроріжучих оболонки приводить їх до повальної загибелі.

В зв'язку з тим, що ефективні виробничі способи і технічні засоби попереднього відокремлення поверхневих покриттів в умовах сільськогосподарського виробництва в теперешній час не розроблені, вирішення задач удосконалення лушильного обладнання і створення комплексних ліній малої потужності набирає для України народногосподарське значення і актуальність.

Мета і задачі роботи. Метою роботи являлось обґрунтування і розробка техніки і технології безперервного вискоєфективного відокремлення оболонки і підвищення рівня використання зерна ячменю при виробництві стартових комбікормів для молодняка тварин та птахів.

Задачі роботи:

огляд і аналіз сучасної техніки і технології для відокремлення оболонки зерна ячменю при підготованні до переробки в комбікорм;

вибір показників оцінки якості зерна, готової продукції і енергетичних витрат на процеси обробки його поверхні;

розробка математичних моделей траєкторій руху, швидкостей, прискорень і процесу лушення в роторнолопасній і абразивнодисковій машинах безперервної дії;

розробка методик і описання технічних засобів експериментального дослідження процесів підготовки і лушення зерна;

аналітичне обґрунтування продуктивності і витрат енергії на процес лушення;

розробка принципа дії і створення конструкцій машин для лушення зерна ячменю при виробництві стартового комбікорму і крупи в фермерських господарствах;

виробнича перевірка ефективності дії лушильних машин безперервної дії;

Автор приносить щирі подяки за наукові консультації при виконанні роботи зав. кафедрою "Технологічне обладнання зернопереробних виробництв" Одеської державної академії харчових технологій к.т.н. доценту Гросулу Л.І.

розробка рекомендацій по вибору раціональних параметрів машин для відокремлення оболонок в виробничих умовах сільськогосподарського виробництва і встановлення техніко-економічних показників.

Наукова новизна роботи. Розроблені математичні моделі процесу лущення зерна ячменю в роторнолопасній і абразивнодисковій конструкціях машин для обґрунтування розрахунків і вибору раціональних технологічних параметрів при регулюємому знятті оболонок з його поверхні.

Встановлені закономірності послідовного процесу підготування і лущення зерна згідно зоотехнічним вимогам годування молодняка тварин та птахів.

Одержані розрахункові вирази для визначення продуктивності і витрати енергії на процес лущення в лінії послідовної обробки зерна ячменю.

Практичне значення роботи. Одержані вихідні дані і розроблені удосконалені робочі органи нової конфігурації лопаток в горизонтальній машині У1-БШР і введена нова конструкція обсічно-конусових напрямних пристроїв в дисковоабразивній машині при їх послідовній дії в лінії безперервної вискоєфективної обробки поверхні зерна ячменю.

Розроблені рекомендації по раціональному вибору параметрів роботи лущильних машин з використанням їх в безперервнопоточковому технологічному процесі лущення ячменю при виробництві стартових комбікормів.

Визначена можливість використання розробленої конструкції дисковоабразивної машини замість металоємної машини моделі А1-ЗШН-З в фермерських господарствах із збільшенням виходу готової продукції злущеного ячменю при найбільш повному зйомі квіткової оболонки.

Реалізація роботи. На основі авторської участі розроблена технічна документація, створені, випробувані і застосовані в виробництві з новими робочими органами лущильні машини У1-БШР і ДШН, які забезпечують раціональність їх вискоєфективного застосування при виробництві стартового комбікорму із зерна ячменю. Розроблені машини запроваджені в виробництво для вироблення стартових комбікормів на Кодимському елеваторі, комбікормових заводів в м. Ізюмі Харківської обл., смт. Христинівка Черкаської обл., смт. Муркуриловці Вінницької обл., КХП Краснянський Львівської обл., КХП №2 в м. Кіровограді, м. Орел, база №36, КХП в м. Ужгород, та ін.

Апробація роботи. Оновні положення роботи доповідались на наукових конференціях професорсько-викладацького складу Одеського технологічного інституту хачової промисловості ім. М.В. Ломоносова, Одеському сільськогосподарському інституті,

науково-технічних радах Кодимського елеватору, конференції-наradі Мінсільгоспродукту в м. Ізюмі, 1995 р., КХП в м. Ужгороді.

По матеріалам дисертації опубліковано 8 робіт, в т.ч. 1 авт. св. і 1 патент України.

На захист виносяться наукові положення. Математичні моделі енергорационального процесу відокремлення оболонки від ядра зерна ячменю методом водяномеханічного підготування в супроводі з обробкою в повітряно сухому стані.

Закономірності процесу лущення зерна ячменю в роторнолопасній і дисковоабразивній машині безперервної дії, які забезпечують високу продуктивність і ефективність обробки.

Структура і об'єм роботи. Дисертаційна робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків і рекомендацій, списку літератури і додатків.

Робота виконана на 140 сторінках машинописного тексту, має 54 малюнків, 15 таблиць, і 5 додатків, які включають 4 малюнків і 12 таблиць. Список літератури включає 182 найменування, в т.ч. 19 іноземних джерел.

Зміст роботи

В першому розділі приводиться аналіз і узагальнення даних виконаних науково-дослідних і показово-виробничих перевірок діючих процесів, техніки і технології обробки поверхні зерна злакових культур в повітряно сухому стані і під дією водяномеханічного кондиціонування при підготовці до переробки в кормові і харчові продукти.

Приводяться дані авторів виконаних досліджень побудови, матеріального балансу, біохімічних властивостей, характеристик міцності анатомічних структур зерна ячменю в напрямку створення рационального енергоекономічного процесу виробництва готової продукції.

При підготовці зерна ячменю до виробки повноцінних кормів для годівлі тварин та птахів на ранній стадії їх розвитку встановлена необхідність найбільш повного відокремлення квіткових пльок, які складаються в основному із баластових речовин.

Існуючий рівень науково-технічних рішень з обґрунтуванням рациональних прийомів технології преробки зерна в харчові і кормові продукти з реалізацією результатів в виробничих умовах встановлено з використанням робіт Н.В. Роменського, П.П. Тарутіна, І.Т. Мерко, Г.А. Егорова, І.А. Наумова, Є.М. Мельникова, Б.В. Єгорова, А.В. Лыкова, А.В. Панченко, Я.Н. Куприца, І.Р. Дударева, Л.Г. Гросула, І.В. Настагунина, В.В. Трубова, А.Б. Демського та ін.

Нерівномірність розподілення поживних речовин по ана-

томічним частинам зерна ячменю, значні відмінності механіко-технологічних властивостей, характеризують труднощі їх чіткого розділення, визначають складність технологій, які застосовуються.

Узагальнюючи дані побудови, гігроскопічних властивостей зерна, обладнання, що застосовується для лушення, слід зробити висновок про необхідність удосконалення техніки і технології підготування його при виробництві стартових комбікормів і крупи в фермерських господарствах і в сільськогосподарських підприємствах.

