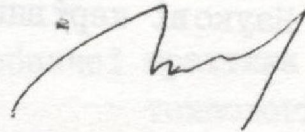


Автор ер.
719

ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

На правах рукопису

ГАПОНЮК Ігор Іванович



РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ НЕПЕРЕРВНОГО СУМІШЕПРИГОТУВАННЯ
ЗЕРНОВИХ КОМПОНЕНТІВ У ВИРОБНИЦТВІ КОМБІКОРМІВ

„ Спеціальність - 05.18.02 - технологія зернових, бобо-
вих, круп'яних продуктів і комбікормів
05.18.12 - процеси, машини та агрегати
харчових виробництв

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового
ступеня кандидата технічних наук

Одеса - 1994

Дисертація є рукопис

Робота виконана в Одеській державній академії харчових
технологій

Наукові керівники: - доктор технічних наук, професор
Дмитрук Євгеній Адамович;

- доктор технічних наук, професор
Єгоров Богдан Вікторович.

Офіційні опоненти:

1. доктор технічних наук, професор
Остапчук Миколай Васильович;

2. кандидат технічних наук
Гулавський Володимир Тадеушевич.

Провідна організація: Новополтавський КХП /ст.Новополтавка/

Захист Відбудеться "24" червня 1994 р. о 10³⁰ годині
на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 068.35.01 при Одесь-
кій державній академії харчових технологій, за адресою: 270039,
м.Одеса, вул.Саргатська, 102

З дисертації взята копія, яка зберігається в бібліотеці Одеської
державної академії харчових технологій.

Автограф

Вчений секретар

спеціалізованої вченої ради

д.т.н., професор

ОНАХТ

05.07.11

Розробка технології



v017992

Актуальність. Забезпечення населення різноманітною продукцією тваринницького комплексу та її доступність споживачеві визначається, в значній мірі, рівнем розвитку комбікормового виробництва, Одним із факторів збільшення якого є удосконалення техніко-технологічної бази підприємства шляхом забезпечення незривності і гнучкості технологічного процесу та зниження експлуатаційних витрат.

Аналіз літературних джерел та виробничої практики вказує на необхідність розробки вискоєфективних техніко-технологічних рішень з неперервним режимом функціонування. Так при зміні режиму функціонування технологічного процесу виробництва комбікормів з дискретного /циклічного/ на неперервний, виникає можливість в 1,8...2,4 раза збільшити коефіцієнт використання виробничих приміщень та на 18...27% знизити питомі енерговитрати виробництва.

Оскільки майже всі технологічні лінії комбікормових підприємств діють у неперервному режимі, окрім основної технологічної лінії - дозування та змішування, то впровадження технологій неперервного сумішеприготування /ТНС/ є актуальною проблемою розвитку галузі. Процеси сумішеприготування на комбікормових підприємствах використовують при приготуванні як попередніх сумішей окремих груп компонентів, так і при отриманні комбікорму. При цьому застосування технологій приготування попередніх сумішей при виробництві комбікормів - є прогресивним і перспективним кроком вдосконалення технології виробництва комбікормів.

Відсутність на більшості діючих комбікормових підприємствах достатньої кількості вільних виробничих приміщень та значна громіздкість відомих техніко-технологічних систем сумішеприготування неперервної дії обумовлюють необхідність розробки компактної, низькогабаритно-енергомісткої ТНС.

Одним із найбільш перспективних шляхів рішення вказаних проблем є розробка ТНС, в основі якої використовуються процеси аеродинамічних взаємодій сипких матеріалопотоків з повітряним середовищем.

Мета та задачі дослідження. Метою дослідження є розробка та наукове обґрунтування технології неперервного приготування сумішей сипких компонентів при виробництві комбікормів. У відповідності до поставленої мети були вирішені такі основні задачі:

- визначити рівень взаємозв'язків між показниками фізичних властивостей сипких компонентів комбікормів та процесів аеродинамічних взаємодій при їх гравітаційному переміщенні;

ТХАНО
АВТОМАТИ

- розробити та обґрунтувати новий неперервний спосіб об'ємного дозування /ОВД/ сипких компонентів;
- розробити методику розрахунків раціональних параметрів функціонування процесу ОВД та отримати вихідні дані для дослідно-виробничого виготовлення ОВД;
- розробити та обґрунтувати ТНС зернових компонентів комбікормів;
- провести дослідно-виробничу апробацію розробленої ТНС;
- розробити проектні рішення технології виробництва комбікормів з застосуванням розробленої ТНС;
- зробити аналіз техніко-економічної ефективності дослідно-виробничого впровадження розробленої ТНС.

Наукова новизна. Теоретично розроблено та обґрунтовано новий спосіб неперервного управління продуктивністю сипкого матеріалопотоку

- теоретично отримані та емпірично підтверджені математичні Моделі динаміки неперервних процесів ОВД як окремих зернових компонентів, так і їх сумішей;
- виявлено і вивчено вплив основних параметрів ОВД та фізичних властивостей зернових компонентів на метрологічні характеристики ОВД;
- розроблено програми розрахунків кількісної характеристики метода неперервного управління продуктивністю потоку як окремих зернових компонентів, так і їх сумішей на персональному комп'ютері;
- розроблено математичну модель дисперсійної ідентифікації процесів ОВД та графоаналітичний метод розрахунків основних фізико-технологічних характеристик процесу ОВД;
- розроблено методику розрахунків раціональних параметрів ОВД;
- розроблено та обґрунтовано технологічні рішення отримання неперервним потоком сумішей зернових компонентів заданного складу;
- досліджено кількісно-якісні показники способу ОВД та ТНС зернових компонентів.

Практична цінність роботи

Розроблено новий технологічний спосіб ОВД сипких компонентів з низькою матеріало-габаритомісткістю /75 кг, 150x150x3650мм/, енергомісткістю /0,3 кВт/продуктивністю до 20 т/год.

Визначено раціональні параметри функціонування ОВД в ручному та автоматичному режимах.

Розроблено вихідні дані для виготовлення дослідно-виробничих зразків ОВД.

Розроблено ТНС зернових компонентів заданного складу.

Проведено дослідно-промислово апробацію розробленої ТНС.

