

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

«Допущено до захисту»

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н. _____ Сергій ЛЕЩЕНКО

_____ 2023 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

**за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему:**

**«Механізація виробництва кормової суміші
з удосконаленням мийки-коренерізки ІКМ-5»**

Виконав здобувач вищої освіти II курсу,

групи АІ-22МЗ(1,4)

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 Агроінженерія

_____ КРОТОВ Микита Володимирович

« _____ » _____ 2023 р.

Керівник проекту

доцент, канд. техн. наук

_____ Віктор ДЕЯКУН

« _____ » _____ 2023 р.

Рецензент

д.т.н., професор ДДАЕУ

_____ АЛІСВ Ельчин Бахтияр огли

м. Кропивницький

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки
				Документація загальна		
				Заново розроблена		
A4			МВК 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка	1	
				Документація		
				по технологічній частині		
				Заново розроблена		
A1			МВК 00.001 ТЧ	Технологічна карта на		
				виробництво кормової суміші	1	
A1			МВК 00.002 ТЧ	Схема кормоцеху	1	
				Документація по		
				науковій частині		
				Заново розроблена		
A1			МВК 00.001 НЧ	Тема, мета, задачі, об'єкт		
				та предмет досліджень	1	
A1			МВК 00.002 НЧ	Огляд подрібнювачів кормів	1	
A1			МВК 00.003 НЧ	Дослідження процесів	1	
A1			МВК 00.000 С2	Мийка-коренерізка ІКМ-5	1	
A1			МВК 00.011 СБ	Шнек	1	
				Документація по деталям		
				Заново розроблена		
A2			МВК 00.101	Шків	1	
A3			МВК 00.602	Вал	1	
A3			МВК 00.102	Зірочка	1	

ЗМІСТ

Розділ	Найменування структурних одиниць і розділів	Аркуш
1	Вступ	6
2	Технологічна частина	7
	2.1. Зоотехнічні вимоги до кормів	7
	2.2. Способи підготовки кормів до згодовування	7
	2.3. Основні схеми приготування кормів.	9
	2.4. Вибір і обґрунтування технології переробки кормів і приготування вологої кормової суміші для свиней з розрахунком потокових ліній	11
	2.5. Обґрунтування структури стада і технологічних груп тварин на свинофермі..	12
	2.6. Розрахунок потреби ферми в кормах..	13
	2.7. Розрахунок потокових технологічних ліній кормоцеху для приготування кормових сумішей.	14
	2.8. Розробка технологічної карти переробки кормів і приготування кормової суміші та операційної карти подрібнення коренеплодів	20
	2.9. Висновки. Мета і задачі досліджень.	20
3	Наукова частина	22
	3.1. Напрями розвитку технічного забезпечення виробничих процесів у тваринництві.	22
	3.2. Огляд сучасних технологій подрібнення.	23
	3.3. Сучасний стан питання про машину, яка модернізується.	31
	3.4. Теоретичні та експериментальні дослідження.	38
	3.5. Наукові висновки.	43
4	Охорона праці	45
5	Економічна частина	50
6	Висновок	51
	Список використаної літератури.	52
	Додатки	53

1. ВСТУП

Економічний стан країни та добробут її населення за великим рахунком залежать від розвитку тваринницької галузі. Одне з головних завдань тваринництва – забезпечити населення харчовими продуктами, а виробництво – сировиною.

Механізація та автоматизація мають суттєвий вплив на результативність виробництва та виробництво високоякісної, конкурентоспроможної продукції тваринництва, створюють передумови для значного скорочення трудовитрат на виробництво, приготування та зберігання кормів, догляд за худобою, отримання та попередню переробку продукції та інші завдання. Підвищення рівня технічної оснащеності тваринницьких підприємств також сприяє впровадженню результатів наукових досліджень і передового досвіду, а також заходів, які суттєво підвищують продуктивність худоби та якість продукції і забезпечують високу техніко-економічну ефективність виробництва.

Комплексну механізацію вигідніше запроваджувати на спеціалізованих великих підприємствах, у яких відпрацьовані технології виробництва. У цьому випадку скорочується термін окупності інвестицій в технічне оснащення і досягається висока техніко-економічна віддача. Водночас, не менш важливо впроваджувати механізовані виробничі процеси в малі тваринницькі підприємства, в яких існує дефіцит робочої сили. Такі тваринницькі господарства в Україні з кожним роком збільшуються по кількості.

Комплексна механізація в галузі кормової суміші означає використання різних машин, обладнання та технологій для автоматизації процесу виготовлення кормів для тварин. Це може включати в себе такі етапи, як змішування різних компонентів кормової суміші, додавання необхідних добавок та вітамінів, формування кінцевого продукту та його упаковка.

Машини для комплексної механізації в цій сфері можуть бути зорієнтовані на точне дозування складових, змішування належних пропорцій і автоматичне управління процесом виробництва. Це дозволяє забезпечити стабільну якість кінцевого продукту та оптимізувати час та витрати на виробництво кормів.

Розробка магістерської роботи, присвяченої механізації приготування

комбикормів шляхом модернізації мийки-коренерізки ІКМ-5, спрямована на вирішення цих питань.

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Зоотехнічні вимоги до кормів

Зоотехнічні вимоги до кормів перед згодовуванням визначаються потребами конкретного виду тварин у поживних кормах для забезпечення їхнього оптимального здоров'я і продуктивності. Основні етапи підготовки кормів включають:

1. Вибір сировини: Обрана сировина повинна відповідати харчовим потребам тварини, бути високоякісною та безпечною.

2. Підготовка сировини: Це включає подрібнення, змішування та обробку сировини для поліпшення доступності поживних речовин.

3. Додавання добавок і вітамінів: Зазвичай деякі корми потребують додаткових вітамінів або добавок, які додаються під час підготовки корму.

4. Змішування: Різні складові кормової суміші змішуються для досягнення балансу поживних речовин у кінцевому продукті.

5. Формування кінцевого продукту і упакування: Після підготовки суміші корм у формі гранул, пелет або зерен упаковується для подальшого зберігання та згодовування.

Типи підготовки кормів можуть різнитися в залежності від типу та потреб тварин. Наприклад, для переробки сільськогосподарських культур у корми можуть використовуватися різні технології: молоткові млини, гранулятори, преси для виготовлення пелет і т.д.

Важливо враховувати вимоги до якості кормів, їхню збереженість та здатність забезпечувати оптимальне харчування тварин.

2.2. Способи підготовки кормів до згодовування

У процесі виготовлення кормів може бути задіяна ціла низка технічних засобів різної природи та призначення (рис. 2.1). Ефективність застосування конкретних технічних засобів у процесі кормоприготування може проявлятися по-різному і мати на меті як окремі частини, так і комплекс у цілому.

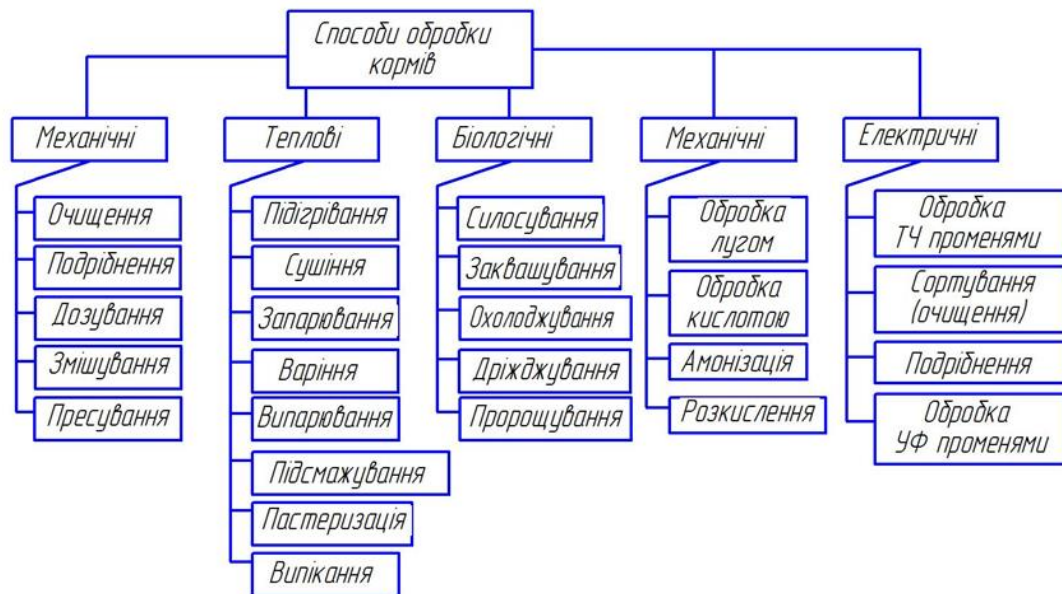


Рис. 2.1. Класифікація способів обробки кормової сировини у процесі її підготовки до згодовування

Крім традиційного використання соковитих кормів, грубих кормів і концентратів, останніми роками значного поширення набули сіно-концентрати, виробництво вітамінного борошна, брикетування і гранулювання кормів.