В другому розділі приведені функціонально-параметричні схеми процесу лушення в роторнолопасній і абразивнодисковій машинах безперервної дії для послідовної обробки поверхні зерна ячменю шляхом відокремлення квіткових плівок і наступного шліфування при виробі комбікормів або крупи.

В застосованій нами роторнолопасній машині по довжині робочої зони виділені умовно три перехідні зони: живильно-розподільча, робоча підготовча і заключна з інтенсивним лушенням. В машині проходить перехід від дискретної структури потоку зерна до щільно зпакованої з інтенсивним силовим переміщенням і відокремленням оболонки на заключній стадії лушення.

Так як технічним процесом обумовлена заключна операція лушення і шліфування зерна в абразивнодисковій машині безперервної дії, обробка поверхні його в машині проводиться з використанням абразивних дисків, які спричиняють інтенсивне стирання поверхні зерна.

Представлені результати аналітичного дослідження траєкторії руху зернового потоку в робочих зонах роторнолопасної і абразивнодискової машинах, їх швидкостей, прискорень, силових характеристик і розроблені математичні моделі, які описують процес обробки поверхні зерна з урахуванням конструктивних, кінематичних і навантажувальних параметрів.

Загальні і часткові характеристики траєкторій руху, швидкостей, прискорень, ведучих та пасивних сил опору для зернових потоків з високими динамічними показниками, які виникають в робочій зоні машини в процесі вісесиметричного переміщення, залежать від фізико-механічних властивостей, які змінюються в результаті попутньої обробки співвідношень мас відходів лушення і злушеного зерна, вологості, характеру і структури укладання і т.п.

Приведеним аналізом процесу переміщення зерна в робочій зоні аналогу лопасної машини встановлено, що траєкторії його руху в період встановленого режиму уявляє гвинтову лінію, яка належить поверхні конуса і характеризується зменшенням кроку по мірі віддалення розглядаємого об'єкту від зони дії лопатки на масу зерна. Вказана характеристика відноситься до траєкторій зерно-

вого матеріалу, які переміщуються з точок радіусом r , тобто точка, яка розташована на твірній циліндра ротору машини. Інші зерна, починаючи переміщення з точок на площині лопатки з радіусом ρ , будуть створювати гвинтові траєкторії, розташовані на еквідистантних кінцевих поверхнях. Цьому для вказаних гвинтових траєкторій нами були одержані рівняння для системи координат XYZ з врахуванням потокових значень кута повороту $\psi\tau$ і кутової швидкості $\omega\tau$ зерна

$$\begin{aligned}\psi\tau &= \frac{\omega\tau\psi_{max}}{\psi_{max} + \omega\tau} \\ \omega\tau &= \frac{\omega\psi_{max}^2}{(\psi_{max} + \omega\tau)^2}\end{aligned}\quad (1)$$

З урахуванням конкретного значення $\psi\tau$ уявляється можливим записати в розгорнутій формі вирази для обрахування координат зерна, які є рівняннями його руху по гвинтовій поверхні, що розвертається

$$\begin{aligned}x &= \left(r + \frac{4l_0}{\pi} \text{tg}\Theta \text{arctg} \frac{\omega\tau}{\psi_{max} + \omega\tau} \right) \cos \frac{\omega\tau\psi_{max}}{\psi_{max} + \omega\tau} \\ y &= \left(r + \frac{4l_0}{\pi} \text{tg}\Theta \text{arctg} \frac{\omega\tau}{\psi_{max} + \omega\tau} \right) \sin \frac{\omega\tau\psi_{max}}{\psi_{max} + \omega\tau} \\ z &= \frac{4l_0}{\pi} \text{arctg} \frac{\omega\tau}{\psi_{max} + \omega\tau}\end{aligned}\quad (2)$$

Проводячи диференціювання цієї системи рівнянь в часі τ , нам уявлялось можливим одержати в вигляді проєкцій на декартові вісі значення абсолютних швидкостей руху оброблюемого зерна в робочій зрні лопасної машини

$$\begin{aligned}x' &= \frac{4l_0 \text{tg}\Theta \omega\psi_{max}}{\pi \left[\omega^2 \tau^2 + (\psi_{max} + \omega\tau)^2 \right]} \cos \frac{\omega\tau\psi_{max}}{\psi_{max} + \omega\tau} - \\ & - \left(r + \frac{4l_0 \text{tg}\Theta}{\pi} \text{arctg} \frac{\omega\tau}{\psi_{max} + \omega\tau} \right) \frac{\omega\psi_{max}^2}{(\psi_{max} + \omega\tau)^2} \sin \frac{\omega\tau\psi_{max}}{\psi_{max} + \omega\tau} \\ y' &= \frac{4l_0 \text{tg}\Theta \omega\psi_{max}}{\pi \left[\omega^2 \tau^2 + (\psi_{max} + \omega\tau)^2 \right]} \sin \frac{\omega\tau\psi_{max}}{\psi_{max} + \omega\tau} +\end{aligned}\quad (3)$$

$$+ \left(r + \frac{4l_o \text{tg} \Theta}{\pi} \text{arctg} \frac{\omega \tau}{\psi_{\max} + \omega \tau} \right) \frac{\omega \psi_{\max}}{(\psi_{\max} + \omega \tau)^2} \text{COS} \frac{\omega \tau \psi_{\max}}{\psi_{\max} + \omega \tau}. \quad (4)$$

$$z' = \frac{4l_o \psi_{\max} \omega}{\pi \left[\omega^2 \tau^2 + (\psi_{\max} + \omega \tau)^2 \right]} \quad (5)$$

Аналогічно цьому, по значенням проєкцій на вісі координат можливо обчислити повну величину абсолютної швидкості зерна v_a в робочій зоні лопасної машини

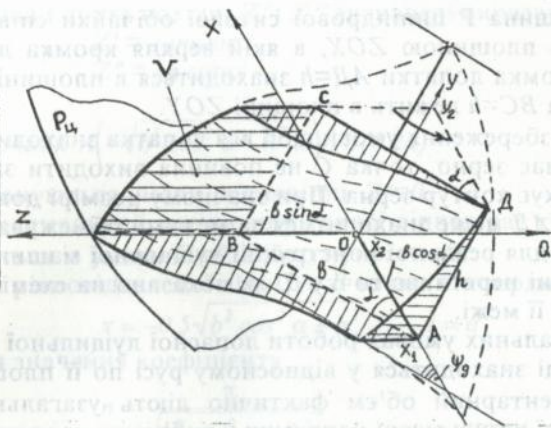
$$v_a = \sqrt{x'^2 + y'^2 + z'^2}. \quad (6)$$

