

КРИМСЬКИЙ ОРДЕНА "ЗНАК ПОШАНИ"  
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИЙ ІНСТИТУТ  
ІМ. М. І. КАЛІНІНА

На правах рукопису

ВЕРВИЦЬКИЙ ОЛЕКСІЙ ПЕТРОВИЧ

РОЗРОБКА ТА ОБГРУНТУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ  
ВНЕСЕННЯ РІДКИХ ДОДАТКІВ В СТЕВЛИСТІ КОРМИ



05.20.01 – Механізація сільськогосподарського  
виробництва

Автореферат дисертації на здобуття наукового  
ступеня кандидата технічних наук

Сімферополь – 1996



00753783 (X)

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Кримському ордену "Знак Пошани" сільськогосподарському інституті ім.М.І.Калініна.

Наукові керівники: доктор технічних наук, професор Грачова Л.І., доктор технічних наук Бабицький Л.Ф.

Офіційні опоненти:

1. Чл.-кор. інженерної академії України, доктор технічних наук Болотін В.М.

2. Кандидат технічних наук, професор Роговий В.Д.

Провідна організація: науково-виробничий центр птахівництва Української Академії Аграрних наук, м.Сімферополь.

Захист відбудеться 28 червня 1996р. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 20.01.02 в Кримському ордену "Знак Пошани" сільськогосподарському інституті ім.М.І.Калініна (333030, м.Сімферополь, с.Аграрне).

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Кримського ордену "Знак Пошани" сільськогосподарському інституті ім.М.І.Калініна (333030, м.Сімферополь, с.Аграрне) з 10 год.

Автореферат розісланий "24" травня 1996р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради,  
доктор технічних наук *Бабицький* Бабицький Л.Ф.

ЛНБ ім. В. Стефаніка  
АН України

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ.

Актуальність теми досліджень. Однією із важливих задач в процесі виробництва продукції тваринництва є підвищення якості кормів. Ефективний спосіб збереження споживчих речовин при силосуванні кормів - застосування консервуючих рідких додатків. Особливого значення при цьому набуває ресурсозбереження, яке досягається за рахунок зниження втрат додатків та підвищення точності їх дозування.

Аналіз реультатів основних способів обробки силосуючої рослинної маси показав, що одним із найбільш перспективних є обробка її в траншейному сховищі в процесі розрівнювання та ущільнення.

Підвищення точності дозування рідких додатків і зниження їх втрат в процесі внесення можна досягти шляхом використання двофакелевого розпилу: тонкодисперсійного рідкого додатку та грубодисперсійного - води. Це дозволяє знизити втрати додатків та підвищити на 0,03 к. од/т якість силосу, порівняно зі способом однофакелевого розпилу. Застосування двофакелевого способу обробки силосуючої маси затримується із-за відсутності систематизованих наукових досліджень по обґрунтуванню конструктивно-технологічної схеми робочого процесу і параметрів робочих органів для його використання.

Об'єкт дослідження. Технологічний процес внесення рідких консервуючих додатків в силосуючу рослинну масу та двофакелеві розпилювальні робочі органи.

Мета роботи. Зниження втрат та підвищення точності до-

зування рідких консервуючих додатків від час їх внесення в силосуєму рослинну масу.

Методи досліджень і апаратура. Під час досліджень використовувалися аналітичні та статистично-ймовірні методи, методика планування і проведення багатофакторного експерименту, а також систематизація і аналіз результатів експериментальних та виробничих досліджень. Експериментальні дослідження виконувалися в лабораторних, а також виробничих умовах в траншейних сховищах. При цьому використовувалось відповідне експериментальне обладнання, оснащене необхідними приладами. Результати досліджень оброблялися методами дисперсійного та регресивного аналізів з використанням ЕОМ.

Теоретична та практична цінність досліджень. Одержані теоретичні залежності для визначення оптимальних параметрів процесу двофакелевого розпилу рідких консервуючих додатків і води та їх рівномірного розповсюдження в рослинній масі. На основі принципів і методів механіки обгрунтовано тип робочого органу, а також одержані залежності для визначення параметрів процесу осадження тонкодиспергованих краплинок додатків грубодиспергованими краплями води.

Застосування розробленого обладнання для двофакелевого розпилу рідких додатків і води в силосуєму рослинну масу дозволяє знизити втрати додатків на 35% та підвищити на 0,03 к. од/т споживність силосу в порівнянні з обробкою маси однофакелевим розпилом.

Наукова новизна. Обгрунтована конструктивно-технологічна схема процесу внесення рідких додатків в силосуєму рослинну масу двофакелевим розпилом. Розроблена нова двофа-

келева форсунка для реалізації такого процесу, оптимізовано параметри робочих органів та режимів роботи обладнання. Новизна запропонованих рішень підтверджена двома авторськими свідоцтвами на винахід ( №№ 1336149 і 1725907 ).