Спостерігається тенденція до інтенсифікації тваринництва і переходу від раціонів з великою кількістю компонентів до монокормів із необхідними добавками. Технології приготування монокормів такі: скошування в період бутонізації, тобто, коли трава починає цвісти, а молочні зерна дозрівати, тобто, коли поживна цінність найвища. Потім їх сушать у сушильному обладнанні, подрібнюють на борошно або полову, збагачують білками, мінералами та біологічно активними добавками і гранулюють або брикетують.

Переваги переходу від раціонів багатокомпонентних до ущільнених монокормів наступні:

- можливість суміщення кормовиробництва і підготовки кормів до годівлі тваринам в одному процесі, при цьому заготівля кормів здійснюється у попередньо обумовлені оптимальні строки і попри погодні умови;
- забезпечення значного отримання поживних речовин з одиниці площі посівів і зниження їхніх втрат під час зберігання;
- спрощення всіх процесів і операцій механізованого та автоматизованого приготування кормів, їх роздачі та зберігання від поля до годівниці;

– немає потреби і різнотипних сховищах та технічних засобах.

Таким чином, можливі два підходи до процесу підготовки кормів. Перший – коли правильна підготовка необхідна для забезпечення можливості використання конкретної сировини як корму, інакше кажучи, перетворити потенційний корм на реальний. Другий – коли підготовка технічно й економічно доцільна, сприяє раціональнішому й ефективнішому використанню кормів і передбачає підвищення виробництва продукції тваринництва за тієї самої кількості кормів. З огляду на масштаби розвитку тваринництва і той факт, що витрати на корми становлять понад 40-45% від загальних виробничих витрат у сучасному тваринництві (молочне виробництво) та 70-80% у промислових комплексах (таких як свинарство та птахівництво), обидва ці критерії (розширення кормових ресурсів та підвищення ефективності) є дуже важливими і завжди актуальними.

2.3. Основні схеми приготування кормів

Вибір технології приготування корму визначається доступними кормовими інгредієнтами та їхньою якістю, видом і віком поголів'я, а також можливим (заданим) типом годівлі. Технологія приготування кормів – це структура і послідовність методів і засобів обробки кормових інгредієнтів, метою яких є отримання готового до згодовування корму (рис. 2.2).

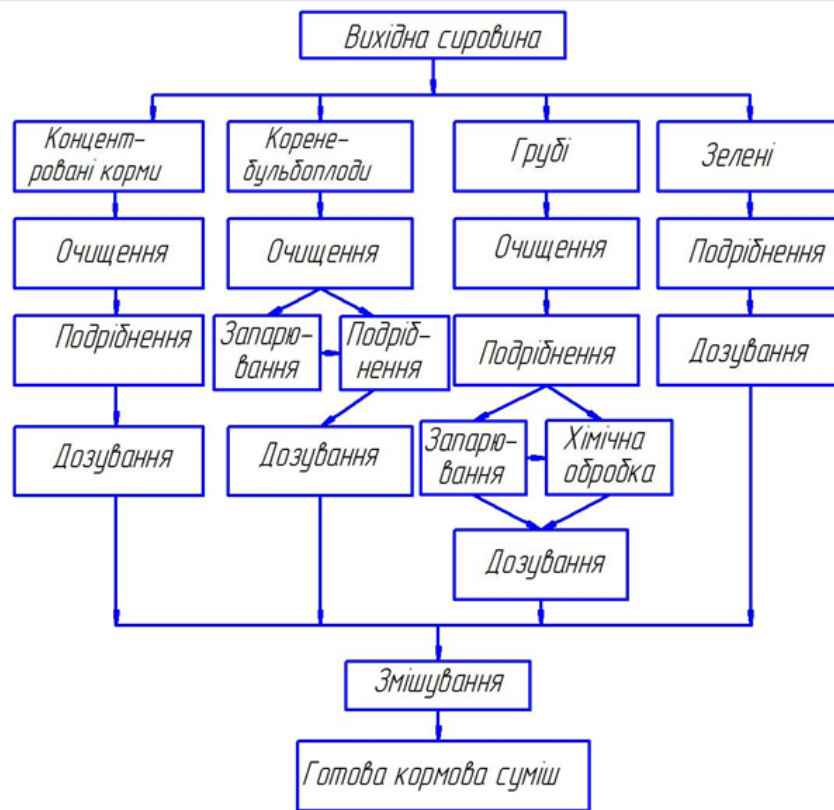


Рис. 2.2. Найпоширеніші технологічні схеми підготовки до згодовування кормових компонентів і приготування сумішок

За роки роботи було визначено розумні технічні заходи для певних видів кормів. Деякі з них необхідні для більшості видів кормів. До них належать очищення та подрібнення. Дозування і змішування, термічна і хімічна обробка та інші операції також рекомендуються для втілення найбільш результативних технологій по відгодівлі тварин (так звані, змішані раціони).

Процес приготування кормів включає технічні операції, спрямовані на надання нових властивостей сировині, що переробляється. Машина, за допомогою яких виконуються такі операції, називають технологічним обладнанням. Окрім нього, в процесі приготування кормів також використовується допоміжне обладнання для транспортування і перевантаження об'єктів, що переробляються, від машини до машини. Це забезпечує безперервність процесу приготування кормів і його потоковість і виключає ручну роботу.

2.4. Вибір і обґрунтування технології переробки кормів і приготування вологої кормової суміші для свиней з розрахунком потокових ліній

Відповідно до періодів і стадій біологічного розвитку та виробничої

діяльності свиней, а також, відповідно до спеціалізації виробництва свинини, розроблено технологічну схему виробництва свинини (рис. 2.3).

Відповідно до розробленої технологічної схеми виробництва свинини, господарство реалізує молодняк свиней на м'ясо, свиноматок та кнурів-плідників на м'ясо та компост, а також розводить такі технологічні групи тварин: племінні свині, холості та легкосупоросні свиноматки, глибокосупоросні та підсисні свиноматки, поросята-сисуни, свиноматки, відлучені поросята та молодняк на відгодівлі.