$$\begin{aligned} x'' = & \frac{8l_o \omega^2 \psi_{\max} (\psi_{\max} + 2\omega \tau)}{\pi \left[(\psi_{\max} + \omega \tau)^2 + \omega^2 \tau^2 \right]} \text{tg} \Theta \text{COS} \frac{\omega \tau \psi_{\max}}{\psi_{\max} + \omega \tau} - \\ & - \frac{8l_o \omega^2 \psi_{\max}^3 \text{tg} \Theta}{\pi \left[(\psi_{\max} + \omega \tau)^2 + \omega^2 \tau^2 \right] (\psi_{\max} + \omega \tau)^2} \text{sin} \frac{\omega \tau \psi_{\max}}{\psi_{\max} + \omega \tau} - \\ & - \left(r + \frac{4l}{\pi} \text{arctg} \frac{\omega \tau}{\psi_{\max} + \omega \tau} \text{tg} \Theta \right) \times \\ & \times \left[\frac{\omega^2 \psi_{\max}^4}{(\psi_{\max} + \omega \tau)^4} \text{COS} \frac{\omega \tau \psi_{\max}}{\psi_{\max} + \omega \tau} - \frac{2\omega^2 \psi_{\max}^2}{(\psi_{\max} + \omega \tau)^3} \text{sin} \frac{\omega \tau \psi_{\max}}{\psi_{\max} + \omega \tau} \right]. \quad (7) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y'' = & \frac{8l_o \omega^2 \psi_{\max} (\psi_{\max} + 2\omega \tau)}{\pi \left[(\psi_{\max} + \omega \tau)^2 + \omega^2 \tau^2 \right]} \text{tg} \Theta \text{sin} \frac{\omega \tau \psi_{\max}}{\psi_{\max} + \omega \tau} + \\ & + \frac{8l_o \omega^2 \psi_{\max}^3 \text{tg} \Theta}{\pi \left[(\psi_{\max} + \omega \tau)^2 + \omega^2 \tau^2 \right] (\psi_{\max} + \omega \tau)^2} \text{COS} \frac{\omega \tau \psi_{\max}}{\psi_{\max} + \omega \tau} - \\ & - \left(r + \frac{4l}{\pi} \text{arctg} \frac{\omega \tau}{\psi_{\max} + \omega \tau} \text{tg} \Theta \right) \times \\ & \times \left[\frac{\omega^2 \psi_{\max}}{(\psi_{\max} + \omega \tau)^4} \text{sin} \frac{\omega \tau \psi_{\max}}{\psi_{\max} + \omega \tau} + \frac{2\omega^2 \psi_{\max}^2}{(\psi_{\max} + \omega \tau)^3} \text{COS} \frac{\omega \tau \psi_{\max}}{\psi_{\max} + \omega \tau} \right]. \quad (8) \end{aligned}$$

$$z'' = - \frac{8l_o \omega^2 \psi_{\max} (\psi_{\max} + 2\omega \tau)}{\pi \left[(\psi_{\max} + \omega \tau)^2 + \omega^2 \tau^2 \right]^2}. \quad (9)$$

Величина абсолютного прискорення визначена $a_a = \sqrt{x''^2 + y''^2 + z''^2}$.



Мал. 1. Схема до розрахунку об'єму зерна, яке транспортується плоскою лопаткою ротора.

Аналізом графічних залежностей встановлено, що зерна які знаходяться на ступиці ротору під впливом лопаток, що обертаються і преміщуються по розвернутій гвинтовій траєкторії досягають поверхні обічайки за 2 с, що свідчить про швидкоплинність процесу.

По приведеним рівнянням траєкторії, швидкостей та прискорень були виконані на ЕОМ ЕС-1033 необхідні розрахунки, які обґрунтовують процес обробки зерна в робочій зоні машини.

Експериментальними дослідженнями процесу лущення зволоженого зерна ячменю встановлено, що в робочій зоні машини процес відокремлення квіткових плівок визначається вибором раціонального співвідношення транспортуючої здатності лопасного ротору Q_m і фактичною продуктивністю машини Q_m при регулюємому дросельованні зернового потоку на виході, який забезпечує при інших рівних умовах, ефективне відокремлення оболонки з поверхнь зернівок. При регулюванні продуктивності машини дросельним пристроєм вказане співвідношення визначається залежністю

$$Q_m = k_2 Q_m \quad (10)$$

де k_2 - емпіричний коефіцієнт, рівний 2,4...2,8.

Дослідженнями аналогу машини встановлено, що за один оберт ротору однією лопаткою забезпечується транспортування зерна в осьовому напрямку на величину $bcos \alpha$ об'ємом V .

Для визначення розрахункової характеристики транспортуючої здатності лопасного ротору машини при стабільній обробці

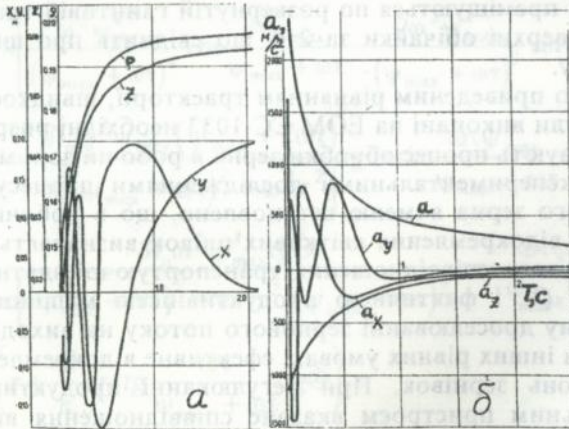
поверхні зерна, необхідно встановити кількісні дані об'ємів зерна, яке знаходиться на лопатках.

Площина P циліндрової ситової обічайки співпадає з координатною площиною ZOX , в якій верхня кромка лопатки $AB=v$, нижня кромка лопатки $AD=h$ знаходиться в площині YOX , а верхня кромка $BC=h$ лежить в площині ZOY .

Для збереження умови щоб вся лопатка знаходилась в об'ємі, який займає зерно, точка C не повинна виходити за межі кривої, яка обмежує контур зерна. При значному розмірі довжини лопатки h кромка AD може знаходитися за межами обмежувального контуру, проте для реальної конструкції лушильної машини, твірна крива поверхні перетинає точку D , як показано на схемі, або може виходити за її межі.

В реальних умовах роботи лопасної лушильної машини зерно на лопатці знаходиться у відносному русі по її площині і на кожний елементарний об'єм фактично діють узагальнені сили, які мають свої результуючі напрямки у вибраних координатах.

При цих умовах визначити однозначно узагальнену силу руху не уявляється можливим, цьому правомірно можливо припустити, що ці сили діють в площинах, паралельних ZOX з різними кутами їх орієнтації, визначення яких по приведеним міркуванням в задачу дослідження не входило.



Мал. 2. Змінення розрахункових результуючих значень в вісях координат XYZ параметрів траєкторій -а, прискорень - б в абсолютному русі зерна в функції T, c .

Таким чином, складова узагальненої сили, яка забезпечує рух зерна, визначається напрямками в площинах паралельних ZOY , в яких розташовуються контури еквідистантних кривих з рівнянням

$$Z = a (\cos nx + 1) \quad (11)$$

де n, a - коефіцієнти, які характеризують масштабне зміння кривої в координатній площині XOY .

