

ІНСТИТУТ МЕХАНІЗАЦІЇ І ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ СІЛЬСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНСЬКОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ
НАУК
/ ІМЕСГ УААН /

На правах рукопису

ПУСТИК ЛЕОНІД ПРОКОПОВИЧ

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ТА РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ
ЗАСОБІВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИПРОБУВАНЬ ЗМІШУВАЛЬ-
НИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ВОЛОГИХ КОРМОВИХ СУМІШЕЙ

Спеціальність 05.20.01 -
"Механізація сільськогосподарського виробництва"

Автореферат
дисертації на здобуття вченого ступеня
кандидата технічних наук



00814826 (Т)

Робота виконана в Українському державному науково-дослідницькому інституті механізації та електрифікації сільського господарства Української академії аграрних наук /ІМЕСГ УААН/

- Науковий керівник - доктор технічних наук,
професор КУКТА Г.М.
- Науковий консультант - доктор технічних наук,
професор, академік УААН
ПОГОРІЛИЙ Л.В.
- Офіційні опоненти - доктор технічних наук
РЕВЕНКО І.І.
кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник
ТКАЧ В.В.
- Провідна організація - Науково-виробниче об'єднання
по фермерським машинам,
НВО "НДІфермаш"

Захист відбудеться "24" *листопада* 1993 р. в 14⁰⁰ годин на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 020.30.01 по присудженню наукового ступеня доктора технічних наук в Інституті механізації та електрифікації сільського господарства Української академії аграрних наук за адресою: 255133, Київська обл., Васильківський р-н, смт. Глеваха-І, вул. Вокзальна, ІІ, ІМЕСГ УААН, кімната 613.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Інституту механізації та електрифікації сільського господарства.

Автореферат розісланий "21" *листопада* 1993 р.

Вчений секретар спеціалізованої ради

Грицишин М.І. Грицишин

ЛНБ ім. В. Стефаніка
АН України

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми дослідження. Визначаючим фактором виробництва продукції і тваринництва являються корми на долю яких приходиться більше половини її собівартості. В зв'язку з цим важливого значення набувають розробка та впровадження в виробництво нових машин, комплексів технічних засобів, що підвищують ефективність використання кормів, серед яких особливе місце займають змішувачі кормів.

Аналіз застосування в системі машин випробувань нормативно-технічних документів, що регламентують програму та методи випробувань змішувачів кормів, показав, що одним з шляхів підвищення вірогідності результатів випробувань та зниження працездатності їх проведення являється обґрунтування та впровадження методів, що забезпечують вирішення наступних задач: оцінку спільної дії на критерій якості змішування найбільш значимих факторів; обґрунтування умов вірогідності оцінки якості змішування кормів - розміру проб та їх кількості, розміру вибірки, інтервалу та схеми відбору проб, використання технічних засобів для проведення експериментів. Однак вирішення відмічених задач стримується відсутністю необхідного методичного і технічного забезпечення. Тому вдосконалення методів оцінки змішувачів кормів являється важливою науково-технічною задачею.

Мета роботи - підвищення вірогідності результатів випробувань, змішувальних установок кормів; зниження витрат праці при випробуваннях.

Об'єкт дослідження - методи та технічні засоби для випробувань серійних та дослідних змішувачів кормів, вологі кормові суміші для свиней та БРХ.

Методика досліджень. Теоретичні дослідження робочих процесів змішувачів кормів та технічних засобів для механізації експериментів проводились з використанням методів теорії імовірності та математичної статистики, математичного моделювання. Обґрунтування параметрів пристрою витягання контрольного компонента здійснювалось з використанням теорії механіки насипних вантажів, теорії руху частинок по шорстким поверхням. Експериментальні дослідження виконувались з використанням методів регресійного аналізу, натурального моделювання, тензометрування. Обробка результатів проводилась методами статистичного аналізу та математичного моделювання з використанням ПЕОМ IBM PC/AT-286.

Теоретичні результати та новизна. Встановлена залежність змі-

ни критерію якості змішування від впливу факторів – розміру частинок δ , розміру проб δ , дози уведення контрольного компонента η та співвідношення густини змішуваних матеріалів θ ; встановлена прийнятна схема спостереження процесу змішування кормів при випробуваннях, що забезпечує мінімальну похибку оцінки якості роботи машини; встановлена закономірність зміни мінімальної маси проби та об'єму вибірки в залежності від точності, рівня надійності визначення якості змішування, що дозволяє розрахувати розмір та кількість проб, об'єм вибірки; обґрунтована можливість витягання частинок контрольного компонента електромагнітом для механізації проведення експериментів, обґрунтовані основні конструкційно-технологічні параметри пристрою витягання контрольного компонента.

Практичні результати та новизна. Розроблена типова методика випробувань змішувачів в кормів, розроблені методика розрахунку та конструкція пристрою витягання контрольного компонента. Застосування методики випробувань змішувачів в кормів та технічного засобу дозволяє в порівнянні з традиційними методами підвищити вірогідність результатів випробувань на 4,9...5,1%, та скоротити витрати праці на проведення випробувань в виробничих умовах не менше ніж в 2 рази.