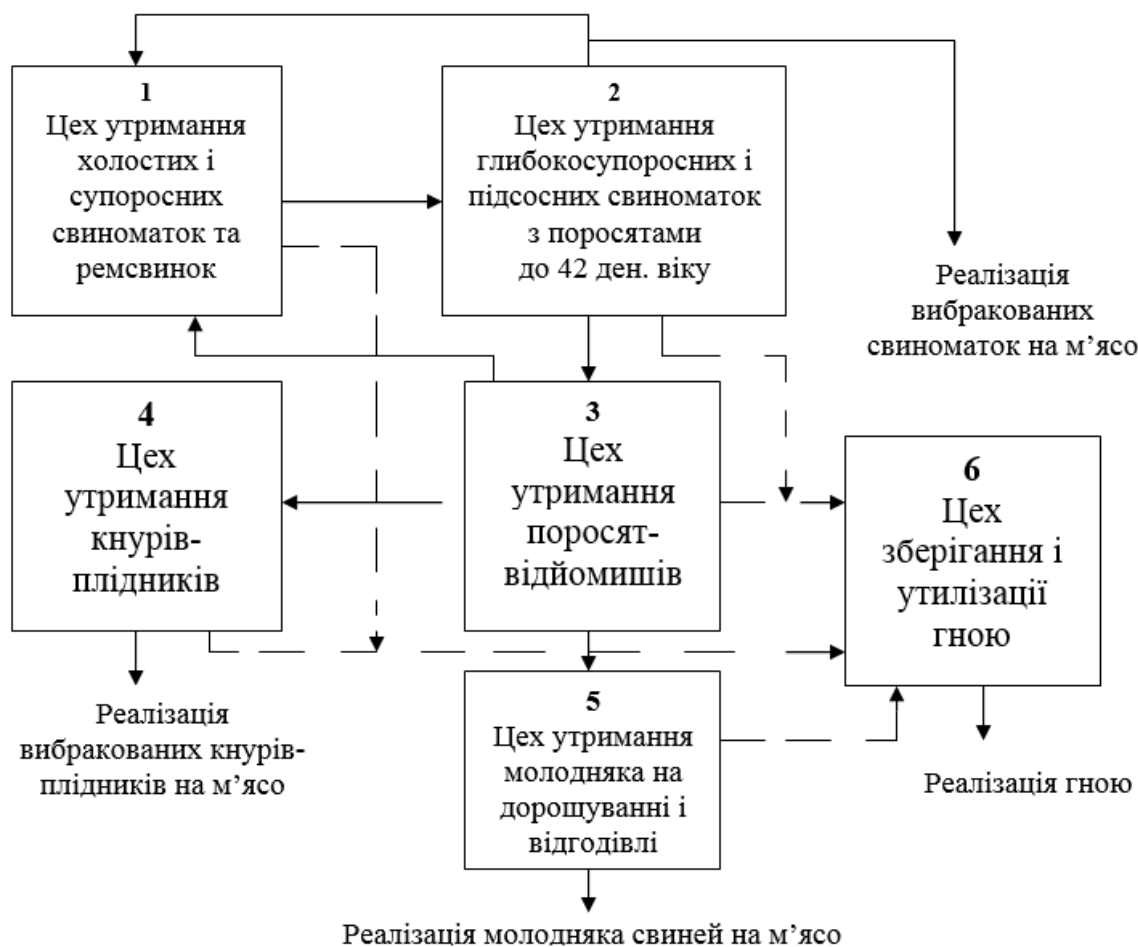
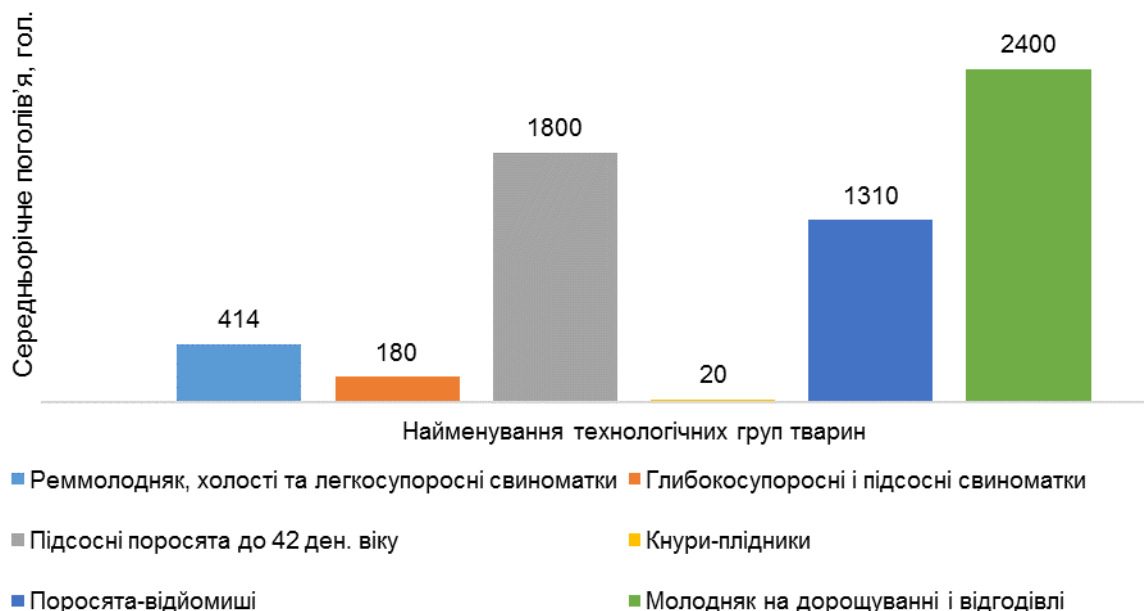


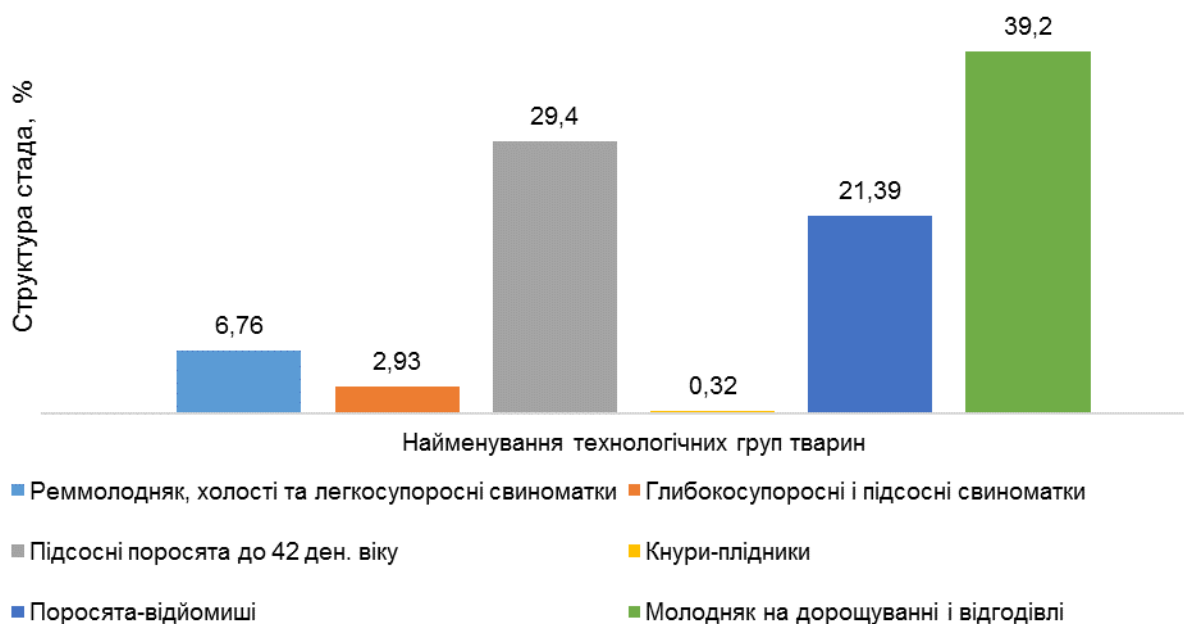
Рис. 2.3. Технологічна схема виробництва м'яса свинини на фермі.

2.5. Обґрунтування структури стада і технологічних груп тварин на свинофермі

Структура стада та поголів'я тварин за технологічними групами на фермі (рис. 2.4 а, б) складена за технологічними схемами виробництва м'яса свинини, враховуючи організаційні режими роботи, рівень спеціалізації та потужністю ферми.



а)



б)

Рис. 2.4. Структура стада свиноферми а) та поголів'я тварин б)
(всього 6124 гол./рік)

2.6. Розрахунок потреби ферми в кормах

Ефективність виробничої лінії кормоцеху визначалася на основі добової потреби в кормах, кількості тварин та використаних кормів для виявлення показників технології переробки кормів, технології приготування вологих комбікормів та стилю управління організацією.

