

МЕЛІТОПОЛЬСЬКИЙ  
ОРДЕНА ТРУДОВОГО ЧЕРВОНОГО ПРАПОРА  
ІНСТИТУТ МЕХАНІЗАЦІЇ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

На правах рукопису

**БОЛТЯНСЬКИЙ**  
**Олег Володимирович**

УДК 631.363:636.22-28

**УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ І ОБГРУНТУВАННЯ  
ПАРАМЕТРІВ ВІДОКРЕМЛЮВАЧА-ПОДРІБНЮВАЧА МАШИНИ  
ДЛЯ ВИВАНТАЖЕННЯ СТЕБЛОВИХ КОРМІВ З ТРАНШЕЙ**

Спеціальність 05.20.01 —  
«Механізація сільськогосподарського виробництва»

Автореферат дисертації  
на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Мелітополь — 1993

Робота виконана в Мелітопольському ордена Трудового Червоного Прапора інституті механізації сільського господарства та інституті механізації тваринництва Української академії аграрних наук.

- Наукові керівники — доктор технічних наук,  
професор Стефановський Б. С.;  
кандидат технічних наук,  
старший науковий співробітник  
Киселев О. В.
- Офіційні опоненти — заслужений діяч науки  
і техніки Росії, доктор технічних наук,  
професор Коба В. Г.;  
кандидат технічних наук,  
професор Роговий В. Д.
- Ведуча організація — Науково-дослідний інститут  
механізації і електрифікації  
сільського господарства Української  
академії аграрних наук.

Захист відбудеться 28 вересня 1993 р. о 10.00 годині на засіданні Спеціалізованої ради К 120.90.01 по присвоєнню вченого ступеню кандидата технічних наук при Мелітопольському інституті механізації сільського господарства (МІМСГ, м. Мелітополь).

Відгуки на автореферат у двох примірниках, завірені печаткою, просимо надсилати вченому секретареві Спеціалізованої ради за адресою: 332339, м. Мелітополь, пр-т Б. Хмельницького, 18.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці МІМСГ.

Автореферат розісланий « 20 » серпня 1993 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої ради



Черкун В. Ю.

ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00753649 (Y)

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Одним із найважливіших завдань сільськогосподарського виробництва є забезпечення населення продуктами тваринництва.

Існуюча матеріальна база галузі дозволила досягнути рівня комплексної механізації ферм і комплексів великої рогатої худоби 66,2, свиноферм 73,2, птахоферм 89,2, вівчарства 14%.

Зростання виробництва молока і яловичини відбувається в основному за рахунок поліпшення якості годівлі, створення стійкої кормової бази.

Основна маса консервованих кормів зберігається і в перспективі буде закладатися в траншейні сховища, тому вирішення питань комплексної механізації технологічних процесів, зокрема, підвищення продуктивності, зниження енергоємності, доподрібнення маси при вивантаженні, зниження втрат і псування корма є важливим народногосподарським завданням.

Робота виконувалась у відповідності з затвердженими планами науково-дослідних робіт ІМТ на 1991...1995 рр. по Програмі розвитку на Україні машинобудування і забезпечення сільськогосподарського виробництва устаткуванням і машинами для комплексної механізації технологічних процесів у тваринництві згідно програми "Розробка і освоєння нової технології /розділ "Тваринництво"/" Української національної програми розробки і виробництва технологічних комплексів машин і устаткування.

**Мета роботи** полягає в зниженні енергоємності вивантаження консервованих кормів із траншейних сховищ шляхом удосконалення технологічного процесу на основі раціонального використання фізико-механічних і технологічних властивостей кормових монолітів і розробці відокремлювача, який об'єднує в собі фрезерування і зчісування відокремленого горизонтального шару корму, що забезпечує необхідне доподрібнення маси при вивантаженні, а також оптимізації параметрів і режимів його роботи.

**Об'єкт дослідження.** Плоскоріжучий робочий орган вивантажувача кормів із траншейних сховищ, який відокремлює і доподрібнює корм при вивантаженні.

**Методи досліджень.** При аналітичних дослідженнях використані методи класичної механіки і теорії подібності. Експериментальні дослідження виконані з використанням методів математичного

планування експериментів і проведені у виробничих умовах на макетних та дослідних зразках машин. Обробка результатів багатofакторних експериментів виконувалась на ЕОМ.

