

Н

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко – технологічний факультет

УДК 331.4:631.333.001.66:636.2.03

НУБІП України

ПОГОДЖЕНО
Декан факультету
механіко-технологічного, д.т.н.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
Охорони праці та біотехнічних
систем в тваринництві

_____ Братішко В.В.

_____ Хмельовський В.С.

НУБІП України

2022 р.

“ ” _____ 2022 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему “Дослідження засобів для приготування кормів при виробництві
молока”

НУБІП України

Спеціальність _____ 208 – «Агроінженерія»

(код і назва)

Спеціалізація «Агроінженерія»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна, або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

НУБІП України

_____ доктор технічних наук ст. наук. с.
(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

_____ Братішко Вячеслав Вячеславович
(ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

_____ К.Т.Н.

науковий ступінь та вчене звання

(підпис)

_____ Братішко В.В.

(ПІБ)

НУБІП України

Виконав

(підпис)

_____ Гаврилюк В.В.

(ПІБ студента)

2022

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет механіко-технологічний

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри охорони праці та
біотехнічних систем в тваринництві, д.т.н.

В.С. Хмельовський

(ПІБ)

2022 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Гаврилюку Володимирі Володимировичу

Спеціальність 208 – «Агроінженерія»

(код і назва)

Спеціалізація «Агроінженерія»

(назва)

Програма Техніка та технології тваринництва

(назва)

Спрямування виробниче

(фахове, дослідницьке, педагогічне, управлінське)

Програма підготовки освітньо-наукова

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської роботи « Дослідження засобів для приготування кормів при виробництві
молока ».

Затверджена наказом ректора НУБіП України від « 21 »12. 2021 р. № 2218« С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 22 жовтня 2022 року

(рік, число, місяць)

3. Вихідні дані до роботи – поголів'я тварин в ВП НУБіП України "Агрономічна дослідна
станція", соціальна та виробнича інфраструктура ВП НУБіП України "Агрономічна дослідна
станція", " та с. Пшеничне.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

1. Стан та перспективи виробництва молока..

2. Аналіз технологій та технічних засобів виробництва продукції тваринництва.

3. Визначення конструктивно-технологічних параметрів кормоцеху ВП НУБіП України "

Агрономічна дослідна станція "

5. Охорона праці при виробництві продукції тваринництва

6. Техніко-економічна оцінка проекту

5. Перелік обов'язкових листів презентації:

1. Технологічна схема приготування кормів

2. Загальний вигляд з'єднувача

3. Складальне креслення вузла перемішування

4. Техніко-технологічна оцінка проекту

Дата видачі завдання « 20 » березня 2022 р.

Керівник магістерської роботи

(підпис)

В.В. Братинко

(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

В.В. Гаврилюк

(ПІБ)

ВСТУП

У структурі валової продукції сільського господарства тваринництво становить значну частину. На годівлю сільськогосподарських тварин припадає більше половини матеріальних, трудових та енергетичних затрат по виробництву тваринницької продукції. Тому на всіх етапах розвитку аграрного виробництва питання кормовиробництва залишалось однією із актуальних задач розвитку тваринницької галузі.

Суттєво відчутний вплив вартості кормів на собівартість готової продукції в молочному тваринництві. В ході Східноєвропейського молочного конгресу експерт Асоціації виробників молока України заявив, що інфляційний тиск і операційні витрати при виробництві молока може компенсувати тільки закупівельна ціна не менше 7 грн/кг за базис. Він підрахував, що собівартість виробництва молока на молочній фермі з поголів'ям фуражних корів 600 голів і добовим удоєм на дійну 22 кг становить не менше 6 грн/кг.

Основна стаття витрат - корми, на які припадає 60-65 % в структурі собівартості, або 3,60-4,00 грн/кг реалізованого молока. Решта - фіксовані витрати, серед яких найбільша питома вага припадає на оплату праці (15-17%), ветеринарії (5-7%), паливно-мастильні матеріали (4-5%).

Отже питання розробки ефективних технологій виробництва високоенергетичних кормових сумішей, що зменшать собівартість виробництва продукції тваринництва та покращать її якість є актуальним питанням сьогодення.

НУБІП України

НУБІП України

АНАЛІЗ ГОСПОДАРЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

1.1. Загальна характеристика ВП НУБіП України “Агрономічна дослідна станція”

Відокремлений підрозділ Національного університету біоресурсів та природокористування “Агрономічна дослідна станція” знаходиться у Київській області Васильківського району. Це підприємство з державною формою власності, що спеціалізується на виробництві молока, зерна, м'яса та кормових культур. Відстань до районного центру м. Васильків - 22 км, до обласного центру м. Київ - 55 км. Господарство знаходиться в перехідній зоні Лісостепу та Полісся.

Організаційно-правова форма - державне сільськогосподарське підприємство, створене в 1965 році як навчально-дослідне господарство та за наказом ректора № 126 від 10.03.2005 року - відокремлений підрозділ Національного аграрного університету без права юридичної особи, основним напрямком діяльності якого є:

створення необхідних умов для проведення навчальної, технологічної і виробничої практики студентів за профілем обраної спеціальності та підвищення кваліфікації спеціалістів відповідно до навчальних планів і програм Національного аграрного університету на основі зразкового ведення сільського господарства;

здійсненні вискоєфективної, прибуткової діяльності, яка дозволяє функціонувати на самоокупності і самофінансування всього відтворюваного процесу.

В цілому природно - кліматичні умови сприяють не тільки нормальному вирощуванню сільськогосподарських культур, а й утриманню різного виду

тварин. Важливо відмітити, що всі дороги з твердим покриттям забезпечують сполучення з іншими населеними пунктами, районним та обласним центрами.

Господарство знаходиться в перехідній зоні Лісостепу та Полісся.

Васильківський адміністративний район відноситься до зони з достатнім зволоженням та помірно-теплим кліматом. В окремі роки бувають ґрунтові засухи, які негативно впливають на розвиток сільськогосподарських культур.

Таблиця 1.1

Структура земельних площ господарства у відділках НДГ, га

Найменування	с. Пшеничне
Загальна площа	1059,7
в т.ч. с/г угіддя	983,7
з них: рілля	965,5
сіножаті	
пасовища	18,2
Площа лісу	12,6
Під водою	2,5

За даними метеорологічної станції середньорічна температура складає +7,3 °С, але в окремі роки бувають відхилення. Максимальна температура повітря літом складає + 34 - 38 °С, мінімальна зимою - 3,3 °С. Середньорічна кількість опадів становить - 521 мм з коливаннями від 414 до 890 мм.

В цілому природно - кліматичні умови сприяють не тільки нормальному вирощуванню сільськогосподарських культур, а й утриманню різного виду

тварин.

Важливо відмітити, що всі дороги з твердим покриттям забезпечують сполучення з іншими населеними пунктами, районним та обласним центрами.

Завдяки шляхам з твердим покриттям відбувається швидко і вчасне постачання ПММ та інших витратних матеріалів, а також реалізація виробленої продукції.

Забезпечення електроенергією відбувається із району. Воно знаходиться в доброму стані.

Що стосується водопостачання, то забезпечення водою господарства здійснюється автономно за допомогою водонапірних башт та глибинних насосів з артезіанських свердловин. Проте обладнання дуже старе, більше 30 років, тому мають місце часті пориви водогону і як наслідок відсутність води на тваринницьких фермах.

1.2. Характеристика тваринництва

Тваринництво ВП "НДГ Агростанція" має молочно-м'ясний напрямок виробництва.

Динаміка поголів'я ВРХ в господарстві та його структура, співвідношення наведені в таблицях 1.2; 1.3.

Поголів'я ВРХ по "НДГ Агростанція"

Таблиця 1.2

Вид тварин	Кількість
ВРХ, всього	100,0
в тому числі:	
Корови дійні	200
сухостійні	3
нетелі	36
телочки парувального віку (молодняк 12-15 місяців)	82
телята до 6 місяців	59
молодняк від 6 міс. до року	57
На відгодівлі	8
Бичків до 6 місяців	15

1.3. Існуюча технологія виробництва та способи утримання тварин

В залежності від природно-кліматичних умов, методів ведення тваринництва, періодів року і умов, що склалися в господарствах України застосовують різні способи утримання тварин. У ВП НУБіП для молочних корів в зимовий період використовують прив'язну систему утримання тварин та доїння корів в стійлах. При цьому збирання молока може бути в переносні відра або мобільними доїльними установками (у родильному відділенні) та в молокопровід, за допомогою якого воно транспортується на первинну обробку і тимчасове зберігання.

Під час доїння у стійлах відсутні операції по переміщенню тварин до місць доїння, у більшій мірі це може забезпечувати індивідуальний догляд за тваринами.

Під час доїння в переносні відра можливий найпростіший набір технічних засобів, але найбільші затрати праці у зв'язку з наявністю операцій щодо переміщення доїльних апаратів вздовж фронту доїння і транспортування молока до молочної. Навантаження на одного оператора, якщо доїння проводиться у переносні відра, досягає до 12-13 корів в годину.

Влітку молочне стадо тримають на вигульних майданчиках біля корівника, при доїнні та у нічний час тварин переганяють в корівник. Для худоби на відгодівлі та вирощування молодняку використовують безприв'язне утримання.

Кожен спосіб має свої переваги. Безприв'язна (боксова) система утримання базується на груповому обслуговуванні тварин. За технологією догляду вона значно складніша, ніж прив'язна, так як потребує достатніх запасів кормів і підстилки, організації праці. В даному випадку кормова база господарства дозволяє використовувати цей спосіб утримання. На відгодівлі свиней в приміщенні використовують для кожної групі свиноматки індивідуальні станки та клітки. Для поросят на дорощуванні клітки і станки. Свині на відгодівлі

в зимовий період утримуються у станках в приміщеннях, а влітку на вигульних майданчиках.

НУБІП України

1.4. План ферми і характеристика тваринницьких приміщень

Тваринницька ферма великої рогатої худоби (рис. 1.1) розміщена в господарстві окремо загородженою територією. На фермі є чотири приміщення 4 на 100 корів (з них два реконструйовані), два приміщення 3 на 200 голів. Біля приміщення є вигульні майданчики 7, які з'єднані перегінними коридорами 12.

Також на території ферми знаходиться кормоцех 5 та кормова площадка 8. За приміщеннями розташовано п'ять траншей для зберігання силосу та сінажу 6, коренеплодів 6, траншея для зберігання жому, гноєнакопичувач 9. Також тут знаходиться критий майданчик для сіна та грубих кормів. Гноєсховище 9 розміщене на відстані 20 м від приміщення модуля.

Свині розміщені на окремій території в двох приміщеннях.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

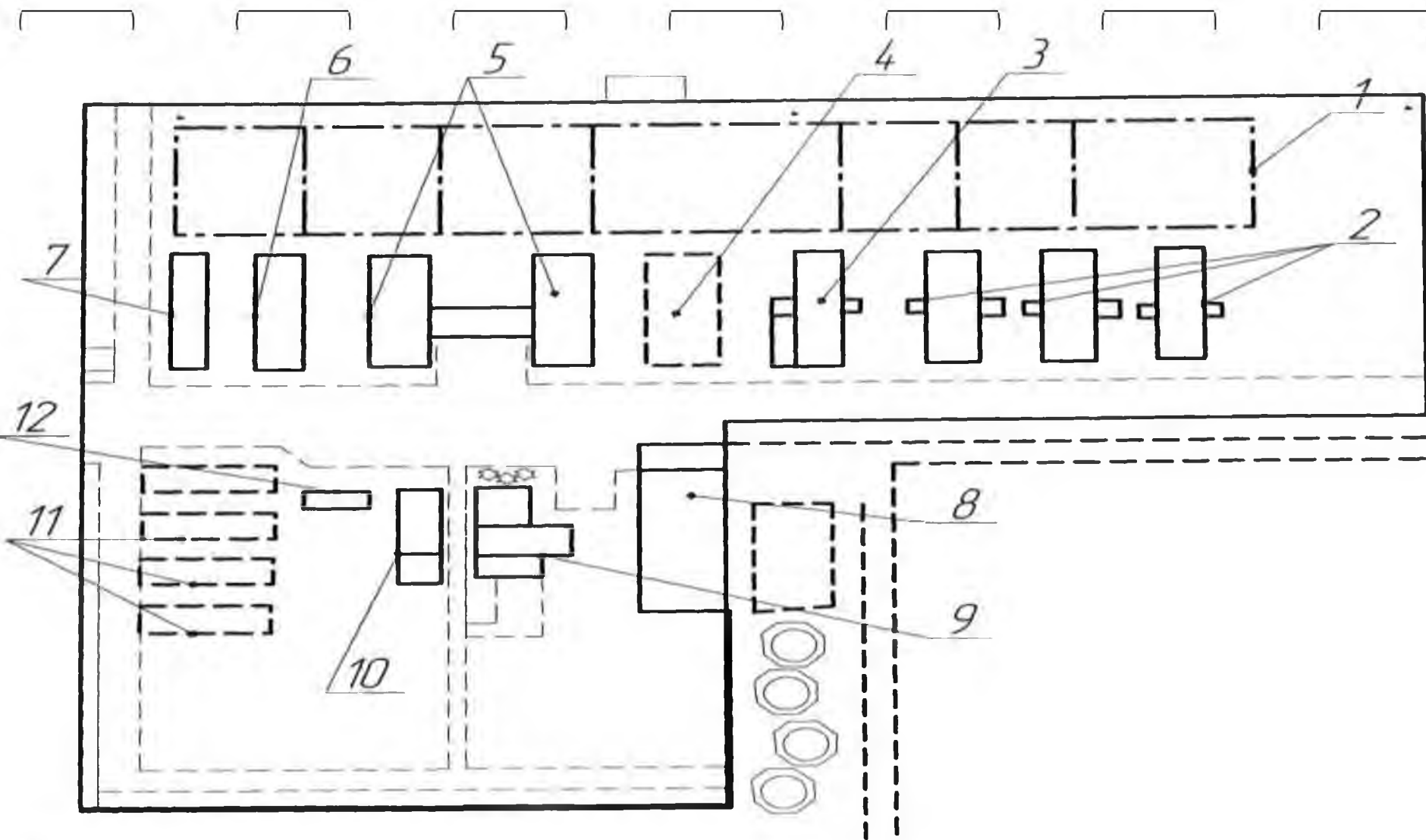
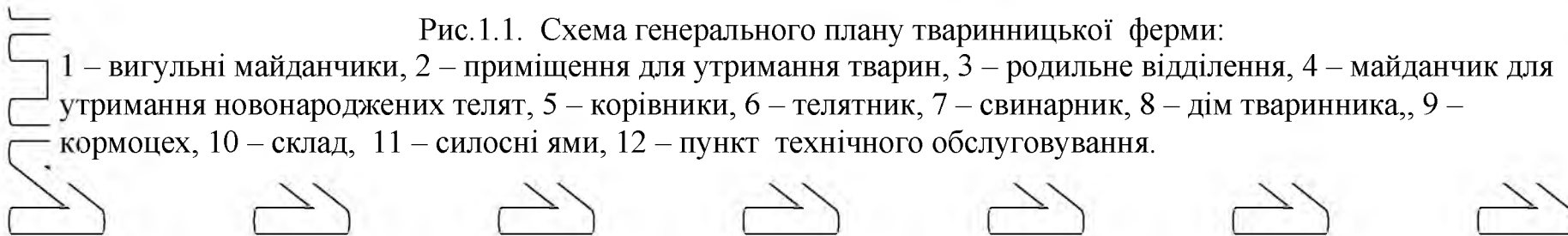


Рис.1.1. Схема генерального плану тваринницької ферми:

1 – вигульні майданчики, 2 – приміщення для утримання тварин, 3 – родильне відділення, 4 – майданчик для утримання новонароджених телят, 5 – корівники, 6 – телятник, 7 – свинарник, 8 – дім тваринника, 9 – кормоцех, 10 – склад, 11 – силосні ями, 12 – пункт технічного обслуговування.



На відстані 1,5 км розміщений зерносклад, в якому виконується подрібнення зернових кормів дробаркою КДУ-2. Пройзди і площадки мають переважно тверде покриття.



Рис. 1.2. Тваринницька ферма

1.5. Кормова база і добові раціони годівлі тварин

Задовільна кормова база головний фактор збільшення виробництва продукції тваринництва. Розвиток кормової бази повинен вирішуватись по лінії інтенсифікації вирощування основних кормових культур в господарстві (зерно, сіно, кукурудза на силос, зелений корм).

Річна витрата і потреба в кормах розраховані, виходячи із нормативної структури затрат кормів на одиницю продукції, що виробляється (таблиця 1.6).

Правильна годівля тварин виконується за рахунок її нормування, що забезпечує одержання від тварин продукції при економічному використанні кормів.

Норми годівлі складаються на основі існуючих рекомендацій та із досвіду роботи передових тваринницьких господарств, а також з врахуванням наявної

кормової бази в господарстві. Рацион добова дача із різних компонентів кормів, складена з врахуванням продуктивності, живої ваги і фізіологічного стану тварин. Рацион, призначений для згодовування тваринам, передбачає

задовольнити потребу тварин в поживних речовинах в повному обсягу.

Рациони складаються для стада як на літній, так і на зимовий період окремо.

Таблиця 1.6

Орієнтовна потреба кормів для поголів'я, ц

Корми	Телиці до 1 року, 470 гол.	Телиці стар. 1 року, 240 гол.	Нетелі, 155 гол	Бички до 1 року, 470 гол.	Бички ст. 1 року, 160 гол.	Корови, 820 голів		Всього	
						5000 кг	6000 кг	при 5000 кг	при 6000 кг
Молоко незбиране	846	-	-	846	-	-	-	846	846
Молоко ЗНМ	85	-	-	85	-	-	-	85	85
Сіно злаково-бобове	2115	1792	551	2115	528	8938	10906	16039	18007
Силос кукурудзяний	6580	6453	1469	6580	1888	22550	24600	45520	47570
Снаж багаторіч. трав	1410	1076	490	1410	320	12874	11726	17580	16432
Зелені корми	9024	10874	2769	9024	3200	72406	83394	107297	118285
Концкорми	2679	884	260	2679	256	15580	20500	22338	27258
в т. ч. покупні	329	84	46	329	32,0	4920	9430	5740	10250
Мінеральні добавки	75,0	108	25	75	32	615	697	930	1012
Солома	-	598	-	-	176	-	-	774	744
Патока	-	-	-	-	-	2706	2706	2706	2706

1.6. Стан механізації виробничих процесів у тваринництві

Комплексна механізація всіх виробничих процесів на тваринницьких фермах повинна базуватися на використанні раціональної системи машин, що забезпечує водопостачання і напування тварин, заготівлю, транспортування і приготування кормів, їх роздачу, видалення гною із тваринницьких приміщень і транспортування

його до місця зберігання. В господарстві технічне забезпечення знаходиться у складному стані, вирішено питання механізації окремих процесів але техніка морально та фізично застаріла.

Кормоприготування та роздавання кормів. Корми згодуються в роздільному вигляді, без ефективного змішування та утворення однорідних сумішок. Для роздавання використовується два кормороздавача КТУ-10, які вже відпрацювали свій термін використання і неаційні в експлуатації. Фактично працює один.



Рис. 1.3. Кормороздавачі КТУ-10

Концентровані корми роздаються вручну з використанням гужового транспорту та ручних візків, чим збільшуються затрати праці на виробництво продукції тваринництва.



Рис. 1.4. Кормороздавача-змішувач

Гноєприбирання. На фермі застосовують гноєприбиральні транспортери ТСП-160 – 26 шт. З них 3-неробочі. Потрібно відремонтувати гноєві канали (у двох приміщеннях) та замінити похилі транспортери (на двох транспортерах).

Водопостачання. Водопровідна мережа ферми зношена на 70%, що призводить до значних втрат води та незабезпечення водою всіх приміщень. У клітках для телят відсутні місткості для вільного доступу до води.

Доїння корів. На фермі використовують доїльні установки для доїння у молокопровід (600 голів) у задовільному стані та доїльні установки для доїння у відра (400 голів). Останні установки знаходяться у незадовільному стані і потребують капітального ремонту.

Первинна обробка молока. Для охолодження молока використовують танк охолоджувач в корівнику на 200 голів – (2,2 м³) та місткості накопичувачі без попереднього охолодження (з корівника) з наступним збиранням молока на фермській молочній.

Стійлове облідування. Підлога стійл для утримання тварин на 50% проценті в має непридатне покриття.

Приміщення. Два корівники на 200 голів мають застарілий проект будівлі даху, що не дає можливості використовувати міксери-роздавачі, тільки роздавачі КТУ-10А. У двох приміщеннях на 100 голів виконано капітальний ремонт та використовуються роботоздатні засоби механізації виробничих процесів.



Рис. 1.5. Загальний вигляд корівника.

1.7. Обґрунтування теми магістерської роботи

Питання ефективності годівлі/були розкриті на майстер-класі: «Як підвищити ефективність молочного бізнесу», що проводився у рамках міжнародної виставки «Agro Animal Show» 2016. Доповідачі поділилися ексклюзивними, а головне дієвими та перевіреними на практиці методами підвищення ефективності виробництва в молочних господарствах, розповіли про сучасні напрацювання генетики, технології годівлі, утримання тварин.

За даними менеджера з регіонального розвитку продуктів ТОВ «ЕвралісСеменс Україна» Володимира Мокрієнка. Оптимальний раціон ВРХ,

при якому можна забезпечити надої до 7000 л молока становить: силос кукурудзяний – 20 кг (6 кг сухої речовини), люцерновий сінаж – 17 кг (5,5 кг сухої речовини); шрот соняшниковий або ріпаковий – 2,5 кг; кукурудза – 2 кг; пшениця – 1,5 кг; премікс – 0,25 кг.

Представник компанії КУН-Україна, Віктор Сич наголосив, щоб мати високу продуктивність у скотарстві, важливо не лише заготувати високоякісні корми та збалансувати їх у раціонах годівлі за поживними речовинами, а й забезпечити якісне приготування кормової суміші, за допомогою машинних агрегатів, та рівномірно і без втрат подати на кормовий стіл.

Світовий досвід свідчить про ефективність використання для приготування кормових сумішей і роздавання їх тваринам сучасних багатофункціональних універсальних технічних засобів, так званих фермських комбайнів. За визначенням, фермський комбайн — це машина, яка об'єднує процеси завантаження, дозування, подрібнення, змішування кормових матеріалів і роздавання приготовленої кормової суміші тваринам. Ці машини виготовляють як у самохідному, так і в причіпному варіантах — обладнані пристроями для самозавантаження й без них, з горизонтальним і вертикальним розміщенням шнеків у бункері [1].

У зв'язку з розукрупненням тваринницьких ферм значну частину комбікормів виготовляють безпосередньо в господарствах на фермських комбікормових агрегатах. При цьому передбачається використання зерна власного виробництва та закуплених кормових добавок.

В якості білкових добавок до корму для згодовування тваринам використовується подрібнене зерно гороху, сої, а також речовини багаті на білок (м'ясо-кісткове борошно, дріжджі, трав'яне борошно). За вмістом жиру серед білкових речовин переважає макуха (7-10 % жиру) та шрот (2,5 %). При використанні концентрованих кормів, третина яких приходить на

високобілкові шроти і макуху соняшнику, дають можливість підвищити надій корів до 15-18 кг за добу [2].

Більшість невеликих господарств, які мають фермські комбикормові агрегати, за різних причин, не мають змоги закупити готові сумішки добавок.

Тому постає питання придбання окремих компонентів та виготовлення із них сумішок за спрощеними технологіями з використанням власної, як зернової сировини, так і продуктів її переробки.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

АНАЛІЗ ПОТРЕБИ В КОМБІКОРМАХ ТА ОГЛЯД СТАНУ РОЗВИТКУ ФЕРМСЬКОГО КОМБІКОРМОВОГО ОБЛАДНАННЯ.

2.1. Обґрунтування технологічної схеми виробництва кормсуміші

Особливість обладнання для виробництва повноцінних комбікормів в умовах господарств полягає в тому, щоб досягти необхідної рівномірності розподілу кожного з компонентів у загальній масі сумішки комбікорму при

спрощенні технології та зменшенні структурних елементів комплексу обладнання [4].

По відношенню до зернових компонентів наявність білкових речовин в рецептах комбікормів на порядок менша, а мінеральних та преміксів менша на два порядки. У такому разі доцільно застосувати три стадійну схему змішування, при якій на першому етапі буде готуватися суміш мікрокомпонентів, на другому етапі білково-вітамінні та мінеральні добавки, на третьому етапі комбікорми. Для одержання якісного комбікорму, щодо рівномірності змішування, необхідно щоб кожна попередня сумішка мала вищий рівень рівномірності.