Щодобові раціони для різних технологічних груп тварин на свинофермі визначаємо за довідником і зводимо в таблицю, наведену в дод. А.

Визначаємо загальні щодобові витрати кормів

$$Q_{i, \text{доб.}} = \sum_{i=1}^n q_i m_j, \quad (2.1)$$

де q_i – добове споживання i -го виду корму на 1-ну тварину в j -й групі

m_j – кількість тварин j -й групи.

Розрахунки добових витрат кормів зводимо в таблицю додатка Б.

Розробляємо технологічну схему приготування кормів у кормоцеху свиноферми з урахуванням фізичного стану кормів, зоотехнічних вимог до їх згодовування, наявної кількості кормів, доцільності використання різних способів переробки кожного з кормів і приготування вологої кормової суміші (рис. 2.5).

Цукровий буряк і морква	Комбісилос
- завантажування	- дозування
- дозування	- подрібнення
- миття	- дозування
- подрібнення	- змішування
- теплова обробка	- вивантажування
- вивантажування	
Трав'яне і сінне борошно	Концкорми
- дозування	- завантажування
- подрібнення	- дозування
- дозування	- змішування
- змішування	- вивантажування
- вивантажування	

Рис. 2.5 Технологічна схема приготування кормів

За попередньо розробленими технологічними схемами приготування кормів обираєм такі **потоківі технологічні лінії** для кормоцеху (рис. 2.6).

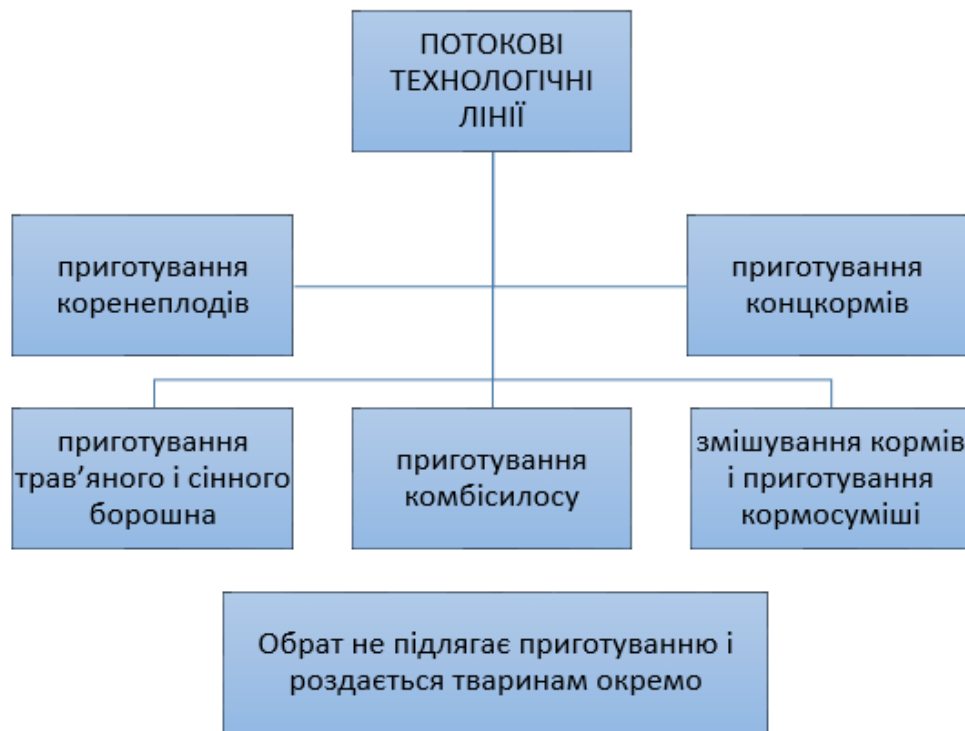


Рис. 2.6.Потокові технологічні лінії кормоцеху

Засоби механізації та автоматизації виконання технологічних процесів для приготування вологої кормосуміші для свиней на фермі наведені в дод. В пояснювальній записки

2.7. Розрахунок поточкових технологічних ліній кормоцеху для приготування кормових сумішей

Потокова технологічна лінія по приготуванню коренеплодів.

Розрахункова продуктивність:

$$Q_{p.k.} = \frac{G_{кор.}}{t \cdot n \cdot \eta}, \text{ т/год.}, \quad (2.2)$$

де $G_{кор.}$ – щодобова потреба в коренеплодах, т;

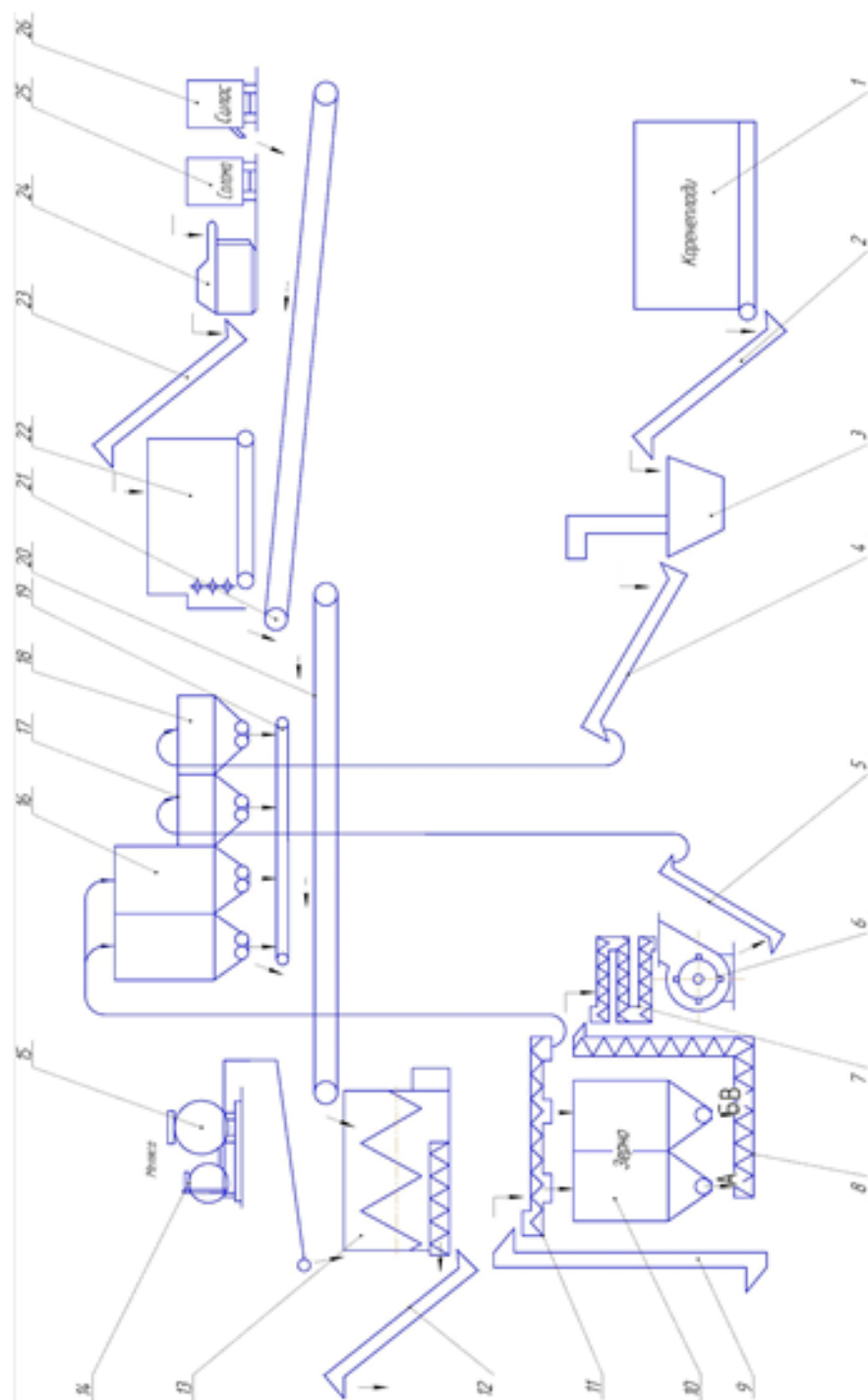


Рис. 2.7. Технологічна схема кормоцеху: 1 – транспортне сховище; 2, 4, 5 і 12 – транспортери; 3 – мийка-подрібнювач ИКМ-5; 6 – дробарка-молоткова КДУ-2; 7 – обладнання для волого-теплової обробки зерна; 8, 11 – шнекові транспортери; 9 – норія; 10 – бункери для зерна; 13 – змішувач-запарник СКО-Ф-6-01; 14 – змішувач СМ-1,7; 15 – резервуар для меляси; 16 – бункери-дозатори для комбікорму; 17 – бункери-дозатори для фуражу; 18 – бункер-дозатор подрібнених коренеплодів; 19, 20, 21, 23 – стрічкові транспортери; 22 – нагромаджувач-живильник подрібнених грубих кормів; 24 – подрібнювач «Волгарь-5»

t – час зміни, год.;

n – число робочих змін за добу;