Перша і друга похідні Z' і Z'' визначені виразами

$$Z' = -a n \sin nx, \quad (12)$$

$$Z'' = a n \cos nx \quad (13)$$

В точках $A(-\sqrt{b^2 \cos^2 \alpha + h^2}, 0)$ і $B(0, 2a)$

виконуються умови, відповідні $Z' = 0$.

Максимальний кут нахилу кривої відповідає точці перегину і визначається із умови $Z'' = 0$, тобто при $nx = \pi/2$.

Для рівновіддаленої від A та B точки C координати рівні

$$x = -0,5\sqrt{b^2 \cos^2 \alpha + h^2}, \quad z = a \quad (14)$$

Для значення коефіцієнту

$$n = \frac{\pi}{\sqrt{b^2 \cos^2 \alpha + h^2}} \quad (15)$$

задані умови

$$x = \sqrt{b^2 \cos^2 \alpha + h^2} \text{ и } z = \left[a \left(\cos \frac{\pi \sqrt{b^2 \cos^2 \alpha + h^2}}{\sqrt{b^2 \cos^2 \alpha + h^2}} + 1 \right) \right] = 0 \quad (16)$$

виконуються, тому що $\cos \pi = -1$.

Об'єм, який займає зерно над лопаткою визначається вира-

зом

$$V = \int_{-b \cos \alpha}^0 \int_0^h \int_{x \operatorname{tg} \alpha + b \sin \alpha}^{a[\cos(n\sqrt{x^2+y^2})+1]} dz \quad (17)$$

Рішенням інтегралу з розкладом в ряд отримано вираз

$$V = 0,25bh \left[\cos \alpha \operatorname{tg} \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right) \sqrt{b^2 \cos^2 \alpha + h^2} - b \sin 2\alpha \right], \quad (18)$$

де b, h, α розміри і кут атаки лопатки, φ - кут тертя.

При колівій швидкості обертання V_n кінців лопаток ротора рівній 15 м/с відповідаючій неруйнучій обробці в процесі лушення, стан навантаження зернового потоку в циліндричній обічайці характеризували критерієм Фруда по виразу $Fr = V_n^2 / Rg$. Для роторнолопасної машини при діаметрі кінців лопаток 0.3 м і $V = 15$ м/с, величина $Fr = 145$, характеризує достатньо високі динамічні навантаження зернового об'єму. При цих умовах зерновий потік в поперечному перерізі луцильної машини розподіляється у вигляді кільцевого шару різного розміру в її приймальній і випускній частині.

Транспортувача здатність ротору визначається по виразу

$$Q_m = \frac{V\omega i \gamma_g \xi K_n K_{uz} (z_p - z_o) b \cos \alpha}{2\pi l_p} \quad (19)$$

де i - кількість заходів гвинтової лігії лопаток;

γ_g - об'ємна маса зерна в стані руху;

ξ - коефіцієнт заповнення робочої зони машини;

K_n - коефіцієнт осьової подачі зерна;

z_p і z_o - кількість колових рядів транспогртуючих і відбиваючих лопаток робочої частини ротора; l_p - довжина робочої частини ротора;

K_{uz} - коефіцієнт використання поперечного розтину робочої зони.

При коловому кроці лопаток β в одному ряду кола ротора та повздовжньому кроці їх встановлення t , $i=2\pi/\beta$ і $l_p=t(z_p+z_o)$.

З багатьох варіантів розташування лопаток найбільш раціональним являється чередування установки двох кінцевих рядів транспортуючих і одного ряду відбиваючих лопаток. При цьому їх співвідношення дорівнює

$$\frac{z_p - z_o}{z_p + z_o} = \frac{1}{3}, \quad (20)$$

З урахуванням цих експериментально обгрунтованих параметрів вираз приймає вигляд

$$Q_m = 0,25bh \left[\cos \alpha g \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right) \sqrt{b^2 \cos^2 \alpha + h^2} - b \sin 2\alpha \right] \times \\ \times \left[\frac{\omega i \gamma_g \xi K_n K_{uz} (z_p - z_o) b \cos \alpha}{2\pi l_o} \right] = \\ = 0,25bh \left[\cos \alpha g \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right) \sqrt{b^2 \cos^2 \alpha + h^2} - b \sin 2\alpha \right] \times \left[\frac{\omega \gamma_g \xi K_n K_{uz}}{6\beta} \right], \quad (21)$$

При аналізі процесу лущення зерна в машині доводиться розглядати його стосовно до характерних і визначених ділянок. Такими ділянками інтенсивної обробки являються поверхня перфорованої ситової обічайки і об'єм цилінрової частини робочої зони машини з контурами об'ємів, які роблять лопатки ротора.

При аналітичному розгляді кінетостатики силового навантаження зерна в робочій зоні машини обмеженої нерухомою ситовою обічайкою і лопасним ротором, що обертається, прийняті деякі спрощення. Обічайка розглядається як суцільний шороховатий лист, невраховується динамічний і в'язкісний опір повітряного середовища, наявність і розвитком кількості міжзернових контактів

при їх внутрішньому терті в структурах скелетів зерен, які змінюються.

Для частини, яка рухається з тертям, результуюча силова характеристика визначається функцією одночасної дії сил інерції P_u , колової сили руху R_1 , сили тертя F , сили нормального опору обічайки N , реактивної сили R и сили маси G .

На схемі (мал.3) приведені умови силового деформування шару зерна, який має контакт з ситовою обічайкою машини в процесі його обробки.

Для шару зерна, сума проєкцій діючих сил руху і опору визначається слідуючими рівняннями у вісях координат XOY

$$\sum x = G \sin \alpha + R \sin \varphi_q - R_1 \quad (22)$$

$$\sum y = G \cos \alpha + P_u - R \cos \varphi_q, \quad (23)$$

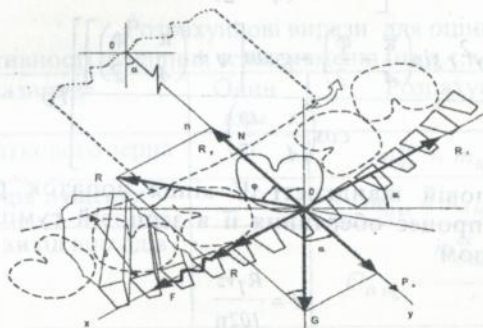
Звідки

$$R = \frac{G \cos \alpha + P_u}{\cos \varphi_q}, \quad (24)$$

де φ_q - динамічний коефіцієнт зсуву, рівний

$$\varphi_q = \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}, \quad (25)$$

де φ - кут внутрішнього тертя.



Мал. 3. Схема силового деформування шару зерна в процесі лущення при контакті з елементами ситової обічайки

При відомому значенні об'єму зернового матеріалу, яке забирає лопатка в переносному русі у масі його $m = V \gamma_0$.