Необхідна якість перемішування компонентів в загальній масі сумішки відбувається за умови, коли кожен з компонентів складає не менше 10-20%. Для доведення кількості початкових сумішок до цих величин, в разі потреби, необхідно використовувати кормові наповнювачі.

Беручи до уваги напрямок розробки магістерської роботи – дослідження засобів для приготування кормів при виробництві молока та базуючись на вище поданій потребі в комбікормах для всіх груп тварин, а також опираючись на наявні технічні господарства, а саме:

- наявність в зерноскладі дробарки ДМ-Ф-4-2, яка придатна для завантаження в камеру подрібнення крупнокускових матеріалів;

- наявність лінії приготування комбікормових сумішок на базі двостадійного виробництва – спочатку приготування сумішки добавок, а далі одержання готових повнораціонних комбікормів;

можна рекомендувати використати таку схему. Спочатку приготувати мікродобавки, потім підготувати важкосипучі кормові компоненти (макуху, сіно бобових, злежані мінеральні корми) на зерноскладі і доставити їх в необхідній кількості (виходячи з добової потреби) до комбікормового цеху, в якому

організувати підготовку білково-вітамінно-мінеральних добавок, подрібнення зернових компонентів, змішування кормів з доведенням їх до необхідної однорідності згідно зоотехнічних вимог для різних видів та вікових груп тварин.

Готові комбікорми різного складу, відповідно до призначення, накопичити з напільних засіках і використовувати за потребою ферми як у вигляді повноцінних комбікормових сумішок для всіх груп поголів'я, так і у вигляді комбікормів-концентратів добавляти до стеблових і соковитих кормів для.

Так як до змішувача мікродобавок найбільш високі вимоги щодо рівномірності, змішування компонентів, які знаходяться в мікродозах, доцільно використовувати змішувач порційного типу. Дослідження показали, що високий рівень змішування компонентів кормових добавок забезпечує барабанний змішувач з похилою віссю камери відносно осі обертання. Його використання забезпечує рівномірність від 95 до 98%.

Суміш білково-вітамінних та мінеральних добавок готується у вертикально-шнекових змішувачах безперервної дії. Багаті на білок культури (сою, горох) та продукти переробки (шрот ріпаковий чи соняшниковий) попередньо подрібнюють в молотковій дробарці до відповідного розміру та змішують з попередньо приготовленими преміксами.

НУБІП УКРАЇНИ

БМВД та зернові компоненти (кукурудза, ячмінь, пшениця) змішуються в готовий комбікорм в вертикально-шнекових змішувачах безперервної дії.

На основі проведених наукових досліджень нами обґрунтовано основні параметри технологічної схеми виробництва високоенергетичної кормової суміші із застосуванням фермського комбайна (рис. 2.1).

Відповідно до рецепту кормового раціону при підготовці кормової суміші для великої рогатої худоби із застосуванням фермського комбайна першим компонентом, який подається у бункер є комбікорм. Наступним завантажують

грубі корми, таке поєднання дозволяє зменшити втрати комбікормів та

забезпечує їх потрапляння у трубчасту частину стебла, а також відбувається максимальне подрібнення грубих кормів. При досягненні середньої величини часток грубих кормів близько 100-120 мм в середину бункера подають кормові

компоненти вологість яких становить більше 50%, наприклад, сінаж, силос,

коренеплоди. Процес подрібнення поступово зменшується, а інтенсифікується

змішування, при цьому відбувається перерозподіл та поступове вирівнювання вологості приготовленої кормової суміші. Як показують досліди процес змішування у таких машинах триває 5-7 хв. після завантаження останнього

кормового компонента згідно рецепта суміші.

Удосконалена технологічна схема виробництва високоенергетичної кормової суміші дозволяє забезпечити в умовах господарств виробництво повноцінного комбікорму та отримувати добові надой від тварин в межах 15-18

кг.

НУБІП України

НУБІП України

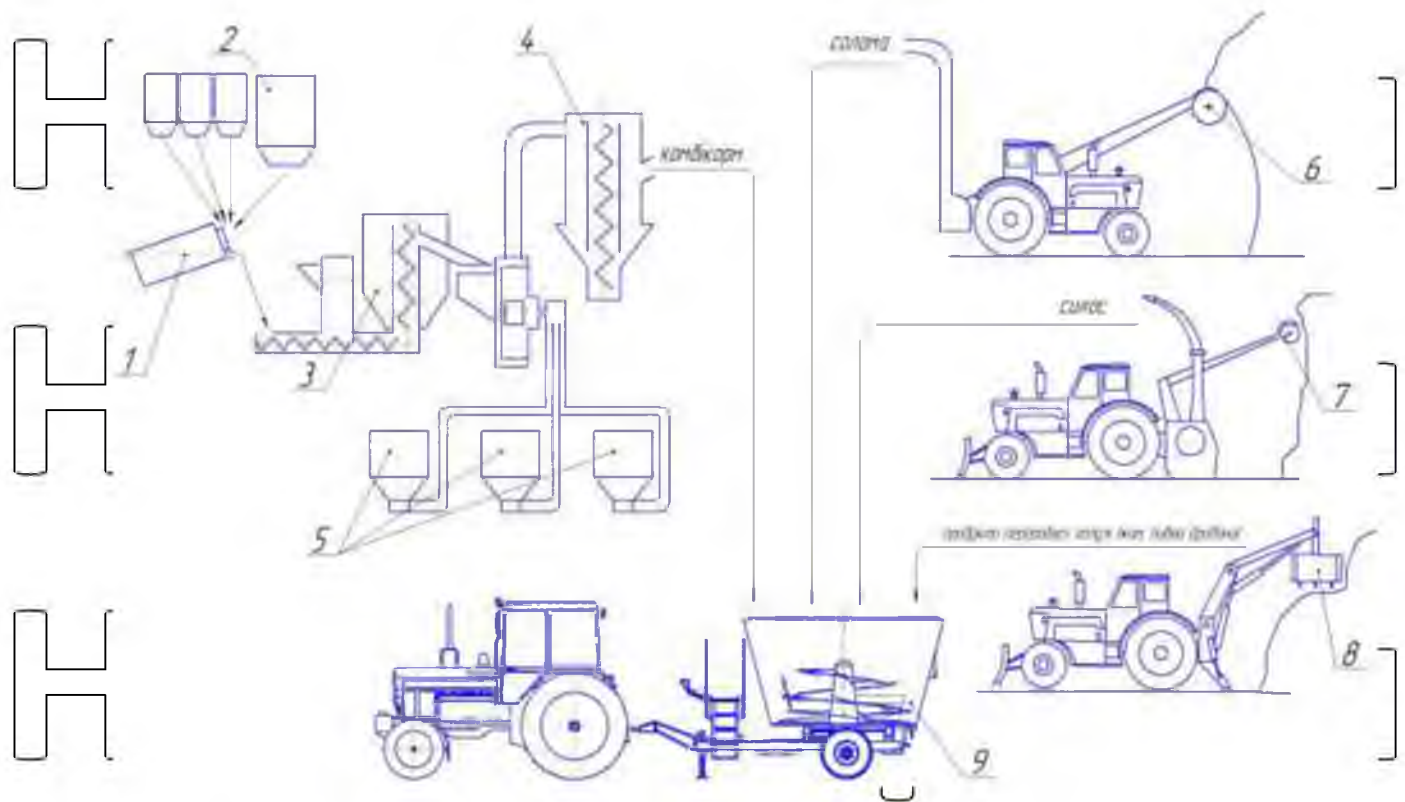


Рис.2.1. Технологічна схема виробництва високоенергетичної кормової суміші:

1 – змішувач мікродобавок, 2 – ємкості для зберігання кормових добавок, 3 – вертикально-шнековий змішувач БМВД, 4 – вертикально шнековий змішувач комбікорму, 5 – бункера для зберігання зернових компонентів, 6 – навантажувач соломи, 7 – навантажувач силосу, 8 – навантажувач продуктів переробної галузі, 9 – фермський комбайн.

Загальна добова потреба в комбікормі становить

$$G = 3803 + 1062 \cdot 153,5 = 5018 \text{ кг.}$$

При експлуатаційній продуктивності кормоприготувального обладнання 1,2т/год тривалість підготовки комбікормів для дозової потреби складає

$$T = Q : G = 5,018 : 1,2 = 4,18 \text{ години.}$$

Для виконання поставленого завдання необхідно обґрунтувати як загальну структуру засобів механізації, так і обладнання для одержання кормосумішок в умовах ферми, дослідити деякі питання процесів підготовки кормових компонентів та їх змішування з метою відпрацювання раціональних параметрів технічних рішень, що закладаються в конструкції машин потокової технологічної лінії по виробництву комбікормів стосовно умов НДГ “Агрономічна дослідна станція” НУБІП України.

2.2. Вимоги до підготовки компонентів комбікормів

Вміст концентрованих кормів в раціонах тварин має домінуюче значення для досягнення необхідного рівня концентрації енергії, або енергетичної щільності згодовуваного корму, що виражається як в кормових одиницях, так і в мегаджоулях обмінної енергії. Задовільнити потреби тварин з різною продуктивністю можна не збільшенням кількості кормів, а підбором кормів, які мають різну енергетичну щільність. Енергетична щільність кормів досить відмінна. Найбільшу енергетичну щільність мають концентровані корми. Тому для підвищення енергетичної щільності раціону треба включити до нього велику кількість концентрованих кормів.

Найраціональнішим способом підготовки концентрованих кормів до згодовування є введення їх до складу комбікормів.

Виробництво комбікормів безпосередньо в господарствах характеризується такими агро- та зооінженерними особливостями:

1 Локалізація зони дії комбікормового цеха, що дозволяє повніше і оперативніше задовільняти потреби ферм.

2 Наявність умов для розробки рецептів комбікормів у відповідності з загальною структурою раціонів годівлі (як повноцінних комбікормів чи

комбікормів-добавок до соковитих, грубих або силосованих компонентів раціону), що залежить від напрямку і розвитку кормової бази господарства (складу посівних площ, об'єму кормовиробництва).

3 Збереження вихідних показників поживності місцевої кормової сировини і підвищення якості комбікормів завдяки скороченню об'єму транспортних і внутрішньо-складських операцій, а також тривалості зберігання готової продукції.

4 Підвищення поживності комбікормів за рахунок використання привозних добавок відповідного складу.

Враховуючи наведені особливості з зооінженерної точки зору при виробництві комбікормів найважливішим є додержання нормативного (оптимального) рівня енергії, протеїну, амінокислот, вітамінів і мінеральних речовин в комбікормових сумішках, що забезпечує нормальні фізіологічні умови функціонування організму тварин і стимулює їх максимальну продуктивність.

Рецептуру стандартизованих комбікормів розробляють наукові заклади на основі новітніх знань про годівлі різних видів і вікових груп сільськогосподарських тварин. Рецепти перевірені практикою затверджені як державні стандарти і є вихідними при створенні засобів механізації виробництва комбікормів. Економічно оптимальне співвідношення компонентів складають виходячи з їх поживності за певних конкретних умов господарств. Для сільськогосподарських тварин комбікорми готують з врахуванням віку, виду, статі, фізіологічного стану і продуктивності. Підприємство виготовлювач присвоює кожному специфічному рецепту індивідуальний номер. В практиці існує 124 рецепти для тварин, птиці, риби і т.п.

Повнораціонні комбікорми повинні повністю задовільняти потреби тварини в поживних і біологічно активних речовинах без додаткового згодовування якихось інших кормів, забезпечуючи високу продуктивність,

збереження здоров'я, одержання продукції високої якості і низькі затрати поживних речовин на виробництво одиниці продукції. Повнораціонні комбікорми в основному використовують в птахівництві та свинарстві.

Поряд з стандартизованими раціонами в кожному господарстві можуть виготовлятися комбікорми, рецептура яких складається на основі стандартизованих рецептів, але враховує місцеві особливості, наявність кормової сировини та її якісний стан. Але вимоги до відповідності цих рецептів зооінженерним умовам залишаються такими ж як і для стандартизованих рецептів.

Основу комбікормів складають зернові продукти (концентровані корми), що мають велику кількість легко перетравних речовин. Поживна цінність зернових кормів залежить від їх забрудненості домішками. Тому однією з важливих операцій в технологічному циклі є очищення вхідних компонентів. В

фуражному зерні допускається вміст піску – не більше 0,1-1,0 %, насіння головної, кукілю, плевели – 0,23%, металевих домішок – не більше 50 мг/кг.

При розробці технологічного обладнання комбікормових підприємств величину параметрів окремих деталей визначають з врахуванням фізико-механічних властивостей перероблюваного продукту (об'ємна маса, кути природного схилу, коефіцієнти тертя, сипучість, розміри зерен, зусилля руйнування). Ці властивості в цілому вивчені досить повно і наведені в довідниках та наукових працях у вигляді інтервальних розмірів. Що стосується конкретних характеристик зернових матеріалів, що будуть використовуватись при експериментах, то ці дані можуть бути визначені згідно існуючих методик.

Особливі вимоги пред'являються до ступеня подрібнення матеріалу. Цілі зерна, особливо з твердою, насиченою клітковиною оболонкою, недостатньо повно перетравлюються тваринами. Ступінь подрібнення знаходиться в тісному зв'язку з особливостями травлення різних видів сільськогосподарських тварин і

їх віку. Так дорослі свині краще поїдають зерно розміром 1,0-1,5 мм, для молодяку використовується більш дрібний помел – 0,6-1,0 мм. Велика рогата худоба і вівці краще споживають зерновий корм розміром 1,6-2,2 мм, бичкам і теличкам відповідає розмір 1,4-1,8 мм. Для птиці рекомендований розмір 1,8-2,6 мм. Якісно приготовлені комбікорми – концентрати для свиней по крупності не повинні містити більше 5% часток, що залишаються на ситі з отворами діаметром 3 мм, і не більше 0,3% зерен з незруйнованою оболонкою. Щодо великої рогатої худоби, то на відгодівлі ці показники відповідають 10% і 0,5%, а для молочного стада зростають до 30% і 0,7%.

Для приготування комбікормів-концентратів в господарствах і на комбікормових підприємствах рекомендується використовувати 4-6 видів зернових фуражних культур в кількості 70-90 %, 5-30 % готових білково-вітамінно-мінеральних добавок і 1-3 % преміксів.

Білково-вітамінні добавки рекомендовано виготовляти, як і премікси, державними комбікормовими заводами і поставляти господарствам. Як наповнювач для БВМД використовують подрібнену макуху, зерно сої чи гороху, а також дерть ячменю або пшениці. Як наповнювач для преміксів рекомендується дрібно помелене зерно пшениці чи кукурудзи.

Виробництво комбікормів пов'язане з приготуванням кормосумішок склад яких в кожній порції, розмір якої обумовлений в більшості випадків кількістю корму що споживається твариною за разову годівлю, відповідає заданому рецепту. Тому в практиці важливими є величини допустимого відхилення вмісту кожного компоненту в складі кормосумішки. Допустиме відхилення від рецепту вмісту компонентів, віднесене до загальної маси взятої проби, в процентах становить:

- для компонентів, які входять в комбікорм в кількості більше 30% не повинно перевищувати 1,5 %,

в кількості від 10 до 30 % - 1,0 %, для компонентів змістом до 10% - 0,5%, а щодо кожного виду мінерального корму в кількості менше 3% - 0,1%

Задану величину відхилень можна досягти за рахунок використання дозуючих пристроїв відповідної точності роботи, а також вибором місткості змішувачів, що забезпечувала б компенсацію нерівномірності видачі корму дозаторами за рахунок ретельного перемішування складових суміші введених на заздалегідь збільшену кількість порцій. При виробництві комбікормів використовується масове (вагове) і об'ємне дозування. Перше більш складне і, як правило, на порядок дорожче об'ємного і тому знаходить місце на державних комбікормових заводах, де вимагається більш гарантована точність, особливо при приготуванні БВМД та преміксів.

Що ж стосується господарських умов, то в даному разі застосовуються об'ємні дозатори, з них більшу точність мають порційні дозатори, але для їх використання слід передбачити технологічні зупинки процесу, або організувати дозування по двох паралельних потоках, що знижує продуктивність, або ускладнює конструкції використовуваних технічних засобів. Об'ємне дозування в потоці (безперервне дозування) забезпечує точність для сипких матеріалів в межах 5-10%, а для при деяких конструктивних рішеннях - до 3%. Зниження величини нерівномірності видачі корму дозатором досягається двома напрямками: забезпеченням достатньої сипучості та рівномірності поперечного перерізу потоку на виході.

Другим показником відповідності приготування комбікорму заданого рецепту є однорідність кормосумішки, що визначається коефіцієнтом неоднорідності змішування компонентів. Ця величина не повинна перевищувати 10 % для кожного компоненту від заданої згідно рецепту. Цей показник якості знаходиться в прямій залежності від об'єму змішувача, що приймається по

НУБІП України

мінімальному розміру, який визначається сумою послідовних процесів конвективного і дифузійного змішування.

Конструктивне виконання змішувача і параметри конструкційних елементів визначаються в залежності від фізико-механічних властивостей компонентів кормосумішок.

Як свідчить вітчизняний і зарубіжний досвід виробництво збалансованих повнораціонних комбікормів безпосередньо на тваринницьких фермах не можна вирішувати надто обмежено, оскільки в кожному конкретному випадку необхідно враховувати зональні особливості в тваринництві, повноту наявності кормової

сировини, можливість безперерйного одержання необхідних збагачувальних добавок, правильний вибір найбільш раціональної схеми комбікормового обладнання. Складність виробництва комбікормів на фермах обмежується ще й

тим, що поряд з необхідністю орієнтації на прості технологічні чи технічні рішення, як-то: мінімальну металомісткість, спрощення організаційно-структурних варіантів та універсальність щодо перероблюваної сировини, необхідно забезпечити одержання тваринницької продукції високої якості і з мінімально можливими затратами праці і енергії.

Наведені вимоги до виробництва комбікормів спеціалізованими комбікормовими заводами чи фермськими комбікормовими агрегатами в цілому ідентичні, оскільки вихідним критерієм їх складання є одержання максимально можливого виходу продукції тваринництва для кожного конкретного виду та

віку тварин і типу годівлі. Але оскільки потенціальна металомісткість процесу приготування комбікормів на спеціалізованих виробництвах та спрощених агрегатах різко відмінна, то розробники технології приготування комбікормових сумішок, призначених для господарських умов, прийняли шлях введення окремого заздалегідь одержаного кормового потоку – білково-вітамінно-

мінерольних добавок, а практично до його складу входили всі ті речовини, які видаються тварині в значно меншій кількості, ніж зернові компоненти.

Такий напрямок давав можливість створення фермського спрощеного обладнання, але життєвість цього рішення передбачала умову можливості виготовлення, закупки і доставки цих добавок в господарства. Що стосується зарубіжних тваринницьких господарств, то такий напрямок безумовно виконувався, оскільки економічні стосунки між виробником і споживачем для реалізації такого заходу обумовили його доцільність.

Що ж стосується господарств колишнього СРСР, то тут з одного боку виникла конкурентна ситуація між напрямками роботи комбикормових заводів: виготовляти добавки для господарств і для власного виробництва. При наявності монополності перша можливість часто нехтувалась і не знаходила впровадження, крім того в деяких регіонах були прийняті рішення спеціалізувати деякі комбикормові підприємства на випуск добавок для господарств. При цьому не враховувались транспортні витрати на доставку цієї продукції, що часто створювало доставку добавок в господарства економічно недоцільною.

З іншого боку навіть при орієнтації на заплановані виробництва сировинна база спроможна була виготовляти лише біля 20% таких добавок від необхідної кількості. А це призводило до того, що орієнтація на запропонований напрямок – використання придбаних готових БВМД для сільськогосподарського виробництва в основному була реально нездійсненою.

Результатами багатьох зооінженерних досліджень встановлено, що згодовування повнораціонних кормів, в порівнянні з використанням для годівлі зерна без добавок, дає можливість збільшити продуктивність тварин на 17-20%. Щодо проміжних значень величини приросту продуктивності при частковому балансуванні раціонів, то таких даних в літературі не зустрічається. Очевидно це викликано складністю обумовлення сутності та величини аргументу в

функціональній залежності впливу збалансованості комбікормового раціону на величину приросту. Разом з тим в літературі зустрічаються дані про продуктивність при використанні для годівлі тварин різних раціонів, які можна характеризувати як недостатньо збалансовані або малозбалансовані згідно прийнятих норм. Основна частина таких даних стосується використання комбікормів як добавок до соковитих, грубих чи силосованих кормів. Приймаючи в певній мірі не повну співставимість таких даних через різні умови проведення дослідів, нестабільність складу кормів і їх поживність все ж можна прослідкувати, що так звані "спрощені сумішки", при умові їх використання як комбікормових добавок, не мають значної відмінності від закуплених на державних заводах повнораціонних комбікормів, а в ряді випадків навіть дають вищу продуктивність. Останнє, очевидно, можна віднести до відсутності вхідного контролю складу придбаного комбікорму коли набір компонентів не повний, або поживна цінність деяких з них нижче необхідної. Це можна підтвердити також тим, що на сьогодні через відсутність повного набору компонентів комбікормові заводи лише на 25-35% випускають збалансовані кормосумішки, та й ті в основному надходять лише на птахофабрики та свиновідгодівельні комплекси.

За цих умов неможливості приготування у себе збалансованих комбікормів створилась ситуація коли господарства виробляють проміжний продукт між комбікормами (як це передбачено затвердженими нормами) і концентратами. В кращому випадку це суміш зернових компонентів (3-4 види), білковий компонент (зерно бобових, сінне або трав'яне борошно чи макуха) та 2-3 види мінеральних речовин.

Аналіз літературних джерел свідчить, що при згодовуванні таких проміжних частково збалансованих кормосумішок в порівнянні з використанням повнораціонних кормосумішок потенціально втрачають продукції тварин не

перевисують 3-6 %. При використанні малозбалансованих комбікормів, до складу яких входять 2-3 види зерна та білковий компонент, величина недобору продукції від тварин не перевищує 5-8 %. Таким чином, навіть при відсутності конкретизованих даних по впливу ступеня збалансованості комбікормів на продуктивність тварин можна констатувати, що величина втрат від недобору продукції часто не перекриває затрати на придбання і доставку добавок. Звичайно, такий висновок не стосується випадків, коли в господарствах згодують моноконцентрати (один вид зерна) і не вводять в раціон білкові компоненти.

Ознайомлення з можливостями та станом одержання в господарствах зернових кормів, насіння рослин багатих на кормовий білок, дозволяє зробити висновок, що господарства мають можливість готувати в себе комбікорми з компонентів власного виробництва і закуплених мінеральних добавок. Для цього, з одного боку, необхідно створити відповідне економічно вигідне обладнання для використання в господарських умовах, а з другого — побороти вироблений стереотип мислення, що тварин слід не просто годувати, а годувати раціонально, що вимагає капіталовкладень та проведення додаткової організаційної роботи.

2.3. Загальні відомості про засоби механізації виробництва комбікормів в господарствах

В господарствах України широкого вжитку набули комбікормові цехи та комбікормові агрегати. Коротка їх характеристика подана в табл. 1.6 та табл. 1.7.

1 Розмелювально-змішувальний агрегат АРС-1 порційної дії.

Технологічний процес передбачає перевантаження норією попередньо

зв'язаного зерна в бункер, потім в дробарку і далі в один з бункерів змішувачів. Змішувачі, діючи послідовно, забезпечують безперервну роботу агрегату.

2 Автоматизований комбікормовий агрегат АК-1,2 виконує об'ємне дозування, проводить подрібнення і змішування компонентів, завантаження готовим комбікормом мішкотари чи бункера-накопичувача. Для приймання

добавок агрегат оснащений невеликим бункером з катушкового типу дозатором.

3 Малогабаритний агрегат АКМ-2 дозволяє готувати комбікорми з 9 компонентів, вводити мелясу, мінеральні та інші добавки. Всі компоненти

проходять очистку на решітнім стані і магнітних сепараторах. Потім зернові

компоненти надходять в бункер, звідки вертикальним шнеком подаються на дробарку і далі в накопичуючі бункери. З бункерів об'ємними дозаторами

компоненти подаються в приймальне вікно змішувача, звідки вертикальним шнеком перевантажуються в накопичувач.

4 Агрегат АДС-2 працює по безперервно-потоківій технології, при якій дробарка діє безперервно, а змішування і вивантаження готового комбікорму відбувається порціями. Після заповнення першого змішувача

систему подачі компонентів переводять на другий змішувач, а в першому проводиться змішування і вивантаження.