Наукова новизна. Розроблений більш досконалий технологічний процес вивантаження, який дозволяє здійснювати регульоване доподрібнення відокремлюваного корму; одержані аналітичні залежності енергетичних показників відокремлення шару корму допастями плоскоріжучого відокремлювача-подрібнювача від конструктивних параметрів, режимів роботи і фізико-механічних та технологічних властивостей консервованих кормів; визначені кути зколювання і напруження пластів консервованих кормів в різних напрямках; одержані експериментальні залежності питомої енергоємності та продуктивності відокремлювача-подрібнювача від конструктивних, кінематичних і експлуатаційних параметрів та режимів роботи; визначений вплив його конструктивних і експлуатаційних параметрів на доподрібнення вивантажувальної маси.

На захист дисертації вносяться: аналітичний опис процесу відокремлення корма допастями плоскоріжучого відокремлювача-подрібнювача; методика і результати визначення фізико-механічних і технологічних властивостей монолітів консервованих кормів; результати експериментальних досліджень вивантаження консервованих кормів і визначення оптимальних параметрів і режимів його роботи.

Практична цінність. Розроблено плоскоріжучий відокремлювач-подрібнювач вивантажувача консервованих кормів з траншейних сховищ, який раціонально використовує шаруватість бурта в горизонтальній площині і виконує доподрібнення корму при вивантаженні. Застосування вивантажувача замість ПСК-5 підвищує продуктивність праці на вивантаженні силоса в 4,7 раза, що дає змогу знизити експлуатаційні витрати на фермі 400 голів великої рогатої худоби на 44,2%.

Апробація. Основні положення дисертаційної роботи докладені та схвалені на науково-технічних конференціях ВДПІТІМСГ і МІМСГ у 1992 році, СІМСГ і МІМСГ у 1993 році.

Повний зміст дисертації доповідався на засіданні вченої Ради МІМСГ і був схвалений у 1993 році.

Публікації. Основні матеріали і положення дисертації опубліковані в 3 роботах, загальним обсягом 2,8 друкарських аркушів і 2 депанованих роботах.

Реалізація результатів досліджень. Результати досліджень використані КБ УкрІЕТ /снт.Дослідницьке Київської області/ і НДІ "Ферммал" при створенні серійних та експериментальних вивантажувачів.

У процесі досліджень макетного зразка вивантажувача у колгоспі "Могучий" та ім.Кірова Мелітопольського району Закарпатської області за період з 1991 по 1993 рр. було вивантажено 1600 тн силосу, ступінь доподібнення вивантажуваної маси складала I,15...I,30.

Структура і обсяг роботи. Дисертація складається з вступу, п'яти розділів, висновків, додатку та списку літератури. Загальний її обсяг складає 145 сторінок машинописного тексту, на 125 з них викладено текст роботи та список літератури, на 20 - додаток. Текст містить 18 таблиць і 47 ілюстрацій /5 схем, 8 графіків, 4 фотокартки/. Список літератури складається з 104 найменувань, у тому числі 16 іноземних.

### ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обгрунтована актуальність розробляемої теми, дана мета досліджень, новизна, загальна характеристика роботи і сформульовані основні положення, які виносяться на захист.

У першому розділі "Стан питання. Мета і завдання досліджень" приведена класифікація і аналіз вітчизняних і іноземних вивантажувачів кормів.

Дослідженню процесу вивантаження силосу та сінажу з траншейних сховищ присвячені роботи: В.Д.Ткача, О.М.Семеніхіна, І.П.Волосевича, М.М.Мустафаєва, Т.І.Сумохіна, Л.І.Крамаченко, П.Д.Сокольника, Р.П.Белова, М.П.Олексенко, Л.І.Хворостянська, О.Т.Догвіна, О.В.Кисельова та ін.

На основі аналізу стану питання зроблено висновок, що технологічні схеми і робочі органи вивантажувачів не достатньо використовують фізико-механічні і технологічні властивості кормових буртів, зокрема, їх шаруватість у горизонтальній площині, доцільно застосовувати позиційні вивантажувачі, що вивантажують корм при горизонтальному переміщенні робочого органу.

Виконано огляд і короткий аналіз досліджень робочих органів, відокремлюючих корм при горизонтальному переміщенні і фізико-механічних і технологічних властивостей кормових моно-

літів.

Одним з найбільш важливих напрямків їх удосконалення є створення робочого органу з регульованою ступінно подрібнення вивантажуваної маси.

У зв'язку з цим, необхідно вирішити наступні завдання:

1. На підставі робочої гіпотези про необхідність поєднання фрезерування вертикального торця і зчісування горизонтального шару корму обґрунтувати і розробити конструкцію низькоенергетичного високопродуктивного відокремлювача, який виконує необхідне доподрібнення вивантажуваної маси.