На захист виносяться:

- двофакелевий спосіб внесення рідких консервувачих додатків і води в силосуєму рослинну масу;
- теоретичні передумови оптимальних параметрів обладнання для двофакелевого розпилю консервувачих додатків;
- результати експериментальних досліджень процесу двофакелевого розпилю рідких консервувачих додатків і води;
- конструктивно-технологічна схема обладнання для обробки силосуємої рослинної маси;
- результати виробничої перевірки та економічна ефективність роботи обладнання.

Реалізація і впровадження наукових розробок. За результатами виконаних досліджень було виготовлене експериментальне обладнання, яке пройшло виробничу перевірку в колгоспі "Росія" і радгоспі "Вільшовик" Красногвардійського району, радгоспі ім. Ф. Держинського Сімферопольського району, колгоспі "Прогрес" Первомайського району Республіки Крим, радгоспі "Новосвітловський" Краснодарського району Ворошиловградської області, а також в колгоспі "Зоря" Веселівського району Запорізької області. Результати досліджень двофакелевого способу внесення рідких консервувачих додатків і води в процесі силосування рослинної маси в сковиді та обґрунтування параметрів обладнання для його використання передані в інститут механізації тваринництва Української академії аг-

рарних наук, м. Запоріжжя.

Апробація роботи. Основні положення та результати роботи доповідались на наукових конференціях Кримського сільськогосподарського інституту в 1986-1990 роках, науково-практичній конференції "Молоді вчені - програми "Агрокомплекс" (Сімферополь, 1987 р.), обласній науково-практичній конференції "Сільськогосподарське виробництво та екологія Криму" (м. Сімферополь 1989 р.), науково-виробничій конференції за результатами науково-дослідницьких робіт (м. Горки Могилівської області, ЄСПА, 1989 р.).

Сфера застосування. Результати досліджень можуть бути використані при розробці нового обладнання для консервування рослинної маси під час її силосування в траншейних сховищах.

Публікація. За результатами дисертаційної роботи опубліковано 11 праць, одержано два авторських свідоцтва на винахід. Основний зміст досліджень висвітлено в друкованих працях Кримського сільськогосподарського інституту, журналах "Механізація і електрифікація сільського господарства", "Кормопроизводство", а також в учбовому посібнику по механізації тваринництва, та довіднику по механізації заготівлі кормів, надрукованих у видавництві "Урожай".

Структура та об'єм дисертації. Дисертація складається із вступу, п'яти розділів, основних висновків і пропозицій, списку використаних джерел, що включає 132 найменування, в тому числі 11 на іноземних мовах. Загальний об'єм дисертації з додатками складає 155 сторінок. Основна частина 108 сторінок машинописного тексту, 28 малюнків, 5 таблиць.

## ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність теми досліджень та її значення для виробництва продукції тваринництва.

В першому розділі "Стан питання та задачі дослідження" на основі літературних даних визначений рівень агротехнічних вимог, які ставляться до обладнання для внесення рідких додатків в силосусуму рослинну масу. Проведений аналіз технічних засобів і теоретичних досліджень технологічних схем обробки рослинної маси при її силосованні. Приведена класифікація існуючого обладнання.

На основі аналізу зроблено висновок, що існуюче обладнання не задовольняє агротехнічним вимогам, бо приводить до високих втрат консервуючих додатків, або не забезпечує необхідної точності їх дозування.

Застосування способу двофакелевого розпилу рідких консервуючих додатків і води дозволяє знизити їх втрати в процесі внесення та підвищити точність дозування до рівня агротехнічних вимог, що гарантує високу якість силосної маси.

Дослідженню процесів консервування рослинної маси з використанням рідких додатків присвячені роботи Покровського В. С., Победнова Ю. А., Макарової К. Е., Кузьмицького О. В., Грачова О. В., Гвоздьова О. В., Таранова М. Т., Бондарева В. А., Беленчука В. І., Пастера Л., Гардера Л. А., Соколова О. В., Сизова В. І., Алдошина Н. В. та ін.

На основі аналізу стану питання зроблено висновок, що існуючі аналітичні залежності не дозволяють обґрунтувати процес роботи і конструктивні параметри обладнання для дво-

факелевого розпили консервуваних додатків і води, а результати експериментальних досліджень дають лише частину необхідних параметрів робочих органів.

В зв'язку з цим була поставлена мета роботи: зниження втрат і підвищення точності дозування рідких додатків в процесі їх внесення для підвищення якості кормів.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні задачі:

- обґрунтувати структурну модель рослинної маси;
- обґрунтувати двофакелевий спосіб внесення рідких консервуваних додатків і води в силосуему рослинну масу;
- розробити теоретичні передумови оптимальних параметрів обладнання;
- провести експериментальні дослідження процесу двофакелевого розпили консервуваних додатків і води;
- розробити конструктивно-технологічну схему обладнання для обробки силосуємої рослинної маси;
- провести виробничу перевірку і обґрунтувати економічну ефективність обладнання.

В другому розділі "Теоретичні передумови процесу внесення рідкого додатку в стеблисті корми" викладені результати теоретичних розробок процесів розпили рідин, взаємодії їх краплин в факелі та розповсюдження розчину в рослинній масі.