5 Установа УМК-Ф-2 призначена для виробництва комбікормів на базі місцевого зерна і закуплених добавок. Зернові компоненти і добавки загрузають норією і розподільним шнеком в наддозаторні місткості, звідки

блоком дозаторів вони подаються в дробарку, де відбувається одночасно подрібнення та змішування. Подальше змішування проводиться в

горизонтальному та вертикальному шнеках перед подачею в бункер-накопичувач готового комбікорму.

НУБІП України

НУБІ

НИ

НУБІ

НИ

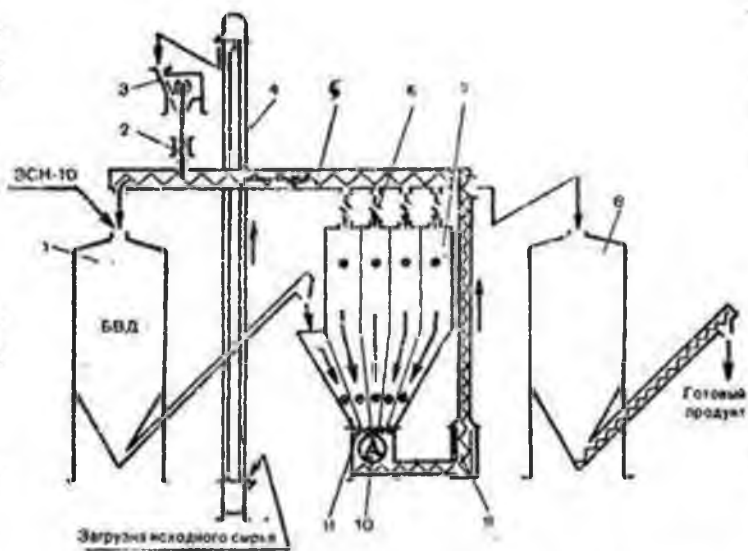


Рис 2.2. Установка УМК-Ф-2

НУБІП УКРАЇНИ

6 Комплект комбикормового обладнання КН-5 призначений для приготування розсипних комбикормів із зерна, БВД і преміксів. Для подрібнення зерна використовується безрешітна дробарка ДБ-5.

НУБІП УКРАЇНИ

7 Комбикормовий малогабаритний агрегат АКС-1 призначений для приготування комбикормів із зернових матеріалів і добавок на зерноскладах малих ферм і фермерських господарств. Агрегат пневмопотокотом забирає зерно із місць зберігання, подрібнює його, завантажує в один із послідовно працюючих змішувачів з вертикальним шнеком, де зернові компоненти і заздалегідь вважені добавки змішуються і вивантажуються шнековим конвеєром.

НУБІП УКРАЇНИ

8 Обладнання для виробництва комбикормів ОВК-2 призначено для одержання повнораціонних комбикормів із сировини рослинного, тваринного та мінерального походження на тваринницьких фермах колективної власності, підсобних та фермерських господарств. Він дозволяє збагачувати мікроелементами, вітамінами, антибіотиками корми для молочного стада, відгодівлі великої рогатої худоби, свиней та птиці. До складу обладнання входять: зерновий завантажувальний шнековий конвеєр, бункер-накопичувач,

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

молоткова дробарка з приймальним шнеком та пневмосистемою вивантаження подрібнених компонентів, двох вертикально-шнекових змішувачів, кожен з яких укомплектований живильником добавок та вивантажувального шнекового конвеєра. Обладнання дозволяє одержувати комбікормові сумішки з однорідністю 85%.

9 Комбікормовий агрегат Комбі Мікс призначений для приготування комбікормів для всіх видів тварин і птиці в індивідуальних та фермерських господарствах. Агрегат має молоткову дробарку з приймальним бункером для ручного завантаження попередньо віддозованої кількості кожного компоненту, металоуловлювач, всмоктувальний та нагнітальний кормопроводи, двокамерний бункер-змішувач з вертикальним шнеком та приймальну конічну воронку для введення добавок.

10 Комбікормовий агрегат Awila також призначений для приготування комбікормових сумішок на малих господарствах колективного підряду та в фермерських господарствах. Агрегат складається з трьох основних частин: приймального бункера для зернових компонентів обсягом на 50 кг зерна, молоткової дробарки з всмоктувальним та нагнітальним кормопроводами, вертикально шнекового змішувача з обсягом бункера 550 кг. Молотковий ротор насаджено на вихідний вал електродвигуна, в всмоктувальний кормопровід розміщено горизонтально. Змішувач має в нижній частині конічну осесиметрично розміщену воронку для введення компонентів добавок. Для очистки повітря бункер комплектується фільтрувальним патрубком.

11 Малогабаритний млин АВЕ-4 призначений для приготування комбікормів в особистих, фермерських та підсобних господарствах. Структурна схема агрегату є зменшеним варіантом комбікормового агрегату Awila на 200-250 кг зерноsumішок за годину роботи. Потужність двигуна дробарки – 3 кВт, а обсяг бункера-змішувача зменшено до 150 кг подрібненого продукту.



Рис.2.3. Малогабаритний млин АWF-4

12 Серія мінікомбикормових цехів (Н-119, Н-119/2, Н-119/3 та Н-119/4)

призначена для підготовки до згодовування зернових компонентів та приготування з них комбикормів в фермерських господарствах. Принципово агрегат складається з двох машин: молоткової дробарки з всмоктувальним та нагнітальним кормопроводом і змішувача порційної дії, який встановлений на вагах. Молоткова дробарка комплектується змінними щілинними решетами (ширина щілини: 1,8 мм; 2,2 мм; 3-4 мм) та пробивними круглими (від 4 мм до 8 мм), а також очисним пристроєм з каменесульповачем та магнітами. Завдяки застосованому в дробарці принципу вакууму здійснюється забір матеріалу з буртів і транспортування його до дробарки, а також супутня очистка. Змішувач агрегату має 4 типорозміри: на 500 кг маси, 1000 кг, 1500 кг та 2000 кг. Період перемішування до досягнення необхідної однорідності становить 15 хв. В верхній частині бункера змішувача розміщено пилоуловлюючі фільтри. Для забору зерна із буртів всмоктуючий кормопровід оснащується

пневмозабірником. Принцип дозування подачі компонентів ваговий при послідовному завантаженні різних видів зерна.

Із закордонних комбікормових агрегатів можна вказати на деякі конструктивні рішення, основна технічна характеристика яких подана в табл. 1.8.

13 Дробільно-змішувальна установка MIX MILL (США) передбачає завантаження різних видів зерна, збагачуючих добавок в багатосекційний приймальний бункер, обладнаний похилими шнековими дозаторами з регульованою частотою обертання. Дозатори одночасно подають компоненти в камеру дробарки, де відбувається подрібнення з одночасним змішуванням. Готова продукція вивантажується шнековим конвєсором.

14 В Швеції комплектне обладнання для приготування комбікормів випускають фірми Meton і Svegma. Із зернових компонентів використовують овес, ячмінь та горох. Овес та ячмінь дозованими потоками направляють в молоткову дробарку, а горох попередньо подрібнюється окремою установкою.

15 В Італії для приготування комбікормів безпосередньо на тваринницьких фермах використовують агрегат MA - 600/2 "Niagara". Вихідні компоненти спочатку зважуються у відповідності з рецептом і загружаються в приймальний бункер, а потім вертикальним шнековим живильником подаються в дробарку молоткового типу, що має в зарештатному просторі вентилятор. Повітряним потоком подрібнений продукт подається в циклон і далі в горизонтальний змішувач. Білкові добавки надходять в окремий бункер і через заслінку вводяться в змішувач. Готовий комбікорм затарюється в мішки чи вивантажується транспортером.

16 Заслужує на увагу конструктивне рішення комбікормового агрегату Blount фірми Dannenberg GmbH. Основна частина агрегату включає молоткову зернову дробарку закритого типу, блок гвинтових дозаторів,

вивантажувальний і змішувальний конвеєри. Блок дозаторів скомпонований з 5 гвинтових конвеєрів, встановлених під кутом 33°. Вони мають спільний шестеринний привід, а настройка частоти обертання кожного конвеєра відбувається індивідуально. Агрегат комплектується п'ятьма накопичувальними бункерами з яких матеріал надходить в наддозаторні бункери.

17. Дробильно-змішувальний агрегат "Duplex" (Італія) складається з дробарки, бункера-змішувача, двох приймальних бункерів для зерна і добавок. Зерно завантажується в більший бункер, а добавки – в менший. Робота дробарки і змішувача відбувається одночасно. В агрегаті виконана замкнута система циркуляції повітря.

18. Комбікормовий агрегат FSM - 200 фірми Weigh (США) оснащений комп'ютерним управлінням. Система кормоприготування виконує подрібнення сировини, ввід компонентів та мікродобавок, змішування комбікорму.

Мікропроцесорна техніка забезпечує автоматичний процес роботи, контроль показників, облік корму. В накопичувальний бункер послідовно завантажуються до 6 основних продуктів подрібнення. Шнеком матеріал подається із бункера в дробарку. При цьому надходження його в дробарку регулюється автоматично, не допускаючи перевантаження привідного двигуна дробарки. Продукти, що не потребують подрібнення, транспортуються безпосередньо в горизонтальний шнек по якому надходять в змішувач. Мікродобавки попередньо подаються із своїх бункерів по одному в зважувальний бункер. Дані про склад комбікорму виводяться на дисплей. При невірній наладці регуляторів на дисплеї з'являється код помилки.

19. Обладнання для приготування комбікорму Dezamech представляє собою подрібнюючо-змішувальний агрегат з пересувним дозатором і ваговим змішуванням поданих в бункер компонентів сумішки. Агрегат призначений для використання в фермерських господарствах. Базовий варіант обладнання має

молоткову дробарку з всмоктувальним трубопроводом довжиною 10 м (для забору зерна із буртів пневмозабірником) та нагнітальним трубопроводом довжиною 3 м для подачі подрібненої маси в змішувач. Між дробаркою і всмоктувальним гнучким трубопроводом встановлено відділювач каменів і металу. В залежності від запитів споживачів фірма Агро Нова може комплектувати агрегати двома типорозмірами дробарок: 11 кВт (продуктивність від 1 до 1,2 т/год) та 15 кВт (продуктивність від 1,3 до 1,7 т/год), а також чотири типи розмірів змішувачів на 0,5 т; 1,0 т; 1,5 т; 2,0 т. Рама змішувача встановлена на важельні ваги, за допомогою яких встановлюється і контролюється відповідна

до норми раціону кількість певного компоненту комбікорму. Виходячи з об'єктів базового обладнання фірма Агро Нова пропонує також варіанти комплектації обладнання:

- змішувач сипучих компонентів з крутопохилим шнековим конвеєром і приймальним бункером, куди послідовно подається подрібнена маса певного виду зерна від дробарки;

- подрібнюючо-змішувальний агрегат з електронним дозатором;

- подрібнюючо-змішувальний агрегат з окремо розміщеним приймальним бункером оснащеним динамометричним дозатором. В цьому варіанті змішувач розміщений на дробарці, а сама дробарка з'єднана з приймальним бункером гнучким кормопроводом;

- змішувач для сипучих кормів з горизонтальним шнековим живильником. Шнековий живильник може приймати подрібнений матеріал від дробарки.

Крім вказаного вище обладнання існують також інші технічні засоби для приготування комбікормових сумішок в господарствах, проте в цілому вони базуються на поданих принципових схемах конструкцій обладнання.

2.4. Аналіз досліджень по приготуванню комбікормових сумішок

Технологія приготування комбікормів в умовах фермерських господарств базується на використанні двох основних процесів:

- послідовне подрібнення зернових компонентів,
- змішування компонентів зерна і добавок з одержанням однорідних сумішок у відповідності з зооінженерними вимогами.

У виконуваній магістерській роботі доцільно розглянути існуючі результати досліджень по змішуванню сипучих компонентів сумішок.

Питанням змішування сипучих матеріалів приділялася і приділяється велика увага не лише в сільськогосподарській науці, а й в різних інших галузях промисловості. Складність і багатоманітність явищ, які проходять при змішуванні, змусили дослідників відмовитися від спроб повного аналітичного описання цього процесу і піти шляхом розробки спрощених моделей механізму утворення сумішок, які в тій чи іншій мірі відповідають реальним умовам.

Найчастіше розглядаються такі основні моделі змішування:

- конвективне змішування, тобто перенесення порівняно великих порцій матеріалу із однієї частини об'єму робочої камери в іншу ("макрозмішування");
- дифузійне змішування – перерозподілення окремих часток матеріалу в мікрооб'ємах ("мікрозмішування");
- змішування зсувом як процес, який протікає за рахунок утворення площин ковзання між шарами матеріалу, що рухаються один від одного при наявності градієнта швидкості;
- змішування як імовірно-статистичний процес в результаті розподілення частин матеріалу в об'ємі робочої камери;

- змішування як сукупність “елементарних” процесів, кожний з яких відображає властивості якого-небудь одного класу явищ і підвладний законамірностям, які описуються певними співвідношеннями.

Модель конвективного змішування не знайшла широкого використання: по-перше, тому, що вона описує переміщення порівняно великих об’ємів матеріалу, при якому не забезпечується достатньо висока якість змішування; по-друге, із-за практичної складності визначення параметрів в пропонуваніх формулах.

Більшого поширення набула модель дифузійного змішування, аналогом якої служить дифузія газів, які не реагують один з одним. “Мікрозмішування” через дифузію дозволяє отримати більш повне перерозподілення частинок в мікрооб’ємах суміші.

Основою такої моделі є другий закон Фіка для дифузії:

$$\frac{dc(x,t)}{dt} = \frac{d}{dx} \left[D^* \frac{dc(x,t)}{dt} \right], \quad (2.1)$$

де $c(x,t)$ – відносна концентрація контрольного компонента в суміші за час t на відстані x від першопочаткової поверхні розподілу;

D^* - коефіцієнт дифузії, m^2/xv .

Практичне використання залежності (1.1) утруднюється знаходженням коефіцієнта D^* .

Виходячи з того, що дифузія є кінетичним процесом, різними дослідниками запропонований цілий ряд більш простих залежностей для процесу змішування, в основу яких покладена формула

$$J = 1 - e^{-ct/\tau}, \quad (2.2)$$

де J – показник, що характеризує ступінь змішування;

c – константа швидкості змішування;

τ - час змішування.

Однак і рівняння (1.2) практично важко використати із-за невідомості величини c , яка враховує залежність процесу змішування від багатьох факторів, серед яких фізико-механічні властивості компонентів що змішуються, геометрія робочих органів, режим роботи змішувача, тощо. Таким чином, за виразом (1.2), можна знайти лише емпіричну залежність процесу змішування від різних його параметрів, причому для кожного конкретного випадку ця залежність буде мати відповідне лише йому значення.

Модель утворення суміші зсувом допускає утворення з маси матеріалу в процесі його перемішування ряду шарів, які рухаються відносно один одного з різною швидкістю. Змішування проходить за рахунок випадання часток під дією сили тяжіння із одного шару в порожнини іншого. Така модель дає тільки якісну оцінку процесу змішування.

Останнім часом збільшується число робіт, які розглядають змішування як імовірнісний процес. При цьому деякі автори вважають, що принцип змішування найбільш повно узгоджується з альтернативним процесом відновлення. Інші відзначають, що змішування являє собою однорідний стаціонарний процес і використовують для його описання рівняння Колмогорова для процесу Маркова, яке в дещо спрощеному варіанті має вид:

$$\frac{dq(x,t)}{dt} = d[\Gamma(x,t) \cdot q(x,t)] / dx - d^2[D(x,t) \cdot q(x,t)] / dx^2 \quad (2.3)$$

де x – координата точки при переміщенні її в аксіальному напрямку;

t – час;

$q(x,t)$ – місцева імовірна густина розміщення частинок контрольного компонента;

$\Gamma(x,t)$, $D(x,t)$ – відповідно транспортний і дифузійний коефіцієнти.

Рівняння (2.3) описує процес змішування як комбінацію конвективного і дифузійного процесів. Проте складність знаходження коефіцієнтів $\Gamma(x,t)$, $D(x,t)$ ускладнює практичне використання залежності (2.3).

Спроби більш повного описання процесу змішування матеріалів привели до складних аналітичних залежностей, які лише якісно відображають процес, але не можуть бути використані для його кількісного вираження із-за складності визначення цілого ряду складових параметрів.

Велике значення мають також результати виконаних експериментально-теоретичних досліджень впливу багаточисельних змінних факторів на процес змішування, які відобразили ряд важливих аспектів цієї технологічної операції.

Так, А.М. Богуславський дослідив вплив частоти обертання робочого органу змішувача на якість готового продукту.

Тільки за останні 30-35 років набули дослідження процесу змішування належний розвиток в роботах Ю.І. Макарова, А.К. Мальцева, М.П. Зеленського, І.І. Фурси і інші. В їх роботах розглянуто різні сторони процесу змішування.

Серед закордонних дослідників слід відмітити P.V. Danckwerts, H.E. Rose, H. Pfof, K. Stange, S.S. Weidebaum, C.F. Bonilla, W. Weydanz і інших.

Аналіз цих робіт показав, що основна увага приділялась вирішенню таких задач:

- аналіз енергетичних показників процесу змішування;
- встановлення експериментальним шляхом оптимальних параметрів і

режимів роботи змішувачів;

- визначення осьової швидкості продукту і продуктивності змішувача;
- оцінка якості змішування;

Неодноразово робились також спроби створення методики розрахунку змішувального обладнання на основі емпіричних даних, отриманих в результаті досліджень різного типу експериментальних установок. Оскільки умови проведення експериментів і складові компоненти мали значні розходження, то дані цих досліджень носять частковий характер і не відображають основних

закономірностей процесів змішування. Тому пропоновані методики не мають загального призначення.

Так, Климець М.В. пропонує при їх розрахунку приймати за вихідну величину місткість мішалки залежно від заданої продуктивності визначати всі інші розміри. Цей метод, оснований на чисто дослідних даних, мало придатний для практичних розрахунків, оскільки він не розкриває зв'язки параметрів змішувача з технологічним процесом і ефективністю перемішування.

Зеленський М.П., Штельмах Л.І. вихідною величиною для розрахунку і проектування кормозмішувачів приймають продуктивність, яка визначається добовою потребою приготування кормів. Необхідна місткість змішувача визначається.

$$V_{зм} = Q \cdot T_{зм} / \rho \cdot \eta \cdot \gamma \quad (2.4)$$

де Q – продуктивність змішувача, кг/год;

$T_{зм}$ – час змішування компонентів, год;

ρ – об'ємна маса суміші, кг/м³;

η – показник ефективності, $\eta = 0.8 \dots 1.0$;

Для одновальних змішувачів циліндричної форми:

$$V_{зм} = 0,25 \pi \cdot D^2 \cdot L \quad (2.5)$$

то із (1.4) і (1.5) виходить

$$D_{зм} = (Q \cdot T_{зм} / 4 \rho \cdot \eta \cdot \gamma \cdot V_{зм} L)^{0,5} \quad (2.6)$$

де L – довжина змішувача, м;

Стукалін Ф.Г. пропонує розрахунок основних параметрів кормозмішувача

здійснювати шляхом переходу з моделі на натуру відповідно теорії подібності

$$\text{Діаметр змішувача - } d_n = d_m (Q_n / Q_m)^{0,5} \quad (2.7)$$

$$\text{Частота обертання - } N_n = N_m (d_m / d_n)^{0,5} \quad (2.8)$$

де d_n – діаметр натурі, d_m – діаметр моделі;

Q_n ; Q_m – продуктивність натурі і моделі.

Недолік такого підходу в тому, що не визначаються оптимальні параметри моделі. Відмічається лише, що модель повинна давати найбільш високу якість змішування компонентів при мінімальних енергетичних затратах. Шляхи ж виконання цієї умови не показані.

Керімов С.Ф. вихідними величинами для знаходження основних параметрів змішувача вважає масову (W) чи об'ємну (V) місткість кормозмішувача, яка знаходиться відповідно до заданої продуктивності:

$$W = Q \cdot T_{зм}; \quad V = W / J \quad (2.9)$$

де Q – продуктивність, кг/год; $T_{зм}$ – час змішування, год.

Вказані вище дослідження стосуються тільки питань отримання однорідної суміші безпосередньо в змішувачі і не враховують вплив на процес змішування та якість готового продукту характеристик потоків окремих компонентів, які входять до суміші. Ряд робіт націлені на встановлення залежностей якості змішування від нерівномірності вхідних потоків компонентів, а також параметрів змішувачів.

Так, Бернхард С. задавшись синусоїдальною зміною вхідної концентрації якого-небудь компонента відношенням дисперсій концентрації на виході і вході ідеального змішувача, отримав вираз об'єму змішувача такий:

$$V_{зм} = q \cdot T_p \sqrt{2n [(1 / G_0^2 / G_1^2) - 1]}^{0,5} \quad (2.10)$$

де q – об'ємна подача матеріалу в змішувач,

T_p – середнє значення періоду синусоїди концентрації,

G_0^2, G_1^2 – дисперсії концентрації відповідно на виході і вході змішувача.

Таким чином, з приведеного огляду слідує, що виконаних до цього часу теоретичних і експериментальних дослідів процесу змішування різних, в тому числі і кормових, матеріалів недостатньо, щоб принципово вирішити питання знаходження параметрів і режимів роботи змішувачів конкретного призначення.

Важливою вимогою в кормоприготуванні є забезпечення зоотехнічних вимог щодо якості готової кормової суміші, яка характеризується ступенем її однорідності і відповідності складу заданому рецепту раціону. Останнє залежить не тільки від процесів, що проходять в самому змішувачі, але і від характеру дозування вихідних компонентів. В момент надходження їх у змішувач, в силу імовірного характеру вихідних потоків, є певні відхилення у співвідношенні компонентів від норм, заданих раціоном. Отже, для отримання заданого співвідношення компонентів у готовій суміші змішувач повинен забезпечувати згладжування нерівномірності потоків.

2.5. Аналіз потокових технологічних ліній приготування

комбікормів

Сукупна структура варіантів потокових технологічних ліній приготування концентрованих кормів у вигляді комбікормів-концентратів чи окремих зернових компонентів, що стосується великої рогатої худоби, приведена на рис. 2.4. Вона передбачає проведення основних і допоміжних операцій і використання їх в сумішках. Основні – це технологічні операції, при яких має місце перетворення корму (подрібнення, термічна обробка, дозування, змішування), Допоміжні операції – це доставка сировини, приймання, розміщення, зберігання сировини, зберігання і відпуск готової продукції, а також операції по переміщенню матеріалу від однієї машини до іншої. Крім того, до допоміжних відносяться операції контролю зміни властивостей кормового матеріалу в процесі його переробки та визначення параметрів кормових потоків.

Сукупності технологічних та допоміжних операцій по приготуванню концентрованих кормів та їх згодовування ВРХ поєднані в потоковій технологічній лінії. Першою групою операцій є підготовка зернових компонентів. Вона включає доставку до місця переробки фуражного зерна, облік, приймання і накопичення зернових компонентів та очищення сировини від крупних сторонніх включень, феромагнітних домішок, піску. Очищене зерно послідовно подається на подрібнення, а потім в окремі бункера-накопичувачі чи засіки. В подальшому подрібнене зерно може використовуватись за двома групами напрямків. Перша група передбачає використання зерна певної культури. При цьому дерть із накопичувача біля подрібнювача доставляються до кормоцеху, або до корівника, чи завантажується в роздавач-змішувач. В кормоцеху зерно використовується для приготування розсіпних кормосумішок з грубими, соковитими та консервованими кормами. Приготовлена сумішка завантажується в роздавач, доставляється до корівника де або перевантажується в стаціонарний роздавач, або безпосередньо видається мобільним роздавачем в годівницю. При використанні роздавачів-змішувачів зерно подається в змішувачий бункер на заздалегідь завантажені об'ємисті корми.

Іншим напрямком переробки зерна як окремого компоненту корму є переробка його в пластівці з проведенням пропарювання і площення. Готовий корм видається або в стаціонарний змішувач, або в роздавач-змішувач. Третій напрямок цієї групи способів розрахований на покомпонентну годівлю корів. При цьому підвезене до корівника із складського приміщення подрібнене зерно перевантажується в ручні візки, або стаціонарні лінії видачі концентратів коровам. Ручна роздача концентратів застосовується на малих фермах. Застосування на роздачі концентратів засобів механізованої видачі дозволяє з високою точністю дозувати кількість корму кожній корові і створює умови для автоматизованого управління індивідуальною годівлею.