2. Виконати аналітичні дослідження процесу роботи відокремлювача і одержати залежності, необхідні для визначення конструктивних параметрів і технологічних режимів роботи.

3. Вивчити необхідні фізико-механічні і технологічні властивості кормових буртів.

4. Експериментально дослідити процес відокремлення і вивантаження, визначити оптимальні параметри, режими роботи, а також якісні показники процесу.

5. Розробити методику інженерного розрахунку відокремлювача-подрібнювача, запропонувати конструктивно-технологічну схему вивантажувача, визначити економічну ефективність впровадження.

У другому розділі "Аналітичні дослідження роботи плоскоріжучого відокремлювача" розглядена взаємодія робочого органу з монолітом корму.

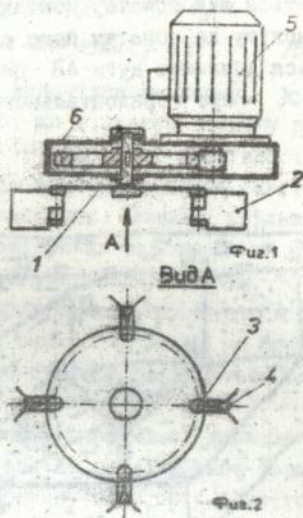
Силосно-сінажні бурти корму мають зчеплення часток у горизонтальній площині у 4...6 разів менше, ніж у вертикальній, тому змінення співвідношення зон взаємодії на вертикальну і горизонтальну площину дає змогу регулювати ступінь доподрібнення вивантажуваної маси.

Для цього був створений плоскоріжучий відокремлювач-подрібнювач /мал. I/, поєднуючий в собі водночас фрезерування вертикального торця знімаемого шару корму і згрібання його с горизонтальної площини.

Плоскоріжучий відокремлювач-подрібнювач складається з корпусу 6, в якому смонтований одноступеневий понижуючий редуктор. На вертикальному вихідному валу встановлений диск I, із закріпленими на ньому чотирма робочими елементами, які представляють собою дві симетрично встановлені шарнірні ріжучі до-

пасті 2, що качається на вертикальних вісях 3. Сходження лопастей і кут різання регулюються за допомогою упорів 4. Привод робочого органу здійснюється за допомогою електродвигуна 5, з'єднаного з первинним валом редуктора. Кут загострення лопасті  $15^\circ$ , кут різання регулюється в межах від  $30^\circ$  до  $45^\circ$ .

Процес відокремлення корму здійснюється при зустрічному обертанні диску і горизонтальному човниковому переміщенні відокремлювача-подрібнювача із заглибленням у кінці проходу і здійснюється таким чином. При обертанні

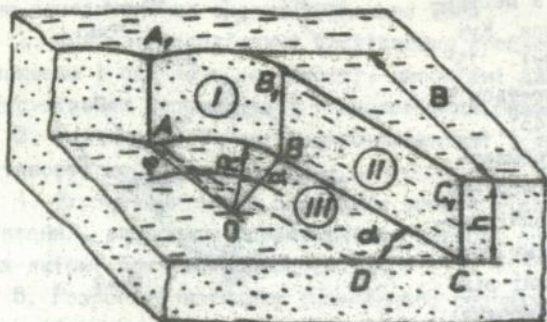


Мал.І. Відокремлювач-подрібнювач

ні диску, встановленого на необхідну ширину захвату робочого органу, відбувається вертикальне опускання на необхідну глибину різання, після чого відокремлювач починає горизонтальне переміщення, виконуючи зустрічне фрезерування торця знімаемого шару корма, залишає вертикальну рівну стінку, сгрібання маси з горизонтальної площини і подачу її в приймальний пристрій вивантажувача. При цьому працюють тільки передні лопасті, які оперяються своєю потиличною частиною в регулячі упори. Задні лопасті при цьому відхиляються за рахунок тертя потиличною частиною по моноліту корму. Після завершення проходу горизонтальне переміщення припиняється, обертання диску реверсується робочий орган спускається вниз і знову заглиблюється на необхідну величину і починає переміщуватись у зворотному напрямку.