Для дослідження процесу обробки рослинної маси на основі аналізу робіт Кугьмицького О. В. та Грачова О. В. була прийнята структурна модель рослинної маси, яка складається з подібних часток, що нещільно прилягають одна до одної. При цьому між ними залишаються проміжки, по яких відбувається

інфільтрація рідини. Величина проміжків характеризується порівнянстю рослинної маси, що визначається як відношення об'єму пор до всього об'єму корму:

$$m = \frac{V_n}{V_k} = 1 - \frac{V_{\text{ч}}}{V_k}; \quad (1)$$

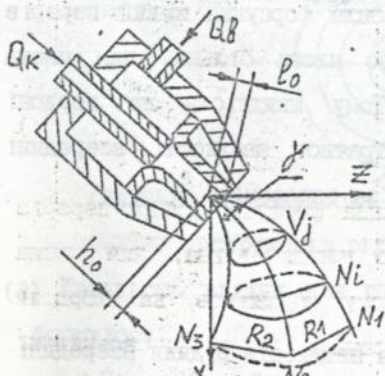
де  $V_{\text{ч}}$  - сумарний об'єм корму;

$V_k$  - загальний об'єм корму.

При побудові моделі рахувалося, що елементарні частки моделі мають форму циліндра, а кількість елементів в одиниці моделі, що співпадають за напрямом з осями координат, однакове.

Аналіз процесу внесення рідкого консервуючого додатку і води було розбито на наступні основні етапи: розпил рідини; розподіл краплин рідини в факелі розпилу; взаємодія краплин води і рідкого додатку в факелі розпилу; фільтраційне розповсюдження розчину в рослинній масі.

При побудові моделі гідродинаміки факелу розпилу було зроблено допущення, що рідина в факелі розподілена по перерізу рівномірно і для її вивчення достатньо прослідити за трьома струменями: верхнім, центральним і нижнім. В розрахунковій схемі факелу розпилу (мал. 1) початок координат розміщено в краплю формування факелу розпилу на відстані  $l_0$  від виходу з сопла форсунки.



Мал. 1. Розрахункова схема факелу розпилу

Відображаючи переріз факе-

лу на великій відстані від розширвача як сукупність краплин рідкої фази, одночасно і з однаковим швидкістю залишивши розширвач, площу перерізу факелу розпилю визначим із виразу

$$S\phi = \frac{\pi}{4} \left[ \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Z_1 - Z_2)^2} + \sqrt{(X_3 - X_2)^2 + (Z_3 - Z_2)^2} \right]^2 \quad (2)$$

де  $X_1, Z_1; X_2, Z_2; X_3, Z_3$  - одночасні координати відповідно краплин  $N_1, N_2, N_3$ .

Грунтуючись на моделі гідродинаміки факелу розпилю, одержали вираз для визначення відстані від сопла форсунки, на якій завершується формування потоку краплин:

$$l' = \frac{d_c}{2 \sin \gamma} \sqrt{\frac{1}{\beta}} \quad (3)$$

де  $d_c$  - діаметр сопла форсунки;

$\sin \gamma$  - синус половини куту факелу розпилю;

$\beta$  - об'ємна доля рідини в факелі.

Звідки при  $\beta = 0,4$

$$l' = 0,79 \frac{d_c}{\sin \gamma} \quad (4)$$

Враховуючи, що на зрізі сопла форсунки живий переріз потоку має випуклу форму, його площа більша, ніж площа нормального перерізу сопла. Тому швидкість на кордоні розпилю менша від середньовитратної швидкості всередині циліндра сопла і розраховується за виразом:

$$V_p(l) = V_p(0) \frac{1 - \cos \gamma}{2} \quad (5)$$

де  $V_p(0)$  - середньовитратна швидкість рідини всередині

циліндра сопла.

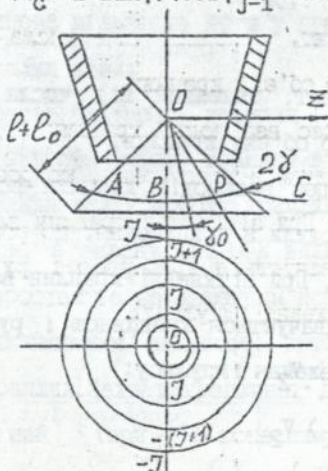
Радіус факелу розширення на відстані  $l$  від перерізу сопла знайшли із залежності:

$$r_{\phi}(l) = \frac{1/2 d_c + l \sin \gamma}{\cos \gamma / 2} \quad (5)$$

З метою визначення картини реального розподілу рідини по перерізу факелу розширення його розбили на концентричні кола (вкладені один в один конуси) (мал. 2).

Кожному такому конусу відповідають свої витрати рідини і діаметр краєлин. Площу сегмента кожного із струменів визначили із виразу:

$$S_j = 2\pi (d_c / 2 \sin \gamma) (\cos \gamma_{j-1} - \cos \gamma_j) \quad (7)$$



Мал. 2. Розрахункова схема для визначення спектра струменів в рідині

Швидкість рідини для кожного із струменів знайшли за формулою:

$$V_{PJ} = V_{PJ} / S_j \quad (8)$$

де  $V_{pj}$  - витрата рідини через j-ий струмень (знаходиться по кривій розподілу рідини в факелі).