Розроблено технологічні схеми виробництва комбікорму неперервним потоком з використанням розробленої ТНС.

Встановлена висока техніко-економічна ефективність дослідно-промислової ТНС.

Апробація роботи. Основні положення дисертаційної роботи використані при впровадженні на комбікормовому заводі Новоуполтавського комбінату хлібопродуктів. Результати роботи були заслухані і одобрені на міжнародній науково-технічній конференції/Київ, 1993 року/ та на наукових конференціях ОТХП ім. М.В. Ломоносова /1991 - 1994рр/

З матеріалів дисертації опубліковано 8 друкованих робіт, в тому числі 2 авторських свідчення.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, основних висновків, списку літератури та додатків.

Робота виконана на 274 сторінках машинописного тексту, має 66 малюнків та 14 таблиць. Список літератури вміщує 157 найменувань вітчизняних та іноземних авторів.

На захист виносяться такі наукові положення:

- новий спосіб неперервного управління продуктивністю сипкого матеріалопотоку;
- нові дані по дослідженню міжфазових взаємодій гравітаційно-рухомих сипких матеріалопотоків з повітряним середовищем у камері ОВД;
- конструкція ОВД та результати досліджень параметрів його функціонування при дозуванні зернових компонентів комбікормів;
- методика розрахунків раціональних параметрів функціонування ОВД;
- нова технологія неперервного сумішеприготування зернових компонентів з заданим вмістом та продуктивності;
- технологія виробництва комбікормів з використанням ТНС та результати їх кількісно-якісних досліджень.

ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі висвітлено стан, проблеми та перспективи вдосконалення технології виробництва комбікормів, одним із яких є перехід на неперервний режим функціонування технологічного процесу /ТП/. Обґрунтовані практичне значення, актуальність роботи та сформульовано основну її мету.

Перший розділ присвячено огляду літературних джерел відомих варіантів ТНС з дискретним та неперервним характером функціонування, встановлено причини їх основних недоліків, викладено сучасні ви-

моги до ТНС, визначена доцільність попереднього сумішеприготування окремих груп компонентів.

Розглянуто загальні принципи міжфазових взаємодій /МВ/ в гравітаційних системах, їх кількісну характеристику, можливості визначення та умови, що впливають на основні параметри процесів МВ.

По результатам аналізу стана проблеми сформульовано основну мету та визначено основні задачі досліджень.

Другий розділ "Методи та програма експериментальних досліджень" містить відомості про фізичні властивості досліджуваних матеріалів, методики виконання експериментальних досліджень, що використовуються в роботі та відомості про експериментальну базу досліджень ОВД і ТНС зернових компонентів.

Матеріалами для досліджень були вибрані зернові компоненти, середній вміст яких в комбікормах різних рецептів становить близько 60%. Серед зернових культур, як найбільш поширеними компонентами з широким діапазоном відмінностей фізико-технологічних властивостей, були досліджені пшениця, кукуруза, ячмінь, овес та просо.

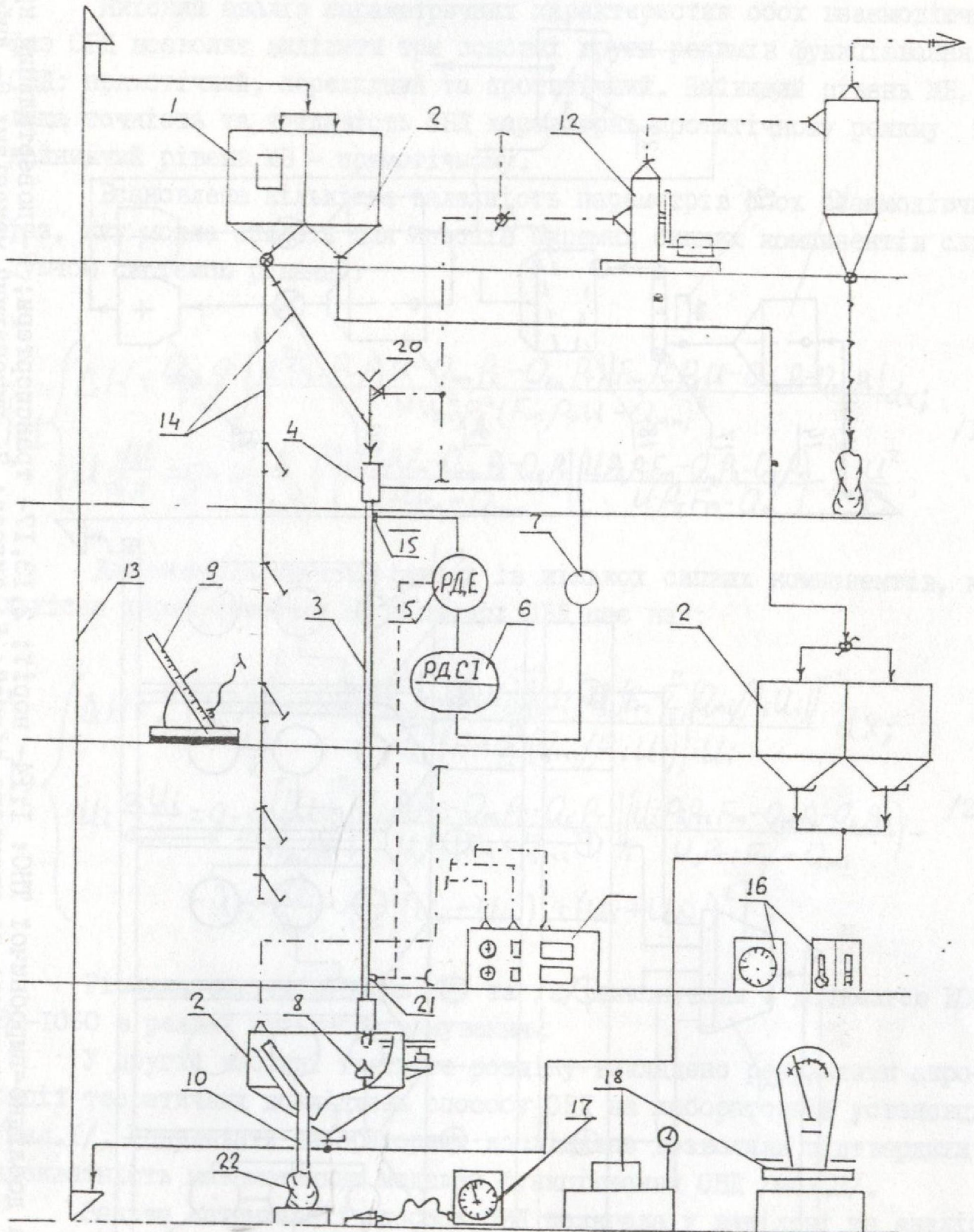
Експериментальні дослідження ОВД виконували на лабораторній установці /мал.1/, а дослідження ТНС зернових компонентів - на дослідно-виробничій технологічній лінії /мал.2/.