На захист виносяться: метод обґрунтування основних умов забезпечення вірогідності критерію процесу змішування – прийнятної схеми та процедури його спостереження та оцінювання; аналітичні залежності, що відображають вплив факторів /розміру частинок, дози уведення контрольного компонента, величини проби, співвідношення густини/ на показник якості змішування; аналітичні залежності які відображають процес витягання спеціально підготовлених частинок контрольного компонента з аналізуємих проб; технологічна схема, конструкційно-технологічні параметри пристрою для витягання частинок контрольного компонента з проб; пропозиції по вдосконаленню методики випробувань установок для змішування кормів.

Апробація роботи. Основні результати досліджень висвітлені в 8 друкованих працях, докладені та схвалені на науково-технічних конференціях по методах та технічних засобах, використовуваним при випробуваннях сільськогосподарської техніки /м.Янги-Юль, 1985, Мінск, 1988/ на науково-технічній раді ВІНДІВМОТ /1986-1989/ та розширеному засіданні відділу заготівлі та приготування кормів ІМЕСГ.

Предмет та міра впровадження. Розроблені методики пройшли виробничу перевірку в відділі випробувань Укр ЦВГ, ВНДІ комплексних проблем машинобудування для тваринництва /ВНИИКОМЖ/, Харківському зооветеринарному інституті при випробуваннях серійних та експериментальних змішувачів кормів: лопасного - С-7, шнека-змішувача установки УМК-Ф-2-М, бітерно-гвинтового - БЕС-30, двовального спірального змішувача ЛБ-ФМ2-У, змішувача СНД-15.

На основі матеріалів досліджень розроблена "Типова методика визначення якості змішування кормів" М 29.055-87 /доповнення до ОСТ 70.19.2-83 "Машини та обладнання для приготування кормів. Методи випробувань"/ та РД 10.19.2-90 "Випробування сільськогосподарської техніки. Машини та обладнання для приготування кормів".

Ефективність впровадження. Розрахунковий економічний ефект від впровадження методик та технічних засобів в системі машино-випробувань складає 542 крб. /в цінах 1991 р./ на один випробуваний змішувач при середньорічному обсязі випробувань 50 кормозмішувальних установок.

Область застосування. Результати досліджень використовуються машино-випробувальними станціями при випробуваннях змішувачів кормів, а також можуть бути використані науково-дослідними та проектно-конструкторськими організаціями при обґрунтуванні параметрів змішувачів та розробці технічних засобів, використовуваних при випробуваннях змішувальних установок.

Структура та об'єм дисертації. Дисертація містить вступ, чотири розділи, основні висновки, список використаної літератури та додатки. Загальний об'єм 167 с, в тому числі 120 машинописного тексту, 10 таблиць, 39 рисунків. Додатки /19/ найменувань викладені на 25 сторінках. Список літератури включає 104 найменування радянських та іноземних авторів.

ЗМІСТ РОБОТИ

В першому розділі викладено стан питання, обґрунтовані мета та задачі досліджень. Приведено огляд змішувальних пристроїв та основних конструкційно-технологічних параметрів, а також фактори, що впливають на якість змішування, приведено аналіз методів та способів оцінки якості змішування, застосовуваних при випробуваннях та дослідженнях кормозмішувальних установок, та визначені основні напрямки їх вдосконалення. Вивченню процесу змішування та обґрунтування параметрів кормозмішувальних установок присвячені роботи Кафарова В.В., Ластовцева А.М., Лапшина А.А., Макарова Ю.І., Новобранцева Ф.К., Раскатовой С.О., Пестова Н.Е., Уланова І.А.,

Кукти Г.М., Кожно В.А., Зсленського Н.П., Вутть О.І., Голікова В.А., Пашевкіна О.В., Фурси І.І., Гейфмана В.П., Тищенко М.А., Максименко В.А., Аблаутова А.А., Чаусовського Г.А., Чернишова В.О. Смаковського Ф.П. та ін.

Встановлено, що змішування являється завершальною операцією приготування кормів, що дозволяє одержати ряд переваг при згодуванні кормів в вигляді кормосуміші порівняно з окремим роздаванням тих же компонентів. Це підвищує продуктивність корів на 5-9 %, відгодівельного поголів'я - від 10 до 20% при економії кормів в межах 7-10 %, корми при згодуванні їх у вигляді суміші можливо роздавати кормороздавачем одного типу, так як підготовка матеріалів до змішування дозволяє привести їх фізико-механічні властивості до однотипних.

Оцінку якості суміші загальноприйнято до справжнього часу вести по розподілу одного із компонентів, що входить в суміш, як правило в меншій дозі /контрольованого/ або спеціально введеного контрольованого компонента. Для визначення критерія якості суміші використовувались статистичні характеристики розподілу компонента в аналізованих пробах. Значення їх залежать від впливу різних факторів - розміру змішуваних частинок \bar{L} , дози уведення контрольованого компонента η , розміра проб \bar{G} , співвідношення густини змішуваних матеріалів в θ , процедури спостереження за процесом змішування. Крім того, використовуваний до цього часу аналіз проб вручну для вибору контрольованого компонента поєднаний з значними витратами часу, низькою вірогідністю критерію. В зв'язку з неоднаковим підходом та відсутністю однієї думки по оцінці та критеріям процесу змішування має місце їх відмінність та недостатність вірогідності при випробуванні кормозмішувальних установок в огчотипних умовах.

Аналіз існуючих способів витягання з проб частинок контрольованого компонента показав, що перспективним являється гравіметричний, поєднуючий розсів на ситах з магнітною сепарацією частинок. Для цього останні піддають спеціальній обробці дрібнодисперсним пилом випаленого нікель-цинкового фериту, що надає контрольованому компоненту магнітні властивості.