Сила інерції

$$P_u = V \gamma_o g \omega^2 r_p \quad (26)$$

r_p - радіус кромки лопатки ротора, де γ_o - об'ємна маса.

Проекціями сили R на вісі координат будуть складові

$$R_x = (G \cos \alpha + P_u) \lg \varphi, \quad R_y = G \cos \alpha + P_u \quad (27)$$

Підстановкою в R_x і R_y одержимо

$$R_x = V \gamma_o (g \cos \alpha + \omega^2 r_p) \lg \varphi, \quad (28)$$

$$R_y = V \gamma_o (g \cos \psi + \omega^2 r_p)$$

Приведені вирази дозволяють зробити висновок, що складові (рівно як в рівнодіюча) опору R зернового шару, що рухається, пропорціональні квадрату швидкості обертання лопатки ротора. В загальному уявленні це співпадає з теорією академіка В.П.Горячкіна про опір робочих органів, який створюється ґрунтом при оранці.

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = V \gamma_o (g \cos \alpha + \omega^2 r_p) \sqrt{1 + \lg^2 \varphi} \quad (29)$$

Використовуючи вираз і розрахункове значення об'єму V транспортуемого лопаткою, колове зусилля R_l буде

$$R_l = 0,25bh \left[\cos \alpha \lg \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right) \sqrt{b^2 \cos^2 \alpha + h^2} - b \sin 2\alpha \right] \times$$

$$\times \left[\frac{\omega^2 r \sin \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right) + g \sin \left[\psi + \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right) \right]}{\cos \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right)} \right] \gamma_o \quad (30)$$

При колівій швидкості V кінця лопаток ротору витрата енергії N на процес обертання її в зерновій суміші визначається відомим виразом

$$N = \frac{R_l v z}{102 \eta} \quad (31)$$

В роторнолопасній машині моделі У1-БШР в якості робочого органу застосовується набір плоских робочих транспортуєчих лопаток прямоугольної форми.

З метою забезпечення рівномірного зносу робочої поверхні лопаток, кращого заклинення зернового потоку, максимального використання дотичних напруг в шарі між лопаткою і циліндричною обічайкою, стабільного і вискоефективного зйому оболонки, раціонально використовувати лопатки плоскоциліндрової форми. При цьому форма поверхні при моделюванні лопатки повинна бути такою, щоб її фронтальна проекція на площину, яка проходить через вісь машини, при установці на основу цилін-

дричного ротора паралельно твірній, вписувалась в форму прямокутника, рівновеликого по площині плоскій лопатці.

Лопатка складається з плоского трикутника і циліндричного трикутника із загальною дотичною прямою.

Для обчислення плоскої розгортки циліндричної частини лопатки користувались прийомом перетворення координат і обрахуванням перетинних хорд.

В третьому розділі у відповідності із задачами роботи складена програма експериментальних досліджень процесу лущення зволоженого і повітряно сухого зерна ячменю. Розроблені і виготовлені необхідні установки, які включають фізичний аналог роторнолопасної лущильної машини, лабораторна лущильна машина, дослідна конструкція апарату для оперативного регулювання зволоження зерна в потоці, удосконалена горизонтальна роторнолопасна машина моделі У1-БШР і абразивнодискова лущильна машина моделі ДШН.

В якості об'єкта досліджень було вибрано зерно з рядового ячменю сорту "Чорноморець" і пшениці сорту "Степняк" врожаю 1991 року, вирощених на сортоділянках селекційно-генетичного інституту м. Одеси.

Для комплексної оцінки якості продуктів лущення використували розрахункові вирази, приведені в табл. 1.

Таблиця 1

Розрахункові вирази для оцінки ефективності лущіння зерна ячменю (на а.с.в. при n пропусках)

Показники	Один. вим.	Розрахункові вирази
Маса початкового зерна	кг	$m_{уз}^{ac} = m_{уз} (1 - 0,01W_{уз})$
Маса відходів лущення	кг	$m_{оц}^{ac} = m_{оц} (1 - 0,01W_{оц})$
Відносний вихід відходів лущення	%	$C_{оц} = \frac{m_{оц}^{ac} - m_{оц}^{ac} n^{-1}}{m_{уз}^{ac}} \cdot 100$
Втрати крохмалу з відходами лущення	%	$P_{кн} = \frac{C_{кц} (m_{уз}^{ac} n^{-1}) - C_{кц} (m_{уз}^{ac})}{C_{кц}} \cdot 100$
Кількість відокремлених оболонок	%	$C_{обн} = C_{оц} n^{-1} - C_{оц} n$
Приріст битого зерна	%	$\Delta B_n = B_{уз} n - B_{уз} (m_{уз} n^{-1})$
Зниження зольності зерна: абсолютне	%	$\Delta Z = Z_{уз} (m_{уз} n^{-1}) - Z_{уз} n$

Показники	Один. вим.	Розрахункові вирази
відносно до початкового	%	$\Delta z_n = \frac{\Delta z_n}{z_{из}}$
Зниження клітковини зерна: абсолютне	%	$\Delta K = K_{из}(шz_{n-1}) - K_{шz_n}$
відносно до початкового	%	$\Delta K'_n = \frac{\Delta K_n}{K_{из}}$
Ефективність процесу по зміні клітковини і крох- малу	-	$E = \left(1 - \frac{K_{о3}}{K_{из}}\right) \cdot \left(1 - \frac{C_k \sigma}{C_k u}\right)$
Технологічна ефек- тивність процесу по зміні клітковини і відходів	-	$E_1 = \left(1 - \frac{K_{о3}}{K_{из}}\right) \left(1 - \frac{C_{ош}}{100}\right)$
Показник енергоємності відокремлення оболонки	кг/(Вт год)	$E_2 = \frac{m_{из} C_{об}}{N(t)} \left(1 - \frac{C_{ош}}{100}\right)$
Питома витрата енергії на лущення зерна	(Вт год)/ кг	$N_{y0} = \frac{N}{Q}$

Конструкція аналогу лущильної машини уявляла собою фрагмент її робочої зони з одним радіальним рядом поворотних змінних лопаток, дозволяла визначати вилучини осьового зусилля зернової маси, приведеної сили тертя зерна, крутного моменту (потужності N) на валу електродвигуна, а також встановити методом стробоскопічної зйомки довжину рухомого шару зерна, захопленого обертаючимися лопатками, траєкторні і швидкісні характеристики зерновок, які контактують з обічайкою, яка мала зйомну вставку із оргскла. Лабораторна лущильна машина включала ротор з комбінацією робочих і відбивних лопаток, розйомну обічайку, складену із елементних сит колосникового типу. Регулювання межзренового тиску і пропускної здатності машини забезпечувалось оперативною зміною площі кільцевого розтину між дифузором і запорним диском, який міг зміщуватись в осьовому напрямку за допомогою гвинтового механізму.

Для стабілізації тиску і запобігання перевантаження машини передбачувався вантажний клапан, що регулюється.