Дослідивши процес розпаду рідкої пелени в факелі форсунки, визначили максимальний діаметр краплин, які не піддаються подвійному подрібненню (при числі Вебера  $We = 14$ ) за виразом:

$$d_{\max} = 1,8 / (V_p^2 e^{0,35 \ln Re}) (\ln(V_s - 1) / 0,7)^{1,2} \quad (9)$$

де  $V_p$  - швидкість рідини;

$V_s$  - сумарний відносний об'єм краплин в факелі розпилу;

$Re$  - число Рейнольдса.

Після спрощення знайшли залежність для практичного примінення:

$$d_{\max} \approx 1,8 \frac{V_p^2}{Re} K, \quad (10)$$

де  $K$  - коефіцієнт, залежний від числа Рейнольдса і сумарного відносного об'єму краплин.

Аналізуючи процес взаємодії краплин води та краплинок рідкого додатку виходили з припущення, що розподіл краплинок в факелі однорідний. При зіткненні краплин води з краплинкою додатку остання захоплюється краплиною і рухається разом з нею. По закону збереження імпульсу:

$$m_1 V_1 = (m_1 + m_2) V_2, \quad (11)$$

звідки

$$V_1 / V_2 = m_1 / (m_1 + m_2), \quad (12)$$

де  $m_1, m_2$  - відповідно маси краплин води та краплини води з захопленою краплиною додатку;

$V_1, V_2$  - відповідно швидкості краплини води та краплини води з захваченою краплиною додатку.

Для того, щоб швидкість  $V_2$  після зіткнення краплин збільшилась від  $V_1$  менше чим на 10 відсотків ( $V_2/V_1 > 0.9$ ) достатньо, щоб відношення мас було  $m_1/m_2 > 9$ .

Приміняючи до аналізу процесу взаємодії краплин відомі залежності визначили коефіцієнт захвату краплинок рідкого додатку краплинами води із виразу:

$$K_3 = \frac{C_0}{C_1} = e^{-\frac{S_{\text{ш}} n_{\text{ж}} V_1 l}{V_2}} \quad (13)$$

де  $C_0$  - початкова щільність потоку краплинок додатку;

$C_1$  - кінцева щільність потоку краплинок додатку після проходження краплин води;

$S_{\text{ш}}$  - переріз взаємодії краплин (міделевий переріз);

$n_{\text{ж}}$  - щільність потоку краплин води;

$l$  - довжина шляху потоку краплин води.

Таким чином, з виразу (13) видно, що коефіцієнт  $K_3$  експонціально зростає із збільшенням початкової швидкості  $V_1$  краплин води, початкової щільності потоку  $n_{\text{ж}}$  та довжини  $l$  шляху потоку краплин. Захват краплинок додатку краплями води тим ефективніший (при фіксованих значеннях інших параметрів), чим менша швидкість потоку краплинок додатку.

Приміняючи до аналізу процесу фільтраційного розподілу робочого розчину рідини в рослинній масі відомі залежності гідродинаміки дійшли висновку, що відношення проникності рослинної маси відповідно в поперечній та повздовжній площинах можна знайти із залежності:

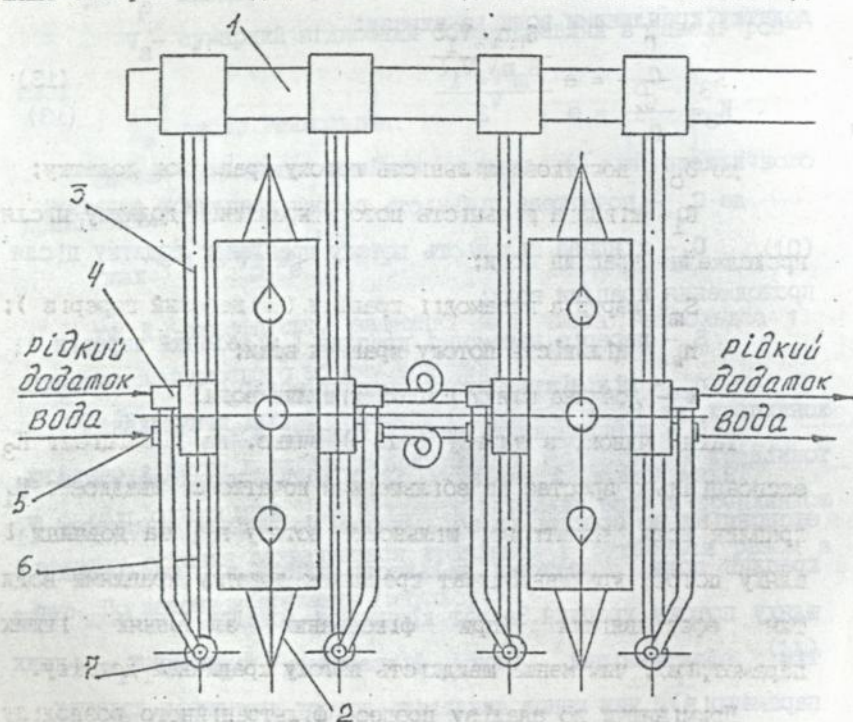
$$K/K_e = 4\pi n / (8n(1-n) + 3) \quad (14)$$

де  $K$  - коефіцієнт проникності рослинної маси поперек часток корму;

$K_e$  - коефіцієнт проникності рослинної маси вздовж часток корму;

$n$  - кількість часток в об'ємі, що досліджується.