Для підвищення вірогідності критерію оцінки якості суміші та зменшення витрат праці при випробуванні змішувачів передбачено вирішити наступні задачі:

- визначити найбільш значущі фактори, впливаючі на критерій якості суміші, та оцінити їх спільну дію на критерій;
- обґрунтувати умови вірогідної оцінки якості змішування кормів,

розмір проб та їх кількість, розмір вибірки, інтервал та схему відбору проб;

- розробити та експериментально визначити конструкційно-технологічні параметри пристрою витягання контрольного компонента та оцінити вірогідність показників роботи змішувачів при використанні пристрою;

- розробити методика випробувань змішувачів кормів з урахуванням одержаних результатів.

В другому розділі приведені результати теоретичних досліджень по впливу основних факторів на якість змішування кормів, обґрунтування оптимального експеримента при випробуванні змішувачів, статистичному аналізі результатів. На основі статистичної залежності, що зв'язує дисперсію оцінки дози уведення контрольного компонента з загальним числом частинок при їх аналізі, одержане рівняння, що зв'язує коефіцієнт варіації контрольного компонента в суміші з різними факторами:

$$V = \sqrt{\frac{1 - \hat{\eta}}{\hat{\eta} G} \cdot \frac{\rho_k V_k}{\hat{\eta} + (1 - \hat{\eta}) \frac{V_k \cdot \theta}{K \cdot \ell}}} \quad /1/$$

де $\hat{\eta}$ - оцінка концентрації контрольного компонента; G - розмір проби; ρ_k, V_k - густина та об'єм, що займає контрольний компонент в пробі, $г/см^3, м^3$; K - умовно незмінний параметр частинки / для випадку коли змішується стеблистий корм $K = b \cdot h$; ℓ - розмір змішуваних частинок, см; θ - співвідношення густини змішуваних матеріалів.

Оцінку якості роботи змішувача проводять на підставі обліку контрольного компонента в аналізованих пробах. При цьому вірогідність визначення середнього значення компонента в пробі в значній мірі визначається вибраною процедурою відбирання проб, а також їх розміром.

Розглядаючи процес змішування кормів при сталому режимі роботи змішувача як випадковий стаціонарний процес з відомими автокореляційними апроксимуючими функціями вигляду

$$z(\tau) = \sigma^2 e^{-\beta|\tau|}, \quad z(\tau) = \sigma^2 e^{-\beta|\tau|} \cdot \cos \omega \tau \quad /2, 2'/$$

де σ^2 - дисперсія процесу; β, ω - коефіцієнти, визначена необхідна тривалість дослідження для оцінки якості змішування кормів з найменшою дисперсією

$$T = \frac{2 \sigma^2 \cdot t_{\alpha}^2}{b_1 \cdot \epsilon^2 \cdot K^2} \quad /3/$$

де t_{α} - коефіцієнт Стьюдента для рівня значущості α
 $\alpha = 0,05$; ϵ - відносна похибка; \bar{X} - середнє значення
 оцінки критерію.

Для опису прийнятної процедури схеми нагляду використовується
 система рівнянь вирішення якої зводиться до знаходження функції
 χ/t , мінімізуючої похибку оцінки середнього значення процесу

$$\begin{cases} e^{-p_1 \delta} - e^{-p_2 \delta} = e^{-p_1 \delta} (1 - e^{-p_2 \delta}) \\ \delta = \frac{T-d}{n-1} \\ 2U_1 = d - (n-2)\delta_1 \end{cases} \quad /4/$$

де δ_1 - час спостереження; δ - часовий інтервал між двома по-
 слідовними спостереженнями; T - загальна тривалість дослід;
 d - сумарний час спостереження за один дослід; n - кількість
 спостережень на один дослід; U_1 - час від початку до кінця
 інтервалу спостереження.

Вирішивши систему рівнянь одержим:

$$\delta = \frac{T}{n-1} - \delta_1 \quad /5/$$

$$\delta_1 = \frac{\ln y}{\ln A} \quad /5'/$$

Таким чином приведено, що прийнятною схемою спостереження за
 змішувачем кормів при випробуваннях, що забезпечує мінімальну по-
 хибку оцінки якості роботи машини, являється переривчаста схема,
 при якій тривалість кожного з періодів спостережень складає δ_1 ,
 а інтервал між двома послідовними періодами складає δ .

Виходячи з умов допустимого рівня похибки визначення якості
 змішування ϵ , мінімально необхідного числа досліджуваних части-
 нок в пробі, при відомій дозі уведення контрольного компонента
 η , визначений мінімальний розмір проб:

$$G = \frac{100 W P}{\epsilon \cdot \eta} \quad /6/$$

де W - об'єм частинок суміші, см^3 ; ρ - густина частинок, $\text{г}/\text{см}^3$.

На підставі обліку вірогідних границь для коефіцієнта варіації, одержано вираз об'єму вибірки для стебlistого корму:

$$G_6 = W_c \rho_c \left(1 + \frac{1}{\eta}\right) \left\{1 + (0,5 + \nu^2) \left[\frac{Z_\alpha (1 + \delta g)}{\delta g}\right]^2\right\} \quad / 7 /$$

де W_c, ρ_c - об'єм та густина частинок досліджуваної суміші, см^3 , $\text{г}/\text{см}^3$; ν - значення коефіцієнта варіації досліджуваної суміші / $\nu = 0,15$ /; Z_α - значення стандартної нормальної змінної / $Z_\alpha = 1,6449$ /.