В господарствах також знаходять застосування приготування повноцінних комбікормів з застосуванням дробарки-змішувача (рис. 2.3). Особливість такого способу полягає в наступному. Очищене зерно кожного компоненту в віддозованій кількості згідно прийнятого раціону та обсягу разової дози приготування послідовно або одночасно подається на подрібнення. При одночасній видачі зернових компонентів із накопичувачів до дробарки доцільно транспортувати зернові потоки шнековим конвеєром, який одночасно може також дозмішувати зернові компоненти. При цьому як один з компонентів може в шнек подаватись сумішка БВМД, що готується окремою технологічною лінією.

Грубо змішані компоненти сировини шнеком видаються в зернову дробарку. Під час подрібнення сумішки дробарка супутньо виконує подальше змішування складових маси порції, яка одночасно знаходиться в камері подрібнення. В подальшому від дробарки сумішка комбікорму направляється в проміжний накопичувач, звідки може видаватись в необхідній кількості для годівлі тварин.

Білково-вітамінно-мінеральні добавки готуються на базі білкового компоненту (жмих, шроти, соя, горох), кількість якого в сумішці БВМД перевищує всі інші складові – премікси, вітаміни та мінеральні корми. Білковий компонент спочатку подрібнюється до розміру 1-3 мм, очищається від металевих домішок і подається в накопичувач. В міру необхідності з накопичувача білковий компонент дозується, як правило за об'ємом, і завантажується до місткості приготування сумішки БВМД. Зважаючи на більшу кількість білкового компоненту він завантажується в камеру змішувача першим.

Премікси вводяться до складу комбікормів в невеликій кількості і потребують ретельного змішування в загальній масі комбікорму. Тому для їх дозування необхідно застосовувати вагове дозування та двостадійне змішування: спочатку в обсягу сукупності всіх преміксів, потім одержана сумішка дозується і в певній кількості за вагою подається на змішування з білковим компонентом

та мінеральними кормами. Для мінеральних добавок також застосовується вагове дозування. При необхідності кускові мінеральні матеріали подрібнюються. Одержана сумішка БВМД вводиться до складу зернової частини комбікорму як окремий компонент.

Більшість комбікормових агрегатів, призначених для використання в фермерських господарствах та на малих фермах господарств колективної власності, передбачає використання готової сумішки БВМД, що виготовляється державними чи міжгосподарськими комбікормовими заводами і поставляється

на ферми. Причому за останній час набувають широкого застосування агрегати

з пневмотранспортом як подачі сировини в дробарку, так і вивантаження подрібненої маси в змішувач. Типова потокова технологічна лінія цього виконання працює за такою схемою. Зернові компоненти забираються із буртів чи засіків за допомогою пневмозабірника в необхідній кількості яка

контролюється періодом роботи пневмотранспорту, об'ємом накопиченої маси в бункері, або ваговим пристроєм на якому встановлено приймальний бункер, а частіше безпосередньо рама вертикально-шнекового змішувача. При пневмоподачі зернових компонентів в камеру дробарки відбувається супутнє

очищення її від важких домішок і каменів. Очищена маса надходить до

молоткової дробарки з осьовою подачею. Після подрібнення всіх зернових компонентів і завантаження їх в змішувач в камеру змішувача завантажується порція віддозованих БВМД. Вертикально-шнековий змішувач передбачає

проведення порційного змішування завантажених в нього компонентів та

тимчасове зберігання в періоди між приготуванням комбікорму та годівлею тварин.

Аналізуючи вище подані структурні схеми технологічних операцій, які застосовуються при виготовленні комбікормів на фермах, та приймаючи до уваги наявне в НДГ "Агрономічна дослідна станція" комбікормове обладнання,

рекомендується структурна схема операцій, наведена на рис. 2.4. При цьому для виконання всіх операцій вказаної технології достатньо мати три об'єкти: молоткову дробарку ДМ-Ф-4-2, подрібнювач-змішувач МКУ-1 та блок-модуль комбікормовий БМКА-1. Взаємозв'язок окремих блоків вибраних машин приведено на рис. 2.5.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Розділ 3. ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.

Програма та методика досліджень складені виходячи з запропонованої в п. 2.1. компоновочної схеми та технологічних операцій комплексу комбікормового обладнання для ВП НУБіП України “Агрономічна дослідна станція”, обґрунтованого на основі попередньо проведеного аналізу стану виробництва та використання комбікормів, огляду вітчизняних та зарубіжних літературних джерел по перспективних напрямках розвитку технологій і конструкцій машин та обладнання для одержання комбікормових сумішок.

Виконання програми експериментів дозволить обґрунтувати параметри робочих органів, режими роботи, особливості використання обладнання згідно наявних господарських умов.

Мета експериментальних досліджень полягає в одержанні і обґрунтуванні даних для вибору раціональних геометричних, кінематичних та технологічних параметрів прийнятих в машинах технічних рішень по виробництву комбікормів. Теоретичні дослідження проводились з використанням функціональних залежностей, що опубліковані в літературних джерелах. Експериментальні дослідження виконані на кафедрі механізації тваринництва.

3.1 Програма досліджень

Програмою проведення розрахунків та досліджень передбачалося вирішити такі питання:

1. Визначити кінематичні параметри вертикально-шнекового змішувача: зміну осьової та колової швидкостей, мінімальне значення частоти обертання шнека;

2. Побудувати залежність коефіцієнта наповнення шнека від частоти його обертання та фрикційних властивостей матеріалу;

3. Дослідити зміну залежності продуктивності шнека при різних частотах обертання та довжині забірної частини;

4. Визначити однорідність сумішки при змішуванні зернових компонентів та добавок в вертикально-шнековому змішувачі.

5. Визначити зміну однорідності змішування кормових компонентів у шнековому конвеєрі.

6. Визначити основні фізико-механічні властивості кормових матеріалів для умов проведення досліджень.

3.2. Методика досліджень

Матеріалом для досліджень є ціле зерно ячменю, кукурудзи, пшениці, вівса, гороху, а також подрібнена сумішка цих культур. Зернові компоненти очищаються від мінеральних домішок і сторонніх включень при їх транспортуванні та подрібненні. Фізико-механічні характеристики цілого зерна та зерносумішок подані в табл. 3.1.

В процесі виконання роботи досліджуються такі властивості:

- вологість і об'ємна маса компонентів та сумішок визначаються згідно загальноприйнятих методик,

- гранулометричний склад вихідних матеріалів і продуктів помелу визначається згідно ГОСТ 8770-58

- кут природного схилу визначається шляхом заміру нахилу твірної конуса насипаного матеріалу відносно вертикальної площини,

коєфіцієнти тертя визначаються на спеціальному приладі при переміщенні відповідної поверхні робочого органу по досліджуваній зерновій масі і вимірюється з допомогою динамометра.

Продуктивність змішувача та дробарки знаходиться шляхом відбору проб на протязі 5 хв. при стабільному режимі. При цьому відбираються проби також для визначення однорідності сумішки. Годинна продуктивність розраховується шляхом ділення маси проби на тривалість її визначення.

Якість змішування компонентів подрібненого продукту визначається по розподілу контрольного компоненту в сумішці. Як контрольний компонент використовується один із видів зерна, що входить в сумішку, наприклад кукурудза. Відбір проб виконується через рівні проміжки часу в кількості 5-6 проб. З кожної проби в трьох місцях беруться навіски вибраного виду зерна чи сумішки по 30 г і визначають, підраховуючи число зерен та зваживши їх, процентний вміст контрольного компоненту в пробі.

Зміна агрегатного стану матеріалу в дробарці накладає свою особливість в виборі способу фіксації контрольного компоненту в відібраних пробах.

Приймаючи до уваги, що характеристика розподілу фракцій подрібненого продукту по масі при стабільних режимах роботи і незмінних властивостях матеріалу залишається ідентичною, використовувався метод розсіву проб класифікатором з відбором контрольного компоненту з решета \varnothing 3 мм. За контрольний компонент приймалось зерно кукурудзи підвищеної вологості (17,3%), подрібнені частини якого на крупнофракційних ситах мають відмінні ознаки за кольором і наявністю поверхневих оболонок.

Якість змішування подрібненої маси в вертикально-шнековому змішувачі визначалась по контрольному компоненту, яким є пофарбоване насіння буряків як таке, що має високі фрикційні властивості і не сепарується в загальній масі продукту.

При проведенні лабораторних досліджень використовувались такі вимірювальні прилади:

Тахометр електронний 2ТЭ30 з межами вимірювань частоти від 100 до 3000 об/хв, абсолютна похибка виміру 1 об/хв, ТУ 25-0619.060-84.

Ваги циферблатні типу РН-10Ц13У з межами вимірювань 0-10 кг і ціною поділки 5 г.

Ваги лабораторні по ГОСТ 24104-80 2-го класу точності з похибкою зважування 0,01 г, межі вимірювань 0-200 г.

Секундомір СОП пр-2а-3-000 "Агар" 4282 ГОСТ 5072-79, ціна поділок шкали секунд - 0,2 с, ціна поділок шкали лічильника хвилин - 1 хв.

Велогомір "Колос" ТУ 46-13-22-80.

Ситовий класифікатор РКФ-2У з набором сит з отворами діаметром 0,25; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 5,0 мм для визначення гранулометричного складу продуктів помелу.

Досліди проводяться з різною повторністю в залежності від допустимої величини помилки, що виражається в долях середньоквадратичного відхилення при довірчій вірогідності результатів 0,7-0,9 і на основі пробних дослідів повторність підбирається таблично. Необхідна точність при замірах стандартними приладами визначається по їх допустимій точності.

Місце проведення досліджень – комбикормовий цех НДІГ "Агрсопомічна дослідна станція", та лабораторія кафедри механізації тваринництва НАУ.

3.3. Опис експериментальної установки

Експериментальні дослідження по визначення процесів змішування в вертикально-шнековому змішувачі проводились з використання комплекту

обладнання, встановленому в НДГ “Агрономічна дослідна станція”, загальний вигляд якого зображено на рис. 3.1. До комплекту включені три складові одиниці: малогабаритна установка МКУ-1, яка використовується для приготування білково-вітанінно-мінеральних добавок; блок модуль комбікормовий БМКА-1 та вивантажувальний шнековий конвеєр.

Установка МКУ-1 має молоткову дробарку для подрібнення злежаних дрібнокускових матеріалів мінеральних чи білкових добавок, бункер-дозатор для введення сипучих добавок та вертикально-шнековий змішувач з верхньорозташованим вивантажувальним патрубком. Блок-модуль БМКА-1

оснащений забірними рукавами, які дозволяють забирати зернові компоненти із прийомків, а також вводити приготовлені сумішки добавок, а також пневморозподільник потоків, який забезпечує послідовне переключення всмоктувального трубопроводу, що з'єднаний з завантажувальною горловиною дробарки, з одним із вказаних забірних рукавів 4. На вході в молоткову дробарку зернових компонентів розміщений віддільвач важких домішок (металевих та каменів). Дробарка оснащена молотками та коловим решетом з допомогою яких відбувається подрібнення зерна. Встановлений за решетом лопастний вентилятор сприяє відбору продукту необхідної фракції із камери подрібнення,

а також транспортує подрібнену масу до бункера змішувача. Бункер-змішувач виконує приймання підготовлених компонентів в кількості згідно раціону, перемішує компоненти та видає однорідну масу до вивантажувального шнекового конвеєра.

Бункер-змішувач виконує приймання підготовлених компонентів в кількості згідно раціону, перемішує компоненти та видає однорідну масу до вивантажувального шнекового конвеєра.



Рис. 3.1. Мологкова дробарка ДМ-Ф-4-2, подрібнювач-змішувач МКУ-1, блок-модуль комбікормовий БМКА-1

При дослідженні змішувача мікродобавок використовувалася експериментальна установка обертового типу з нахиленою віською камери відносно осі обертання. Загальний вигляд установки зображено на рис.3.2.



Рис.3.2. Експериментальна установка «Змішувач мікродобавок»

Дослідження якості подрібнення змішувачем-роздавачем проводилася в
ВІПНУБІП України «Агрономічна дослідна станція» на змішувачі фірми Прюлет,
і з використанням наборів різних ножів.



Рис.3.3. Обладнання для дослідження подрібнення турбоножем

Розділ 4. РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІТИЧНИХ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Визначення фізико-механічних властивостей кормових компонентів

для умов проведення досліджень

Взаємодія робочих органів машин та обладнання з різними компонентами при виконанні технологічних операцій дозування, транспортування, змішування та подрібнення залежить від фізико-механічних властивостей перероблюваного матеріалу. При проведенні аналітичних та експериментальних досліджень приготування комбікормових сумішок виникає необхідність мати конкретну інформацію про фізико-механічні властивості сировини, проміжних продуктів та кінцевого продукту переробки зернових компонентів і комбікормових сумішок.

Так як діапазон зміни властивостей кормових матеріалів досить широкий і залежить він великої кількості факторів, то користування довідниковими даними не дає можливості чітко встановити конкретні результати параметричних функціональних залежностей, а тому доцільно провести власні визначення фізико-механічних властивостей конкретного досліджуваного матеріалу, в даному випадку зернових компонентів: зерна кукурудзи, ячменю, пшениці, вівса та гороху, їх неподрібнених сумішок та комбікормів. Числові значення цих показників визначались по відповідним методикам. По кожному компоненту, який використовувався при проведенні досліджень, визначались такі

характеристики:

- вологість,
- об'ємна маса,
- розмір зерен,

- гранулометричний склад цілих та подрібнених зерен,
- кут природного схилу в спокої та в умовах роботи приводних механізмів,
- коефіцієнти тертя

Одержані дані по фізико-механічних характеристиках зерна і сумішок при проведенні досліджень приведені в табл. 3.1.

4.2. Визначення конструктивних параметрів вертикально-шнекового змішувача

Змішування в порційних вертикальних шнекових змішувачах здійснюється за рахунок переміщення продукту в вертикальній гвинтовій транспортері і перепаду швидкостей при переміщенні його в бункері змішувача. Процес змішування сипучих матеріалів відбувається за рахунок зміни градієнта осьових і колових складових швидкостей різних матеріальних часточок продукту, розташованих на різній відстані від осі гвинта. Закономірність процесу змішування може бути визначена методом побудови епіор складових швидкостей.

Інтенсивність перемішування продукту в бункері залежить від продуктивності гвинтового транспортера. На продуктивність найбільш суттєво впливає коефіцієнт заповнення шнека ψ , що є однією з задач вибору конструктивних параметрів вертикального шнекового змішувача. При визначенні коефіцієнту заповнення шнека має місце два параметри: коефіцієнт заповнення ψ_T , який характеризується транспортною здатністю шнека, і коефіцієнт заповнення ψ_3 , який характеризується завантажувальною здатністю шнека. Коефіцієнт заповнення, що визначається з умови транспортної здатності ψ_3 практично завжди більше коефіцієнту заповнення, в залежності від завантажувальної здатності ψ_T , тобто $\psi_T \gg \psi_3$. Коефіцієнт ψ_T це та межа, до якої

необхідно вдосконалювати завантажувальну здатність забірних частин змішувача конвеєра.

Коефіцієнт заповнення, що визначається з умов максимальної транспортуючої здатності вертикального шнека, може бути визначений теоретичним розрахунком.

В вертикальних шнеках продукт обертається кільцевим шаром з воронкоподібним вільним простором всередині. Коефіцієнт заповнення це відношення площі поперечного пересічення продукту F_1 до площі поперечного пересічення кожуха F_2 .

$$\psi_T = F_1 / F_2 \dots\dots\dots (4.1)$$

Площа поперечного пересічення кожуха, що являє собою коло радіуса R_0 , є

$$F_2 = \pi R_0^2; \dots\dots\dots (4.2)$$

Практично коефіцієнт заповнення визначається завантажувальною здатністю шнека, яка залежить від характеру живлення його переміщуваним продуктом, а також від параметрів і режимів роботи. Живильниками в порційних вертикально-шнекових змішувачах сипучих матеріалів є горизонтальні шнекові конвеєри, які забирають корм із бункера і видають його в вивантажувальну частину шнекового транспортера. В деяких випадках у вказаних змішувачах

продукт в приймальну частину вертикального шнека надходить самопливом під дією сили тяжіння. В захопленні поданого горизонтальним шнеком продукту і передачі його в кожух вертикального шнека приймають участь кінець гвинта шнека або його середня частина (при двосторонній подачі). Об'єм продукту, який може бути захоплений і переданий для подальшого транспортування, залежить від продуктивності дозуючого пристрою бункера або швидкості витоку матеріалу, параметрів і режиму роботи шнека.

Дійсний коефіцієнт заповнення можна визначити як відношення об'єму матеріалу, який знаходиться в кожусі шнека V_M до внутрішнього об'єму кожуха шнека V_K :

$$\psi_3 = V_M / V_K = G / \gamma [0,25 \pi (D_K^2 - d^2) L - V_L], \quad (4.3)$$

де: G - кількість продукту, яка вивантажується із конвеєра після його зупинки, т;

γ - об'ємна маса продукту, що транспортується т/м³;

D_K - внутрішній діаметр кожуха шнека м,

d - діаметр вала шнека м,

L - довжина гвинта м,

V_L - об'єм зайнятий стрічкою шнека, м³.

Результатами досліджень встановлено, що коефіцієнт заповнення зменшується із збільшенням частоти обертів шнека, що пояснюється зміною завантажувальної здатності шнека.

Завантажувальну здатність шнека можна виразити такою залежністю:

$$W = F \cdot v_0 \cdot \xi \text{ м}^3/\text{с}, \quad (4.4)$$

де F - площа пересічення кожуха приймальної камери, м²,

v_0 - колова швидкість гвинта, м/с,

ξ - коефіцієнт захвату. ξ залежить від швидкості, довжини вікна в забірній частині і кроку гвинта.

Маса сипучого продукту складається з окремих частинок, які в процесі транспортування можуть зміщуватись одна відносно іншої. При підйманні ці частинки знаходяться на різних відстанях від осі шнека, тобто мають різний радіус розташування в площині поперечного перерізу шнека. При підйманні завдяки різній величині радіусу частинки зміщуються на периферію з різною інтенсивністю завдяки чому і відбувається їх перемішування між собою.

Переміщення кожної часточки є складним рухом: по поверхні кожуха і по

поверхні гвинта цилінка. Вектор абсолютної швидкості рухомої частинки буде складатись із векторів переносної V_{Π} і відносної V_B швидкостей.

$$V = V_{\Pi} + V_B. \quad (4.5)$$

Числове значення швидкості можна визначити за формулою:

$$V_{\Pi} = \omega \cdot R, \quad (4.6)$$

де ω - кутова швидкість гвинта,

R - радіус гвинта.

Вектор V_B направлений перпендикулярно до радіуса в сторону обертання гвинта, тобто по дотичній до направляючої циліндра.

Вектор V направлений по дотичній до кривої простору, яку описує частинка на внутрішній поверхні кожуха.

Якщо кут між векторами V і V_{Π} позначити через β , то тоді:

$$V \cdot \cos \beta = V_{\Pi} - V_0 \cdot \cos \alpha; \quad (4.7)$$

$$V_{\Pi} = V \cdot \sin \beta / \sin \alpha; \quad (4.8)$$

$$V = \omega \cdot r \cdot \sin \alpha / \sin (\alpha + \beta). \quad (4.9)$$

Вектор V можна також розкласти на складові його вектори V_0 і V_k , які виражаються відповідно через осьову і колову швидкості частинки, що рухається.

Осьову і колову швидкості можна виразити через абсолютну V :

$$V_0 = V \cdot \sin \beta; \quad V_k = V \cdot \cos \beta; \quad (4.10)$$

Осьова і колова складові швидкості руху частинок, розташованих в різних точках гвинтової поверхні, описуються рівняннями:

$$V_0 = R \cdot \omega (\sin \alpha \cdot \cos \alpha - \operatorname{tg} \varphi \cdot \sin^2 \alpha), \quad (4.11)$$

$$V_k = R \cdot \omega (\sin \alpha + \operatorname{tg} \varphi \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha), \quad (4.12)$$

де R - радіус, що визначає положення частинки,

ω - кутова швидкість обертання гвинта,

α - кут підймання гвинтової лінії, $\operatorname{tg} \alpha = S / 2 \pi \cdot R$;

φ – кут відхилення вектора абсолютної швидкості частинки матеріалу від вертикалі.

Кут φ відхилення вектора абсолютної швидкості від вертикалі можна визначити із такої залежності:

$$R \cdot \omega^2 = \{1 / [f \cdot \sin^2 \alpha (\sin \alpha + \operatorname{tg} \varphi \cdot \cos \alpha)^2]\} \cdot$$

$$\cdot \{f_1 \cdot \cos \beta \cdot \cos \alpha (f \cdot \cos \varphi + \sin \varphi) + \sin \beta \cdot \cos \beta (\cos \alpha - f \cdot \sin \beta) - \sin \beta \cdot (\sin \alpha + f \cdot \cos \alpha) / (f \cdot \cos \varphi - \sin \varphi)\} \quad (4.13)$$

Використовуючи формули (4.11); (4.12) та (4.13) можна побудувати поле швидкостей в гвинтовому транспортері. За розрахункові величини приймаємо параметри вертикально-шнекового змішувача фермського комбікормового агрегату:

- радіус гвинта шнека $R_0 = 100$ мм;

- крок гвинта $S = 200$ мм;

- частота обертання вала шнека $= 1,67$ с⁻¹;

- коефіцієнт тертя комбікорму по поверхні кожуха гвинта (по сталі) – $f_1 =$

f_2

Епюри осьових та колових швидкостей в залежності від радіуса, що визначає положення часточки матеріалу, представлені на рис. 4.1.

Як видно із приведених графіків обидві швидкості при збільшенні радіусу R розташування часточки на гвинту шнека зростають. Причому осьова швидкість зростає більш інтенсивно. Характер зміни колової швидкості V_k

близький до прямої залежності і лише на кінці гвинтової поверхні (на відріжку

0,075 м – 0,1 м) уповільнюється. Осьова швидкість V_o на ділянці 0,25 R_0 різко

зростає, потім уповільнюється і на ділянці (0,5 – 1,0) R_0 виявляється спадаюча

характеристика. Приведені графіки дозволяють також визначити числові

величини складових швидкостей в залежності від положення частинки на гвинту

шнека та їх максимальні значення.

Вивчення форми розташування шару матеріалу, що рухається у вертикальному шнеку, та параметрів розташування внутрішньої граничної поверхні воронки, дають можливість визначити величину мінімальної величини відстані частинок від осі шнека при якій вони не будуть переміщуватись по вертикалі. В поперечному пересіченні матеріал розташовується по кільцю, зовнішній контур якого примкнутий до кожуха шнека, а внутрішній розташований на величині мінімального радіуса розміщення частинки. В меридіональному пересіченні внутрішня поверхня, взята в межах між двома витками шнека, представляє собою криву, розширену догори і звужену знизу. По

цій кривій має місце осипання матеріалу. Величина критичного радіуса, яким обмежується транспортуюча здатність гвинта, залежить від параметрів шнека та фізико-механічних властивостей комбікорму (зв'язності і коефіцієнта внутрішнього тертя). При заданих величинах коефіцієнту тертя транспортуюча здатність також залежить від частоти обертання вала шнека. особливістю вертикального шнека для транспортування сипучих матеріалів є наявність деякої кутової критичної швидкості, нижче якої гвинт не передає матеріалу рух в вертикальному напрямку. Величина цієї швидкості залежить від конструктивних параметрів шнека: кроку, діаметра гвинта і кожуха, і коефіцієнта тертя об транспортуючу поверхню. Ця залежність має такий вигляд:

$$\omega_{\min} = (\lambda_{\min} \cdot g / R)^{0.5} \quad (4.14)$$

$$\text{де } \lambda_{\min} = (\sin \alpha + f \cdot \cos \alpha) / [\sin \alpha \cdot \cos \alpha (\cos \alpha - f \cdot \sin \alpha) \cdot (\sin \alpha + \text{tg } \alpha \cdot \cos \alpha)^3], \quad (4.15)$$

α - найменший кут підйому гвинтової лінії на зовнішній кромці гвинта,

f - коефіцієнти тертя матеріалу по лопасти і кожуху,

Користуючись залежностями (4.14) та (4.15) можна розрахувати значення мінімальної величини обертів шнека, при якій транспортується матеріал. Для

розрахунків були прийняті шнеки з діаметром гвинта 170 мм, діаметром кожуха 190 мм, і кроків гвинта відповідно: 150 мм, 190 мм, 230 мм.