Фізичні властивості зернових компонентів та їх сумішей, метрологічну характеристику ОВД і параметри ТП визначали згідно з існуючими ДГСТАми та загально-прийнятими методиками. Парусну швидкість зернових компонентів визначали по методиці МТІХП на парусному класифікаторі, дотримуючись правил складання середнього зразка.

Результати досліджень обробляли методами математичної статистики з використанням обчислюваної техніки.

В третьому розділі виявлена та теоретично обґрунтована можливість використання принципу МВ систем типу матеріалопотік - газорідне середовище в технологічному способі ОВД на предмет неперервного управління продуктивністю матеріалопотока сипких компонентів комбікормів в заданих межах похибки дозування.

Наявність МВ в гравітаційних матеріалопроводах при переміщенні сипких матеріалів та суттєва значимість порядку величин повних тисків ежекційних потоків /ЕП/ дозволили зробити допущення, що в заданих умовах МВ можна досягти адекватної відповідності змін параметрів П змінам продуктивності матеріалопотока з точністю, достатньою для реалізації даного принципу в способі неперервного управління продуктивністю матеріалопотока при приготуванні попередніх сумішей сипких компонентів на комбікормових підприємствах.



Мал. I. Схема лабораторної установки дослідження ОВД

- I - наддозаторний бункер; 2- оперативний бункер;
3- камера ОВД; 4- швидкодіюча задвижка; 5- діаметрометр; 6- регулятор із задатчиком; 7- виконавчий механізм; 8- фіксатор висоти МВ; 9- мікроманометр;
II- пробовідбірник; 12- вентилятор; 13- норія;
14- матеріалопроводи; 15, 21- пневмоприймачі; 16, 17, 18- вимірвальні прилади; 20- конфузор.

Якісний аналіз параметричних характеристик обох взаємодіючих фаз ОВД дозволяє виділити три основні групи режимів функціонування ОВД: прямохідний, перехідний та протитічний. Найвищий рівень МВ, вища точність та чутливість ОВД характерні протитічному режиму і найнижчий рівень МВ - прямохідному.

Встановлена кількісна залежність параметрів обох взаємодіючих фаз, яку можна описати для потоків окремих сиєких компонентів слідуєчою системою рівнянь:

$$\Pi 1 \begin{cases} \Delta H = \frac{Q_{mn} g}{F_m} \int_0^L \frac{U^2 (F_m \rho_T \rho_B U - Q_{mn} \rho_B - Q_{Bn} \rho_T) |F_m \rho_T \rho_B U - Q_{mn} \rho_B - Q_{Bn} \rho_T| dx; \\ U \frac{dU}{dx} = g - g \left(\frac{U}{\sqrt{g_s \rho_B}} \right)^2 \left| \frac{U \rho_B \rho_T F_m - Q_{mn} \rho_B - Q_B \rho_T}{U \rho_T F_m - Q_{mn}} \right| \left(\frac{U \rho_B \rho_T F_m - Q_{mn} \rho_B - Q_B \rho_T}{U \rho_T F_m - Q_{mn}} \right) - \lambda_T \frac{U^2}{D_r}; \end{cases} /1/$$

Для матеріалопотока суміші із кількох сиєких компонентів, кількісна характеристика МВ в камері ОВД має вид:

$$\Pi 2 \begin{cases} \Delta H = \sum_{i=1}^n \left(\frac{Q_{mi} g}{F_m} \right) \int_0^L \frac{(U_i - Q_B (F_m - \sum_{i=1}^n (Q_{mi} / \rho_{Ti} U_i)))^{-1} (U_i - Q_B (F_m - \sum_{i=1}^n (Q_{mi} / \rho_{Ti} U_i)))^{-1}}{\sqrt{g_s} (F_m - \sum_{i=1}^n (Q_{mi} / \rho_{Ti} U_i)) \cdot U_i} dx; \\ U_i \frac{dU_i}{dx} = g - g \left(\frac{U_i}{\sqrt{g_s \rho_B}} \right)^2 \left| \frac{U_i \rho_B \rho_{Ti} - Q_{mi} \rho_B - Q_B \rho_{Ti}}{U \rho_{Ti} F_m - Q_{mi}} \right| \left(\frac{U_i \rho_B \rho_{Ti} F_m - Q_{mi} \rho_B - Q_B \rho_{Ti}}{U \rho_{Ti} F_m - Q_{mi}} \right) - \lambda_{Ti} \frac{U_i^2}{D_r} - \frac{\lambda}{D_r} [(U_i - U_{i-1})^2 + (U_i + U_{i-1})^2]; \end{cases} /2/$$

Рішення систем рівнянь /1/ та /2/ виконували з допомогою ЕОМ ЕС-1060 в режимі мультипрограмування.

У другій частині третього розділу викладено результати апробації теоретичних досліджень способу ОВД на лабораторній установці /мал.1/. Результати лабораторних досліджень дозволили підтвердити адекватність математичних моделей функціонування ОВД /мал.3/.