η – числове значення коефіцієнту використання часу зміни

$$Q_{p.k.} = \frac{7,3}{7 \cdot 1 \cdot 0,85} = 1,23 \text{ т/год.}$$

Розрахунок кількості завантажувальних скребкових транспортерів.

Для завантажування коренеплодів в мийку-коренерізку приймаємо транспортер скребковий ТК-5Б, який має продуктивність 1,8 кг/с з потужністю усіх електродвигунів 3,0 кВт.

$$n = \frac{1,23}{6,48} = 0,2$$

у кількості – 1.

Визначаємо необхідну кількість мийок-коренерізок. Приймаємо мийку-коренерізку ІКМ-5 з технічною характеристикою:

1. Продуктивність, кг/с	1,5...1,9
2. Витрати води на миття, л/т	200
3. Кількість електродвигунів, шт.	3
4. Потужність електродвигунів, кВт	10,5
5. Габаритні розміри, мм	2200×1360×2860
6. Маса, кг	960

Потреба в мийках-коренерізках ІКМ-5

$$n = \frac{1,23}{5,4} = 0,23$$

Приймаємо одну ІКМ-5.

Щоб подати подрібнені коренеплоди та інші компоненти в запарник-змішувач С-12 обираєм 1 шнек завантажувальний збірний ШЗС-40М, який має продуктивність 40 м³/год та встановлену потужність двигунів 2,2 кВт.

Технологічна лінія приготування комбісилосу.

Розрахункова погодинна продуктивність

$$Q_{p.ком.} = \frac{G_{доб.}}{t \cdot n \cdot \eta}, \text{ т/год.}, \quad (2.3)$$

$$Q_{p.ком.} = \frac{2,473}{7 \cdot 1 \cdot 0,85} = 0,42 \text{ т/год.}$$

Приймаємо 1 навантажувач ПЕ-0,8Б, який має продуктивність 30 кг/с. для завантаження коренеплодів з бурта.

Щоб транспортувати коренеплоди обираємо один причіп тракторний 2ПТС-4М, який має вантажопідйомність 4 тони.

Для кришення комбісилосу обираємо подрібнювач «Волгарь-5».

Потреба у подрібнювачах «Волгарь-5»:

$$h = \frac{0,42}{5,76} = 0,073.$$

Приймаємо 1 подрібнювач «Волгарь-5».

Щоб перемістити кришеного комбісилоса на шнек збірний завантажувальний ШЗС-40М приймаємо 1 транспортер скребковий ТС-40С, який має продуктивність 40 м³/год.

Технологічна лінія приготування трав'яного та сінного борошна.

Розрахункова годинна продуктивність ПТЛ приготування трав'яного та сінного борошна

$$Q_{p.тр.} = \frac{G_{доб.}}{t \cdot n \cdot \eta}, \text{ т/год.}, \quad (2.4)$$

$$Q_{p.тр.} = \frac{1,302}{7 \cdot 1 \cdot 0,85} = 0,22 \text{ т/год.}$$

Щоб подрібнювати сінне борошно. обираємо 1 дробарку КДУ-2, яка має продуктивність до 0,2 кг/с, щоб транспортувати трав'яне і сінне борошно обираємо 1 живильник борошна ТС-40С, який має продуктивність 40 м³/год.

Технологічна лінія приготування концентрованих кормів

Розрахункова годинна продуктивність ПТЛ приготування
концентрованих кормів

$$Q_{p.кон.} = \frac{G_{доб.}}{t \cdot n \cdot \eta}, \text{ т/год.}, \quad (2.5)$$

$$Q_{p.кон.} = \frac{10,133}{7 \cdot 1 \cdot 0,85} = 1,7 \text{ т/год.}$$

Щоб завантажувати і транспортувати концентровані корми обираємо по одному завантажувачу сухих кормів ЗСК-10 який має продуктивність 9,72 т/год і бункер місткістю 8 м³.

Накопувати концентровані корми будемо у заглибленому бетонованому приймальному бункері на 15 м³.

Щоб дозувати концентровані корми на шнековому збірному транспортері ШЗС-40М , обираємо 1 транспортер-живильник ПК-6, який має продуктивність 7,9...10 т/год.

Технологічна лінія поєднання кормів та приготування кормової суміші

Годинна розрахункова продуктивність ПТЛ змішування кормів з одночасним запарюванням коренеплодів

$$Q_{p.зм.} = \frac{G_{доб.}}{t \cdot n \cdot \eta}, \text{ т/год.}, \quad (2.6)$$

$$Q_{p.зм.} = \frac{21,21}{7 \cdot 1 \cdot 0,85} = 3,565 \text{ т/год.}$$

Щоб запарювати коренеплоди, змішувати корми та готувати вологі кормові суміші, використовуємо запарник-змішувач С-12

Потреба у запарниках-змішувачах С-12

$$n = \frac{Q_{p.доб.}}{Q_n}, \quad (2.7)$$

$$n = \frac{3,565}{4,68} = 0,76.$$

Обираємо 1 запарник-змішувач С-12.

Потреба запарників-змішувачів для запарювання коренебульбоплодів.

Час циклу запарювання

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{зав.}} + t_{\text{зап.}}, \quad (2.8)$$

$$t_{\text{ц}} = 0,14 + 0,6 = 0,74 \text{ год.}$$

Продуктивність запарника-змішувача при запарюванні коренебульбоплодів

$$W_{\text{р.год.}} = \frac{G_{\text{роз.}}}{t_{\text{ц}}}, \quad (2.9)$$

$$W_{\text{р.год.}} = \frac{0,7}{0,74} = 0,95 \text{ т/год.}$$

Потреба запарників-змішувачів для запарювання коренебульбоплодів

$$n = \frac{Q_{\text{доб.}}}{W_{\text{р.год.}} \cdot t}, \quad (2.10)$$

$$n = \frac{7,301}{0,95 \cdot 7} = 1,1.$$

Обираємо 1 запарник-змішувач С-12.

Щоб вивантажити кормову суміш, обираємо 1 шнек вивантажувальний ШВС-40М, який має продуктивність 40 м³/год. Щоб завантажити кормову суміш у кормороздавачі, обираємо транспортер скребковий ТС-40М який має продуктивність 40 м³/год.

2.8. Розробка технологічної карти переробки кормів і приготування кормової суміші та операційної карти подрібнення коренеплодів.

За проведеними розрахунками потокових технологічних ліній кормоцеха і обраними засобами комплексно-автоматизованої механізації

технологічних процесів розробляємо технологічну карту виробництва кормової суміші на свинофермі і визначаємо затрати праці.

На основі розрахунків потокових технологічних ліній цеху по виробництву вологої кормової суміші і обраними заходами комплексної механізації і автоматизації технологічних операцій

Технологічна карта виробництва та переробки кормів на свинокомплексах на основі розрахунків потоків комбікормового заводу та технології комплексно-автоматизованої механізації для розрахунку затрат праці представлена в графічній частині проекту та у дод. Г

Використовуючи розроблену технологічну карту та проведені розрахунки розробляємо операційну карту на запарювання коренеплодів (дод. Д).