Необхідна кількість проб визначається з залежності:

$$n' = \frac{G_6}{G} \quad / 7' /$$

Одержані залежності слід підтвердити.

В третьому розділі приведені методичні положення обґрунтування умов вірогідної оцінки змішувачів кормів, визначення процедури спостереження за змішувачем; оцінки впливу факторів на критерій якості суміші. Виконано аналіз процесу витягання частинок контрольного компонента з дрібнодисперсного вороху для їх механізованого обліку та обґрунтовані основні параметри та режими роботи пристрою для витягання контрольного компонента, приведені схеми та опис установок та технічних засобів для досліджень.

Метою експериментальних досліджень являлось: визначення мінливості показників \bar{X} та σ розподілу контрольного компонента для типових вологих сумішей кормів: визначення ступеня впливу факторів / ℓ, G, η, θ / на критерій якості суміші.

Виконано моделювання на ЕОМ процесу витягання частинок контрольного компонента, обробленого дрібнодисперсним пилом випаленого нікель-цинкового фериту для надання магнітних властивостей. При цьому одержане рівняння руху феромагнітної частинки в воросі стебlistого корму товщиною h_{cl} під дією магнітного поля / рис. 1 /, як функція параметрів магнітної системи-величини немагнітного зазора δ між полюсами, m ; найбільшого розміру магнітної системи $Z = 2\delta, m$; величини сталого струму в котушці i, a ; числа витків котушки n ; відстані від центра витягуваної частинки до полюсних наконечників ψ, m ; радіуса частинки, r та її висоти h_1, m ; густини

досліджуваної суміші γ , кг/м³; коефіцієнта внутрішнього тертя f ; коефіцієнта тертя обмазки частинки по корму f_1 ; величини зазора між торцем магніта та верхньою крайкою корму δ_0 , м; висоти вільно стоячої вертикальної стінки досліджуваної суміші h_0 , м; співвідношення розмірів витягнутої частинки λ ; магнітної проникності частинки μ .

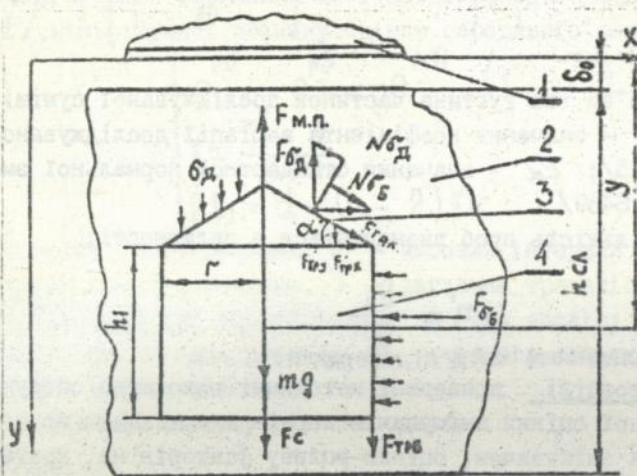


Рис. 1. Сили діючі на феромагнітну частинку, що знаходиться в робочому просторі підвісного магніту:
1-електромагніт;
2-досліджувана суміш;
3-конус нерухомості;
4-феромагнітна частинка; γ -координата центра ваги витягнутої феромагнітної частинки; δ_0 - зазор між верхньою крайкою шару та нижньою поверхньою полюсних наконечників.

З урахуванням початкових та крайових умов рівняння руху частинки має вигляд:

$$\left. \begin{aligned} m\ddot{y} &= A + By + C \frac{a_1 y^3 + a_2 y}{(b_1 + b_2 y^3 + b_3 y^4)^2} \\ y(0) &= y_0; y'(0) = 0; t_1 = \frac{b_1 m}{V_m}; y(t_1) = 0 \end{aligned} \right\} / 3 /$$

де

$$\begin{aligned} A &= -\pi r^2 g \left[\cos \arctg(f + \frac{h_0 \gamma}{2} \operatorname{tg} \frac{90 - \arctg f}{2}) \frac{h_0 \gamma}{2(f + \sqrt{1 + f^2})} + \right. \\ &+ h_1 \gamma_1 (1 + K_1 + K_2) + \frac{r \gamma}{3} (f + \frac{h_0 \gamma}{2} \operatorname{tg} \frac{90 - \arctg f}{2}) + \\ &\left. + f \gamma \sin \arctg(f + \frac{h_0 \gamma}{2} \operatorname{tg} \frac{90 - \arctg f}{2}) \right]; \end{aligned}$$

$$B = -\pi r^2 g \gamma (y - b_0 - \frac{h_1}{2}) \left((1 + 2f^2 - 2f\sqrt{1+f^2}) \left[f \cdot r \left(f + \frac{h_0 \gamma}{2} \operatorname{tg} \frac{90 - \operatorname{arctg} f}{2} \right) \right. \right. \\ \left. \left. \times \operatorname{sin} \operatorname{arctg} \left(f + \frac{h_0 \gamma}{2} \operatorname{tg} \frac{90 - \operatorname{arctg} f}{2} \right) + 2 h_1 f \right] + r \right) ;$$

$$C = \frac{i_n}{2K} \frac{\mu_0 (\mu - 1) \cdot \frac{\delta_1 \pi r^2 h_1 \cdot r}{\delta_2}}{1 + \frac{\lambda \ln (\lambda + \sqrt{\lambda^2 - 1}) - \sqrt{\lambda^2 - 1}}{(\sqrt{\lambda^2 - 1})^3} (\mu - 1)} ;$$

$$a_1 = \frac{2\delta^2}{\delta^2} ; a_2 = (1 + \frac{\delta^2}{\delta^2}) \delta^2 ; b_1 = \delta^4 ; b_2 = (1 + \frac{\delta^2}{\delta^2}) \delta^2 ; b_3 = \frac{\delta^2}{\delta^2} .$$