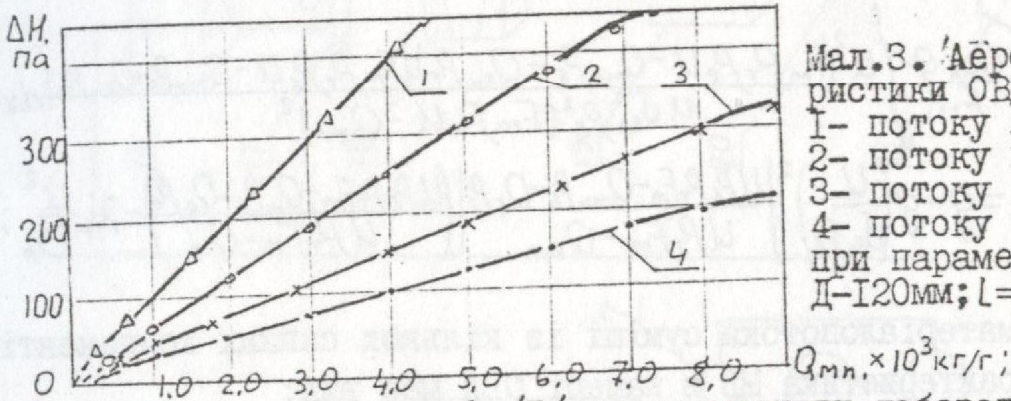
Задача оптимізації способу ОВД полягала у виділенні та аналізі основних груп параметрів ОВД на предмет мінімізації матеріало-габаритних та енерго-кошторисних показників його функціонування в межах допустимих похибок дозування зернових компонентів і чутливості ОВД.

Із аеродинамічної характеристики ОВД /мал.3/ видно, що для діапазонів відносної продуктивності $Q_{max}/Q_{min} = 18...35$ залежність повного тиску ЕП ΔH від продуктивності матеріалопотоку Q_m має лінійний вигляд, що дозволяє на вказаному інтервалі функціонування

ОВД розробити ряд спрощених методик управління ОВД в ручному та автоматичному режимах. На вказаному діапазоні залежність величини ΔH від величини Q_{mn} має вигляд:

$$\Delta H = \alpha^n \times 10^{-2} Q_{mn} ; \quad (\text{Па}); \quad |3/$$

де α - константа особливостей конструктивних показників ОВД та фізичних властивостей сишких матеріалів;
 n - показник, який залежить від режимів функціонування ОВД.



Мал.3. Аеродинамічні характеристики ОВД при дозуванні
 1- потоку ячменя;
 2- потоку проса;
 3- потоку пшениці;
 4- потоку кукурузи,
 при параметрах камери ОВД:
 $D=120\text{мм}; L=4010\text{мм}; U=0,0\text{м/с}.$

Аналіз залежності ΔH та результати лабораторних досліджень /мал.4/ вказують на значний вплив довжини камери L ОВД на величину енергії МВ. З ростом величини L від 2,02м до 6,0 м - значення ΔH зростає в 3 рази, відповідно зростає значення чутливості ОВД та зменшується величина його похибки.

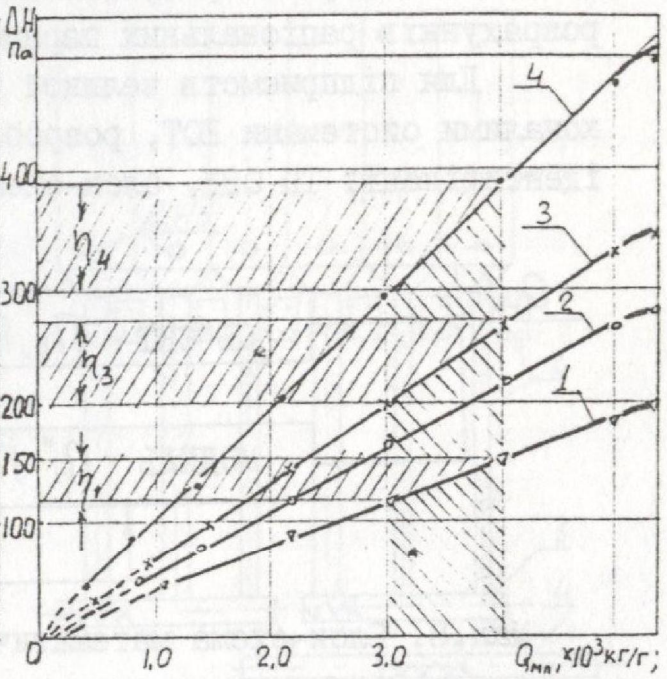
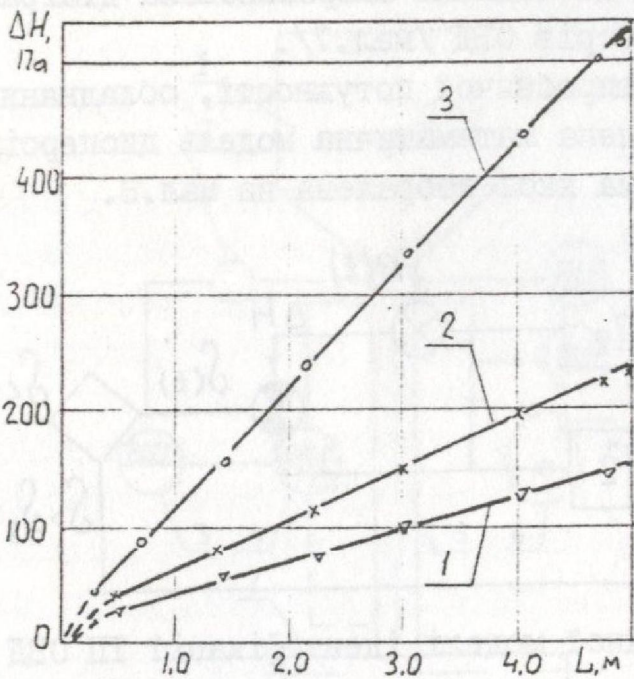
Вплив питомої нагрузки на параметри МВ, достатньо повно відображено в вигляді графічних залежностей на мал.5. Зворотня залежність повного тиску від геометричних параметрів січення камери ОВД повністю підтверджена результатами розрахунків системи рівнянь /1/.

Експериментальні дослідження впливу режимів функціонування ОВД на його техніко-технологічну характеристику; примусовий відбір або подачу повітря в камеру ОВД здійснювали за допомогою вентиляційної системи І2 /мал.І/.