Використовуючи попередні технологічні розрахунки, складаємо таблицю необхідних машин та обладнання для технічного забезпечення кормоцеху, який переробляє корми і готує кормові суміші на свинофермі (дод. Е).

2.9. Висновки. Мета і задачі досліджень.

У технологічній частині кваліфікаційної роботи описано зоотехнічні вимоги до годівлі та способи приготування кормів. Представлено технологічну схему кормоцеху, визначено послідовність і призначення технічних робіт та час на їх виконання.

Визначено ефективність обраного обладнання для забезпечення рентабельності виробництва свинини та його кількості для використання в кормоцеху господарства.

Обравши засоби комплексно-автоматизованої механізації технологічних процесів і провівши розрахунки їх потреби нами розроблено технологічну карту на виробництво кормової суміші,

На основі автоматизації комплексу засобів механізації та технологічних процесів і розрахунку їх необхідності була підготовлена технічна карта виробництва кормової суміші, а також:

- проведено огляд існуючих технологій, способів і засобів механізації тварин;
- приведені стандартні вимоги (технологічні, зоотехнічні) до якості

переробки кормів і приготування кормових сумішей;

- визначена потреба у кормах, розроблено потокові технологічні лінії з послідовністю виконання технологічних процесів;

- розраховано потребу в технічних засобах і комплект машин для кормоцеху.

Виходячи із вищезначеного, формулюємо наступне;

Мета дослідження: Підвищення ефективності використання кормових сумішей за рахунок оптимізації процесу їх приготування.

Задачі: Провести дослідження процесу миття та подрібнення коренеплодів.

Об'єкт дослідження: Процес транспортування та подрібнення коренеплодів робочими органами мийки-коренерізки.

Предмет: Конструктивні та технологічні параметри шнека мийки-коренерізки та різального апарата.

3. НАУКОВА ЧАСТИНА

3.1. Напрямки розвитку технічного забезпечення виробничих процесів у тваринництві

Технічне забезпечення виробничих процесів у тваринництві розвивається відповідно до сучасних тенденцій у сільському господарстві та технологій. Деякі напрями розвитку технічного оснащення в тваринництві включають:

Використання сучасних технологій для автоматизації процесів годівлі, ветеринарного обслуговування та моніторингу стану тварин.

Впровадження сенсорів та ІТ-рішень для відстеження показників здоров'я, виробничої продуктивності та умов утримання тварин.

Впровадження автоматизованих систем годівлі та регулювання раціонів для забезпечення оптимального харчування тварин.

Використання систем моніторингу для контролю ваги, витрати кормів та визначення найкращих умов для збільшення продуктивності.

Використання RFID-технологій та інших систем електронної ідентифікації для відстеження руху та здоров'я тварин.

Застосування електронних міток для ефективного управління стадом та ветеринарного обслуговування.

Впровадження енергоефективних систем освітлення, опалення та вентиляції в тваринниках.

Використання відновлюваних джерел енергії, таких як сонячні панелі та вітрогенератори, для зменшення енергозалежності ферм.

Розвиток технологій переробки тваринницьких відходів для зменшення негативного впливу на довкілля та отримання біогазу чи органічних добрив.

Використання біотехнологій для оптимізації утилізації та використання відходів у виробництві.

Використання геопросторових технологій для оптимізації розташування ферм та контролю виробничих процесів на різних етапах вирощування тварин.

Впровадження систем машинного доїння, аналізу якості молока та систем обробки молока.

Використання сучасних систем обробки м'яса та його упаковки для забезпечення якості продукції.

Застосування сучасних методів генетичної інженерії для вдосконалення продуктивності та стійкості тварин до хвороб.

Використання селекційних програм для покращення якості м'яса, молока та інших тваринницьких продуктів.

Ці напрями розвитку враховують важливі аспекти якості продукції, збільшення продуктивності та ефективності управління та обслуговуванням тваринницьких ферм.

3.2. Огляд сучасних технологій подрібнення

Технології подрібнення використовуються в різних галузях промисловості для роздрібнення матеріалів, таких як продукти харчування, деревина, полімери, метали, аграрні сировини та інші. Нижче наведено короткий огляд деяких сучасних технологій подрібнення:

1. Молоткові млини:

Принцип роботи: Зернові подрібнювальні машини, де матеріал ударяється молотками чи ковзається через решітку.

Застосування: Подрібнення зерна, деревини, пластмас, харчових продуктів тощо.

2. Валкові млини:

Принцип роботи: Матеріал подається між парою великих валків, які стискають його до потрібного розміру.

Застосування: Подрібнення зернових культур, волокон, полімерів тощо.

3. Дискові млини:

Принцип роботи: Використовуються обертові диски чи дискові ножі для роздрібнення матеріалу.

Застосування: Подрібнення паперу, картону, полімерів, харчових продуктів тощо.

4. Млини для різання та гранулювання:

Принцип роботи: Використовуються ножі чи різальні елементи для подрібнення та формування гранул.

Застосування: Гранулювання пластмас, гуми, деревини, харчових продуктів тощо.

5. Шредери (розшарювачі):

Принцип роботи: Роздрібнення матеріалу за допомогою обертових лез, які розгортають його на смуги.

Застосування: Роздрібнення паперу, картону, металу, пластмас, відходів тощо.

6. Мульчери:

Принцип роботи: Використовуються для подрібнення та розмелювання рослинних відходів та гілок.

Застосування: Обробка сільськогосподарських відходів, формування мульчі.

7. Ультразвукові розмелювачі:

Принцип роботи: Використовують ультразвукові хвилі для роздрібнення матеріалу.

Застосування: Лабораторні дослідження, розмелювання наноматеріалів.

8. Кульові млини:

Принцип роботи: Матеріал роздрібнюється у великому барабані за допомогою кульок чи інших шарових елементів.

Застосування: Подрібнення мінералів, руд, косметичних порошків тощо.

9. Диспергатори:

Принцип роботи: Використовуються для роздрібнення твердих частинок у рідкості чи розчині.

Застосування: Виробництво фарб, лаків, косметичних продуктів тощо.

Розвиток технологій подрібнення спрямований на покращення продуктивності, ефективності та якості оброблюваних матеріалів.

Застосування інноваційних матеріалів, алгоритмів управління та використання новітніх технологій дозволяє досягати оптимальних результатів в різних галузях промисловості.

Подрібнення – це розбивання твердого тіла на фрагменти, коли на нього діє зовнішня сила, яка перевищує силу молекулярного зчеплення частинок

об'єкта. Результат розбиття твердого тіла на шматки іноді називають дробленням, подрібненням, різанням або розтиранням. Термін «дроблення» використовується в гірничодобувній промисловості для опису попереднього грубого дроблення матеріалів, а в сільському господарстві він часто асоціюється з результатами роботи молоткових дробарок, які виробляють велику кількість крупних частинок у готовому продукті. Визначення «різання» відноситься до поділу стебел, коренів і бульб за допомогою різноманітних лезових робочих органів.

Для різання коренебульбоплодів використовують машини з різним призначенням, принципами різання та конструктивними особливостями. Залежно від призначення розрізняють спеціалізовані машини (машини для переробки тільки коренебульбоплодів і подібних кормів), універсальні машини (які здатні переробляти різні за видом корми) і комбіновані машини (де подрібнення поєднується з іншими процесами, наприклад, змішуванням).

Спеціалізовані подрібнювачі забезпечують якіснішу переробку та енергоємність, ніж універсальні та комбіновані механізми. Це можна пояснити тим, що спеціалізовані подрібнювачі краще відповідають характеристикам і вимогам до подрібнення коренебульбоплодів.