Вирішення диференційного рівняння дозволило вибрати оптимальний по масі магніт, що забезпечує витягання частинок з шарів товщинок до 4,4 см. При цьому рівняння руху має вигляд: $y(t) = 4,95x 10^{-2} + 2,32t^2 - 529,38t^4$. Маса електромагніта $M_m = 3,29$ кг.

Розроблена методика визначення витрат праці та вірогідності показників процесу змішування з застосуванням пристрою витягання контрольного компонента.

Різниця імовірностей похибок при ручному розборі проб та при допомозі пристрою буде складати підвищення вірогідності.

$$\alpha_0^{руч} - \alpha_0^{уст} = (1 - P^{руч}) - (1 - P^{уст}) , \quad / 9 /$$

де $\alpha_0^{руч}$, $\alpha_0^{уст}$ - відповідно, імовірності прийняття помилкових вирішень при ручному розборі проб та при допомозі пристрою;
 $P^{руч}$, $P^{уст}$ - відповідно, вірогідності прийняття правильних вирішень при ручному розборі проб та при допомозі пристрою.

Імовірність прийняття помилкового вирішення визначається:

$$\alpha_0 = 1 - \left[\Phi \left(\frac{U_{1-\frac{\alpha}{2}} \sigma / \sqrt{n} - \mu_{\xi}}{\sqrt{\sigma^2 + \sigma_{\xi}^2}} \right) - \Phi \left(- \frac{U_{1-\frac{\alpha}{2}} \sigma / \sqrt{n} + \mu_{\xi}}{\sqrt{\sigma^2 + \sigma_{\xi}^2}} \right) \right] / 10 /$$

де $U_{1-\frac{\alpha}{2}}$ - квантиль нормального розподілу/для рівня значущості $\alpha = 0,05$, $U = 1,96$; σ - середньоквадратичне відхилення

концентрації контрольного компонента в пробах; n - число аналізованих проб; μ_{Σ} - систематична складова похибки вимірювань; σ_{Σ} - випадкова складова похибки засобів вимірювань; $\Phi(x)$ - інтегральна функція нормального розподілу.

Для оцінки впливу факторів на критерій якості суміші було обладнане робоче місце /рис. 2/.

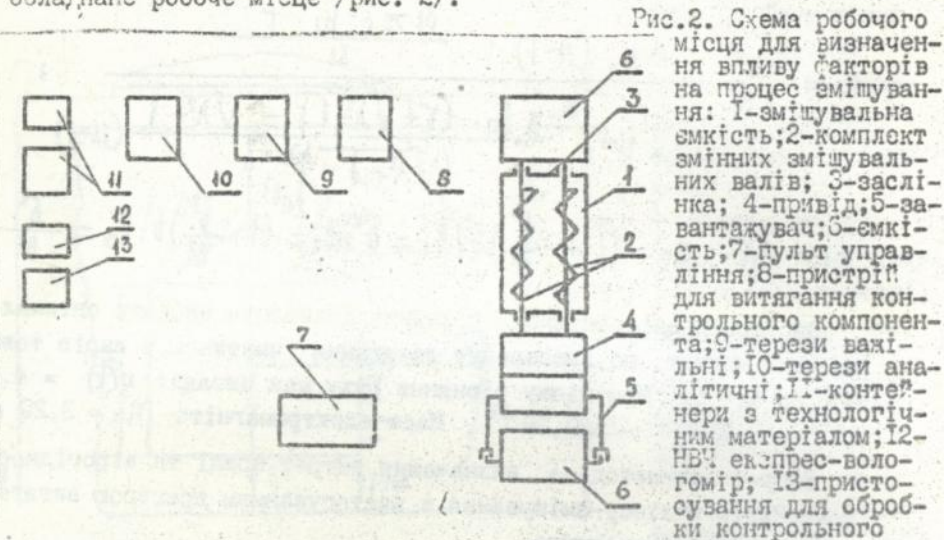


Рис. 2. Схема робочого місця для визначення впливу факторів на процес змішування: 1-змішувальна емкість; 2-комплект змінних змішувальних валів; 3-заслінка; 4-привід; 5-завантажувач; 6-емкість; 7-пульт управління; 8-пристрій для витягання контрольного компонента; 9-терези вахильні; 10-терези аналітичні; 11-контейнер з технологічним матеріалом; 12-НВЧ експрес-вологомір; 13-пристосування для обробки контрольного

компонента.

В четвертому розділі проведені експериментальна перевірка розроблених методів та технічних засобів для оцінки змішувачів кормів при випробуваннях. Визначені кореляційні функції процесів змішування стеблистих та дрібнодисперсних кормів /рис. 3/.