На підставі виведених аналітичних залежностей була обґрунтована конструкція робочих органів (мал.3), на які одержано авторські свідоцтва на винахід (№ 1366149 і 1725807).



Мал. 3. Робочі органи обладнання: 1 - рама; 2 - каток;  
3 - втулка; 4 - канал рідкого додатку; 5 - канал  
води; 6 - кронштейн; 7 - двофакелевий розпилювач.

В третьому розділі "Методика лабораторних досліджень та виробничих випробувань" викладено мету та задачі експериментальних досліджень. Приведені схеми експериментальних установок. Дані методики визначення:

- дисперсних характеристик факелу розпилу;
- характеристик розподілу рідини в факелі;
- параметрів процесу двофакелевого розпилу;
- процесу розповсюдження робочого розчину в рослинній масі.

Дослідження проводили за допомогою однофакторного та багатофакторних експериментів з одержанням рівнянь регресії. При цьому в багатофакторних експериментах зміна параметрів проводилася за стандартним планом другого порядку.

Для перевірки процесу обробки силосуємої маси в виробничих умовах було виготовлено обладнання, методика випробування якого також приведена в розділі.

В четвертому розділі "Результати експериментальних досліджень" приведено результати та аналіз експериментальної перевірки положень і висновків теоретичних досліджень, обґрунтовані оптимальні параметри досліджуваних робочих органів.

Встановлено, що на дисперсність розпилу рідини при заданій її витраті значною мірою впливають діаметр отвору сопла та тиск в розпилювачі. З метою визначення граничних величин впливу цих факторів на дисперсність розпилу були проведені однофакторні експерименти. В результаті цього визначено, що залежність об'ємно-поверхневого діаметра  $d_{3,2}$  краплин ріди-

ни від тиску  $P$  в розпилювачі носить лінійний характер і в діапазоні зростання тиску від 0,05 до 0,40 МПа при різній витраті рідини зменшується, в середньому, на 60 відсотків. Однофакторна залежність об'ємно-поверхневого діаметра  $d_{32}$  краплин рідини від діаметру отвору  $d_0$  сопла розпилювача також є лінійною і показує, що відбувається зростання продуктивності розпилювача, в діапазоні зміни діаметра його отвору  $d_0$  від 0,5 до 2,0 мм на 200...300 відсотків.

З метою одержання оптимальних значень величин тиску  $P$  в розпилювачі і діаметру отвору сопла  $d_0$  та їх одночасного впливу на об'ємно-поверхневий діаметр краплин рідини був проведений багатофакторний експеримент, в результаті якого одержано рівняння регресії:

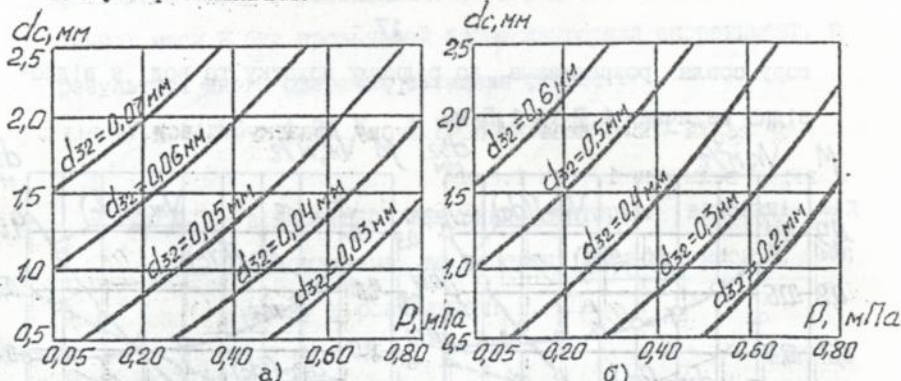
$$Y = 5.3 + 1.8 X_1 + 1.3 X_2 - 3.2 X_1 X_2, \quad (15)$$

де  $X_1$ ,  $X_2$  - відповідно значення факторів: діаметру отвору сопла, мм; тиску в розпилювачі, МПа.

Після перевірки одержаного рівняння на адекватність експериментальним даним за критерієм Фішера та його рішення були побудовані двомірні перерізи поверхні відгуку взаємодії тиску в розпилювачі та діаметру отвору сопла при витраті рідини відповідно для рідкого додатку та води в 0.4 і 3.5 м<sup>3</sup>/г.