На рис. 6 побудовані розрахункові графіки величини мінімальних обертів шнека в функції вологості матеріалу для трьох вказаних діаметрів гвинта. Криві відділяють області, де транспортування продукту з відповідним коефіцієнтом тертя неможливо. Всі графіки мають спадаючу характеристику. Із збільшенням вологості продукту необхідно підвищувати частоту обертання гвинта шнека, причому інтенсивність підвищення більш потрібна при малих значеннях коефіцієнта вологості. Тобто мінімальна швидкість залежить від коефіцієнта тертя: чим він більший, тим вище критичне число обертів. Крім того, для різних конструкцій шнека це число також змінює своє значення при транспортуванні одного і того ж продукту. Мінімальні значення досягаються для шнека з мінімальною величиною кроку, тобто для шнека 150 мм, а максимальні для шнека 230 мм.

Як вказано вище коефіцієнт наповнення шнека залежить від способу його завантаження. Для самопливного способу транспортування здатність обмежується забірною здатністю. Використання примусової подачі матеріалу до вертикального шнека за допомогою горизонтального шнека дозволяє підвищити коефіцієнт наповнення. При цьому доцільно так підібрати параметри шнека-живильника щоб він мав подачу, яка дорівнює максимальній транспортуючій здатності шнека.

Приймаючи до уваги таку умову нами побудовані розрахункові графіки залежності коефіцієнта наповнення кожуха шнека від частоти обертів гвинта при транспортуванні комбікорму з різними коефіцієнтами тертя: 0,3, 0,5 і 0,7. Розрахунки виконувались для шнека діаметром 190 мм (рис. 4.2). Графіки побудовані при умові максимальної транспортуючої здатності шнека і тому окреслюють область, вище якої коефіцієнт наповнення бути не може.

Як видно із графіків криві коефіцієнту наповнення спочатку різко ростуть із збільшенням обертів, а при досягненні деякої області значень обертів, які для прийнятих умов лежать в межах $5,0 - 6,67 \text{ c}^{-1}$, переходять в плавну криву. При цьому найбільшого значення криві досягають для шнеків, крок гвинта яких найменший, і, навпаки, із збільшенням розмірів кроку криві досягають менших значень. Найбільший коефіцієнт наповнення відповідає транспортуванню продукту з найменшим коефіцієнтом тертя.

Продуктивність вертикального шнекового змішувача залежить не лише від діаметра та кроку гвинта і частоти його обертання, а й від довжини забірної частини гвинта. Досліди проводились для трьох значень довжин забірної частини: 100 мм, 200 мм та 320 мм. Продуктивність замірялась при різних частоті обертання вала шнека: $1,67 \text{ c}^{-1}$; $2,5 \text{ c}^{-1}$; $3,33 \text{ c}^{-1}$; $4,17 \text{ c}^{-1}$; та $5,0 \text{ c}^{-1}$. Одержані дані приведені на рис. 4.3. На цьому ж графіку нанесені розрахункові дані, одержані за формулою:

$$Q = 377 S \cdot n [0,5(R_0^2 - R_k^2) - c - \text{tg } \phi_c \cdot R_0 \cdot R_k (R_0 - R_k) / (c^2 + R_0 \cdot R_k)]; \quad (4.16)$$

де $R_k = R_0 (1 - \psi)^{0,5}$ – радіус внутрішньої поверхні продукту;

R_0 – радіус внутрішньої поверхні кожуха;

ψ – коефіцієнт наповнення.

Як видно із графіків, при збільшенні довжини забірної частини продуктивність збільшується. Одночасно з ним покращується якість сумішки. Оптимальне значення забірної частини можна рекомендувати $h = (1,5 - 2) S$.

4.3. Визначення однорідності процесу змішування зернової сировини.

Проведення змішування компонентів зерна на першому етапі досліджень передбачає послідовний забір кожного виду зерна із засіку в необхідній кількості і подачу його до бункера вертикально-шнекового змішувача. В подальшому завантажені компоненти у відповідності до раціону змішуються вертикальним шнеком. Створення такої сумішки дозволяє використовувати можливість

супутнього змішування компонентів при подрібненні маси молотками дробарки.

Експерименти виконувались з використанням зернових компонентів, вказаних в табл. 4.1. Послідовність завантаження бункера приймалась в міру

зменшення вмісту певного компонента в загальній масі сумішки, тобто спочатку

подавався компонент, вміст якого в складі раціону був найбільшим і так далі.

останнім подавався компонент мінімальної кількості. Змішування проводилось

на протязі 10 хв. в процесі дослідження шнек зупинявся через кожні 2 хв. і

виконувався відбір проб. Динаміка зміни однорідності сумішки компонентів в

процесі змішування приведена на рис. 4.4. В цілому однорідність сумішки

змінювалась від 71% (через 2 хв.) до 89% (через 10 хв.). Зміна залежності має

спадаючий характер і наприкінці періоду змішування переходить майже до

горизонтального положення. Це вказує на те, що при тривалому змішуванні

наростання рівномірності розподілу частинок нівелірується явищем сегрегації,

тобто розпаровування окремих частинок сумішки за масою і осідання важких

зерен з гладкою поверхнею в загальній масі. Таким чином, можна зробити

висновок, що змішування компонентів може бути достатнім в межах часу 8-10

хв.

4.4. Визначення однорідності сумішок подрібненого зерна та добавок в вертикально-шнековому змішувачі.

На другому етапі досліджень використовувався блок комбікормового агрегату БМКА-1 (рис. 2.6), в бункер-змішувач якого поєдновано від дробарки надходили окремі зернові компоненти чи їх сумішки, а також сумішки добавок, приготовлених агрегатом МКУ-1. Вказані сумішки білково-вітамінно-мінеральних добавок подавались останніми в приймальний бункер, розташований між дробаркою і змішувачем. При подачі останнього компонента (БВМД) дробарка працювала лише як пневмоустановка. Оскільки визначався якісний показник роботи, то параметри обладнання не змінювались. Тобто експериментом передбачалось лише визначення зміни однорідності сумішки в залежності від періоду роботи. Як контрольний компонент використовувалось зерно кукурудзи введено в кількості 10% від загальної маси сумішки. Оскільки в кормосумішці визначається концентрація одного контрольованого компонента, то слід допустити, що всі інші компоненти віддозовано ідеально і їх можна сприймати сукупно як спільний компонент, а контрольований компонент визначати по розподілу в цьому конгломераті як реалізацію випадкової функції.

Величина взятих для аналізу проб приймалась масою 50 г. Як видно з поданої на рисунку 4.5 залежності через 2 хв. від початку змішування коефіцієнт однорідності становив 92,5%, а в подальшому однорідність покращувалась і вже при тривалості 8 хв. однорідність становила 97%. В цілому залежність має дещо випуклий характер з переходом в зону насичення при 8-10 хв. змішування. Одержані при цьому показники якості відповідають зоотехнічним вимогам практично всім видам комбікормів, призначеним різним видам і віковим групам тварин. Для порівняння на цьому ж рисунку приведено графік динаміки зміни однорідності сумішки в вертикально-шнековому змішувачі при послідовній подачі подрібнених компонентів зерна і добавок після молоткової дробарки. Ця залежність, що характеризує разове змішування, розташовується крутіше ніж при дозмішуванні після формування сумішок подрібнених компонентів і

супутнього змішування їх молотковою дробаркою. Але при цьому кінцева однорідність сумішки значно нижче і не відповідає вимогам щодо розподілу компонентів, які вносяться в невеликій кількості. Для обох випадків має місце настання зони насиченості, коли поряд із змішуванням здійснюється процес сегрегації, тобто настання зони зрівноваженості, коли подальше збільшення часу не приводить до поліпшення якості змішування. Рекомендованим періодом тривалості змішування попередньо сформованої сумішки може бути прийнятий 6-8 хв.

4.5 Змішування компонентів комбікормів шнековим конвеєром

На характер однорідності сумішки, що виходить із вивантажувальної горловини збірного конвеєра, впливає співвідношення частоти обертання гвинта та його кроку навивки, коефіцієнта наповнення співвідношення компонентів, кута нахилу вала конвеєра до горизонту та довжини шляху транспортування. Зважаючи на значний вплив випадкових явищ на змішування, для спрощення розгляду моделі процесу введемо допущення, що якість окремих зернових компонентів не змінюються на протязі періоду разової підготовки кормової сировини. На однорідність одержаного при змішуванні продукту суттєво впливає тривалість проходження компонентів по гвинтовій поверхні конвеєра, або, при незмінних інших режимах роботи конвеєра, його довжина. Визначення зміни величини однорідності в залежності від довжини конвеєра вивчалось в лабораторних умовах шляхом відбору проб матеріалу через окремі вікна, виконані в корпусі конвеєра. Для одержання даних, що відповідають конвеєрам значної довжини, користувались подвійними чи потрійним пропуском матеріалу через конвеєр із збереженням мінімальної зміни стану сумішки при виконанні перезавантажень. Кожна відібрана порція з контрольним компонентом

коректувалась до стабільної маси – 20 г. Режими змішування визначаються по статистичним характеристикам: середньоквадратичному відхиленню δ та коефіцієнту варіації v контрольного компонента в відібраній пробі.

Досліди виконувались при горизонтальному положенні конвеєра з введенням контрольного компоненту зерна кукурудзи в кількості по різних варіаціях досліду біля 32%. Іншу частину сумішки складало зерно пшениці та ячменю. Одержані залежності зміни коефіцієнта варіації відхилень контрольного компоненту по відібраним пробам при різних коефіцієнтах наповнення шнека представлені на рисунку 4.6.

Оскільки відбір першої проби відбувався на певній відстані від місця злиття потоків зерна, що дорівнювала 1,2 м, то цим експериментом неможливо визначити окремий вплив нерівномірності площі перерізу відлосованих потоків,

а також перемішування контрольного компоненту в інших складових зерносумішки. Одержані значення неоднорідності показують сумарний вплив цих двох ознак процесу. Як видно із наведених графіків, незалежно від наповнення конвеєра, найбільш інтенсивно відбувається взаємопроникання компонентів в початковий період. В наступні проміжки часу інтенсивність зниження і нахил залежності до осі абсцис суттєво зменшується. Так, наприклад,

якщо на проміжку ділянки після першої вивантажувальної горловини довжиною 2,6 м неоднорідність знизилась з 11,8...16,2% до 7,9...9,7%, то на подальшій ділянці такої ж довжини вона зменшилась лише до 6,6...7,8%. Що ж до ділянок,

які відповідають довжині понад 9 м, то в них покращення рівномірності сумішки змінюється ще повільніше. Зростання коефіцієнта наповнення шнека погіршує якість сумішки відібраної при однакових довжинах шляху переміщення матеріалу. Кожна з залежностей, яка відповідає певному коефіцієнту наповнення, спадає в функції довжини конвеєра з однаковою інтенсивністю.

Судячи в цілому за розміщенням графіків наведених залежностей, можна зробити припущення, що на ділянках з довжиною більше 8-9 м має місце стабілізація показників процесу змішування. Тобто несуттєве відхилення від абсолютно однорідної сумішки на 6-7% викликане проявленням зворотного процесу - сегрегації (розділення) різних за властивостями компонентів крізь розрхлену пвинтовою поверхнею масу сумішки, що приводить до розшарування компонентів.

Звичайно, сама величина коефіцієнта варіації, яка в даному експерименті становить 6.7%, обумовлена фрикційними та гранулометричними властивостями зернових компонентів. Слід чекати, що в разі використання однакових за розміром зерен (наприклад, розосередження зерна ячменю в зерні пшениці) ця межа може знизитись ще на 1.5...2%, але оскільки в склад багатьох раціонів вводиться зерно кукурудзи, властивості якого по відношенню до колосових культур більш податливі сегрегації, то при виборі параметрів шнекового конвеєра, задачею якого є транспортування всіх можливих компонентів та їх сумішок, більш доцільно спиратись на показники нерівномірності, що відповідають кукурудзі як контрольному компоненту.

Звичайно, одержана ступінь нерівномірності змішування не відповідає зоотехнічним вимогам. Але оскільки в структурі виробничого процесу змішування в вивантажувальному конвеєрі є операцією, яка сприяє додатковому змішуванню, то транспортування шнеком сприяє дозмішуванню, яке поліпшить однорідність, визначену в попередніх викладах.

В залежності від місця розташування бункера змішувача і накопичувача готової комбікормової продукції буде змінюватись не лише довжина шнека, а й його нахил до горизонту. Звідси виникає необхідність дослідити процес змішування зернових компонентів при різних кутах нахилу шнекових конвеєрів.

На рисунку 4.7 зображені залежності зміни коефіцієнта варіації відповідно для

кутів нахилу до горизонту 0° ; 15° ; 30° ; 45° ; при введенні контрольного компонента в кількості 32% та при коефіцієнті заповнення 0,23.

Збільшення нахилу шнекового конвеєра до вертикального положення приводить до підвищення однорідності сумішки. Приймаючи до уваги, що значення кута нахилу $30-40^\circ$ найбільш часто використовується в конвеєрах для транспортування завантаження зернових продуктів, то для цієї величини кута зменшення неоднорідності сумішки в порівнянні з горизонтальним положенням змінюється вже на ділянці в 1,2 м на 23%, а із збільшенням довжини перемішування відхилення неоднорідності дещо спадає і при довжині шляху 3,8

м поліпшується на 16%. Ці дані стосуються використання похилих шнеків з введенням в них окремих потоків віддозованих компонентів. Проведені експерименти по введенню в шнек з кутом нахилу 35° і довжиною між вхідною і вивантажувальною горловиною 3,8 м задалегідь сформованої зерноsumішки, що

визначалась коефіцієнтом варіації контрольного компоненту 7,1%, показали, що похилий шнек помітно поліпшив однорідність зерноsumішки - до 6,3%. Очевидно, таке явище пов'язане з циркуляцією частини зерна в зазорі між кожухом шнека і зовнішнім контуром гвинта і при відставанні відбувається додаткове взаємопроникання зернових компонентів, що в цілому і дозволяє

поліпшити однорідність зерноsumішки перед подрібненням. ○○

Обрахунок відібраних проб показав, що коефіцієнт варіації добавки на виході із шнека становив 8,8%. В порівнянні з аналогічними умовами розосередження задалегідь подрібненого продукту в сумішці цілого зерна дещо краще, але не суттєво (в порівнянні з компонентом у вигляді цілого зерна – 9,1%).

Аналізуючи одержані дані по змішуванню зернових компонентів та добавок в шнекових конвеєрах можна констатувати, що цей процес сприяє поліпшенню однорідності сумішки комбікормів.

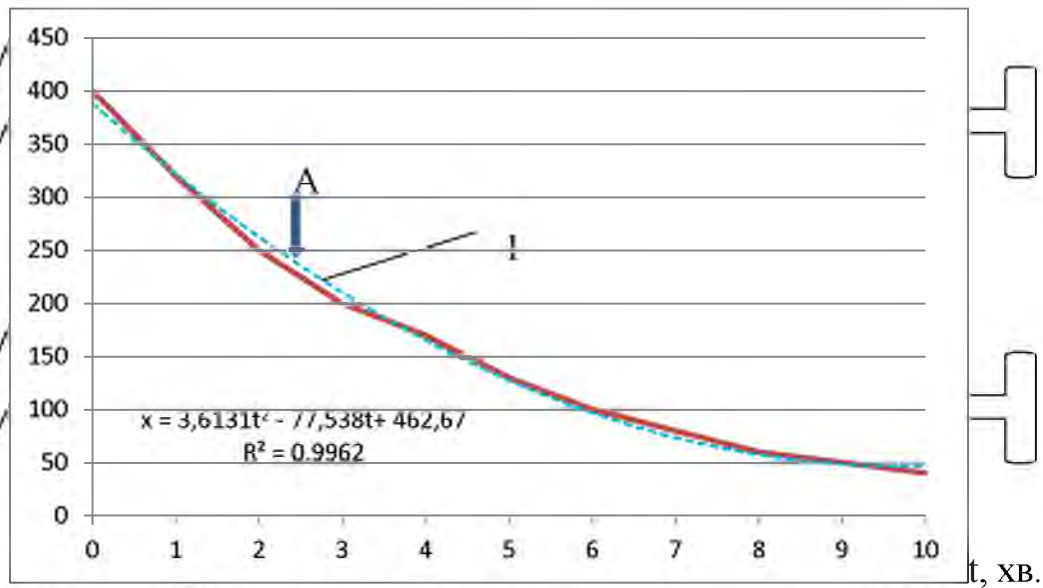
НУБІП України

4.6 Результати експериментальних досліджень змішувача-подрібнювача

кормів

Для визначення якісних показників змішування та подрібнення суміші проведено експериментальні дослідження інтенсивності процесу в фермерському комбайні. За результатами досліджень найбільш інтенсивно процес подрібнення протікають при роботі на сухому люцерновому сіні (Рис. 4.8).

X, мм



1 - лінія тренда; A - точка повного руйнування ролону 2,52 хв.

Рис. 4.8. Графік зміни розмірів часток сіна від тривалості подрібнення

Апроксимуємо отриману криву, отримали вираз:

$$x = 3,6131 t^2 - 77,538 t + 462,67 \quad (4.17)$$

при достовірності $R^2 = 0,9962$

Приврівнявши похідну

$$l = \frac{dx}{dt} = 7,23 t - 77,538 \quad (4.18)$$

до нуля, отримали час закінчення процесу:

$$t = \frac{77,538}{7,23} = 10,72 \text{ хв.} \quad (4.19)$$

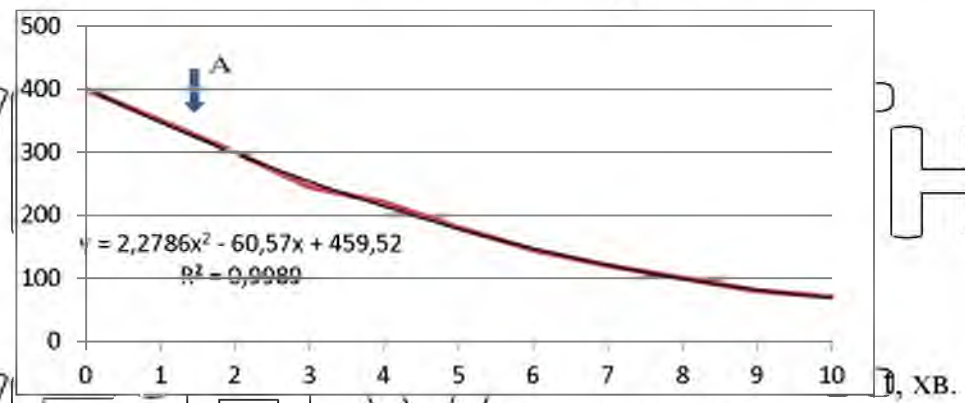
Підставивши t у вираз 4.4, отримаємо $x = 16,68 \text{ мм}$.

Швидке подрібнення можна пояснити тим, що сухе люцернове сіно є крихким матеріалом і тому замість різання в ньому переважає процес переламування. При цьому працюють всі ножі, а не тільки ножі нижнього витка шнека з протирізами. З зоотехнічної точки зору таке подрібнення не бажане, тому що маса стає більш "колючою" і гірше подається. Подрібнене сіно необхідно змішувати з вологими силосованими кормами, а потім видавати тваринам.

На існуючих тваринницьких фермах найбільш часто для приготування кормових сумішей використовується ячмінна солома. У чистому вигляді вона малоапетитна для великої рогатої худоби, але при додаванні силосованих і концентрованих кормів, а також пивної дробини та маляси добре подається тваринами. Крім того, солома сприяє зниженню кислотності кормової суміші внаслідок чого підвищує поїдання останньої.

Були проведені дослідження з подрібнення ячмінної соломи, заготовленої в паках. Графік зміни середньої довжини частинок соломи з плином часу представлений на рисунку 4.9. Дослідження проводились також на пшеничній соломі. Тривалість подрібнення пшеничної соломи та ячмінної соломи практично було однаковим.

x , мм



t , хв.

1 - лінія тренда; А - точка повного руйнування пака (тюка)

Рис. 4.9. Графік зміни розмірів часток ячмінної соломи від тривалості подрібнення

В результаті апроксимації кривої на рис. 4.9. отримали вираз

$$x = 2,2786 t^2 - 60,57 t + 459,52 \quad (4.20)$$

при достовірності $R^2 = 0,9989$.

Визначимо інтенсивність процесу:

$$I = \frac{dx}{dt} = 4,5572 t - 60,57 \quad (4.21)$$

Прирівнявши похідну до нуля, отримаємо тривалість закінчення процесу $t = 13,29$ хв.

Підставивши t у вираз 4.20, одержимо очікувану довжину продукту $x = 57,0$ мм.

Як видно з вищеописаного, інтенсивність подрібнення соломи досить низька. Це пов'язано з тим, що ячмінна солома має низьку щільність і гравітаційних та інерційних сил недостатньо, щоб подати масу в зону активного різання - спостерігається ефект розрихлення.

4.7. Дослідження впливу кінематичного режиму на процес змішування в барабанному змішувачі.

Дослідження експериментальної установки змішувача мікродобавок барабанного типу проводили в інтервалі частот обертання барабана від $n_{нижче} = 0,5 \text{ с}^{-1}$ до $n_{верхше} = 1,7 \text{ с}^{-1}$ має місце зміна рівномірності одержаної сумішки, функціональна залежність якої приведена на рис. 4.10.

Інші діючі фактори фіксувались за таких величин: період змішування $t = 300 \text{ с}$; кут нахилу камери $\beta = 15$ град.; коефіцієнт заповнення камери $k = 0,6$;

ширина радіально встановлених лопаток $S = 30$ мм, а їх кількість становить $N = 9$ шт. Заміри проводились для двох рівнів введеного контрольного компоненту: $a_1 = 2\%$ і $a_2 = 8\%$ від загальної маси матеріалу в камері.

З приведених графіків видно, що збільшення частоти обертання приводить до більш рівномірного розподілу введеного контрольного компоненту в загальній масі сумішки. Залежності мають характер зростання близький до лінійних залежностей з деяким підвищенням інтенсивності покращення рівномірності на ділянці $n = 1,4 \text{ с}^{-1} - n = 1,7 \text{ с}^{-1}$. В зоні крайніх значень частоти обертання величина введеної дози контрольного компоненту

менш відчутно впливає на рівномірність розподілу компоненту в сумішці. При $a_1 = 2\%$ має місце деяке зростання інтенсивності, а при $a_2 = 8\%$ має місце перехід до стабілізації показника рівномірності. Одержана відмінність рівномірності

сумішки при різних дозах введеного контрольного компоненту вказує на існуючу складність розподілу малих доз в загальній масі матеріалу, що підтверджує необхідність стадійного перемішування компонентів при виготовленні комбікормових сумішок.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

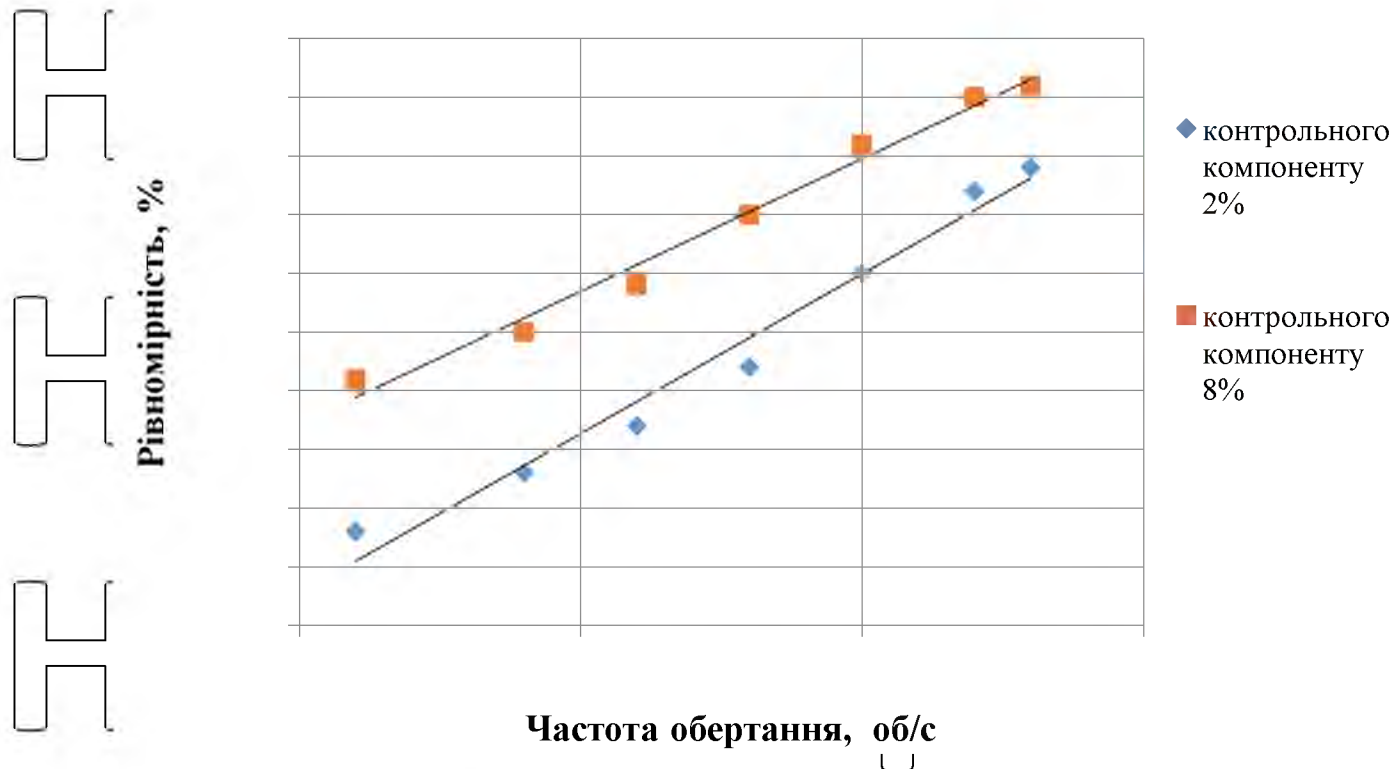


Рис. 4.1. Вплив частоти обертання змішуючої камери на рівномірність сумішки при вмісті контрольного компоненту 2% та 8%.