Залежно від конструкції робочого органу і характеру його взаємодії з матеріалом, що переробляється, машини цієї групи включають:

- подрібнювачі з ножами: ріжуть і переробляють коренеплоди (нарізка коренеплодів);
- луцильні або терткові машини, які зчищають стружку (терки для коренеплодів);
- молоткові або штифтові машини, які розбивають коренеплоди на менші шматочки;
- комбіновані типи: гвинтові ножі – де подрібнення є результатом комбінації руйнівних факторів – дроблення і різання, різання і подрібнення, пастоприготувачі – різання з перетиранням.

Найкраща якість продукту (менше виділення соку і утворення м'якоті) при меншому споживанні енергії досягається за допомогою коренеподрібнювачів або коренерізок. Їм дещо поступаються коренетерки.

Ці переваги окреслили спеціалізацію машин і призвели до найбільш широкого використання коренеподрібнювачів, особливо для подрібнення коренеплодів, бульбоплодів, баштанних та інших кормів. Коренеподрібнювачі також характеризуються простою конструкцією, високою швидкістю і високою продуктивністю. Існує широкий спектр можливостей регулювання розміру продукту (наприклад, величина виступу леза ножа відносно поверхні опори, швидкість обертання робочих органів і т.д.). При використанні для тієї ж мети повторного подрібнення (рекатерів) з'являються фактори подрібнення, утворюються м'якоть, виділяється сік, збільшується енергоємність процесу.

Використання коренетерок порівняно з коренерізками ускладнюється важчим станом сировини зокрема наявністю гички, бадилля та інших домішок.

Пастоподрібнювачі, молоткові та штифтові подрібнювач – універсальні машини, але вони значно поступають спеціальним машинам за якістю та енергоспоживанням – дискового (з горизонтальним та вертикальним валом), барабанного та циліндричного (відцентрового) типу (рис. 3.1).

Ефективність технологічного процесу цих машин залежить, насамперед, від коефіцієнта використання ножа K_n . З огляду на це, коренерізки можна класифікувати наступним чином:

- коли $K_n = 0,7-0$ – горизонтально-дискові;
- $K_n = 0,3-0,4$ – вертикально-дискові, відцентрові;
- $K_n = 0,1-0,15$ – барабанні.

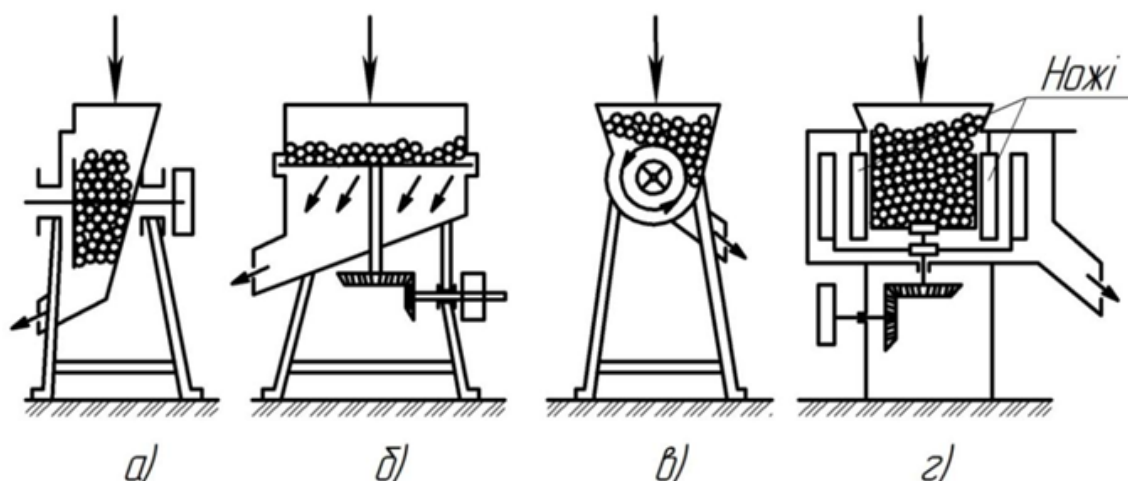


Рис. 3.1. Типи коренерізок: а – вертикально-дискова; б – горизонтально-дискова; в – барабанна; г – відцентрова (циліндрична).

Через те, що другі критерії та вимоги до цього типу коренерізок знаходяться майже на одному рівні, і існує перевага за величиною коефіцієнта використання ножа, то горизонтально-дисковий тип та відцентровий тип є перспективними для використання ножа.

Слід зазначити, що горизонтальний дисковий тип широко використовується на тваринницьких фермах в агропромисловому комплексі завдяки своїй простій конструкції та зручності використання. Відцентрові коренерізки, з іншого боку, можуть досягати дуже високої продуктивності завдяки великій кількості ножів в подрібнювальній камері і широко використовуються в переробній промисловості, особливо на цукрових заводах та великих кормоцехах.

Характер напружень, у разі переміщення під дією механічних сил, що виникають в оброблюваному матеріалі, залежить від типу і сили навантаження, яке прикладається до матеріалу, щоб викликати напруження. Обидва ці фактори визначаються геометричною формою і розмірами тіла, що передає навантаження на матеріал, його положенням відносно матеріалу і швидкістю переміщення. На практиці таке тіло називають інструментом, робочим органом або виконавчим органом; у випадку подрібнення – робочим органом.

Залежно від взаємодії робочого органу з оброблюваним матеріалом можна виділити наступні основні методи подрібнення: різання, розбивання, розмелювання, дроблення, роздавлювання. Їх загальна природа не залежить від властивостей робочого матеріалу. Однак, останній може по-різному реагувати на силову дію.

Проведемо аналіз основних закономірностей кожного методу та визначимо найбільш раціональний спосіб його використання.

Роздавлювання. Коли діє нормальна статична сила N , матеріал піддається стисненню двосторонньому. У матеріалі виникають внутрішні стискаючі напруження (у напрямку дії сили) і розтягуючі напруження (перпендикулярно до перших). При перевищенні внутрішніми напруженнями межі міцності матеріалу, він, зазвичай, буд деформуватися по всьому об'єму і

руйнуватися. Ламкі матеріали кришаться і перетворюються на окремі частинки, тоді як пластичні матеріали сплющуються і, здається, розтікаються в сторони (рис. 3.2, а).

Перетирання. Під дією відносно невеликих нормальних сил оброблюваний матеріал притискається до робочих поверхонь або затискається між ними, а потім дотичні сили T розривають його, викликаючи зміщення одних частинок матеріалу відносно інших частинок. У більшості випадків перетирання матеріал також зазнає об'ємної деформації (рис. 3.2, б).

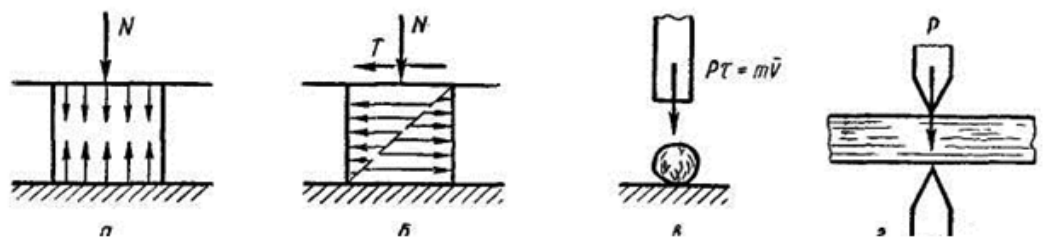


Рис. 3.2. Основні способи подрібнення

а – роздавлення; б – перетирання; в – розбивання; г – різання

Розбивання матеріалу виникає в результаті дії динамічного навантаження за дуже короткий період часу.

Розрізняють концентровані удари, коли сила діє на обмежену площу поверхні оброблюваного матеріалу (розмір ударного інструменту значно менший за розмір зруйнованої частини), і розподілені удари, коли матеріал деформується повністю або у великих об'ємах. Перший випадок – руйнування матеріалу відбувається в місці або на поверхні локалізації, навантаження або концентрації напружень в результаті фрагментації на частинки або розриву. Другий – випадок розподілених ударів – явище схоже на процес руйнування, але прискорене у кілька разів (рис. 3.2, в).