Аналіз двомірних перерізів (мал. 4) показав, що можливі значення тиску  $P$  і діаметру отвору  $d_0$  знаходяться правіше лінії рівня  $d = 0.05$  мм для рідкого додатку і правіше лінії рівня  $d = 0.4$  мм - відповідно для води. Конкретні значення цих величин необхідно вибирати з того розрахунку, щоб забезпечити задану дисперсність розпилу при мінімально можливому

тиску в розпилувачі.



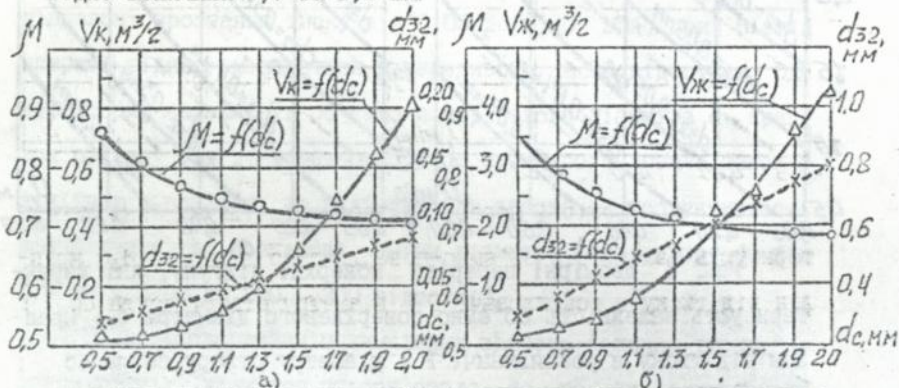
Мал. 4 Двовірні перерізи поверхні відгуку, які харак-

теризують залежність об'ємно-поверхневого діаметра  $d_{32}$  краплин від тиску в розпилувачі  $P$  і діаметру створу сопла  $d_c$  : а) для рідкого додатку; б) для води.

В процесі визначення характеристик розподілу рідини і параметрів процесу розпику були одержані залежності коефіцієнта витрати  $\mu$  та продуктивності  $V$  від діаметру отвору сопла розпилувача  $d_c$  при тиску 0.35...0.40 МПа для води та 0.10...0.15 МПа - для рідкого додатку.

Аналіз одержаних залежностей (мал. 5) показує, що найбільша зміна коефіцієнтів витрати  $\mu$  для рідкого додатку та води спостерігається в діапазоні зростання діаметра отвору сопла розпилувача відповідно з 0,5 до 1,7 та з 0,5 до 0,9 мм. При цьому для продуктивності в діапазоні зміни діаметра отвору сопла з 0,5 до 0,9 мм як для рідкого додатку, так і для води спостерігається незначне зростання цієї величини і лише при збільшенні діаметру отвору сопла більше 0,9 мм відбувається різке зростання продуктивності. Аналіз одержаних залежностей показує, що оптимальними розмірами діаметру от-

вору сопла розпилювача по рідкому додатку та воді є відповідно величини 1,7 та 1,5 мм.



Мал. 5. Залежність коефіцієнта витрати  $\mu$ , продуктивності  $V$  та об'ємно-поверхневого діаметра краплин  $d_{32}$  від діаметру отвору сопла  $d_c$ :

а) по рідкому додатку; б) по воді.

З метою визначення відповідності нерівномірності розподілу рідкого додатку в факелі розпилу агровимогам (20 відсотків) була проведена її оцінка.

Факторами, які найбільше впливають на нерівномірність розподілу рідкого додатку в факелі розпилу, є співвідношення об'ємів рідкого додатку та води, відстань від розпилювача до поверхні рослинної маси та тиск в розпилювачі.

Дослідження показали, що збільшення співвідношення об'ємів рідкого додатку та води з 1 : 1 до 1 : 4 дає змогу знизити нерівномірність розподілу та втрати на випаровування рідкого додатку відповідно з 35 до 17 відсотків та з 25 до 8 відсотків, що відповідає агровимогам.

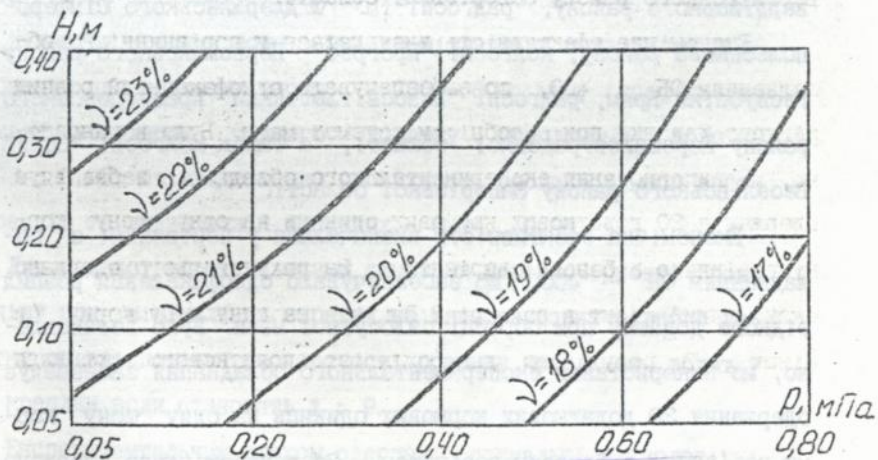
З метою визначення залежності нерівномірності розподілу рідкого додатку в факелі розпилу від одночасного впливу