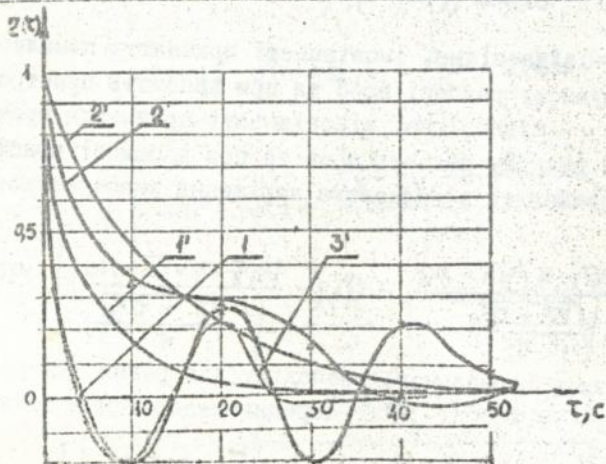


Рис. 3. Вид кореляційних функцій змішуваних кормів на основі стеблистих компонентів /крива 1/ та дрібнодисперсних компонентів /суміш зерно в зерні/ крива 2/: 1, 2-експериментальні значення кривих; 1', 2', 3'-теоретичні значення кривих:

$$z(t) = 0,927^2 e^{-0,171/t};$$

$$z(t) = 1,03^2 e^{-0,0745/t};$$

$$z(t) = 0,927^2 e^{-0,160/t};$$

$$k = 0,34 \tau.$$

обгрунтована прийнятна схема спостереження за змішувачем при випробуваннях, що забезпечує мінімальну похибку при якій тривалість кожного із періодів спостережень складає 20 с/відбір 20 проб з інтервалом 1 с/, а інтервал між двома послідовними періодами складає 10 с. Це дозволяє скоротити загальний час нагляду за процесом змішування в 3...4 рази порівняно з традиційною методикою відбору проб без ушкодження в точності оцінки якості роботи машини.

Сдержана регресійна залежність, що відображає закономірність зміни якості змішування вираженої коефіцієнтом варіації від розміру змішуваних частинок l , розміру проби G , дози уведення контрольного компонента η та співвідношення густини змішуваних матеріалів θ :

$$\gamma = 3,067 \frac{l}{G^{0,2109}} + 115,45527 \frac{\theta^{0,2734}}{l} - 11,675058 \frac{\eta^{0,6953}}{\theta^{0,5078}} \cdot \Pi /$$

Графічна інтерпретація впливу факторів на критерій наведена на рис. 4.

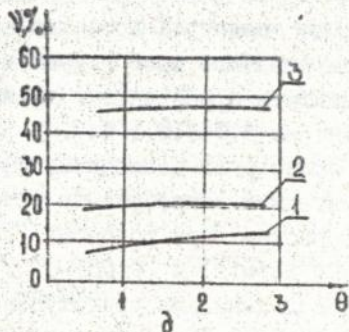
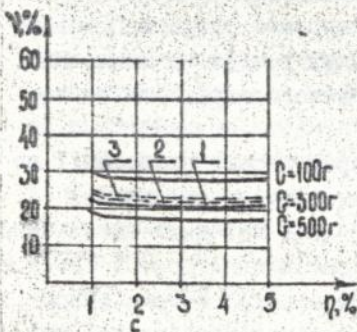
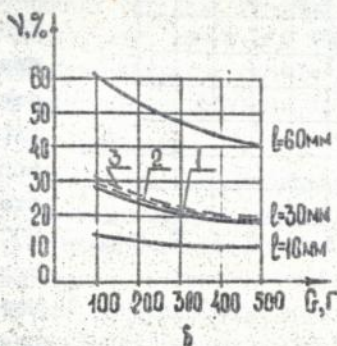
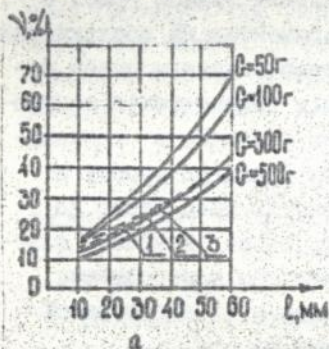


Рис. 4. Залежність критерія якості суміші γ від впливу різних факторів - розміру частинок l , розміру проб G , дози уведення контрольного компонента η , співвідношення густини змішуваних матеріалів θ :
 $a - \gamma = f(l)$; $b - \gamma = f(G)$;
 $c - \gamma = f(\eta)$
 / при $\eta = 1\%$:

- 1 - $\theta = 1,92$;
 2 - $\theta = 2,39$;
 3 - $\theta = 2,90$ /;
 $\delta - \gamma = f(\theta)$
 / при $\eta = 1\%$:
 1 - $l = 10$ мм;
 2 - $l = 30$ мм;
 3 - $l = 60$ мм /.

Використання залежностей дозволяє проводити порівняльний аналіз якості роботи при різних умовах та обґрунтувати прийнятні умови змішування при яких досягається найвища якість роботи змішувачів.

Здійснена перевірка адекватності моделі сили опору витягання частинки з вороху на основі критерія Фішера. Рівність середнього експериментального значення сили опору витягання частинки теоретичному перевіряли по t - критерію Ст'юдента /рис. 5/.