Оскільки, з метою збільшення продуктивності обладнання, у виробничих зразках повинен закладатись кінематичний режим наближений до максимально допустимого, то можна зробити висновок про можливість досягнення рівномірності 96,5% - 97%, що відповідає існуючим зоотехнічним вимогам для всіх видів комбікормів.

Таким чином, можемо рекомендувати частоту обертання барабана лабораторної установки становить 1,6-1,7 с⁻¹, що відповідає куловій швидкості поверхні барабана 0,85-0,9 м/с.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Особливості експлуатації та безпеки праці при використанні потокової технологічної лінії підготовки комбікормів

Перед початком роботи всіх машин комплексу обладнання по приготуванню комбікормів необхідно перевірити наявність мастила у всіх вузлах, уважно продивитися подрібнювальні камери, приймальні бункери, дозуючі пристрої, бункери-змішувачі, перевірити надійність закріплення молотків і відсутність сторонніх предметів, перевірити всі болтові з'єднання, блокування ротора, правильність монтажу електрообладнання і надійність заземлення.

Встановити вимикач режиму роботи на шафі управління в положення "робота". Натиснути кнопку "пуск". При цьому включається передпускова сигналізація.

Постійно вести спостереження за показаннями навантаження амперметра на шафі управління. Максимальне навантаження при роботі всіх вузлів дробарки не повинно перевищувати 63 А. Перед початком роботи необхідно відрегулювати живильні пристрої на необхідну подачу кормових компонентів.

При експлуатації зупиняти дробарку необхідно лише при повному виробітку сировини в такій послідовності: припиняється подача маси з накопичувача, відключається привод завантажувального транспортера, відключається ротор дробарки, відключається привод вертикального шнека-змішувача. Коли у вивантажувальному транспортері не буде корму, він виключається.

Після подрібнення 150-200 тон кормової маси робочі органи (грані молотків) притупляються, в результаті цього знижується продуктивність дробарки і погіршується якість корму. Необхідно провести заміну робочої грані

молотків шляхом їх повертання, або заміни на осі. Дозволяється середні молотки поміняти місцями з крайніми, які знаходяться на тій же осі, але менше зношуються. Після притуплення і других граней, молотки потрібно замінити запасними комплектами, підібраними за масою рівною для протилежних осей.

При заміні повного комплекту молотків потрібно провести балансування ротора. Різниця у вазі пакету молотків, які знаходяться на протилежних осях, не повинна перевищувати 10г.

До експлуатації обладнання потокової лінії відноситься також перевірка монтажних кріплень, підтягування різьбових з'єднань, перевірка механізмів привода ротора, мащення вузлів, що рухаються, оновлення фарби при її пошкодженні.

Переробні машини комплекту повинні комплектуватись сигналізацією (звуковою або світловою), яка б інформувала про завершення подрібнення або змішування.

Так як всі складові комплекту електрифіковані, то вони повинні відповідати вимогам ГОСТ-12.3.007.0 та ГОСТ-12.3.007.7, „Правилам влаштування електроустановок”, “Правилам технічної експлуатації електроустановок” та “Правилам технічної безпеки електроустановок” та

мати захисне заземлення з опором, що не перевищує 40м.

Конструкція електрифікованих машин повинна передбачати захист силових кабелів від механічних пошкоджень.

З метою безпечної експлуатації задіяних в комплекті машин слід дотримуватись нижчезазначених вимог.

Перед початком роботи необхідно переконатись в повній справності установок і окремих їх частин, наявності огорожень та захисних кожухів, справності електрообладнання.

Під час роботи машин не можна здійснювати мащення та очистку механізмів, їх регулювання.

Забороняється знімати огороження і кришку механізмів подрібнення, виконувати очистку бункерів, шнеків, а також знімати кришки клемних коробок при включеній установці

Забороняється вмикати електрообладнання при відсутності надійного заземлення всіх не струмоведучих частин. Електричне заземлення не повинне мати опір більше 4 Ом.

Потрібно слідкувати за справністю ізоляції електричних проводів та кабелів. При виявленні несправності в електрообладнанні або в електропроводці необхідно вимкнути рубильник, що подає напругу на агрегат.

Всі ремонтні роботи і ТО проводяться тільки при повністю знятій напрузі електромережі. Для цього вимикають ввідний рубильник і вішають на ньому табличку: „Не вмикати – працюють люди!”.

В приміщенні цеху повинні бути вивішені правила про заходи протипожежної безпеки та про дії обслуговуючого персоналу на випадок виникнення пожежі, а також санітарні норми при експлуатації установки.

5.2. Розробка заходів запобігання аварійності та травматизму

Охорона праці в господарстві і зокрема в комбикормовому цеху повинна виконуватись так, що запобігти всяким можливостям допущення травматизму.

Огородженими повинні бути також всі рухомі та гострі елементи обладнання в тих місцях де можливий доступ до них обслуговуючого персоналу.

Для догляду за обладнанням, розміщеним на висоті більш як 1,5 м, необхідно мати спеціальні площадки з перилами висотою не менш 1 м і обшивкою ченизу на 0,2 м. На обладнанні закритого типу, в якому може нагромаджуватись пиловий продукт (наприклад, бункер-змішувач), встановлюють вибухорозрядні запобіжні мембранні клапани

Бункери-живильники та інші місткості потрібно обладнати пристроями, що виключають потрапляння до них людей. Робочі місця обслуговуючого персоналу повинні бути добре освітленими і відповідно обладнаними.

При роботі на агрегаті робітникам повинні видавати спецодяг, а також повинні забезпечувати їх захисними засобами: окулярами, респіраторами, рукавицями, фартухами. При роботі обладнання забороняється знімати чи відкривати захисні огорожі, кришки, люки, виконувати налагоджувальні чи ремонтні роботи, очищати механізми машин.

Під час роботи агрегату не можна проводити в ньому електро- і газозварювання.

Для виконання робіт на обладнанні до приготування кормів допускаються фізично здорові особи не молодше 18 років, що пройшли спеціальні курси по підготовці операторів і мають кваліфікаційне посвідчення на право роботи на ній.

До обслуговування електрообладнання допускаються електромонтери з кваліфікацією не нижче III групи.

Перед початком роботи необхідно переконатись в повній справності агрегату і окремих його частин, наявності огорожень і захисних кожухів, справності електрообладнання.

Під час роботи агрегату не можна здійснювати машення і очистку механізмів, їх регулювання.

НУБІП України

Забороняється знімати огороження і кришку механізмів подрібнення, виконувати очистку бункерів, шнеків, а також знімати кришки клемних коробок.

Роботи в середині бункерів можна виконувати лише під наглядом іншої людини, яка знаходиться біля оглядового люка.

Забороняється вмикати електрообладнання при відсутності надійного заземлення всіх нетоковедучих частин. Електричне заземлення не повинно бути більше 4 Ом. Потрібно слідкувати за справністю ізоляції електричних проводів

і кабелів. При виявленні несправності в електрообладнанні або в електропроводні необхідно вимкнути рубильник, що подає напругу на установку.

Вибухобезпечність установки забезпечується тільки при справному і працюючому вибухорозрядному клапані. Всі ремонтні роботи і ТО проводиться тільки при повністю знятій напрузі електромережі. Для цього вимикають ввідний рубильник і вшають на ньому табличку: "Не вмикати – працюють люди!".

В приміщенні цеху повинні бути вивішені правила про заходи протипожежної безпеки та про дії обслуговуючого персоналу на випадок виникнення пожежі, а також санітарні норми при експлуатації установки.

Масова концентрація пилу на робочому місці оператора не повинна перевищувати 6 мг/м^3 , а рівень шуму повинен складати не більше 85 дБА.

5.3. Розрахунок освітлення для цеху приготування комбикормів

Розміри кормоприготувального відділення комбикормів приймаємо згідно рекомендацій по монтажу кормоприготувального агрегату БМК-1.

Для його використання (з розміщенням приймальних місток) необхідна площа 60 м².

Освітлення в кормоцеху забезпечується шляхом природного освітлення через вікна та штучного за допомогою ламп. Вікна розміром 1,55x2,00 м.

Загальну площу вікон ΣF_0 обчислюємо за формулою:

$$\Sigma F_0 = (F_{\text{п}} \cdot I_{\text{мін}} \cdot \eta_0 \cdot k) : (100 \cdot \tau_0 \cdot n_1); \quad (5.1)$$

де $F_{\text{п}}$ – площа підлоги кормоцеху, м²; $F_{\text{п}} = 60 \text{ м}^2$

$I_{\text{мін}}$ – мінімальний коефіцієнт природної освітленості, $I_{\text{мін}} = 0.5$;

η_0 – світлова характеристика вікон, $\eta_0 = 11$;

k – коефіцієнт, що враховує затемнення вікон сусідніми будинками, $k = 1$;

τ_0 – коефіцієнт світлопропускання віконної преїми з врахуванням затемнення, $\tau_0 = 0.3$,

n_1 – коефіцієнт, що враховує відбиття світла від внутрішніх поверхонь приміщення, $n_1 = 1.2$;

$$\Sigma F_0 = (60 \cdot 0,5 \cdot 11 \cdot 1) : (100 \cdot 0,3 \cdot 1,2) = 9,2 \text{ м}^2,$$

Розрахуємо необхідну кількість вікон:

$$N = \Sigma F_0 : \Sigma F_{0\text{к}} \quad (5.2)$$

де $\Sigma F_{0\text{к}}$ – площа одного вікна, $F_{0\text{к}} = 3 \text{ м}^2$;

$$N = 9,2 : 3 = 3,1 \text{ вікон.}$$

Приймаємо 4 вікна – по два на протилежних повздовжніх стінках.

Необхідну кількість ламп для електричного освітлення визначаємо за формулою:

$$F = (k \cdot F_{\text{п}} \cdot E_{\text{мін}} \cdot Z) : (n_{\text{л}} \cdot \eta_{\text{с}}) \quad (5.3)$$

де F – світловий потік (для ламп потужністю 200 Вт, $F = 2510 \text{ лм}$);

k – коефіцієнт запасу, $k = 1,3$;

$E_{\text{мін}}$ – освітленість по нормам для приготування кормів, $E_{\text{мін}} = 0$

$E_{\min} = 100$ лм;

Z - коефіцієнт нерівномірності освітлення, $Z = 0,8$;

n_{Γ} - кількість ламп;

η_c - коефіцієнт використання світлового потоку, $\eta_c = 0,57$.

$$n_{\Gamma} = (k \cdot F_{\Gamma} \cdot E_{\min} \cdot Z) : (F \cdot \eta_c) \quad (5.4)$$

$$n_{\Gamma} = (1,3 \cdot 60 \cdot 100 \cdot 0,8) : (2510 \cdot 0,57) = 4,36 \text{ ламп};$$

Приймаємо 5 ламп.

5.4. Розрахунок повітрообміну

Повітрообмін потрібен для видалення пилу, що появляється під час подрібнення зерна. Вентиляція здійснюється витяжними вентиляторами.

Визначаєм величину повітрообміну в кормоцеху за формулою:

$$W_B = V_n \cdot k \quad (5.5)$$

де V_n - об'єм приміщення кормоцеху (при висоті 4,5 м),

$$V_n = 50 \cdot 4,5 = 225 \text{ м}^3;$$

k - коефіцієнт годинної кратності обміну повітря, $k = 3$;

$$W_B = 225 \cdot 3 = 675 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

Діаметр повітропроводу розраховуємо за формулою:

$$d = \frac{1}{30} \cdot \sqrt{\frac{W_B}{n \cdot V_B}} \quad (5.6)$$

де V_B - швидкість повітря в повітропроводі, $V_B = 15$ м/с;

$$d = \frac{1}{30} \cdot \sqrt{\frac{675}{3 \cdot 15}} = 0,23 \text{ м.}$$

Напірні показники вентилятора H визначаємо за формулою:

$$H = H_{\text{дин}} + H_{\text{тс}} + H_{\text{м}}; \quad (5.7)$$

де $H_{\text{дин}}$ - динамічний тиск;

$H_{\text{тис}}$ - витрати тиску на подолання опору руху повітря в повітропроводі;

$H_{\text{м}}$ - витрати напору від місцевих опорів;

Визначаємо динамічний тиск:

$$H_{\text{дин}} = (\rho_{\text{в}} \cdot V_{\text{в}}) : 2q; \quad (5.8)$$

де $\rho_{\text{в}}$ - густина повітря; $\rho_{\text{в}} = 1,24 \text{ кг/м}^3$, при $t = 20^\circ\text{C}$;

$$H_{\text{дин}} = (1,24 \cdot 15) : (2 \cdot 9,81) = 0,94 \text{ Па}$$

Тиск на подолання опору руху повітря в повітропроводі визначаємо за

формулою:

$$H_{\text{тис}} = (\lambda_{\text{в}} \cdot V_{\text{в}} \cdot \rho_{\text{в}} \cdot l) : 2gd \quad (5.9)$$

де l - довжина повітропроводу, $l = 10 \text{ м}$;

$\lambda_{\text{в}}$ - гідравлічний коефіцієнт опору руху визначаємо по емпіричній

формулі:

$$\lambda_{\text{в}} = 0,0124 + (0,0011 : d) = 0,0124 + (0,0011 : 0,13) = 0,0085;$$

Тоді:

$$H_{\text{тис}} = (0,0085 \cdot 15 \cdot 1,24 \cdot 10) : (2 \cdot 9,81 \cdot 0,13) = 0,62 \text{ Па}$$

Визначимо втрати напору від місцевих опорів за формулою:

$$H_{\text{м}} = (\sum \varepsilon \cdot V_{\text{в}}^2 \cdot \rho_{\text{в}}) : 2g; \quad (5.10)$$

де ε - коефіцієнт опору руху, $\varepsilon = 1,1$;

$$H_{\text{м}} = (1,1 \cdot 15^2 \cdot 1,24) : (2 \cdot 9,81) = 15,68 \text{ Па}$$

Визначаємо загальний тиск вентилятора:

$$H = 0,94 + 0,62 + 15,68 = 17,24 \text{ Па}$$

Знаючи подачу і напір вибираємо марку вентилятора - ЦЧ-70 №5. Його аеродинамічним характеристикам визначаємо частоту обертання вентилятора.

КПД вентилятора та потужність приводу:

$$n_{\text{в}} = 1300 \text{ об/хв};$$

$$\eta_{\text{в}} = 0,75;$$

$$N_{\text{в}} = 1,5 \text{ кВт}.$$

Розділ 6. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОЗРОБЛЕНИХ РІШЕНЬ

6.1. Вибір базового варіанту для проведення порівняльного розрахунку.

Результати виконуваної магістерської роботи стосуються конкретного господарства – НДГ “Агрономічна дослідна станція”, а тому проведення економічної ефективності розроблених рішень доцільно виконати стосовно існуючої організації переробки концентрованих кормів в господарстві. При цьому можна прийняти, що в обох випадках тваринам видаються однакові за структурою раціони кормових речовин і продуктивність тварин також буде однаковою. Але так як в господарстві на сьогодні прийнята покомпонентна годівля, а пропонується годівля з використанням концентратних сумішок, то як вказується результатами досліджень ефективність годівлі сумішками підвищується на 15-20%. Тобто можна віднести цю ефективність до економії корму. Таким чином, якщо загальна потреба в комбікормі для всіх віко-видових груп тварин по господарству становить $G_d = 5018$ кг, то протягом року буде зекономлено

$$G_{\text{екон.}} = G_d \cdot T \cdot a, \quad (6.1),$$

де $G_{\text{екон.}}$ – обсяг зекономленого корму за рік,

T – кількість днів використання комбікорму протягом року,

$T = 365$ днів,

a – доля зекономленого комбікорму, $a = 0,2$.

$$G_{\text{екон.}} = 5018 \cdot 365 \cdot 0,2 = 366,3 \text{ т.}$$

Зважаючи на вартість комбікорму для ВРХ біля 2,5 тис.грн/т, а для свиней біля 3,5 тис.грн/т, вартість зекономленого комбікорму становить

$$W_{\text{комбік.}} = a \cdot T \cdot [G_{\text{св.}} \cdot B_{\text{св.}} + G_{(\text{ВРХ} + \text{коні})} \cdot B_{(\text{ВРХ} + \text{коні})}] \quad (6.2)$$

$$W_{\text{комбік.}} = 0,2 \cdot 365 \cdot [1,062 \cdot 3,5 + (3,803 + 0,1535) \cdot 2,5] = 994 \text{ тис.грн.}$$

В базовому варіанті, як і розробленому, використовується молоткова дробарка ДМ-Ф-4. Тільки в базовому вона подрібнює всі компоненти комбікорму, а в розробленому лише білкові добавки, що складають біля 7% від загальної кількості комбікорму. Крім того, в розробленому варіанті застосовано бункер від агрегату БМКА-1 і малогабаритну комбікормову установку МКУ-1 для приготування добавок.

При створенні нових машин та агрегатів необхідно вибирати такі рішення, щоб затрати, пов'язані з їх виробництвом і застосуванням, перекривались величиною економічної ефективності, одержаної за період експлуатації розробленого технічного засобу. Ця умова визначається основними показниками економічної ефективності використання техніки у тваринництві, до якої відносяться: затрати праці, прямі експлуатаційні затрати, капітальні вкладення і питомі приведені затрати.

Рівень економічної ефективності нових засобів механізації оцінюють величиною річної економії праці при використанні машин та обладнання, кількістю вивільнених робітників, сумами річної економії прямих експлуатаційних затрат та річного економічного ефекту.

6.2. Розрахунок капіталовкладень

В економічній частині дається оцінка експлуатаційних затрат по лінії використання існуючої в НДГ "Агрономічна дослідна станція" технології подрібнення компонентів комбікорму дробаркою ДМ-Ф-4 та по лінії виготовлення комбікормових сумішок з застосуванням МКУ-1, змішувача БМКА-1 та часткового завантаження дробарки ДМ-Ф-4. По останній машині приймаємо суму експлуатаційних затрат як 7% від затрат по цій дробарці в базовому варіанті.

В базовому варіанті маємо: вартість дробарки ДМ-Ф-4 - 23,850 тис. грн, маса 700 кг, потужність двигуна 30 кВт, обслуговуючий персонал – 1 чел. Продуктивність на подрібненні зерна 4 т/год.

В розроблюваному варіанті маємо: 1) мінікомбикормова установка МКУ-1 вартістю 16,5 тис. грн, встановлена потужність 9,7 кВт, маса 540 кг; 2) блок-модуль комбикормовий БМКА-1 вартістю 20,4 тис. грн, потужність двигунів 13,75 кВт, маса 630 кг.. Продуктивність з врахуванням подрібнення і змішування 1,2 т/год. Обслуговуючий персонал – 1 оператор виконує роботу послідовно на всіх машинах лінії.

Таким чином, капіталовкладення становлять:

$$K = D \cdot k \quad (6.3)$$

де D – вартість металоконструкції,

k – коефіцієнт переводу оптової ціни в балансову.

Тоді $K_b = 23,85 \cdot 1,2 = 28,62$ тис. грн.

$$K_p = (16,5 + 20,4) \cdot 1,2 = 44,28 \text{ тис. грн.}$$

6.3. Експлуатаційні показники

Річний об'єм робіт, який повинна виконати кормоприготувальна лінія, дорівнює

$$P_k = T \cdot Q_{\text{доб}} \quad (6.4)$$

де T – число днів роботи на протязі року, $T = 365$ днів.

$Q_{\text{доб}}$ - добова потреба в кормах. Приймається однаковою за величиною для обох варіантів. Відповідно до попередніх розрахунків $Q_{\text{доб}} = 5018$ кг.

$$P_k = 365 \cdot 5,018 = 1832 \text{ т}$$

6.3.1. Визначаємо затрати на оплату праці:

$$Z_{\text{опл}} = l_r \cdot T \cdot t \cdot m \quad (6.5)$$

де I_r - годинна тарифна ставка механізатора в сільському господарстві,

$$I_r = 3,6 \text{ грн/год};$$

T - число робочих днів в рік;

t - тривалість роботи на добове приготування

$$t_{\text{б}} = 5,018 : 4 = 1,254 \text{ години},$$

$$t_{\text{р}} = 5,018 : 1,2 = 4,18 \text{ години}.$$

m - число робітників, що обслуговують дробарку та кормоцех: $m_{\text{б}} = m_{\text{р}} = 1$.

$$Z_{\text{оп.п. б}} = 3,6 \cdot 365 \cdot 1,254 \cdot 1 = 1648 \text{ грн.}$$

$$Z_{\text{оп.п. р}} = 3,6 \cdot 365 \cdot 4,18 \cdot 1 = 5492 \text{ грн.}$$

6.3.2. Відрахування на амортизацію і ремонт.

Норма відрахувань у вигляді коефіцієнтів складає:

на амортизацію - $a = 0,166$;

на ремонт - $p = 0,13$

$$Z_{\text{аір}} = K \cdot (a + p) \quad (6.6)$$

де $Z_{\text{аір}}$ - сума відрахувань на амортизацію та ремонт.

$$Z_{\text{аір. б}} = 28,62 \cdot (0,166 + 0,13) = 8,47 \text{ тис. грн.},$$

$$Z_{\text{аір. р}} = 44,28 \cdot (0,166 + 0,13) = 13,11 \text{ тис. грн.}$$

6.3.3. Затрати на електроенергію.

Визначаємо затрати на електроенергію, що споживається:

$$Z_e = C_e \cdot P_e \cdot P_k \quad (6.7)$$

де C_e - ціна 1 кВт·год електроенергії, $C_e = 0,2436 \text{ грн/кВт·год}$

P_e - питома витрата електроенергії, $P_e = N : Q$;

P_k - річний об'єм роботи.

Визначаємо питомі витрати електроенергії:

$$C_{e.p} = N_p \cdot Q_p = (9,7 + 13,75) : 1,2 = 19,54 \text{ кВт·год / т};$$

$$N_{\text{об}} = N_{\text{б}}; Q_{\text{б}} = 30 \cdot 4 = 7,7 \text{ кВт.-год./т.}$$

Годі затрати на електроенергію:

$$Z_{\text{е.р.}} = 0,2436 \cdot (9,54 \cdot 1832) = 8,72 \text{ тис. грн.}$$

$$Z_{\text{е.б.}} = 0,2436 \cdot 12,6 \cdot 1832 = 5,62 \text{ тис. грн.}$$

6.3.4. Експлуатаційні затрати.

Експлуатаційні витрати розраховуємо за формулою:

$$Z = Z_{\text{оп}} + Z_{\text{аір}} + Z_{\text{е}} \quad (6.8)$$

$$Z_{\text{р}} = 13,11 + 5,492 + 8,72 = 27,32 \text{ тис. грн.}$$

$$Z_{\text{б}} = 8,47 + 1,648 + 5,62 = 15,74 \text{ грн.}$$

Загальні затрати по розроблюваному варіанту додатково будуть включати 7% від затрат базового варіанту, тобто $15,74 \cdot 0,07 = 1,1$ тис. грн.