Для протитічних режимів фактичну парусну швидкість матеріалу V_{83} , визначали по формулі /4/, а граничну величину Q_{mn} обмежували значеннями $Q_{mn}/(F - Q_{mn}/\rho_T) \geq 3,5$.

$$V_{83} = \sqrt{\frac{4g \cdot d_2 (\rho_T - \rho_8) \rho_T \cdot U \cdot F_m}{1,71 (\rho_T \cdot U \cdot F_m \cdot K_f + 3Q_{mn}) [1 - 1,2 (Q_{mn}/\rho_T U F_m)^{2,3}]^{-2,2} [1 - \frac{d_2}{4R+d_2}]^{-2,4} (1 - \frac{\Delta}{d_2})}}; \quad |4/$$

Результати досліджень впливу різних режимів роботи ОВД на його технічну характеристику приведено на мал.6. Аналіз приведених даних вказує на пряму залежність величини ΔH від продуктивності примусового повітряного потоку Q_{pn} .

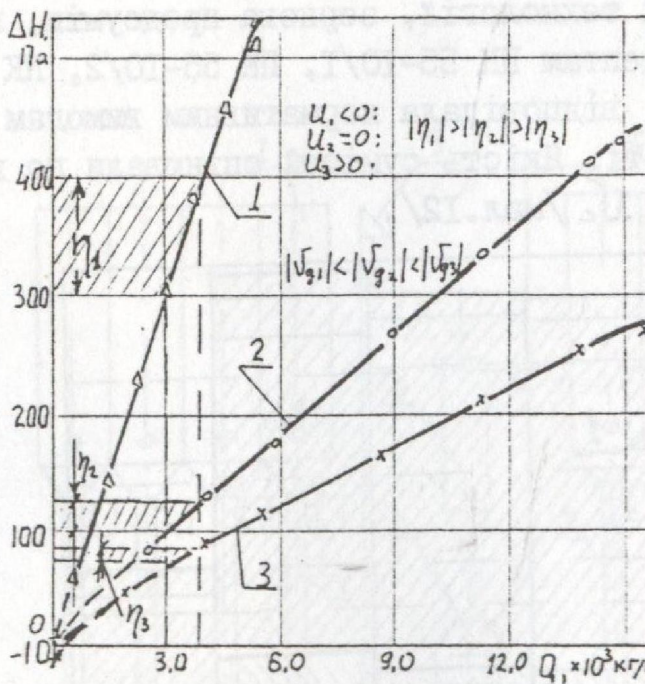


Мал.4. Аеродинамічна характеристика камери ОВД різних довжин:

- 1- для продуктивності $3,8 \times 10^3$ кг/г;
- 2- " " " " " $6,0 \times 10^3$ кг/г;
- 3- " " " " " $10,8 \times 10^3$ кг/г.

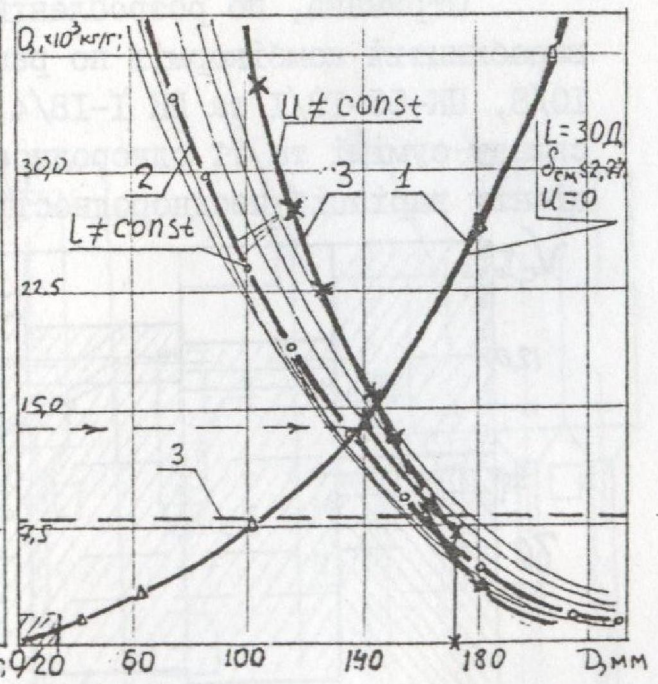
Мал.5. Аналіз метрологічної характеристики ОВД при різних величинах діаметра його камери

- 1- при діаметрі $D = 120$ мм;
- 2- " " " " " $D = 99$ мм;
- 3- " " " " " $D = 90$ мм;
- 4- " " " " " $D = 80$ мм.



Мал.6. Аналіз метрологічної характеристики ОВД різних режимів функціонування

- 1 - протитічний, $u = -2,1$ м/с;
- 2 - перехідний, $u = 0,0$ м/с;
- 3 - прямотічний, $u = 2,2$ м/с.

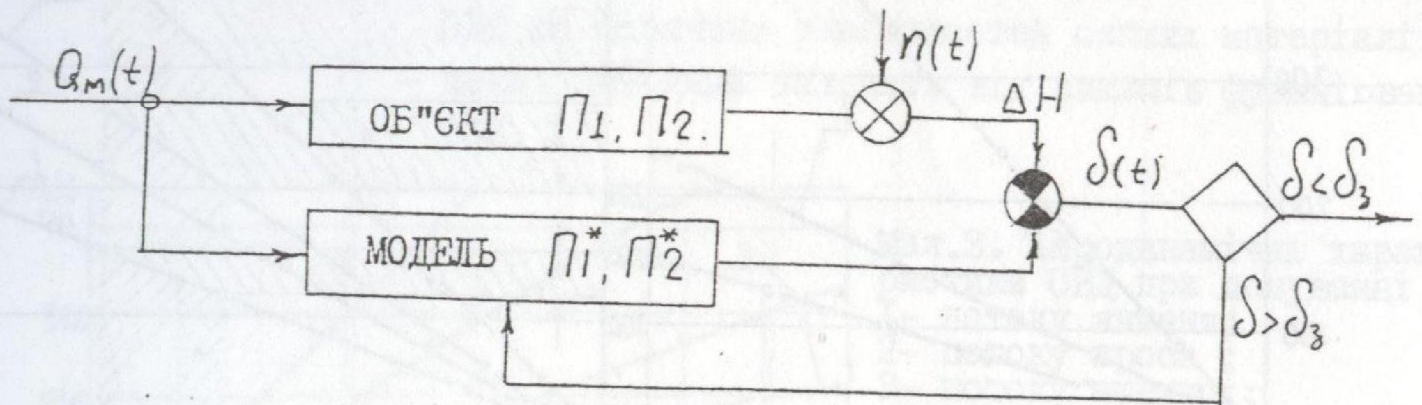


Мал. 7. Діаграма розрахунку раціональних параметрів ОВД

- 1.- залежність продуктивності від діаметра камери ОВД;
- 2 - залежність похибки σ_{cm} від довжини камери ОВД L ;
- 3 - залежність похибки σ_{cm} від режимів роботи ОВД.