Математичну модель вивчаемого процесу одержували у вигляді поліномів другого порядку при умові незалежності характеру монотонності часткових похідних по змінним кожного фактору. В цьому випадку інтерполяційний поліном не має добутку парованих взаємодій, де m - кількість незалежних факторів.

$$y = C_0 + \sum_{i=1}^m h_i x_i + \sum_{i=1}^m a_i x_i^2 \quad (32)$$

Такий математичний спосіб пошуку функції відклику на відміну від відомого методу найменших квадратів при плануванні на трьох рівнях має меншу дисперсію розсіювання відхилень розрахункових значень від експериментальних при незначній кількості дослідів.

Зменшення кількості дослідів при достатній точності одержуваних розрахункових значень вихідних параметрів одержується заміною при плануванні експериментів верховин n -мірного фазового простору центрами його граней.

Статистичний аналіз експериментальних даних передбачував визначення грубих помилок, закона розподілення довірчого інтервалу вимірюваної величини і необхідної кількості дослідів, що поворюються.

Апроксимацію рахували достовірною, якщо величина Δ не перебільшувала 10%.

Для об'єктивної оцінки технологічної ефективності лущення зерна ячменю були прийняті критеріальні показники - E, E_1, E_2 .

Застосування критеріального показника E_1 дозволяє характеризувати технологічну ефективність, а E_2 враховує енергоємність процесу.

В четвертому розділі приведені результати експериментального дослідження процесу лущення зволоженного і повітряно сухого зерна ячменю. В першій серії дослідів визначали параметри підготовки і лущення зерна в лабораторній машині з плоскими і плоскоциліндричними лопатками ротора при одноразовому пропусканні.

Для вироблення об'єктивних практичних рекомендацій необхідним являється визначення раціональної довгості зволоження зерна перед обробкою на основі аналізу результатів його лущення в машині з оцінкою ефективності процесу по комплексу технологічних, енергетичних часткових і узв'язаних показників, приведених в розділі 3.

Ефективність процесу лущення оцінювали по кількості відокремлюваних оболонок $C_{об}$ при змінних параметрах $\Delta w, \tau, \delta, Q$ з використанням лабораторної лущильної машини безперервної дії з набором на роторі плоских прямокутних лопаток.

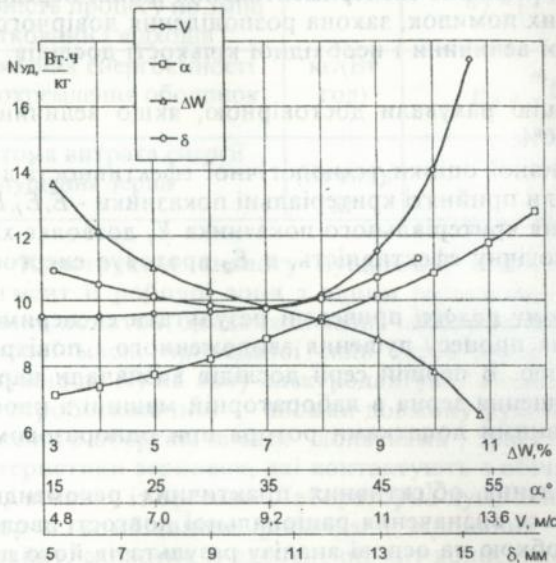
Для математичного описання процесу були реалізовані дві серії дослідів з чотирма незалежними вхідними факторами, змінними на трьох рівнях.

Закономірність зміни відокремлених оболонок визначена емпіричним виразом

$$C_{об} = 4,3 \Delta w - 0,7 \Delta w^2 + 0,33 \tau - 10^2 \tau^2 + 0,55 \delta - 5 \cdot 10^2 \delta^2 + 11,75 Q - 3,75 Q^2 - 17,1 \quad (33)$$

Перевірка по F -критерію показала, що рівняння адекватно описує експериментальні дані в реалізованому діапазоні зміни факторів.

Аналіз поліному, в якому нормовані змінні мають загальний інтервал варіації $[-1...1]$, порівняння розмахів зміни значень вихідної функції дозволив встановити дольову частку їх на ефективність процесу відокремлення оболонки. Визначено, що найбільший вплив створює величина подачі зерна Q , а потім в зменшеній послідовності і значності величини зволоження ΔW , радіального зазору δ і довгота зволоження τ перед обробкою в машині.



Мал. 4. Залежність $N_{уд}$ на процес лущіння ячменю в лабораторній машині від змінних параметрів ΔW , α , V , δ

Дослідження процесів підготовки та лущення при одноразовому лущенні проводили в модернізованій машині У1-БШР-У з наступною обробкою в удосконаленій машині ЗШН-3 моделі ДШН. Програмою дослідження передбачувалося виявлення можливості комплексного застосування машин в лінії лущення комбікормового виробництва.

Аналіз параметричної схеми і одержані раніше рекомендації в роботах дозволили вибрати в якості змінних параметрів величину зволоження ΔW , % неза-

лежно від початкової вологості і часу зволоження τ , хв. зерна перед лущенням, колову швидкість кінців лопаток v , м/с і величину продуктивності на виході із машини Q , т/год. Ефективність процесу оцінювали показниками: $C_{ош}$, $C_{об}$, ΔB , $C_{кош}$, $K_{оз}$, $N_{уд}$, E , E_2 .

Визначено, що дослідні параметри підпорядковуються нормальному закону розподілення. Для математичного описання результатів експериментальних досліджень були реалізовані серії

дослідів з трьома незалежними вхідними факторами, змінними на трьох рівнях.

Обробка даних на ЕОМ дозволила одержати наступні емпіричні вирази

$$C_{ош} = 8,64 + 0,045\Delta W + 0,093\tau - 0,04v + 0,005\Delta W^2 - 0,0017\tau^2 + 0,004v^2; \quad (34)$$

$$K_{о3} = 6,067 - 0,033\Delta W - 0,233\tau - 0,07v + 0,0044\tau^2 + 0,002v^2; \quad (35)$$

$$C_{к ош} = 7,538 - 0,008\Delta W - 0,047\tau - 0,22v - 0,002\Delta W^2 + 0,001\tau^2 + 0,008v^2; \quad (36)$$

$$\Delta B = 0,956 - 0,039\Delta W - 0,0133\tau + 0,02v + 0,006\Delta W^2; \quad (37)$$

$$N_{уд} = 8,31 + 0,1\Delta W + 0,047\tau - 0,03v + 0,0055\Delta W^2 + 0,009\tau^2 + 0,002v^2 \quad (38)$$

Аналіз залежностей дозволив встановити, що із збільшенням ΔW (до 5,0...6,0) % і τ (до 20...30) хв. вихід відходів лушення зростає до 11 %, а потім знижується (до 7,5...9,0) %, а вміст крохмалу у відходах лушення зростає (5,0...6,0) % і стає практично стабільним. Із збільшенням швидкості до 22,5 м/с і $C_{ош}$ і $C_{коз}$ значно зростають, відповідно до 12,7% і 8,1 %.