Таким чином сумарні затрати розроблюваного варіанту

$$Z_{\text{р.д.}} = 27,32 + 1,1 = 28,42 \text{ тис. грн.}$$

Розраховуємо підвищення експлуатаційних затрат:

$$(28,42 - 15,74) \text{ €} 12,68 \text{ грн.}$$

6.3.5. Експлуатаційні витрати на приготування 1 т корму.

Експлуатаційні витрати на приготування 1 т корму визначаємо за формулою:

$$C = Z : P_{\text{к}}, \text{ грн/т} \quad (6.9)$$

$$C_{\text{р}} = 28,42 : 1832 = 15,5 \text{ грн/т}$$

$$C_{\text{б}} = 15,74 : 1832 = 8,6 \text{ грн/т}$$

6.3.6. Ступінь підвищення експлуатаційних затрат.

Даний показник визначаємо із залежності:

$$(C_{\text{р}} - C_{\text{б}}) : C_{\text{р}} \cdot 100\% = (15,5 - 8,6) : 15,5 \cdot 100 = 44,5 \% \quad (6.10)$$

6.3.7. Річні додаткові експлуатаційні затрати.

Річне підвищення експлуатаційних затрат становить:

$$E_k = (C_p - C_6) \cdot P_{k,pr} \quad (6.11)$$

$$E_k = (15,5 - 8,6) \cdot 1832 = 12641 \text{ грн.}$$

6.3.8. Річний додатковий прибуток.

При використанні кормосумішок, як вказувалось вище, річна економія корму у вартісному вираженні становить 994 тис. грн.

Тоді загальна річна економія дорівнює

$$E_{k,заг.} = 994 - 12,641 = 981 \text{ тис. грн...}$$

тобто термін окупності становить

$$n = K_p : E_k \quad (6.12)$$

$$n = 44,28 : 981 = 0,05 \text{ року}$$

6.3.9. Питомі затрати праці на приготування 1 т корму.

Визначимо питомі затрати праці на приготування 1 т корму за формулою:

$$P_{pr} = q_m : Q_m \quad (6.13)$$

де q_m - добові затрати праці, люд.-год.;

$$q_{m,p} = 4,18 \text{ люд.-год.}$$

$$q_{m,6} = 1,254 \text{ люд.-год.}$$

Q_m - кількість кормосумішки за 1 добу, $Q_m = 5018 \text{ кг.}$

$$P_{pr,p} = 4,18 : 5,018 = 0,81 \text{ люд.-год./т}$$

$$P_{pr,6} = 1,254 : 5,018 = 0,25 \text{ люд.-год./т}$$

Визначимо підвищення витрат праці:

$$(P_{pr,p} - P_{pr,6}) : P_{pr,6} \cdot 100\% = (0,81 - 0,25) : 0,25 \cdot 100 = 224\%$$

6.3.10. Збільшення загальних витрат праці

Визначаємо показник праці на протязі року, за формулою:

$$E_{\text{п}} = (\Pi_{\text{пр.р.}} - \Pi_{\text{пр.б.}}) \cdot P_{\text{к}} \quad (6.14)$$
$$E_{\text{п}} = (0,81 - 0,25) \cdot 1832 = 1026 \text{ люд.-год.}$$

В порівнянні з базовим варіантом застосування розроблюваної кормоприготувальної лінії приводить до підвищення затрат праці за рік в кількості 1026 години.

6.3.11. Питомі капіталовкладення на приготування 1 т комбикормової сумішки при експлуатації протягом 7 років.

Питомі капіталовкладення на приготування 1 т кормосумішки визначаємо за формулою:

$$\Pi_{\text{к}} = K : (P_{\text{к}} \cdot 7) \quad (6.15)$$

$$\Pi_{\text{к.р.}} = K_{\text{р}} : (P_{\text{к}} \cdot 7) = 27,32 : (1832 \cdot 7) = 2,13 \text{ грн./т}$$

$$\Pi_{\text{к.б.}} = K_{\text{б}} : (P_{\text{к}} \cdot 7) = 15,74 : (1832 \cdot 7) = 1,23 \text{ грн./т}$$

6.3.12. Річні приведені затрати.

Річні приведені затрати визначаємо за формулою:

$$\Pi = 3 + E_{\text{п}} \cdot K \quad (6.16)$$

де $E_{\text{п}}$ – нормативний коефіцієнт ефективності, $E_{\text{п}} = 0,15$.

$$\Pi_{\text{р}} = 27,32 + 0,15 \cdot 44,28 = 48,38 \text{ тис. грн.}$$

$$\Pi_{\text{б}} = 15,74 + 0,15 \cdot 28,62 = 20,03 \text{ грн.}$$

6.3.13. Приведені затрати на одиницю продукції.

Визначаємо приведені затрати на одиницю продукції за формулою:

$$\Pi_{\text{п}} = \Pi : P_{\text{к}} \quad (6.17)$$

$$\Pi_{\text{пр}} = 48,32 : 1832 = 26,3 \text{ грн/т,}$$

$$\Pi_{\text{б}} = 20,03 : 1832 = 11 \text{ грн/т}$$

6.3.14. Річний економічний ефект

$$E_p = П_6 - П_p + W_{\text{комбік}} = 20,03 - 48,38 + 994 = 965,6 \text{ тис. грн.}$$

6.3.15. Підвищення капіталовкладень.

$$[(K_p - K_6) : K_6] \cdot 100\% = [(44,28 - 28,62) : 28,62] \cdot 100 = 54,7 \%$$

В табл. 6.1 приведені дані по економічній ефективності розробки.

Таблиця 6.1.
Економічна ефективність розробки.

Назва показника	Базовий варіант	Розроблюваний варіант
Річний обсяг комбікорму по господарству, т	1832	1832
Економія корму за рік, т/грн		366,3/994
Капіталовкладення:		
- основні, тис. грн.	28,62	44,28
- питоми, грн/т	1,23	2,13
Затрати на приготування 1 т корму:		
- праці, люд.-год.;	0,25	0,81
- електроенергії, кВт/т;	7,7	19,54
- експлуатаційні, грн.;	8,6	15,5
- приведені, грн.	11	26,3

Додаткові експлуатаційні витрати, грн.	12641
Річний додатковий прибуток, тис. грн.	981
Річний економічний ефект, тис. грн.	965,6

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВИСНОВКИ

1. За останні роки відбулося значне зростання собівартості виробництва комбікормів на комбікормових заводах та міжгосподарських комбікормових підприємствах на що вплинули, зокрема, значні витрати на перевезення сировини із господарств та зворотню доставку готових комбікормових сумішок. Вказані затрати на виготовлення комбікормів на стороні із зернової сировини господарств часто не покриваються додатковим приростом тваринницької продукції від застосування комбікормових сумішок.

2. Зменшення витрат на придбання продукції, виготовленої комбікормовими підприємствами, сприяє розширенню тенденції виробництва комбікормів безпосередньо в господарствах із власного зерна та закуплених білкових та мінеральних добавок. При цьому вартість комбікормів, при їх однаковій поживній цінності, обходиться на 15-25% нижче.

3. Проведений аналіз показує, що випущені промисловістю України фермські комбікормові агрегати набули широкого розповсюдження в господарствах. З'являються нові конструкції комбікормових агрегатів, в яких застосовані більш вдосконалені технологічні та технічні рішення як з процесів забору сировини та її подрібнення, так і стосовно дозування компонентів та їх змішування.

4. Зниження капіталовкладень у виробництво та застосування в господарствах комбікормових агрегатів може бути суттєвим при спрощенні конструкцій шляхом впровадження сучасних операцій, зменшення транспортних потоків, застосування більш продуктивних універсальних дробарок з підвищеною довговічністю, використання вагового дозування високої точності, потокового ступеневого змішування, а також наявності обладнання для приготування сумішок добавок.

5. Зниження витрат на придбання продукції, виготовленої комбікормовими підприємствами, сприяє розширенню тенденції виробництва комбікормів безпосередньо в господарствах із власного зерна та закуплених білкових та мінеральних добавок. При цьому вартість комбікормів, при їх однаковій поживній цінності, обходиться на 15-25% нижче.

6. Проведений аналіз показує, що випущені промисловістю України фермські комбікормові агрегати набули широкого розповсюдження в господарствах. З'являються нові конструкції комбікормових агрегатів, в яких застосовані більш вдосконалені технологічні та технічні рішення як з процесів забору сировини та її подрібнення, так і стосовно дозування компонентів та їх змішування.

7. Зниження капіталовкладень у виробництво та застосування в господарствах комбікормових агрегатів може бути суттєвим при спрощенні конструкцій шляхом впровадження сучасних операцій, зменшення транспортних потоків, застосування більш продуктивних універсальних дробарок з підвищеною довговічністю, використання вагового дозування високої точності, потокового ступеневого змішування, а також наявності обладнання для приготування сумішок добавок.

5. Проведений аналіз сучасного стану зберігання та підготовки до згодовування концентрованих кормів для всіх груп тварин у ВП НАУ “Агрономічна дослідна станція” показує, що доцільним варіантом може бути організація подрібнення зернових компонентів і макродобавок універсальною молотковою дробаркою, розміщеною у зерноскладі, та наступною доставкою одержаних компонентів в комбікормовий цех, де проводиться приготування сумішок добавок та виготовлення комбікорму.

6. Удосконалена технологічна схема виробництва високоенергетичної кормової суміші дозволяє забезпечити в умовах господарств виробництво повноцінного комбікорму та отримувати добові надії від тварин в межах 15-18 кг.

7. Проведений аналіз конструкцій дробарок, їх відповідність умовам виконання роботи згідно поставленого завдання показав, що в якості базового варіанту слід вибрати універсальну дробарку ДМ-Ф-4, яка є в наявності у господарстві. На основі добової потреби в кормах визначена годинна продуктивність дробарки. Доцільно розробити універсальну дробарку продуктивністю на зерні 4,0 т/год., а при приготуванні сінного борошна – 1,0 т/год.

8. Результати досліджень процесів подрібнення кормів молотковою дробаркою дозволили знайти функціональні залежності геометричних та кінематичних параметрів робочих органів камери дробарки, визначити величину раціонального кута охоплення молоткового ротора дековою поверхнею.

9. Експериментальним шляхом визначалась однорідність сумішки комбікорму, одержаного після початкового змішування неподрібнених матеріалів, а також в результаті змішування подрібненої сумішки в вертикально-шнековому змішувачі. Одержані дані показали, що на першому етапі змішування коефіцієнт однорідності досягав 87-89%, на другому етапі – досягав 92,5 – 95,95,

а на третьому етапі – 97,1%. Для порівняння визначено, що комбікормові сумішки, одержані в існуючих фермських агрегатах мають меншу однорідність – 90–91,3%, що нижче зоотехнічних вимог до якості комбікормів. Ця норма для різних класів підприємств становить 93%; 95% та 97%.

10. Виконане економічне обґрунтування показало, що комплект обладнання по переробці фуражного зерна та приготуванню комбікормів за металоемністю, питомими затратами енергії та праці має кращі показники відносно показників, які мають існуючі агрегати. При річному обсягу робіт 1832 т експлуатаційні затрати становлять 28,93 грн/т проти 33,32 грн/т, а річний економічний ефект дорівнює 4,56 тис. грн. Вказане вище підтверджує економічну доцільність застосування запропонованого обладнання в ВП НУБІП “Агрономічна дослідна станція”.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Алексин В.Р.* Механізація животноводства / *В.Р. Алексин, П.М. Рошин.* - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Агропромиздат, 1993. - 319 с.
2. *Бабкин В.П.* Механізація доєння коров и первичной обработки молока / *В.П. Бабкин.* - М.: Агропромиздат, 1986. - 271 с.
3. *Белов А.Д.* Общая ветеринарная хирургия / *А.Д. Белов, В.А. Лукьяновский.* - М.: Агропромиздат, 1990. - С. 497-552.
4. *Белянчиков Н.Н.* Механізація животноводства и кормопроизводства / *Н.Н. Белянчиков, А.М. Смирнов.* - М.: Агропромиздат, 1990. - 432 с.
5. *Березовський А.В.* Бровадез-20 як дезінвазійний засіб / *А.В. Березовський, О.Т. Грицик* // *Вет. медицина України* - 2002. - №6. - С. 27-28.
6. *Болотнов П.М.* Механізація птицеводства / *П.М. Болотнов, В.М. Лук'янов.* - М.: Агропромиздат, 1988. - 297 с.
7. *Болтянська Н.І.* Показники оцінки ефективності застосування ресурсозберігаючих технологій в тваринництві / *Н.І. Болтянська* // *Вісник Сумського НАУ: СЕРІЯ «Механізація та автоматизація виробничих процесів»*, 2016. - Вип. 10/3 (31). - С. 118-121.
8. *Болтянська Н.І.* Забезпечення високоєфективного функціонування технологічного процесу приготування і роздавання кормів у тваринництві / *Н.І. Болтянська* // *Праці ТДАТУ.* - Мелітополь, 2014 - Вип. 4. Т.1. - С. 16-22.
9. *Болтянська Н.І.* Зниження енергоємності виробництва продукції тваринництва за рахунок скорочення енергії на кормоприготування. Інженерія природокористування. 2018. №1(9). С. 57-61.
10. *Болтянський О.В., Болтянська Н.І.* Використання різних критеріїв при визначенні кількості запасних частин. *Праці Таврійської державної агротехнічної академії.* Вип.36. 2006. С. 3-7.
11. *Болтянська Н.І.* Роль технічного сервісу при забезпеченні високоєфективного функціонування технологічного процесу виробництва продукції тваринництва. *Науковий вісник ТДАТУ.* Мелітополь, 2013. Вип. 3. Т.1, С. 103-110.
12. *Болтянська Н.І.* Забезпечення високоєфективного функціонування технологічного процесу виробництва продукції тваринництва шляхом підвищення рівня надійності техніки. *Науковий вісник НУБіП України. Серія Техніка та енергетика АПК.* 2018. Вип. 282, ч.1. С. 181-192.
13. *Болтянська Н.І.* Умови забезпечення ефективного застосування ресурсозберігаючих технологій в молочному скотарстві. *Праці ТДАТУ.* 2016. Вип. 16. Т.2. С. 153-159.

14. *Болтянський О.В., Болтянська Н.І.* Екологічна безпека виробництва та зменшення витрат матеріальних і енергетичних ресурсів для отримання сільськогосподарської продукції. Науковий вісник НУБіП. Серія Техніка та енергетика АПК. 2015. Вип. 212, ч.1. С. 275-283.

15. *Болтянська Н.І.* Зміни техніко-експлуатаційних показників МЕЗ під впливом на них надійності. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. 2009. Вип. 89. С. 106-111.

16. *Болтянський О.В., Болтянська Н.І.* Аналіз шляхів підвищення ефективності використання машино-тракторного парку. Праці ГДАТУ. 2014. Вип. 14. Т.4. С. 204-209

17. *Болтянська Н.І.* Забезпечення якості продукції у галузі сільськогосподарського машинобудування. Науковий вісник НУБіП України. Серія Техніка та енергетика АПК. 2014. Вип. 196, ч.1. С. 239-245.

18. *Болтянський О.В., Болтянська Н.І.* Зменшення витрат енергетичних ресурсів для отримання сільськогосподарської продукції. Збірник тез доповідей II Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» НУБіП. 2015. С. 54-55.

19. *Бурденюк В.Ф.* Ветеринарна ортопедія / *В.Ф. Бурденюк, Г.С. Кузнецов.* – Л.: Колос, 1976. – С.157 – 168.

20. *Вагин Б.И.* Практикум по механизации животноводческих ферм / *Б.И. Вагин, В.М. Побединский.* – Л.: Колос, 1983 – 239 с.

21. *Варданян А.В.* Влияние условий содержания на качество копытцевого рога и заболеваемость копытцев у коров в молочных комплексах: дис... канд. вет. наук. / *А.В. Варданян.* – М., 1984. – 16 с.

22. *Волошина Н.О.* Дослідження дії наноматеріалу „шумерське срібло“ на збудник аскарозу свиней / *Н.О. Волошина, А.В. Гоголь, Т.В. Сиченко* // Ветеринарна біотехнологія. Бюлетень. – 2008. – №13 (2). – С.67–70.

23. *Волошина Н.О.* Екологічні антисептичні засоби профілактики у свинарстві / *Н.О. Волошина, О.Ф. Петренко, В.Г. Каплуненко та ін.* // Вісник Білоцерківського державного аграрного університету – Біла Церква, 2008. – Вип. 57. – С. 33-36.

24. *Воробьев В.А.* Практикум по механизации и электрификации животноводства / *В.А. Воробьев, Г.П. Дегтерев, П.А. Фидаткин.* – М.: Агропромиздат, 1989. – 254 с.

25. *Готовцев Б.Н.* Механизация работ в животноводстве / *Б.Н. Готовцев, В.И. Дубров* – М.: Агропромиздат, 1991. – 361 с.

26. *Гриб В.Г.* Механизация животноводства / *В.Г. Гриб, З.Ф. Кантур, Н.М. Лукашевич.* – Минск,: Урожай, 1987. – 439 с.

27. Загальна ветеринарна хірургія / *І.С.Панько, В.М. Власенко, В.Й. Издесський та ін.* – Біла Церква. Вид-во БЦДАУ, 1999. – 207 с.

28. *Завражнов А.И.* Механизация приготовления и хранения кормов / *А.И. Завражнов, Д.И. Николаев* – М.: Агропромиздат, 1990. – 336 с.

29. *Зайцев А.М.* Микроклимат животноводческих комплексов / *А.М. Зайцев, В.И. Жильцов, А.В. Шавров*. – М.: Агропромиздат, 1986. – 190 с.

30. *Залыгин А.Г.* Механизация свиноводческих ферм и комплексов / *А.Г. Залыгин*. – М.: Агропромиздат, 1990. – 260 с.

31. *Зеленухин А.* Повышение эффективности использования производственного потенциала в скотоводстве / *А. Зеленухин* // АПК: экономика и управление. – 2001. – № 8. – С. 3–8.

32. *Зинченко А.П.* Использование производственного потенциала сельскохозяйственных предприятий России / *А.П. Зинченко* // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2000. – № 7. – С. 22–25.

33. *Зинченко А.П.* Тенденции и проблемы использования производственного потенциала крестьянских (фермерских) хозяйств / *А.П. Зинченко* // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2001. – № 10. – С. 17–20.

34. *Калневская Г.О.* О продуктивном долголетии коров / *Г.О. Калневская* // Молочное и мясное скотоводство. – 2001. – № 6. – С. 104 – 109.

35. *Карташов Л.П.* Повышение надежности системы человек - машина - животное / *Л.П. Карташов, С.А. Соловьев*. – Екатеринбург: УрО РАН, 2000. – 185 с.

36. Расчет неоптимальных механизмов биотехнической системы / *Л.П. Карташов, С.А. Соловьев, Е.М. Асманкин, З.В. Макаровская*. – Екатеринбург: УрО РАН, 2002. – 280 с.

37. *Карташов Л.П.* Методы расчета биологических и технических параметров системы “человек–машина–животное”: учебное пособие / *Л.П. Карташов*. – Оренбург: Изд-во Центр ОГАУС, 2007. – 152 с.

38. *Карташов Л.П.* Стратегия создания адаптивной техники для эффективной биотехнической системы производства молока / *Л.П. Карташов, А.И. Фененко* // Механизация та електрифікація сільського господарства. – Глеваха. – 2005. – Вип. 89. – С. 347–354.

39. *Кива А.А.* Машины и оборудование для птицеводства / *А.А. Кива, Ю.Н. Сухарев, В.М. Лукьянов*. – М.: Агропромиздат, 1987. – 238 с.

40. *Кирсанов В.В.* Механизация и автоматизация животноводства / *В.В. Кирсанов, Ю.А. Симарев, Р.Ф. Филонов*. – М.: Академия, 2004. – 400 с.

41. *Ковалев Ю.Н.* Молочное оборудование животноводческих ферм и комплексов: справ. / *Ю.Н. Ковалев*. – М.: ИРПО: Академия, 1998. – 409 с.

42. *Ковалев Ю.Н.* Технология и механизация животноводства / *Ю.Н. Ковалев*. – М.: Агропромиздат, 1998. – 206 с.

43. Конаков А.П. Механизация раздачи кормов / А.П. Конаков, Ю.Н. Юдаев, Р.Б. Козин. – М.: Агропромиздат, 1998. – 206 с.

44. Коротков Е.Н. Специализированное отопительно-вентиляционное оборудование животноводческих комплексов / Е.Н. Коротков. – М.: Агропромиздат, 1987. – 239 с.

45. Краснокутский Ю.В. Механизация первичной обработки молока / Ю.В. Краснокутский. – М.: Агропромиздат, 1988. – 386 с.

46. Кукта Г.М. Машины и оборудование для приготовления кормов / Г.М. Кукта. – М.: Агропромиздат, 1986. – 303 с.

47. Кукта Г.М. Механизация и автоматизация животноводства / Г.М. Кукта, А.Л. Колесник, С.Л. Кукта. – К.: Вища школа, 1990. – 335 с.

48. Кулаковский И.В. Машины и оборудование для приготовления кормов. Справ.: в 2-х т./ И.В. Кулаковский, Ф.С. Куртичников, Е.И. Резник. – М.: Росагропромиздат, 1987. – Т. 1. – 287 с.; 1989. – Т. 2. – 286 с.

49. Кулінич С.М. Методи лабораторної діагностики грибкових уражень копитець у корів / С.М. Кулінич // Збірник наукових праць Луганського аграрного університету: Ветеринарні науки. – 2007. – № 78/101. – С. 328 – 331.

50. Курцев И.В. Совершенствование научного обеспечения регионального АПК как необходимое условие эффективной инновационной деятельности / И.В. Курцев // Сб.: По материалам Международной научно-практ. конф. „Развитие инновационной деятельности в АПК“. – М.: ФГНУ „Росинформагротех“, 2003. – С. 27-32.

51. Кучинская З.М. Оборудование для сушки, гранулирования и брикетирования кормов / З.М. Кучинская, В.И. Особов, Ю.А. Фрегер. – М.: Агропромиздат, 1988. – 236 с.

52. Левченко В.І. Клінічна діагностика внутрішніх хвороб тварин / Левченко В.І. – Біла Церква: Вид-во БЦДАУ, 2004. – 608 с.

53. Логинов В.Г. Тенденции развития и совершенствование регулирования рынка молока / В.Г. Логинов. // Молочная промышленность – 2003. – № 1. – С. 21–26.

54. Машины, обладнання та їх використання в тваринництві: підручник для здобувачів ступеня вищої освіти закладів вищої освіти / Р. В. Скляр, О. П. Скляр, Н. І. Болтянська, Д. О. Мілько, Б. В. Болтянський. – К.: Видавничий дім «Кондор», 2019. – 608 с.

55. Мельников С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм и комплексов / С.В. Мельников. – Л.: Колос, 1978. – 560 с.

56. Мельников С.В. Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов / С.В. Мельников. – Л.: Агропромиздат, 1985. – 640 с.

57. Механизация животноводства и кормопроизводства на малой ферме / под ред. А.П. Кармановского. – М.: Агропромиздат, 1989. – 207 с.

58. Механізація і автоматизація тваринництва / за ред. І.І. Ревенка. – К.: Вища освіта, 2004. – 399 с.