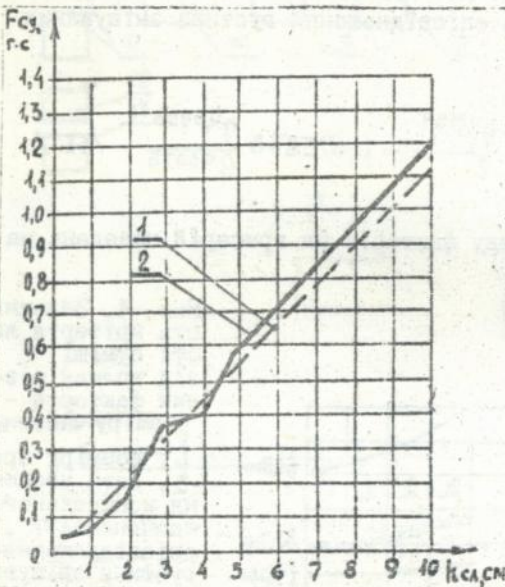


Рис. 5. Залежність сили опору F_{cs} витягання частинок з дрібнодисперсного вороху від висоти досліджуваного шару h_{ca} :
1 - теоретична; 2 - експериментальна.

Обґрунтовані кінематичні та конструкційні параметри пристрою витягання контрольного компонента, на підставі чого виготовлено експериментальний зразок /рис. 6/. Експериментальні дослідження пристрою показали повну сепарацію блоком решіт контролюємих частинок з адекватною їм фракцією вороху з стеблистих проб масою до 800 г, повне витягання електромагнітом контролюємих частинок з відсепарованої частини вороху.

Установлено, що пристрій дозволяє скоротити витрати праці порівняно з ручним аналізом проб в практичних умовах не менше ніж в 2 рази та підвищити вірогідність прийнятого рішення по випробованій машині на 4,9...5,1%.

На підставі проведених досліджень сформульовані пропозиції по вдосконаленню методики випробування установок для змішування кормів, які використані при розробці "Типової методики визначення якості змішування кормів" М 29.055-87 / доповнення до ОСТ 70.19.2-83 "Машини та обладнання для приготування кормів. Методи випробувань"/. РД 10.19.2-90 "Випробування сільськогосподарської техніки. Машини та обладнання приготування кормів. Методи випробу-

вань", "Типові методики випробувань змішувачів для переробної галузі агропромислового комплексу" М 29.067-90.

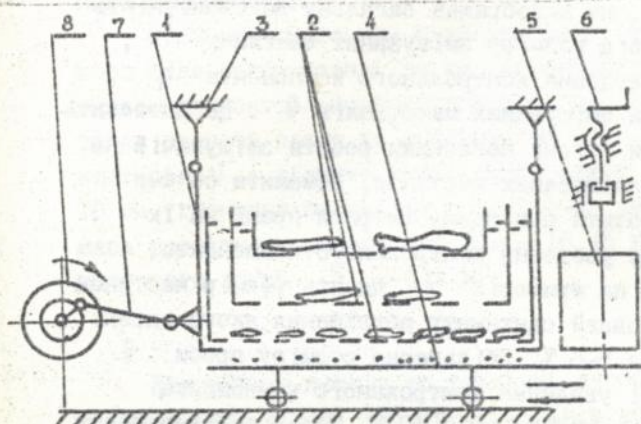


Рис. 6. Схема пристрою витягання контрольного компонента:

1-каркас; 2-блок решіт; 3-гнучко-пружний елемент; 4-висувний лоток; 5-електромагнітний сепаратор; 6-гвинтова пара; 7-крило-шатунний механізм; 8-електропривід.

Розроблені методики апробовані та впроваджені в відділі випробувань УкрЦВТ, НДІфермаш, ВНДІ комплексних проблем машинобудування для тваринництва /ВНИИКОМЖ/, Харківському зооветеринарному інституті при випробуваннях серійних та експериментальних змішувачів кормів. Річний економічний ефект від впровадження методики в системі машиновипробувань країни складає 542 карбованці /в цінах 1990 року/ при проведенні випробувань одного змішувача.

ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

1. Використовувані в теперішній час методики та критерії оцінки якості виконання кормозмішувальними установками технологічного процесу не являються рівнозначними, дають різні вірогідності критеріїв якості змішування, і зокрема коефіцієнта варіації χ розподілу контрольного або контролюемого компонента в пробах, внаслідок недостатнього обліку впливу на критерій основних факторів, відсутності найбільш доцільної схеми відбору проб, а також технічних засобів для механізації аналізу проб. Це показує на необхідність проведення досліджень для удосконалення методики та підвищення вірогідності оцінного показника.

2. Основною особливістю технологічного процесу змішування кормів являється стохастичний характер зміни критерія в часі, що визначає принципові положення оцінки змішувачів при випробуваннях, які забезпечують облік впливу основних факторів, додержання умов вірогідності, використання визначених розмірів в проб.

3. Для вірогідної оцінки якості виконання технологічних процесів в змішувачах кормів доцільно використовувати запропоновану регресійну залежність, що відображає загальну закономірність зміни якості змішування від розміру змішуваних частинок, розміру проби G , дози уведення контрольного компонента η , та співвідношення густини змішуваних матеріалів θ . Це дозволить оцінювати та співставляти якісні показники роботи змішувачів на фонах з різним розміром змішуваних частинок, обмежити об'єми проби та вибірки та скоротити при цьому витрати праці на їх аналіз, оптимізувати дозу уведення контрольного компонента.

4. Домінуючий вплив на критерій ψ чинить розмір частинок змішуваних кормів l ; кожний сантиметр збільшення якого сприяє зниженню якості суміші на 5-6%. Збільшення розміру проби G від 100 до 300 г при дозі уведення контрольного компонента $\eta = 1\%$ сприяє зниженню критерія на 9-10%. Подальше збільшення розміру проби в меншій мірі впливає на критерій ψ , тому розмір проб для порівняння результатів повинен бути однаковим.