факторів: тиску в розпилювачі  $P$  та відстані до поверхні рослинної маси  $H$  був проведений багатфакторний експеримент, в результаті якого одержано рівняння регресії:

$$Y = 14.55 - 1.96 X_1 - 1.73 X_2 + 1.34 X_1 X_2 \quad (15)$$

де  $X_1, X_2$  - відповідно значення факторів: відстані від розпилювача до поверхні рослинної маси  $H$ , мм; тиску в розпилювачі  $P$ , МПа.

Після перевірки одержаного рівняння на адекватність експериментальним даним та його рішення був побудований двомірний переріз поверхні відгуку (мал. 6). Аналіз двомірного перерізу показує, що значення параметрів процесу розпилу: (тиску в розпилювачі та відстані до поверхні рослинної маси) знаходяться правіше лінії  $\nu = 20\%$ . Оптимальними значеннями є величини тиску для рідкого додатку та води відповідно 0,10...0,15 і 0,35...0,40 МПа при відстані 0,15...0,22 м.



Мал. 6. Двомірний переріз поверхні відгуку, який харак-

теришує залежність нерівномірності розподілу рідкого додатку  $V$  від тиску в розпилювачі  $P$  та відстані до поверхні рослинної маси;  $V$   $k=0,4$  м<sup>3</sup>/г і співвідношення рідини 1 : 4.

На заключному етапі експериментальних досліджень було встановлено, що за рахунок фільтраційних та дифузійних процесів при подальшому уцільненні рослинної маси відбувається зменшення нерівномірності розподілу робочого розчину до рівня агровиног (20 відсотків).

В п'ятому розділі "Виробнича перевірка та економічна ефективність процесу обробки силосуємих кормів" приведені результати виробничої перевірки та визначена економічна ефективність впровадження.

Виробнича перевірка експериментального обладнання проводилася в колгоспі "Росія" і радгоспі "Більшовик" Красногвардійського району, радгоспі ім. Ф. Держинського Сімферопольського району, колгоспі "Прогрес" Первомайського району Республіки Крим, радгоспі "Новосвітловський" Краснодарського району Ворошиловградської області, а також колгоспі "Зоря" Веселівського району Запорізької області.

Економічна ефективність визначалася у порівнянні з обладнанням ОН - 400, що забезпечувало однофакелевий розпил рідкого додатку при обробці силосуємої маси. Було встановлено, що використання експериментального обладнання забезпечує одержання 30 додаткових кормових одиниць на одну тону корму, порівняно з базовим варіантом. За рахунок цього одержано економічний ефект в розмірі 3,0 крб. на одну тону корму (в цінах 1990 року), що дає можливість додаткового отримання

25 тон молока.

### ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОВНИЦТВУ

1. Аналіз відомих способів та засобів механізації внесення рідких консервуючих додатків в силосуему рослинну масу показав, що найбільш повно агротехнічним вимогам до нерівномірності їх внесення ( 20 відсотків) та втрат на випаровування відповідає двофакелевий розпил додатку та води.

2. Застосована модель рослинної маси з порізністю 0,70...0,80 верхнього неуцільненого шару корму підтверджує можливість внесення рідкого додатку та води двофакелевим розпилом.

3. Аналітичним шляхом одержані залежності та визначені по них оптимальні параметри величин: відстані від сопла розпилквача, на якій завершується формування потоку краплин - 0,15...0,20 м; радіусу факелу на цій відстані - 0,13...0,18 м; діаметру краплин води, які не піддаються подвійному подрібненню при заданому тиску - 700...800 мкм; коефіцієнта захвату краплинок рідкого додатку краплинами води - 0,93...0,95; співвідношення проникності рослинної маси в поперечній та поздовжній площинах - 0,34...0,38.

4. Для заданої агротехнічними вимогами нерівномірності розподілу при мінімальних втратах на випаровування рідкого додатку співвідношення дисперсності розпилу краплинок додатку та краплин води становить 1 : 9.

5. Експериментальним шляхом одержані оптимальні технологічні та конструктивні параметри обладнання; тиск в каналах подачі

рідкого додатку та води відповідно 0,10...0,15 і 0,35...0,40 МПа; відстань між розпилювачами на рамі обладнання 0,30 м; відстань від розпилювачів до поверхні рослинної маси 0,20 м; витрата для рідкого додатку та води відповідно 0,4 і 3,5 м<sup>3</sup>/Г; діаметр отворів розпилювача для рідкого додатку та води відповідно 1,7 і 1,5 мм.

6. Експериментально підтверджені теретичні припущення нерівномірності розподілу робочого розчину в шарі рослинної маси за рахунок фільтраційних та дифузійних процесів до рівня агротехнічних вимог (20 відсотків).