Приріст травмованих зерен із збільшенням ΔW до 9,0 % і v до 22,5 м/с збільшується до 1,15 % і 1,7 %, а вміст клітковини в лушеному зерні відповідно зменшується до (1,8...2,2) %. При збільшенні τ до 30 хв. в наслідок підвищення пластично в'язких властивостей зерна спостерігається зменшення і ΔB і $K_{о3}$ до 0,7 % і 2,3 %.

Дослідження впливу ступеню дроселювання зернового потоку на виході із машини дросельним клапаном на продуктивність Q , т/год вихід відходів лушення $C_{ош}$, % і потужність на процес лушення N , кВт показали, що із збільшенням відношення $K_f = F_{вх} / F_{вх}$ (котре можна змінювати від 0,2 до 1,0), вихід відходів лушення знижувався з 17,5 % до 5,4 %, потрібна потужність зменшувалась відповідно з 23,6 кВт до 17,5 кВт, а продуктивність збільшувалась від 1,25 т/год до 5,0 т/год при цьому параметри $W=5,0$ %, $\tau=25$ хв, $v=15$ м/с залишались постійними.

При продуктивності машини в межах 2,5 т/год вихід відходів лушення складав біля 7,5 % при витратах енергії до 17 кВт. Зміна питомих витрат енергії при підвищенні ΔW від 2,0 % до 9,0 % спостерігалась збільшення $N_{уд}$ (з 7,8 до 8,8) (кВт год)/т; із збільшенням довгості зволоження τ (від 15 до 35) хв. мало місце підвищення витрат енергії з 7,6 до 8,7 (кВт год)/т; збільшення колової швидкості кінців лопаток ротора (з 5 до 22,5) м/с приводило до значного збільшення $N_{уд}$ (від 7,5 до 9,25) (кВт год)/т.

Для критеріального показника $E = F(\Delta W, \tau, v)$ встановлено, що для максимального значення $E=0,6$ визначені $\Delta W = (4...5)$ %, $\tau = (24...28)$ хв. і $v = (11...15)$ м/с.

Після лушення зерна в роторнолопасній машині У1-БШР-У проводилась обробка поверхні зерна в створеній чотирьохдисковій машині із застосуванням абразивних дисків розмірами діаметрів 400x127 мм зернистістю 80...100 і осьовим зазором зрізаних конусів в межах 10 ± 5 мм.

Аналіз функціонально-параметричної схеми машини ДШН дозволив вибрати в якості змінних параметрів величину кутової швидкості обертання дисків в межах $\omega = 80 \dots 125$ 1/с і коефіцієнт $K_f = F_{вих} / F_{вх}$ дроселювання зернового потоку $K_f = 0,2 \dots 0,9$ в якості вихідних параметрів були визначені $C_{овш}$, ΔB , $C_{об}$, $C_{кош}$, $K_{оз}$, Q , N , $N_{уд}$.

Попердньо був встановлений вплив ступеню дроселювання зернового потоку K_f в функції параметрів Q , $C_{овш}$, N при кутовій швидкості $\omega = 92,5$ 1/с. Було встановлено, що із збільшенням коефіцієнта K_f вихід відходів лушення і необхідна потужність знижується відповідно з 2,9 % до 1,9 % і з 22,5 кВт до 17,0 кВт, а продуктивність машини збільшується з 0,8 до 3,0 т/год.

При погодженні продуктивності роторнолопасної і абразивнодискової машин було встановлено, що для дискової машини значення $K_f = 0,55 \pm 0,05$.

Із залежності кутової швидкості на показники $C_{об}$ і $C_{овш}$ визначено, що із зміною ω в межах 80...120 1/с вихід відходів лушення і зйом оболонки збільшується відповідно з 3,5 % до 5,5 % і з 1,8 % до 3,0 %. При цьому вміст крохмалу (при загальному вмісті в зерні 73 %) в відходах лушення також збільшується до 2,5 %. Проте із зменшенням K_f зменшується до 1,5 % що зв'язано із зниженням кількості побитих зерен.

Встановлено збільшення побитих зерен від 0,4 % до 1,25 % з підвищенням кутової швидкості і зниження їх від 1,0% до 0,25% при підвищенні K_f від 0,2 до 0,9.

Кількість клітковини в злушеному зерні з підвищенням кутової швидкості абразивного ротора значно знижується з 1,4% до 0,6%, а при збільшенні K_f трохи підвищується і знаходиться в межах 1,1%. Зміна питомої витрати енергії $N_{уд}$ від параметрів ω і K_f дозволяє зробити висновок, що із збільшенням кутової швидкості вони підвищуються з 8,2 (кВт год)/т до 11,2 (кВт год)/т злушеного зерна, а із збільшенням K_f цей показник характеризується недостатньою стійкістю. Механічну обробку зволоженого зерна проводили в період найбільшого тиску на стінки капілярів оболонки, зокрема в період найбільшої вологості і внутрішніх сил відокремлення квіткової оболонки від плодової, коли зсувні і розриваючі зусилля, які діють на них в робочій зоні машини, стають по модулю найменшими.

В результаті лушення відокремлені відходи, в залежності від

тривалості зволоження τ , мають вологість більше 40 %.

Експериментальні дані і розрахункові значення критеріального показника $E_2=5,3$ кг/(кВт год) підтверджують, що найменші витрати енергії відповідають періоду $\tau = (20...30)$ хв.

Для підсушування мокрих відходів лушення був використаний прийом дифузійного масопереносу при сумісному вологообміні суміші відходів лушення і злушеного зерна з визначенням тривалості досягнення рівновісної вологості.

Апроксимцією дослідних даних була одержана система двох рівнянь, сумісним рішенням яких отримували номінальний час досягнення рівновісної вологості.

$$W_{0ш} = 45 - 28,875 \cdot \frac{T}{1,5 + 0,61}, \quad W_{0з} = 16,3 \exp 0,02T, \quad (39)$$

Встановлено, що при початковій вологості відходів лушення в межах 45% і вологості злушеного зерна 14,5%, сумісне відволоження при тривалості 4...5 год. дозволяє забезпечити рівновісну вологість їх в межах 15,6 %, сприятливу для зберігання і транспортування.

Вісновки і пропозиції

1. Аналіз будови і властивостей анатомічних частин зерна ячменю дозволяє зробити висновок про доцільність і практичну можливість відокремлення його квіткових плівок при виробленні стартових комбікормів для молодняка тварин і птахів.

2. Встановлена недостатня ефективність існуючої техніки і технології відокремлення оболонки і доказана доцільність побудови лінії лушення із застосуванням водяномеханічного кондиціювання зерна і послідовної обробки в роторнолопасній і абразивно-дисковій машинах безперервної дії з новими робочими органами.