5. Співвідношення густини змішуваних матеріалів θ /в межах 0,5-3,0, що охоплює основні види стеблистих кормів/ сприяє незначному зниженню якості змішування ψ /на 3-4%/. Цим підтверджується можливість використання спеціально обробленого контрольного компонента не знижуюча вірогідність результатів випробувань.

6. Практично прийнятною схемою спостереження за змішувачем при відборі проб кормів в процесі випробувань, що забезпечує мінімальну похибку оцінки якості роботи машини, являється переривчаста схема, при якій тривалість кожного з періодів спостереження складає 20 с /відбір 20 проб з інтервалом 1 с/, а інтервал між двома послідовними періодами складає 10 с.

7. На підставі одержаних статистичних залежностей дослідження процесу змішування встановлена єдина для всіх видів змішуваних кормів залежність зміни мінімальної маси проби та об'єму вибірки в залежності від точності, рівня надійності визначення якості змішування, що дозволяє визначити розмір проб, який для вологих кормових сумішей складає: для свиней - 100 г, для ВРХ - 300 г, при відповідній кількості проб рівній 40 та 60.

8. Повне витягання електромагнітом частинок контрольного компонента, покритих для надання йому магнітних властивостей

нікель-цинковою ферромагнітною речовиною можливе і з шарів корму, розмір частинок якого відповідає аналогічному параметру контрольного компонента.

9. З використанням рівняння руху частинки під дією магнітного поля обґрунтовані та перевірені основні параметри пристрою витягання контрольного компонента, що скорочує в 2 та більше разів витрати праці та підвищує на 4,9 ... 5,1 % вірогідність критерія V : діаметр вічка блоку решіт l_p рівний 30,20 та 10 мм, гранична швидкість переміщення частинки $V_0 = 0,14$ м/с, маса магнітного сепаратора $M_m = 16,45$ кг, швидкість протягнення висувного лотка $V = 0,1$ м/с.

Розроблені методи та технічні засоби, що підвищують вірогідність оцінки якості роботи змішувачів кормів при випробуваннях пройшли виробничу перевірку в УкрЦВТ, ВНДІфермаш, ВНИИКОМЖ, Харківському зооветеринарному інституті та вклучені в діючі стандарти по випробуванням нової техніки, що дозволило, в порівнянні з традиційними методами, підвищити вірогідність приймаємих рішень по результатам випробувань.

Закономічна ефективність від впровадження розробленої типової методики з використанням технічного засобу для витягання контрольного компонента склала 542 карбованці /в цінах 1990 р./ на один випробовуваний змішувач.

Основні положення дисертації викладені в роботах:

1. Шустик Л.П. Порівняльна оцінка різних методів та технічних засобів оцінки якості змішування кормів //Методы и технические средства применяемые при испытаниях сельскохозяйственной техники: Тези доп. науково-техн. конф. 11-14 червня 1985 р. - Янги-Юль, 1985, с. 27.

2. Шустик Л.П., Ясеневський В.А., Вороніна С.М., Кукса В.В. До оцінки якості змішування //Инженерная оценка машин и оборудования для животноводства и кормопроизводства при испытаниях: 36. наук. праць ВНДІВМОТ - Новокубанськ, 1988, с. 32.

3. Шустик Л.П. та ін. Аналіз та вибір критеріїв оцінки якості змішування //Методы и технические средства, применяемые при испытаниях сельскохозяйственной техники: Тези доп. науково-техн. конф. 14-16 червня 1988 р. - Мінськ, 1988, с. 113-114.

4. Шустик Л.П. Нові методи випробувань змішувачів для переробної галузі // Новое в методах испытаний сельскохозяйственной техники: Зб. наукових праць. ВНДІЕМОТ - Новокубанськ, 1990, с. 97-104.

5. Шустик Л.П., Дешко В.І. Вишукування способу прискореного визначення якості змішування кормів // Зб. наукових праць "Механизация и электрификация сельского хозяйства" - К. "Урожай". 1990. Вип. 72, с. 42-45.

6. Ясенешкий В.А., Шустик Л.П., Горля Т.А., Клапань В.В. Механізація процесу оцінки якості змішування кормів // Новое в методах испытаний сельскохозяйственной техники: Зб. наукових праць ВНДІЕМОТ - Новокубанськ, 1990, с. 84-90.

7. А.С. № 1155217, СРСР, МКИ А01К5/00. Пристрій для подачі контрольного компонента в змішувач / Дешко В.І., Кукта Г.М., Гейфман В.П., Ясенешкий В.А., Шустик Л.П., Губко І.М. - 1985, БИ, № 18.

8. А.С. № 1329756, СРСР, МКИ А 23 № 17/00. Установа для визначення якості змішування кормів / Дешко В.І., Кукта Г.М., Ясенешкий В.А., Шустик Л.П. - 1987, БИ, № 30.

ЛНБ ім. В. Стефаніка
АН України

Під. до друку 14.05.93 Формат 60 x 84 1/16

Друк офс. Умовн. друк. арк. 1,22

Тираж 70 Зам. 745 Безплатно -----

Готапринт НВО "УкрЦСТ" , Дослідницьке,

Васильківського району, Київської області

465931

AB 27.680

AB 27.680