7. Розроблена методика розрахунку технологічних та конструктивних параметрів розпилювачів для двофазового розпилення рідкого додатку та води за допомогою ЕОМ дозволяє визначати параметри обладнання в залежності від конкретних виробничих умов.

8. Застосування обладнання для двофазового розпилення рідкого додатку та води в траншейних сховищах за даними виробничої перевірки дозволяє знизити на 35 відсотків втрати додатків та підвищити на 0,03 кормових одиниці на одну тону споживність силосу, в порівнянні з пристосованим обладнанням ОН-400. Економічний ефект складає 3,0 крб. на одну тону силосу (в цінах 1990 року).

Основні положення дисертації викладені в роботах:

1. Механізація работ на животноводческих фермах и комплексах / Грачева Л. И., Назаров Г. Н., Гербер Ю. Б., Грачев А. В., Вербицкий А. П. - К.: Урожай, 1987. - с. 12 -85.
2. Справочник по механизации кормопроизводства / Грачева Л. И., Грачев А. В., Вербицкий А. П. - К.: Урожай,

1989. - с. 96-100

3. Грачев А. В., Вербицкий А. П. Исследование температурных режимов растительной массы при механизированной заготовке кормов // Механизация трудоемких процессов в растениеводстве Крымской области: Сб. науч. тр. / УСХА, 1987. - с. 92-94.

4. Грачева Л. И., Грачев А. В., Кратько А. Д., Вербицкий А. П. Установка для внесения консервантов в силосную массу // Информлисток. Крымский ЦНТИ; № 86-0069-86, 1986 - 4 с.

5. Вербицкий А. П. Разработать приспособления для внесения жидких и сухих консервантов при заготовках растительного корма / Заключительный отчет о НИР. Москва. Рег. № 02.90.0011922. - 1990. - 36 с.

6. Грачева Л. И., Кислый С. А., Кратько А. Д., Вербицкий А. П. Установки для внесения консервантов // Кормопроизводство. - 1987, № 7. - с. 24.

7. Грачева Л. И., Кислый С. А., Вербицкий А. П. Сухое консервирование растительных кормов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 1988, № 7. - с. 24

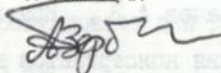
8. А. С. 1366149 СССР, МКИ<sup>3</sup> А 23 К 3/03. Установка для внесения консервантов в силосную массу / Грачева Л. И., Грачев А. В., Гербер Ю. Б., Вербицкий А. П. Опубл. 15.01.88 в ЕИ №2. - 3 с.

9. А. С. 1725807 СССР, МКИ<sup>3</sup> А 23 К 3/03 Установка для обработки растительного материала химическими реагентами / Вербицкий А. П., Грачев А. В. Опубл. в ЕИ №14 15.04.92-4 с.

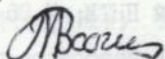
10. Вербицкий А. П. К оценке комплексного воздействия факторов на коэффициент вариации распределения консервантов в силосуемой массе // Корма и кормление сельскохозяйственных жи-

вотных, № 1, 1987 - с. 6. - флюорированная рибоним.

11. Вербницкий А. П. Технология консервирования кормов экологически чистыми биологическими консервантами // Тезисы докладов Крымской областной научно-производственной конференции. - Симферополь. - 1989. - С. 103-108.

  
Відповідальний за випуск,

доктор технічних наук



А. П. Вербницкий.

---

Підписано до друку 25.02.95. Формат 60 x 84 1/16 05'ем 1 ум.  
друк. арк. Тираж 100 прим. Замовл. № 16

---

Красногвардейская типография, п. Красногвардейское Респ.  
публики Крым.

Verbitskiy A.P. Process design and survey control of mixing device for application of liquid additions into ensilage fodders. Thesis is in the form of manuscript for a degree of Doctor of Technical Sciences, speciality #05.20.01 - mechanization of agricultural production, Crimean Agricultural Institute, Simpheropol, 1996.

Thesis contains both theoretical and experimental researches for the purpose of substantiating mixing device operation conditions for two-cone spray of liquid additions and water. It allowed to determine that two-cone spray reduces, when compared with one-cone spray, percentage loss of liquid additions to 35% and upgrades edible quality of silage. The data on the operating efficiency of presented new-found mixing device, defended by two inventions, are brought in.

Вєрбицкий А.П. Разработка и обоснование устройства для внесения жидких добавок в стебельчатые корма. Диссертация в виде рукописи на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.01. - механизация сельскохозяйственного производства, Крымский сельскохозяйственный институт, Симферополь, 1996.

Диссертация содержит теоретические и экспериментальные исследования по обоснованию конструктивно-режимных параметров устройства для двухфакельного распыла жидкой добавки и воды. Установлено, что двухфакельный распыл снижает, по сравнению с однофакельным, потери жидких добавок на 35% и повышает питательность силоса. Приводятся данные об эффективности внедрения предложенного устройства, новизна которого защищена двумя изобретениями.

Ключові слова:

вода, двофакельний розпил, дифузія, рідкий додаток, стеблесті корми, фільтрація.

136923



MS. A. 9. 2. 10. 10. 10.

436923

AB 35.035