3. Для обґрунтування процесу фрикційної обробки зерна в машинах розроблені математичні моделі кінематики сипкого матеріалу в робочих зонах, які дозволяють встановити закономірності зміни тректорії руху, швидкостей, прискорень і силових навантажень для вибору раціональних параметрів його обробки, задовільняючих вимогам технології виробництва високоякісного комбікорму.

4. Для об'єктивної оцінки, обґрунтування і вибору раціональних параметрів підготовки і результатів лушення зерна розроблені узагальнені технологічні і енергетичні критеріальні показники.

5. Доведена можливість застосування злушеного зерна ячменю в раціонах комбікормів замість зерна пшениці, використовуваного для харчування.

6. Підвищення рівня кормового використання зерна, ефек-

тивності лушення і продуктивності розробленої лінії досягнуто при комплексному застосуванні нового апарату потокової дії з оперативним регулюванням величини зволоження зерна, установкою в роторнолопасній машині нових плоскоциліндричних лопаток і включенням в робочу зону абразивнодискової машини регулюємих напямнороз-подільних пристроїв.

7. Для реалізації енергоекономного процесу лушення зерна ячменю визначені і рекомендовані до запровадження у виробництво параметри водяномеханічного кондиціонування, які характеризуються зволоженням його на $5 \pm 0,5\%$ з короткочасним відволоженням перед обробкою в межах 25 ± 5 хв.

8. Складені емпіричні залежності, які встановлюють закономірності впливу вхідних і вихідних параметрів на результативність процесу лушення зволоженого і відволоженого зерна в роторнолопасній машині з плоскоциліндричними лопатками, які дозволяють обґрунтувати вибір раціональних значень колової швидкості лопаток $16,01 \pm 2,0$ м/с, кутів атаки лопаток, радіального зазору, осьового кроку, визначити схему їх розташування з метою забезпечити при обробці зерна відносне зниження зольності на 18%, клітковини на 58%, вихід відходів лушення 10,5%, збільшення побитих зерен на 1,2% при питомих витратах енергії 8 (кВт год)/т і продуктивності машини $2,25 \pm 0,25$ т/год.

9. Застосування, замість шестидискової, нової конструкції чотирьохдискової лушлильної машини (діаметр дисків 400 мм замість 450 мм) з обробкою зерна після роторнолопасної машини при продуктивності її $2,2 \pm 0,2$ т/год, колової швидкості дисків 18 ± 2 м/с і радіальному зазорі з ситовою обічайкою 20 ± 2 мм досягнуто додаткове відокремлення відходів лушення на 4,0 %, відносне зниження зольності досягало 53,2 %, клітковини 50 %, збільшення побитих зерен було до 1,0 %, питома витрата енергії склала 10 ± 2 (кВт год)/т.

10. Рекомендовано сушіння оболонки вологістю 35 ± 5 % проводити на основі контактного масообміну в суміші із злущеним зерном при тривалості 5 ± 1 год для досягнення рівнісної вологості в межах 16 ± 1 %, що дозволяє транспортувати відходи лушення і забезпечувати їх короткочасне зберігання.

11. Розроблений, випробуваний і рекомендований до запровадження у виробництво потоковий технологічний процес короткочасного відволоженого зерна ячменю для вироблення стартових комбікормів і перлової крупи.

12. В результаті запровадження у виробництво розробленого технологічного процесу на комбіковому заводі КХП в м. Ужгороді річний економічний ефект становив 16388144 крб.

По темі дисертації опубліковані роботи:

1. А.с. 1639738, СССР. А1 Шелушильно-шлифовальная машина //И.Р. Дударев, Л.И. Гросул, С.В. Инютин и др. (СССР) - № 4676247/13; Заявл. 11.04.89; Опубл.07.04.91, Бюл. № 13.
2. Патент № 94941128 Устройство для шелушения планчатых культур //И.Р. Дударев, В.Д. Каминский, Ю.С. Цуканов, С.В. Инютин (Украина) - В 3402761 3/1718; Заявл. 23.04.93. Приоритет с.23.04.93г.
3. Настагунин И.В., Глобенко Г.И., Инютин С.В. и др. Измельчитель стержней кукурузы початков. Инф. Л. №211-89, РГАСНТИ 65.31.13. - Одесса, 1989.
4. Настагунин И.В., Глобенко Г.А., Инютин С.В. и др. Усовершенствованная шелушильно-шлифовальная машина. Инф. Л.№063-90, РГАСНТИ 55.63.31 - Одесса, 1990.
5. Настагунин И.В., Инютин С.В., Попченков П.К. Повышение эффективности машин А1-ЗШН-3//Тез. докл. юбил. 50-ой науч. - практ. конф. ОТИПП им. М.В.Ломоносова. Научно - технические проблемы развития агропромышленного комплекса, - Одесса, 1990. - С.124.
6. Трубов В.В., Дударев И.Р., Инютин С.В. Шелушение увлажненного зерна ячменя при производстве комбикормов //Тез. докл. юбил. 50-й науч. - практ. конф. ОТИПП им. М.В.Ломоносова. Научно - технические проблемы развития агропромышленного комплекса, - Одесса, 1990. - С.138.
7. Каминский В.Д., Евдокимова Г.И., Инютин С.В. Использование комплексного оборудования в технологии производства гречневой крупы //Тез. докл. конф. ОТИПП им. М.В.Ломоносова. - Одесса, 1993. - С.230.
8. Каминский В.Д., Стоцкий П.И., Дажикаев Ю.М., Инютин С.В. Теоретические основы разработки пропаривателя непрерывного действия для трудносыпучих материалов. Сб. научн. тр. ОС-ХИ.-Одесса, 1993. - С.22-24.

Подп. к печ. 22.11.96г. Бумага финская
Заказ 309 Тираж 100

Производство полиграфический отдел ОДНГЭИ
Украина, 270025, г. Одесса, ул. Рихельевская, 28

Аннотация

Ипютин С.В. Совершенствование техники и технологии шелушения зерна ячменя при выработке стартовых комбикормов.

Диссертация (рукопись) на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.20.01 - механизация сельскохозяйственного производства.

Научно обоснован и разработан производственный процесс шелушения зерна ячменя в роторнолопастной и абразивнодисковой машинах для выработки стартовых комбикормов.

Annotation

Injutin S.V. The Technick and Technology Improvement of Barley's Shelling in Starting Mixed Feed Production.

Dissertation thesis of Doctor of Technical Sciences 05.20.01 - mechanization of agricultural production.

The production process of barley's shelling is scientifically grounded and elaborated in rotor-hollow and abrasive-disk machine for the production of starting Mixed Feed.

Ключевые слова: шелушение, кондиционирование, отволожение, роторнолопастная, абразивнодисковая, массоперенос.

Подп. к печ. 22.II.96г. Бумага финская
Заказ 309 Тираж 100

Производственно-полиграфический отдел ОЦНГЭИ
Украина, 270026, г. Одесса, ул. Ришельевская, 28

437572

AB 36.357