По підсумкам результатів досліджень запропонована діаграма розрахунків раціональних параметрів ОВД /мал.7/.

Для підприємств великої виробничої потужності, обладнаних доскональними системами ЕОТ, розроблена математична модель дисперсійної ідентифікації ТП ОВД, блок-схема якої зображена на мал.8.

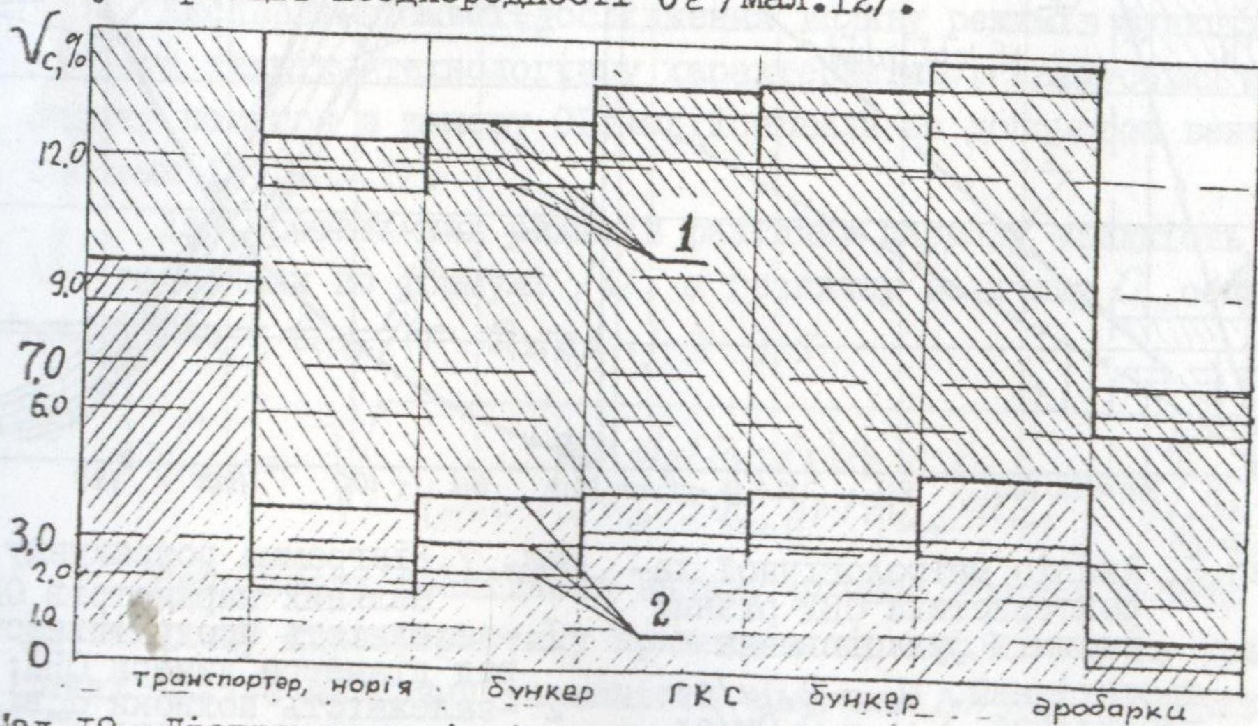


Мал.8. Блок-схема математичної моделі ідентифікації ТП ОВД

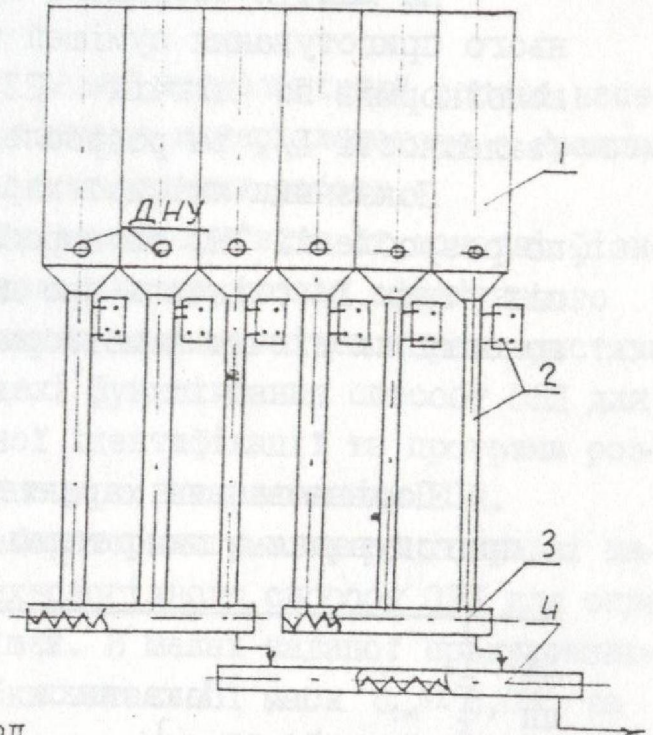
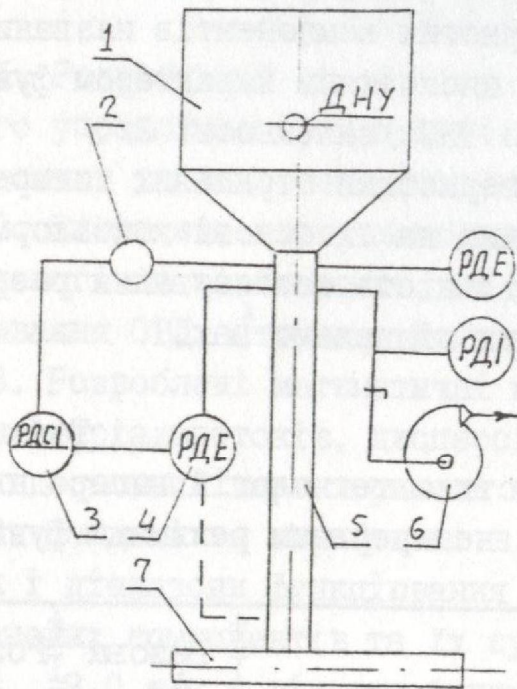
В четвертому розділі розроблено технологічні варіанти ОВД /мал.9/ та ТНС сипких компонентів комбікормів /мал.10/.