59. Механізація і автоматизація молочних ферм / [В.А. Ясенуцький, Н.П. Мечта, Л.П. Карташов, А.А. Аверкієв, А.І. Чуацьков та др.] 2-е изд., перераб. і доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 480 с.
60. Механізація і технологія виробництва продукції тваринництва / [В.Г. Коба, Н.В. Брагінець, Д.Н. Мурусідзе та др.] – М.: Колос, 1999. – 528 с.
61. Механізація збирання і утилізації навоза / [В.М. Новиков, В.В. Ігнатова, Ф.Ф. Констанди та др.] – М.: Колос, 1982. – 285 с.
62. Мождаєв Е.Б. Роль науки в інноваційних процесах АПК і виробнича підготовка кадрів // Е.Б. Мождаєв // Механізація і електрифікація сільського господарства. – 2005. – №6. – С.2-4.
63. Нанотехнологія у ветеринарній медицині: посіб. для студ. аграр. закл. освіти – IV рівня акредитації / [В.Б. Борисович, Б.В. Борисович, В.Г. Каплуненко та ін.] – К.: ТОВ «Наноматеріали і нанотехнології», 2009. – 232 с.
64. Нанотехнології в медицині і біології: Матеріали науч.-практ. конф. з міжнарод. участю „Нанотехнології і наноматеріали для біології і медицини“, (Новосибірськ, 11-12 жовтня 2007 г.) / Сибірський ун-т потреб. кооперації, 2007. – 167 с.
65. Нова сільськогосподарська техніка / за ред. В.А. Ясенуцького. – К.: Урожай, 1991. – 320 с.
66. Огарков А.П. Сільське господарство і його виробничо-ресурсний потенціал / А.П. Огарков // Економіка сільськогосподарських і переробляючих підприємств. – 2000. – №5. – С.7-10.
67. Паразитарні захворювання домашніх свійських, плотоядних тварин і небезпека їх для людини / А.А. Черепанов, Л.А. Первез, В.И. Околелов, А.Г. Григорьев. – Омськ: Изд. ОмГАУ, 2001. – 72 с.
68. Пат. 38138 Україна, МПК А 61 L 2/16. Нанорідина для лікування дошкірних збудників інвазійних захворювань тварин / Н.О. Волошина, В.Г. Каплуненко, М.В. Косинов; власник Н.О. Волошина, В.Г. Каплуненко, М. В. Косинов. – № 2008 08955; заявл. 08.07.08; опубл. 25.12.08. Бюл. № 24.
69. Патент України на корисну модель № 29854. Висококоординатний аніоноподібний аквакомплекс / В.Г. Каплуненко, М.В. Косинов. – опубл. 25.01.08, Бюл. №2.
70. Посібник-практикум з механізації виробництва продукції тваринництва / [І.І. Ревенко, В.М. Манько, С.С. Зарайська та ін.] – К.: Урожай, 1994. – 288 с.
71. Потанов Г.П. Транспортні засоби в тваринництві / Г.П. Потанов, Н.Е. Волошин. – М.: Агропромиздат, 1987. – 95 с.
72. Ревенко І.І. Механізація виробництва продукції тваринництва: підручник / І.І. Ревенко, Г.М. Кукта, В.М. Манько. – К.: Урожай, 1994. – 264 с.
73. Ревенко І.І. Машини та обладнання для тваринництва: підручник / І.І. Ревенко, М.В. Брагінець, В.І. Ребенко. – К.: Кондор, 2009. – 730 с.

74. Савицкая Т.В. Анализ хозяйственной деятельности предприятий АПК / Т.В. Савицкая. – М.: Наше знание, 2002. – 687 с.

75. Семенов Б.С. Болезни пальцев у крупного рогатого скота в промышленных комплексах / Б.С. Семенов. – Л.: Колос, 1981. – С. 62–88.

76. Скляр О. Г. Механізація технологічних процесів у тваринництві: навч. посібник / О.Г.Скляр, Н.І.Болтянська. – Мелітополь: Колор Принт, 2012. – 720 с.

77. Скляр О.Г. Основи проектування тваринницьких підприємств: підручник / О.Г.Скляр, Н.І.Болтянська. – Видавничий дім «Кондор», 2018. – 380 с.

78. Соловьев С.А. Исполнительные механизмы системы “человек – машина – животное” / С.А.Соловьев, Л.П.Карташов. – Екатеринбург: УрОРАН, 2001. – 180 с.

79. Субпопуляционная и годовая динамика эпизоотического проявления эзофагостомоза свиней / А.В. Аришкин, В.В. Соичев, А.А. Савельев и др. // Вет. патология. – 2006. – № 1. – С. 66–68.

80. Третьяков Ю.Д. Нанотехнологии. Азбука для всех / Ю.Д. Третьяков. – М.: Физматлит, 2008. – Наножидкости. – С. 147–152.

81. Троянов М.М. Механізація тваринницьких ферм / Б.П.Шабельник, М.М.Троянов, І.Г. Бойко. – Харків, 2002. – 208 с.

82. Фененко А.І. Машинне доїння корів і первинна обробка молока / А.І. Фененко, С.П.Москаленко, В.Д.Роговий. – К.: Урожай, 1990. – 214 с.

83. Фененко А.І. Техніко-технологічні аспекти удосконалення біотехнічної ланки „машина-тварина“ процесу виробництва молока // Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха. – 2007. – Вип. 91. – С. 65–77.

84. Фененко А.І. Техніко-технологічні параметри біотехнічної ланки „машина-тварина“ процесу виробництва молока / А.І. Фененко // Молочное дело. – 2008. – № 1. – С. 46–49, № 3. – С. 50–51.

85. Фененко А.І. Режимні характеристики виконавчих механізмів нового покоління доїльних установок / А.І. Фененко // Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха. – 2001. – Вип. 85. – С. 160–163.

86. Хомин Н.М. Біохімічні та біофізичні показники копитцевого рогу корів залежно від рівня забезпеченості мінеральними речовинами / Н.М. Хомин // Наук. Вісник Національного аграр. ун-ту. – К., 2004. – Вип. 74. – С. 318–322.

87. Хомин Н.М. Біофізичні властивості копитцевого рогу у корів у нормі та при асептичному пододерматиті / Н.М. Хомин // Вет. медицина України. – 2004. – № 4. – С. 41–42.

88. Черняк С.В. Зміни синовіоцитограми, функціональної активності нейтрофілів і лімфоцитів при асептичних артритах у телят (клініко-експериментальні

с.
НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ДОДАТКИ

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

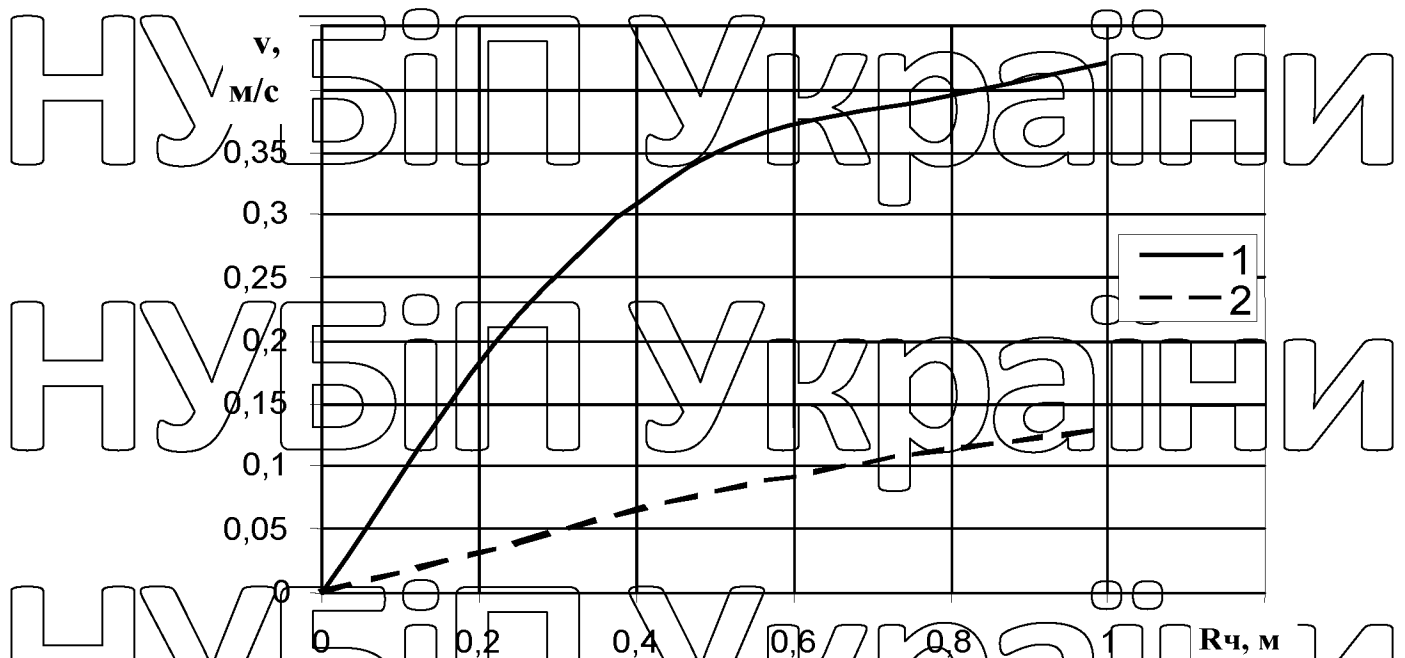


Рисунок 8 - Епюри зміни осьових V_0 та колових V_k швидкостей часточок у вертикальному шнеку в залежності від радіуса, що визначає їх положення

1 – осьова швидкість – V_0 , м/с;

2 – осьова швидкість – V_k , м/с;

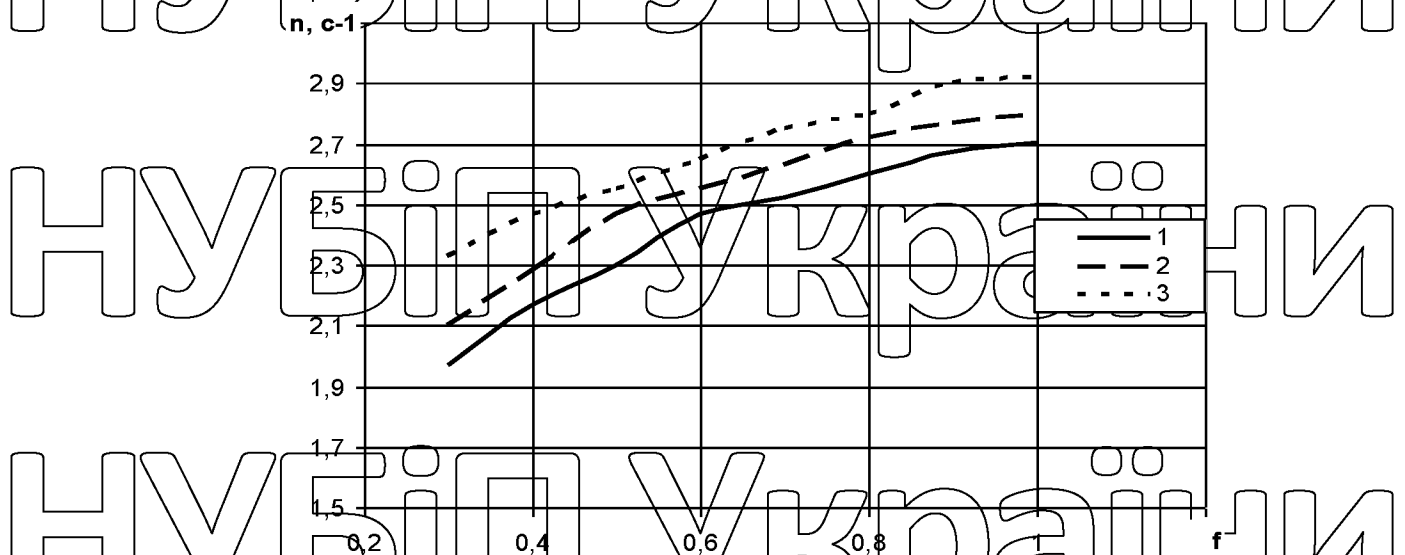


Рисунок 9 - Залежність мінімальної частоти обертання n від коефіцієнта тертя f при різних кроках S шнека

1 – $S=230$ мм; 2 – $S=190$ мм; 3 – $S=150$ мм

НУБІП України

НУБІП України

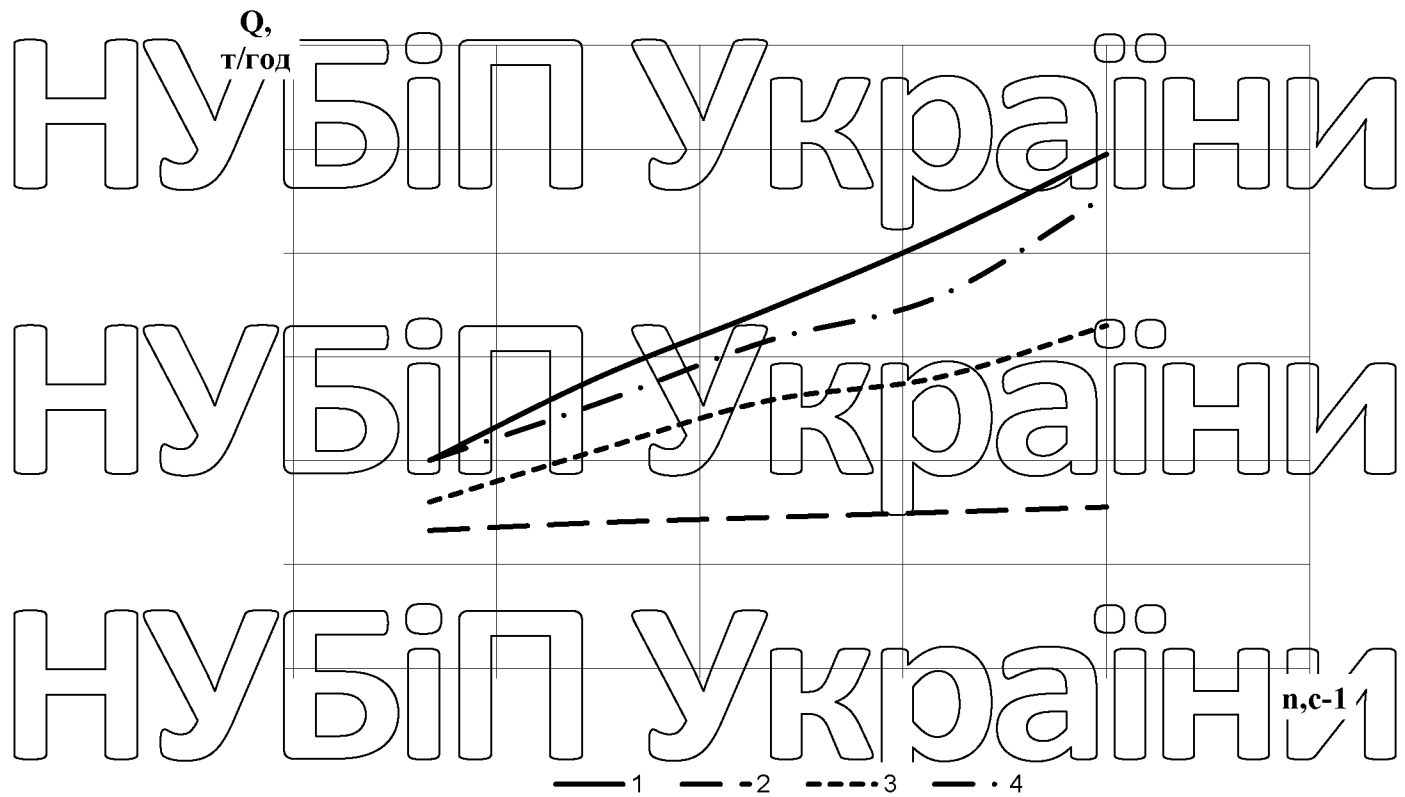


Рисунок 3.10 - Залежність продуктивності Q вертикального шнека змішувача від швидкості його обертання n при різній довжині h забірної лінії

1 — розрахункова продуктивність $Q_{розр}$;
2 — довжина забірної лінії $h=320$ мм, 3 — $h=200$ мм, 4 — $h=100$ мм

НУБІП України

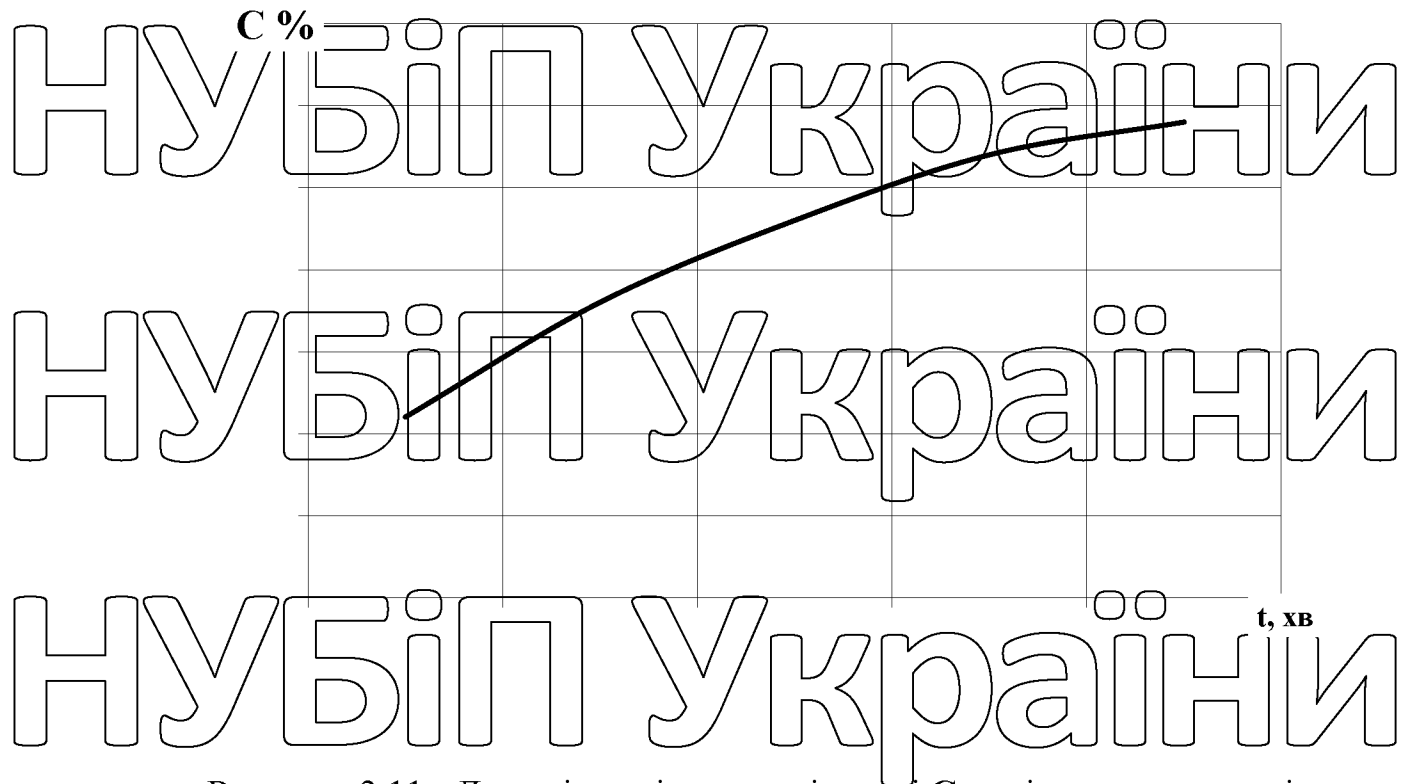


Рисунок 3.11 - Динаміка зміни однорідності С сумішки компонентів цілого зерна

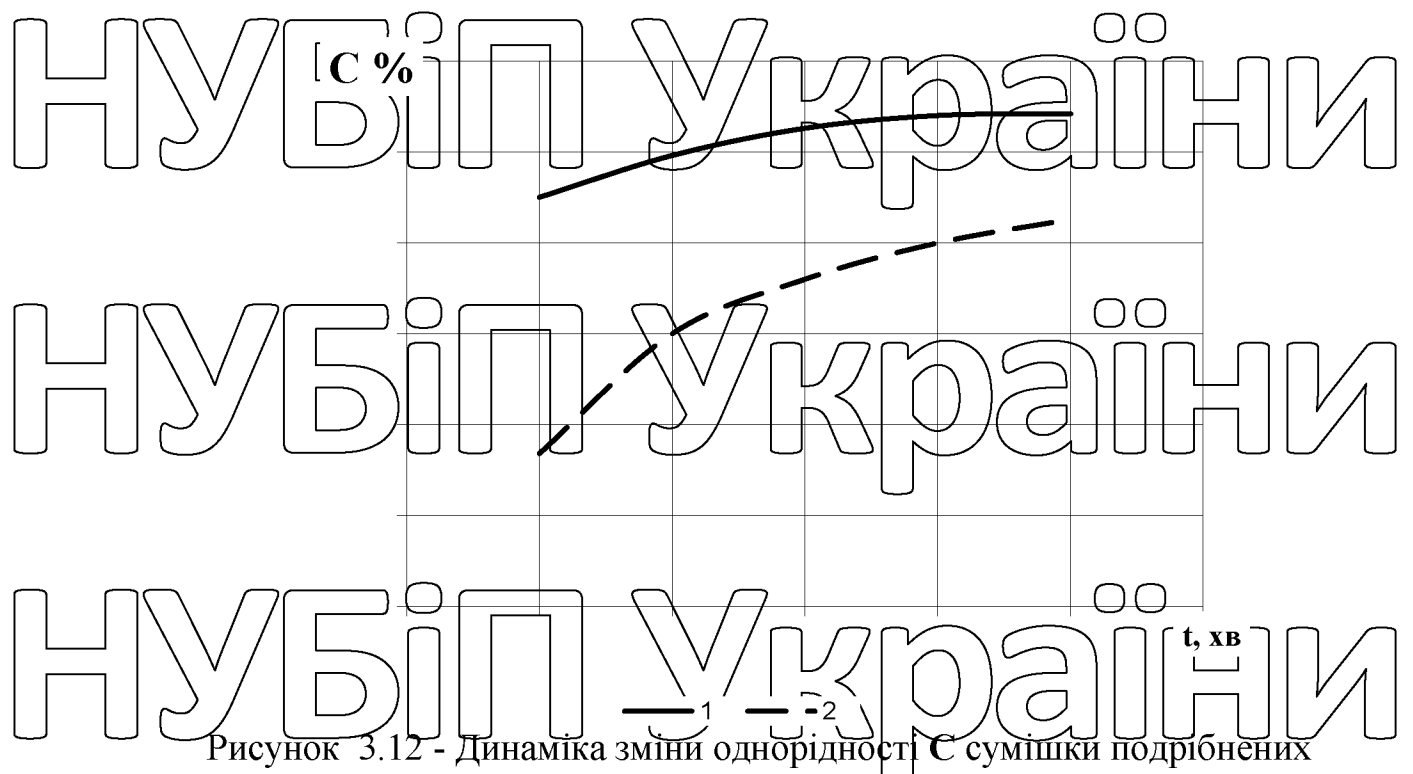


Рисунок 3.12 - Динаміка зміни однорідності С сумішки подрібнених компонентів зерна і добавок вертикально-шнековим змішувачем

1 – дозування попередньо приготовлених сумішок;

2 – змішування послідовно завантажуваних компонентів



Визначення конструктивних параметрів вертикально-шнекового змішувача

Розрахунковий коефіцієнт заповнення

$$\psi_T = F_1 / (\pi R_0^2); \quad (1)$$

Дійсний коефіцієнт заповнення

$$\psi_3 = V_M / V_K = G / \gamma [0,25 \pi (D_K^2 - d^2) L - V_L]; \quad (2)$$

Завантажувальну здатність шнека

$$W = F \cdot v_0 \cdot \xi \text{ м}^3/\text{с}; \quad (3)$$

Осьова і колова складові швидкості руху частинок, розташованих в різних точках гвинтової поверхні

$$V_o = R \cdot \omega (\sin \alpha \cdot \cos \alpha - \text{tg } \varphi \cdot \sin^2 \alpha); \quad (4)$$

$$V_c = R \cdot \omega (\sin \alpha + \text{tg } \varphi \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha); \quad (5)$$

Кут φ відхилення вектора абсолютної швидкості від вертикалі

$$R \cdot \omega^2 = \{1 / [f \cdot \sin^2 \alpha (\sin \alpha + \text{tg } \varphi \cdot \cos \alpha)^2]\} \cdot$$

$$\{f \cdot \cos \beta \cdot \cos \varepsilon (f \cdot \cos \varphi + \sin \varphi) + \sin \varepsilon \cdot \cos \beta (\cos \alpha - f \cdot \sin \beta) - \sin \beta \cdot (\sin \alpha + f \cdot \cos \alpha) / (f \cdot \cos \varphi - \sin \varphi)\}; \quad (6)$$

Частота обертання шнека в зоні критичного радіуса, що обмежує величину транспортуючої здатності

$$\omega_{\min} = (\lambda_{\min} \cdot g / R)^{0,5}; \quad (7)$$

$$\text{де } \lambda_{\min} = (\sin \alpha + f \cdot \cos \alpha) / [\sin \alpha \cdot \cos \alpha (\cos \alpha - f \cdot \sin \alpha) \cdot (\sin \alpha + \text{tg } \alpha \cdot \cos \alpha)]; \quad (8)$$

Пропускна здатність шнека змішувача

$$Q = 377 S \cdot n [0,5(R_o^2 - R_k^2) - c - \text{tg } \varphi_c \cdot R_o \cdot R_k (R_o - R_k) / (c^2 + R_o \cdot R_k)]; \quad (9)$$