Відокремлення корму від моноліту відбувається по 3 площинам: /мал.2/ I - фрезерування вертикального торця /площина AA<sub>4</sub>B<sub>4</sub>BA/; II - скасування вертикального торця /площина BB<sub>4</sub>C<sub>4</sub>B/;

III - згрібання з горизонтальної площини /ABCD/. Зона площини I розміщується від початку контакту лопасті з вертикальним торцем моноліту до початку його складування, тобто її довжина визначається довжиною дуги AB циклоїди від кута  $\varphi = \arcsin \frac{\pi}{\lambda z}$  до  $\alpha$ , де  $\alpha$  - кут горизонтального зколювання корму.



Мал.2. Зони дії лопасті на борт корму

Приймаючи циклоїду близькою до кола, площі площин відповідно рівняються:

- зони I  $S_p = Rh [\arcsin(\pi/\lambda z) + \alpha]$ , 141

- зони II  $S_{cx} = h[B - (1 - \cos \alpha)R] / \sin \alpha$ , 121

- зони III  $S_{cr} = 2\pi RB / \lambda z$ , 131

де  $R$  - відстань від осі обертання диску до ріжучої кромки лопасті;

$h$  - глибина фрезерування;

$B$  - ширина захвату;

$V$  - мінімальна швидкість обертання;  $V = \omega R$ ;

$V_n$  - швидкість горизонтальної подачі;

$\lambda$  - кінематичний показник режиму роботи,  $\lambda = V/V_n$ .

Відокремлювач буде працювати у зчісуючому режимі при умові

$$(S_p + S_{cx} + S_{cr}) / (S_{cx} + S_{cr}) \leq 1,4 \quad 141$$

тобто  $Rh^2 \{ [\arcsin(\omega/\lambda z) + \alpha] - \sin[\arcsin(\omega/\lambda z) + \alpha] \} -$   
 $- 24 \{ h^2 [B - (1 - \cos \alpha) R] / \sin \alpha - 2\omega W / \lambda z \} < 0, \quad /5/$

де  $W$  - об'ємна продуктивність вивантаження корму.

Із аналізу виразу /5/ видно, що в плоскоріжучому робочому органі взаємозв'язані між собою технологічні властивості моноліту консервованого корму  $\alpha$  із конструктивними  $\omega, R, z, V_n$  та експлуатаційними  $B, h$  параметрами. Причому збільшення значень  $B$  і  $V_n$  сприяє розвитку зчісуючих властивостей відокремлювача, а збільшення значень  $\omega, R, z$ , запобігає їм, тобто для роботи у зчісуючому режимі із заданою продуктивністю необхідно зменшувати глибину фрезерування, так як її вплив на фрезерувачі властивості плоскоріжучих відокремлювачів виражається параболічною залежністю.

При переміщенні тіл у спільному середовищі виникає сила опору, визначення якої призводиться за раціональної формулою академіка Горячкіна В.П. В ній враховується опір холостого ходу, відокремлення вивантажуваного корму від моноліту і надання йому кінетичної енергії.

На основі цього, опір, який виникає на ріжучій лопасті дорівнює

$$P = P_{от} + P_x + P_r, \quad /6/$$

де  $P_{от}$  - опір, який виступає при відокремленні корму від моноліту бурта,  $P_{от} = P_{ф} + P_{ск} + P_r$ ;

$P_{ф}$  - зусилля фрезерування вертикального торця знімаемого шару корма;

$P_{ск}$  - зусилля скадування вертикального торця корму;

$P_r$  - зусилля згрібання відокремлюемого шару по горизонтальній площині;

$P_x$  - опір холостого ходу робочого органу;

$P_r$  - опір транспортування,  $P_r = P_r' + P_{ur}$ ;

$P_r'$  - зусилля транспортування відокремленої маси в межах бурта;

$P_{ur}$  - зусилля кидання корма.

Процес фрезерування кормового моноліту уявляє собою відокремлення стружки ріжучими лопастями при обертанні диску навколо власної осі і горизонтальному поступальному руху.

Зусилля фрезерування однієї стружки буде

$$P_{ф} = \frac{4ehz}{2\pi} (\arcsin \frac{\pi}{\lambda z} + \alpha).$$

де  $e$  - енергія, що витрачається на відрізання /фрезерування/ стружки прямопропорціональна площі її поперечного зрізу,  $e = \Delta e S$ ;

$\Delta e$  - енергія, що витрачається на одиницю створення нової поверхні;

$z$  - кількість лопастей відокремлювача.

Зусилля зколівання вертикального торця буде

$$P_{cv} = \tau_v^n S_{cv}, \quad /8/$$

де  $\tau_v^n$  - допустима напруга зколівання шару корму у вертикальній площині при прикладенні горизонтального зусилля.