Експериментальні дослідження розробленої ТНС з застосуванням ОВД проводили у виробничих умовах комбікормового заводу Новоуполтавського КХП виробничою потужністю 780 т/доб./мал.2/.

Отримана, по розробленій технології, зернова передуміш, при виробництві комбікормів по рецептам ПК 55-10/1, ПК 55-10/2, ПК 55-10/8, ПК-55-13/1 та ПК 1-18/4, відповідала нормативним вимогам по складу суміші та її однородності. Якість сумішей оцінювали по коефіцієнту варіації неоднородності \sqrt{c} /мал.12/.



Мал.12. Діаграми варіації неоднородності сумішей

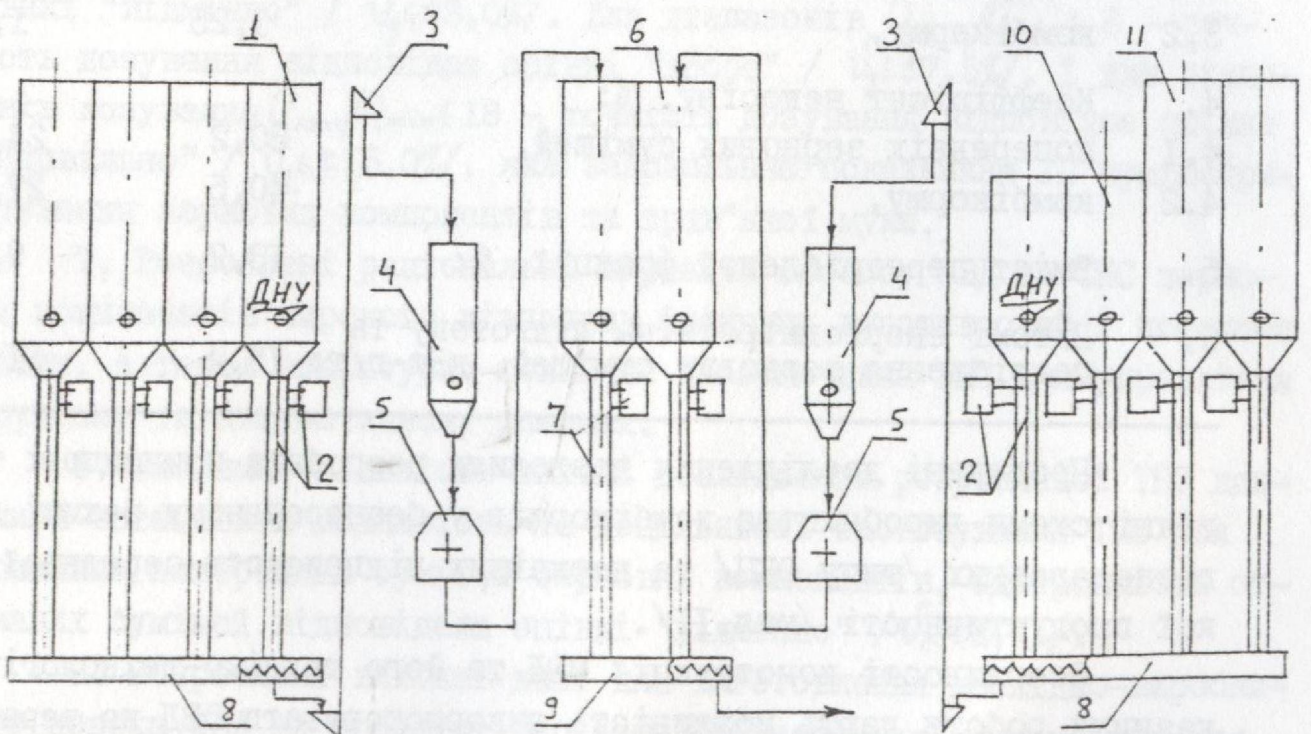


Мал.9. Схема функціонування ОВД

1- наддозаторний бункер; 2-вико-
навчий механізм; 3-здатчик
продуктивності; 4-тягомір ДТ-
-2-50; 5-камера ОВД; 6-вентиль-
тор; 7-транспортер-змішувач.

Мал.10. Принципова схема ТНС

1-наддозаторні бункера; 2-ОВД;
3,4-транспортери-змішувачі ком-
понентів комбікормів та сумі-
шей.



Мал.11. Принципова схема технології виробництва комбікормів без-
перервним способом з застосуванням розробленої ТНС

1,6,10,11- наддозаторні та оперативні бункера; 2- ОВД; 8,9-
транспортери-змішувачі окремих компонентів та попередніх сумішей

На мал.І2 зображені порівнювальні діаграми процесів попереднього приготування сумішей зернових компонентів названих рецептів комбікормів по діючій ТЛ з дискретним характером функціонування /залежності 1/, та розробленій ТНС /залежності 2/.

Показники якісної характеристики отриманих попередніх сумішей по розробленій ТНС та вироблених на їх основі комбікормової продукції /табл.І/ свідчать про доцільність застосування розробленої технології на діючих комбікормових підприємствах.