Зусилля згрібання стружки з горизонтальної площини кормового моноліту буде

$$P_{cz} = \tau_n^n S_{cz}, \quad /9/$$

де  $\tau_n^n$  - допустима напруга зколівання шару у горизонтальній площині при прикладенні до нього горизонтального зусилля.

Зусилля транспортування стружки в межах бурта буде

$$P_r = \frac{2g}{\lambda x} R V k_r f g, \quad /10/$$

де  $\rho_m$  - щільність моноліту бурта;

$f$  - коефіцієнт тертя відокремленої частини корму об моноліт;

$g$  - прискорення вільного падіння.

Подальше транспортування стружки характеризується переміщенням по ріжучій лопасті під дією інерційних сил і завершується її сходом з лопасті, дія яких описується диференціальним рівнянням /мал.3/

$$l'' + 2\omega l' - \omega^2 l = \omega^2 (l_0 - r_0 f), \quad /11/$$

де  $l_0$  - початкове положення частки на лопасті, яке відраховується від точки перетину лопасті з нормаллю проведеною до неї з осі обертання диску;

$r_0$  - радіус початкового положення частки корму.

Рішення диференціального рівняння дозволяє одержати вираз шляху  $l$ , пройдений часткою по лопасті, відношної швидкості  $V$ , відношне прискорення  $a$ , а також кутів зходу  $\gamma$  і розсію-

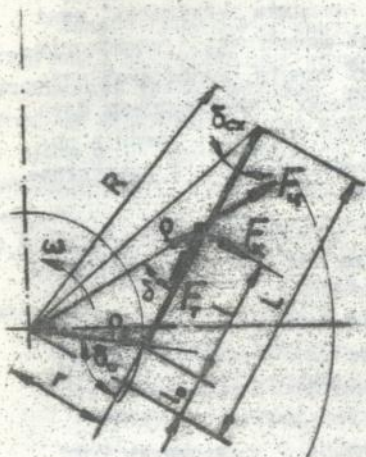
вання  $\theta$ .

$$l = (2l_0 - r_0 f) (k_2 e^{k_2 \varphi} - k_1 e^{k_1 \varphi}) / (k_2 - k_1) - l_0 + r_0 f. \quad /12/$$

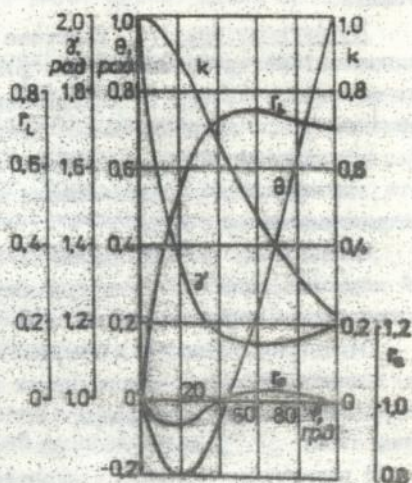
$$V_L = (2l_0 - r_0 f) k_1 k_2 (e^{k_1 \varphi} - e^{k_2 \varphi}) \omega / (k_2 - k_1). \quad /13/$$

$$a_L = (2l_0 - r_0 f) k_1 k_2 (e^{k_1 \varphi} - e^{k_2 \varphi}) \omega^2 / (k_2 - k_1). \quad /14/$$

де  $k_1 = -f + \sqrt{1 + f^2}$ ,  $k_2 = -f - \sqrt{1 + f^2}$ .



Мал.3. Схема сил, які діють на частку



Мал.4. Залежність  $k, \gamma_L, \theta$ ,  $\gamma$  і  $\theta$  від кута повороту лопасті

При визначенні  $l, V_L, a_L, \gamma$  і  $\theta$  зручно використовувати метод геометричного моделювання, прийнявши довжину лопасті диску і його кутову швидкість рівними одиниці і прийнявши, що  $k = (l_0 + r_0) / R$ .

Визначивши величину  $k$  знаходимо її на графіку  $k = f(\varphi)$  / мал.4/. Перетин вертикалі, проведеної через цю точку з відповідними кривими і віссю абсцис дає, відповідно, значення одиничних швидкостей і кутів.

Тоді зусилля кидання корму дорівнює

$$P_{\text{к}} = 2\pi a R V n p_m / \lambda z. \quad /15/$$

Аналізуючи формули, які входять до виразу /6/, бачимо, що на зусилля, яке виникає на ріжучій лопасті крім фізико-механічних і технологічних властивостей, впливають конструктивно-технологічні параметри і режими: ширина захвату  $B$ , швидкість подачі  $V_m$ , показник кінематичного режиму роботи  $\lambda$ , кількість ріжучих лопастей  $z$  і швидкість фрезерування  $V$ , причому їх збільшення у тій чи іншій мірі сприяє зниженню розглядаемого зусилля.