Таблиця І

Порівнювальна характеристика технологій попереднього сумішеприготування з дискретним та неперервним режимами функціонування

№ п/п	Показники	ТЛ	
		Базова	Розроблена
І.	Продуктивність ТЛ, т/год.:	19,5	20,2
2.	Коефіцієнт варіації однородності, %		
2.І	попередніх зернових сумішей,	7,7	2,7
2,2	комбікорму,	2,8	2,3
3.	Середньозважений розмір частинок, мм:		
3.І	попередніх зернових сумішей,	0,95	1,05
3,2	комбікорму,	1,25	1,27
4.	Коефіцієнт недосіву, %:		
4.І	попередніх зернових сумішей,	30,2	24,2
4.2	комбікорму,	40,5	27,7
5.	Вміст передрібленої фракції, %:	13,2	9,8
6.	Питомі енерговитрати на підготовку та подрібнення зернових сумішей, кВт·г/т:	15,4	11,9

Проведені дослідження дозволили розробити принципові технологічні схеми виробництва комбікормів у безперервному режимі для міжгосподарських /типу ОКЦ/ та державних підприємств середньої і великої продуктивності /мал.ІІ/.

Особливості конструкції ОВД та його техніко-технологічні показники роботи дають можливість використовувати ОВД на зернопереробних підприємствах для вагового обліку сипких компонентів в потоці та для стабілізації нагрузок на технологічне обладнання.

В И С Н О В К И

1. Розроблений та обоснований новий технологічний спосіб неперервного управління продуктивністю сипкого матеріалопотоку з кращими, від відомих, техніко-технологічними показниками роботи.

2. Визначено групу компонентів комбікормів та їх основні фізико-технологічні властивості, що задовольняють умовам ефективного функціонування ОВД, а також його техніко-технологічна характеристика.

3. Розроблені математичні моделі функціонування способу ОВД для сипких матеріалопотоків, дисперсійної ідентифікації та програми розрахунків основних характеристик процесу з використанням ЕОМ.

4. Найдені та апробовані в лабораторних умовах раціональні параметри і діапазони функціонування технологічного способу ОВД для окремих зернових компонентів та їх сумішей. В межах заданої продуктивності 0,3...8,0 т/г., відносної похибки загальної маси $\delta_{cm} \leq \pm 3,0\%$ та коефіцієнта варіації точності дозування $\sqrt{q} \leq \pm 13,0\%$ - діаметр камери ОВД становить 130 мм, а її висота $L = 3650$ мм для режимів функціонування ОВД в нерухомому повітряному середовищі.

5. Розроблено методикку розрахунків раціональних параметрів ОВД в залежності від технологічних потреб та обмежень в просторі.

6. Дослідним шляхом встановлено диференційовану шкалу діапазонів дозування для різних груп компонентів комбікормів. Для діапазонів дозування $Q_{max}/Q_{min} \leq 2,8$ - точність дозування ОВД відповідає оцінці "відмінно" / $\sqrt{q} \leq \pm 3,0\%$ /. Для діапазонів $Q_{max}/Q_{min} \leq 8$ - точність дозування відповідає оцінці "добре" / $\sqrt{q} \leq \pm 7,5\%$ /. І для діапазонів дозування $Q_{max}/Q_{min} \leq 18$ - точність дозування відповідає оцінці "задовільно" / $\sqrt{q} \leq \pm 15,0\%$ /, яка задовольняє показникам ТП сумішеприготування зернових компонентів та трав'яної муки.

7. Розроблені раціональні варіанти способу ОВД та ТНС зернових компонентів широкого діапазону фізичних властивостей і питомого вмісту, а також апаратурно-технічне забезпечення ТНС для управління в ручному та автоматичному режимах.

8. Виконані кількісно-якісні дослідження розробленої ТНС дозволили встановити можливість та доцільність застосування ТНС для отримання попередніх сумішей зернових компонентів. Однородність отриманих сумішей відповідала оцінці "відмінно" / $\sqrt{c} \leq \pm 2,7\%$ />.

9. Розроблені вихідні дані для виготовлення дослідно-виробничого зразка ОВД та проектні варіанти ТНС зернових компонентів для діючих комбікормових підприємств середньої і великої продуктивності.

10. Розроблені варіанти технології виробництва комбікормів в безперервному режимі з застосуванням розробленої ТНС.

11. Результати дослідно-виробничої апробації на комбікормовому підприємстві Новоуполтавського КХП підтвердили перевагу розробленої ТНС зернових компонентів, по кількісно-якісним показникам роботи над діючою з дискретним характером функціонування. Очікуваний економічний ефект складає 351,8 млн.крб. /однієї ТЛ/, а коефіцієнт ефективності - 0,97 крб/крб.

Основний зміст дисертації опубліковано в таких наукових роботах:

1. Дмитрук Е.А., Гапонюк О.И., Гапонюк И.И., Федунец П.Д./Перегрузочное устройство для сыпучих материалов// А.с. № 1384508 от 1.12.1988, МКИ 4 В 65 С 69/18, II/20.

2. Дмитрук Е.А., Гапонюк О.И., Гапонюк И.И., Чесноков А.В., /Перегрузочное устройство сыпучих грузов//А.с. № 1425159 от 22.05.1988., МКИ 4 В 65 С 69/18, II/18.

3. Е.Дмитрук, И.Гапонюк, В.Лихачев /Контроль крупности дробления//Комбик. пром-ть.-1991.-№4.С.37-40.

4. Лихачев В.В., Гапонюк И.И., Щепанковская Л.И./Информация о передовом производственном опыте//ЦБТИ.-К.1991.-№8. С.1-9.

5. Бабич М.Б., Гапонюк И.И., Василишин М.В./Перспективы проектирования аспирационных систем зерноперерабатывающих предприятий //Тез.докл. 52-й науч.конф. посвящ. 90-лет. ОТИШЛ.-Одесса, 1992.-С.240.

6. Бабич М.Б., Гапонюк И.И., Василишин М.В./Перспективы комплексного використання повітря на зернопереробних підприємствах//Тези доп. міжн. наук.конф.- К: КТІХП, 1993.- С.459.

7. Дмитрук Е.А., Гапонюк И.И./Непрерывная технология аэродозирования при производстве комбикормов//Тез.докл.науч.конф. ОТИШЛ.- Одесса, 1993.-С.27.

8. Гапонюк И.И., Егоров Б.В., Дмитрук Е.А./Непрерывная технология смесеприготовления зерновых компонентов//Тез.докл.науч. конф. ОТИШЛ. - Одесса. 1994. - С.12.