В третьому розділі "Програма і методика досліджень" дані програми і методики визначення фізико-механічних і технологічних властивостей буртів консервованих кормів, необхідної перевірки вірності запропонованих теоретичних обчислювальних формул, дослідження впливу конструктивних факторів і режимів роботи відокремлювача-подрібнювача на енергоємність і продуктивність вивантаження корму.

Дослідження фізико-механічних і технологічних властивостей кормових манолітів виконувались за оригінальних методів із застосуванням спеціально розробленого прилада.

Перевірка вірності одержаних аналітичних залежностей і дослідження впливу конструктивних факторів і режимів роботи проводилась із застосуванням багатфакторного планування експериментів.

В четвертому розділі "Експериментальні дослідження і їх аналіз" наведено результати експериментальних досліджень, їх аналіз і висновки.

Експериментальні дослідження проводились на кукурудзянім силосі при середньозваженій довжині часток 60,7 мм зі строком зберігання від 3 до 7 місяців, закладеному в облицьовані траншейні сховища.

Гранична дотична напруга у вертикальній площині при вертикальному вивантаженні 4,04 кПа, кут скасування при цьому  $26^\circ$ , в цій же площині при горизонтальному навантаженні 3,94 кПа і  $45^\circ$ .

Гранична нормальна напруга згину у вертикальній площині 22,47 кПа, в горизонтальній 19,86 кПа, зусилля горизонтального розриву шару 4,41 кПа.

Доведені результати досліджень фізико-механічних і технологічних властивостей буртів консервованих кормів свідчать про те, що бурти мають анізотропні властивості.

Для перевірки вірності запропонованих обчислювальних формул, зокрема формули, яка визначає зусилля скасування вертикального торця знімаемого шару корму виконаний двофакторний експеримент, в якому в якості досліджених факторів береться ширина захвату робочого органу, яка змінюється від 0,3 до 0,5 м і товщина знімаемого шару корму, яка змінюється від 0,06 до 0,12 м.

Адекватність використаної формули перевірялась за критерієм Фішера.

Аналіз проведених раніше досліджень робочих органів вивантажувачів консервованих кормів, які вивантажують корм при горизонтальній подачі показав, що на енергоємність і продуктивність процесу впливають ширина захвату, товщина знімаемого шару корму і швидкість подачі робочого ходу, тому вони і взяті у якості значущих при дослідженнях плоскоріжучого відокремлювача-подрібнювача, їх межі варьовання відповідно складають 0,3...0,5 м, 0,06...0,12 і 0,10...0,25 м/с.

Розрахунок коефіцієнтів регресії, виконаний по середнім значенням дав рівняння в розкритому вигляді:

енергоємності /кДж/кг/

$$E = 8,42 - 11,11B - 41,67h - 18,11V_n + 16,068h + 5,478V_n + 44,21hV_n + 12,718h^2 + 89,32h^2 + 21,64V_n^2 \quad /I6/$$

продуктивності /кг/с/

$$Q = 3,86 - 10,31B - 42,73h + 24,69V_n + 108,798h + 54,638V_n + 256,164V_n + 1,548h^2 + 17,15h^2 - 4,66V_n^2 \quad /I7/$$

Оптимальний режим роботи відокремлювача-подрібнювача:

/координати центру ваги поверхні відгуку, які описують енергоємність відокремлення силосу/ ширина захвату 0,42 м, товщина знімаемого шару 0,12 м, швидкість подачі 0,22 м/с.

Енергоємність при цьому 0,529 кДж/кг, продуктивність вивантаження силосу дорівнює 8,64 кг/с.

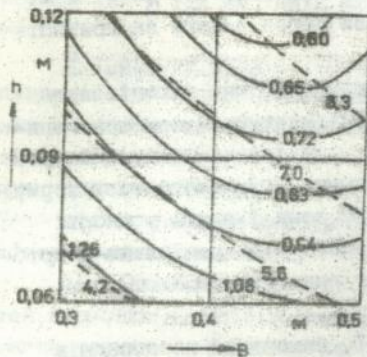
Канонічна форма рівняння енергоємності вивантаження силосу має вигляд

$$Y - 0,529 = 9,331 \cdot 10^{-2} X_2^2 + 23,774 \cdot 10^{-2} X_3^2 - 16,815 \cdot 10^{-4} X_1^2 \quad /I8/$$

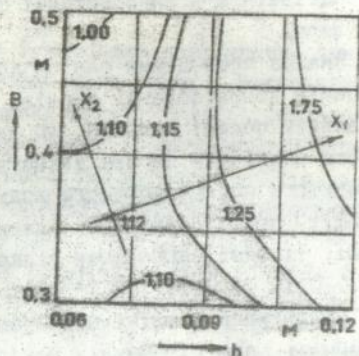
тобто поверхня відгуку має форму одноплосного гіперболоїда

обертання з продольною віссю  $X_1$ .

Вплив розглянутих факторів на енергоємність процесу відокремлення корму досліджується за допомогою аналізу їх парних взаємодій. Двохмірний переріз взаємодії ширини захвату і глибини різання робочого органу при нульовому рівні швидкості подачі  $V_n = 0,22$  м/с/ представлений на мал.5.



Мал.5. Двохмірний переріз поверхні відгуку



Мал.6. Сімейство кривих рівного коефіцієнту до-подрібнення

Із мал.5 бачимо, що мінімальна енергоємність процесу відокремлення силосу при нульовому рівні фактора швидкості  $V_n = 0,22$  м/с/ складає  $0,576$  кДж/кг при товщині знімаемого шару  $0,12$  м і ширині захвату  $0,44$  м. Продуктивність у цьому режимі  $8,6$  кг/с.

Із зростанням глибини різання зменшується енергоємність і збільшується продуктивність вивантаження, із збільшенням ширини захвату відбуваються ті ж явища на нижньому рівні глибини різання, а на верхньому рівні відбувається зниження енергоємності до ширини захвату  $0,26$  м, а потім незначний її зріст, що викликається втратами корму, які можна повернути.

Змінення фракційного складу вивантажуваного корму в

порівнянні з його складом в бурті, тобто доподрібнення, є критерієм якісних показників процесу вивантаження.

Проведені дослідження показали, що ступінь доподрібнення вивантажуваного корма, тобто відношення середньої довжини маси у моноліті до середньої довжини вивантаженого корму, взагалі, залежить від двох факторів - ширини захвату робочого органу і глибини врізання його в моноліт /товщини знімаемого шару корму/.

Для виявлення впливу цих факторів проведено повнофакторний експеримент, в якому досліджувальними факторами прийняті ширина захвату робочого органу, яка змінюється від 0,3 до 0,5 м, і товщина знімаемого шару корму, яка змінюється від 0,06 до 0,12 м.

Розрахунок коефіцієнтів регресії, виконаний по середнім значенням результатів дав рівняння регресії

$$k = 1,223 + 0,268B + 40,11h - 588h^2 - 66,66h^3 / 19/$$

Сімейство кривих різного коефіцієнту доподрібнення представлено на мал.6.

Аналіз одержаних даних показує, що із збільшенням ширини захвату ступінь доподрібнення при малій глибині зменшується, при великій ширині захвату воно не суттєво збільшується, так як збільшується кут фрезерування, при збільшенні глибини фрезерування ступінь доподрібнення збільшується, причому при більшій ширині захвату більш інтенсивно, що також пояснюється більшою дугою фрезерування.

В п'ятому розділі "Реалізація результатів досліджень" за результатами аналітичних і експериментальних досліджень заплановано програму і методику інженерного розрахунку конструктивних і технологічних параметрів плоскоріжучого відокремлювача-подрібнювача вивантажувача консервованих кормів із траншейних сховищ виходячи із забезпечення заданої продуктивності при мінімальній енергомості вивантаження.

В процесі досліджень плоскоріжучого робочого органу, які проводились в колгоспах ім.Кірова і "Могутній" Мелітопольського району Запорізької області було вивантажено 1600 т силосу. Продуктивність вивантаження складала 9... 12 кг/с.

Результати теоретичних і експериментальних досліджень плоскоріжучого відокремлювача-подрібнювача вивантажувача консервованих кормів передані, відповідно до заключених договорів в НВО НДІ "Фермаш" /м.Київ/ і УкрЦЕТ /смт.Дослідницьке/, де використовувались при розробках нових видів вивантажувачів.

На основі результатів досліджень розроблено і виготовлено вивантажувач ВИС-Ф-30П "Фрезер", базов для якого став застосовуваний раніше електрифікований вивантажувач ВИС-Ф-3.

При визначенні економічної ефективності впровадження пропонуваного електрифікованого позиційного вивантажувача з плоскоріжучим відокремлювачем-подрібнювачем для порівняння прийняті вивантажувачі ПСК-5 та ПСС-5,5.

Використання вивантажувача на фермі ВРХ степної зони України з поголів'ям 400 корів в порівнянні з ПСК-5 дозволяє підвищити продуктивність праці в 4,7 рази, а експлуатаційні витрати знизити на 44,2%.

Технічний рівень позиційного електрифікованого вивантажувача з плоскоріжучим відокремлювачем-подрібнювачем перевищує технічний рівень відомих вітчизняних і зарубіжних вивантажувачів.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

1. Вивантаження кормів із наземних горизонтальних сховищ здійснюється фрезерними вивантажувачами ПСК-5, які мають малу продуктивність /до 1,95 кг/с/ і велику енергоємність /30,27 кДж/кг/ і зчісувачами ПСС-5,5 продуктивність до 10,3 кг/с і енергоємність 9,52 кДж/кг, які металомікі, ненадійні в експлуатації і не довговічні. Вони працюють при вертикальній подачі, що знижує продуктивність із-за наявності холостого ходу і частой зміни позицій.

Найбільш прийнятна схема горизонтального ковзикового руху відокремлювача, при цьому раціонально використовується шаруватість бурта в цій площині, що сприяє зменшенню енергоємності.

2. Виконані дослідження фізико-механічних і технологічних властивостей буртів кормів показали, що гранична допустима напруга у вертикальній площині при вертикальному вивантаженні 4,04 кПа, кут зколювання при цьому 26°; при горизонт-

тальному навантаженні 3,94 кПа, кут зкалювання  $45^{\circ}$ ; гранична нормальна напруга згину у вертикальній площині - 22,4 кПа, в горизонтальній - 19,86 кПа; напруга розриву шару 4,41 кПа.

3. Одержані аналітичні обчислювальні формули для визначення зусиль відокремлення плоскоріжучим відокремлювачем-подрібнювачем показали добру сходиність з експериментальними даними, і відповідно, придатність для конструктивно-кінематичних розрахунків.

4. Оптимальними параметрами і режимами роботи плоскоріжучого відокремлювача-подрібнювача при вивантаженні силосу є: ширина захвату - 0,42 м, товщина знімаемого шару - 0,12 м, швидкість подачі - 0,22 м/с. Продуктивність при цьому 8,64 кг/с, енергоємність процесу 0,520 кДж/кг.

5. Плоскоріжучий відокремлювач-подрібнювач має добрі доподрібнювальні властивості, частки корму до 30 мм складають 70% і практично подрібнюються всі частки довжиною більше як 120 мм, що є найкращим виходячи із зоотехнічних вимог до харчування великої рогатої худоби.

6. Вар'юванням ширини захвату і глибини різання знімаемого шару корму можна отримати потрібну ступінь доподрібнення вивантажувальної маси при роботі в найменш енергоємному режимі.

7. Продуктивність вивантаження силосу з траншейних сховищ плоскоріжучим відокремлювачем-подрібнювачем досягає 10,3 кг/с, мінімальна енергоємність вивантаження силосу складає 0,616 кДж/кг.

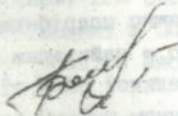
8. Застосування позиційного вивантажувача з плоскоріжучим відокремлювачем-подрібнювачем дозволяє підвищити продуктивність праці в 4,7 рази в порівнянні з ПСК-5. Зниження експлуатаційних витрат на фермі 400 голів БРХ, в порівнянні з вивантажувачем ПСК-5 складає 44,2%.

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ДИСЕРТАЦІЇ ВІДОБРАЖЕНІ У  
НАСТУПНИХ РОБОТАХ

1. Болтянский О.В., Киселев А.В. Результаты испытаний выгрузки силоса плоскорезущим рабочим органом // Мелитополь, 1992, 6 с.

2. Стефановський Б.С., Болтянський О.В., Кисельов О.В. Плоскоріжучий робочий орган для вивантаження консервованих кормів. - звіт /МІМСГ №Р І270. - ЄДДА, Кіровоград, 1993, - 5 с.

3. Болтянский О.В., Киселев А.В. Определение параметров движения частиц корма по лопасти плоскорезущего отделителя. отчет /МІМСХ №Р І272. - ЄДДА, Кіровоград, 1993, - 6 с.





Ab 27.78

**Ab 27.787**

1978

1978

1978

1978

1978

1978

1978

1978

1978

1978

1978

1978