При *різанні* (рис. 3.2, г) матеріал, що обробляється, зазнає локальної деформації в результаті дії сил, що передаються кромкою леза (вершиною двогранного кута). Завдяки цій характеристиці різання є найбільш енергоефективним методом подрібнення, особливо при переробці еластичних і пластичних матеріалів.

Інші імовірні методи дроблення, засновані на принципі дії механічних сил на матеріал, що переробляється, є варіаціями основних методів або їх

комбінацією. Наприклад, клинове розколювання є різновидом різання, розколювання стисненням – роздавлювання, розламування – дроблення на нетвердій основі, а розпилювання – різання, яке включає перетирання.

Отже, незалежно від способу дії сил, пряме руйнування відбувається тоді, коли розтягуючі та дотичні напруження будуть більші за місцеву міцність матеріалу. Дотичні напруження при цьому розривають внутрішні зв'язки матеріалу шляхом зсуву, а розтягучі призводять до розриву зв'язків.

Однак, жоден з описаних вище методів шліфування не призводить до прямого напруження оброблюваного матеріалу. Під час шліфування розтягуючі напруження в матеріалі часто виникають більш складним чином, ніж звичайні (стискаючі) і дотичні сили.

Цілком природно, що чим складнішим буде механізм перетворення прикладених сил в прямі розтягуючі напруження в оброблюваному матеріалі, тим менше енергоефективним буде використовуваний прийнятий метод подрібнення.

Відомо, що міцність матеріалів залежить від величини напруги і від її характеру.

Різні методи прикладання сили (подрібнення) до одного і того ж матеріалу також призводять до різної форми частинок і розподілу продукту за розмірами. До прикладу, дуже тонке подрібнення (до порошкоподібного стану) легко досягається розтиранням, тоді як трохи складніше подрібнення досягається роздавлюванням або роздавлюванням з підтримкою. Удар зі різанням і вільний удар дозволяють досягти відносно грубого подрібнення з незначним утворенням пилу або взагалі без нього. Крім того, подрібнення з високошвидкісним ударом може забезпечити більш рівномірний склад фракцій продукту, чим удар з повільним або статичним дробленням.

Зоотехнічні вимоги та підготовка кормів до згодовування грають важливу роль в досягненні оптимальної продуктивності на фермі.

Зоотехнічні вимоги до кормів

Забезпечення всіма необхідними поживними речовинами, вітамінами та мінералами для вдоволення потреб тварин у різних фазах їхнього життя (ріст, лактація, вагітність, тощо).

Використання кормів, які сприяють ефективній роботі шлунково-кишкового тракту тварин, підвищенню перетравлення та утилізації поживних речовин.

Забезпечення постійного доступу тварин до чистої та свіжої води, оскільки вода є важливою складовою всіх життєвих процесів.

Складання раціонів, враховуючи фізіологічні особливості та породні характеристики конкретних видів тварин.

Раціони повинні бути належно збалансованими щодо вмісту енергії, враховуючи потреби тварин в залежності від їхнього фізіологічного стану.

Урахування умов утримання та кліматичних факторів при складанні раціонів для забезпечення адаптації тварин до навколишнього середовища.

Способи підготовки кормів.

Силосування. Збереження фуражу в стані силосу шляхом його стиснення та ущільнення для подальшого використання в періоди недостатку свіжого корму.

Сушіння. Підготовка сіна або сінажу за допомогою сушарок для забезпечення збереження та збільшення тривалості зберігання.

Гранулювання. Процес переробки сировини в гранули для полегшення транспортування, зберігання та підвищення смакових якостей корму.

Подрібнення. Роздрібнення грубих кормів, таких як сіно чи солома, для покращення їхньої доступності та перетравлення.

Обробка теплом. Застосування теплової обробки для підвищення поживної цінності кормів, зниження ризику зараження шкідливими мікроорганізмами.

Додатки та добавки. Додавання домішок та добавок для підвищення поживної цінності кормів та компенсації дефіциту певних речовин.

Сегрегація кормів. Розділення кормів за видами та якістю для точного врахування їх впливу на продуктивність тварин.

Механізовані процеси. Використання сучасних машин та обладнання для автоматизації та полегшення процесів приготування та роздачі кормів.

Забезпечення правильного харчування тварин є ключовим фактором у досягненні високої продуктивності та збереженні здоров'я тваринного стада. Правильна підготовка кормів грає важливу роль у виконанні цього завдання.

3.3. Сучасний стан питання про машину, яка модернізується.

Сучасні машини та технічні засоби для подрібнення кормів спрямовані на поєднання високої продуктивності з ефективністю та врахуванням екологічних та енергетичних аспектів. Інновації в цій галузі допомагають фермерам ефективно вирощувати та обробляти корми для свого тваринного стада.

Забезпечується це наступними тенденціями та характеристиками, які визначають сучасний стан цієї галузі:

1. Різноманітність технологій:

Роторні молоткові млини, дискові млини, валкові млини, млини для гранулювання та інші технології.

Інновації у вигляді гібридних систем та комбінованих машин.

2. Автоматизація та управління:

Використання систем автоматизованого управління.

Моніторинг параметрів через сучасні сенсори та системи контролю.

3. Ефективність та продуктивність:

Вдосконалення конструкцій для підвищення продуктивності та оброблювальної здатності.

Використання високоефективних енергозберігаючих технологій.

4. Матеріали та точність:

Застосування високоякісних матеріалів для забезпечення довговічності та мінімізації зносу.

Покращення точності роботи та регулювання рівня подрібнення.

5. Мобільні та компактні рішення:

Розробка мобільних і компактних млинів для забезпечення гнучкості в умовах сільськогосподарського виробництва.

6. Екологічна свідомість:

Застосування екологічно чистих технологій та виробничих процесів.

Розробка систем утилізації та переробки відходів.

7. Інтеграція з іншими технологіями:

Зв'язок з системами моніторингу, Інтернетом речей (IoT) та іншими сучасними технологіями для отримання інтегрованих рішень.

8. Напрямки досліджень:

Вивчення новітніх матеріалів та конструкцій для подрібнювальних машин. Дослідження можливостей застосування штучного інтелекту.

9. Забезпечення безпеки:

Вдосконалення систем безпеки для захисту операторів та забезпечення надійної роботи.

Використання систем аварійного вимкнення та діагностики.

10. Розвиток віддалених технологій:

Можливість дистанційного моніторингу та управління за допомогою мобільних додатків та хмарних технологій.

Для подрібнення коренеплодів використовується **коренерізка КП-4** (рис 3.3).

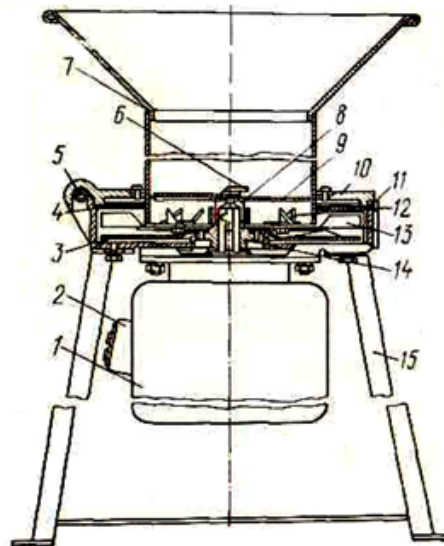


Рис. 3.3. Схема коренерізки КПИ-4: 1 – електродвигун; 2 – магнітний пускач; 3 – викидач; 4 – дека; 5 – палець шарніра; 6 – спеціальний болт; 7 – бункер; 8 – маточина верхнього диска; 9 – верхній диск з ножем; 10 – кришка камери подрібнювання; 11 – корпус камери подрібнювання, 11 – вертикальні ножі; 13 – лопаті нижнього диска; 14 – маточина викидача; 15 – станина.

Щоб очистити, помити і подрібнити коренеплоди використовують **подрібнювач соковитих кормів ІКС-5М** (рис. 3.4).

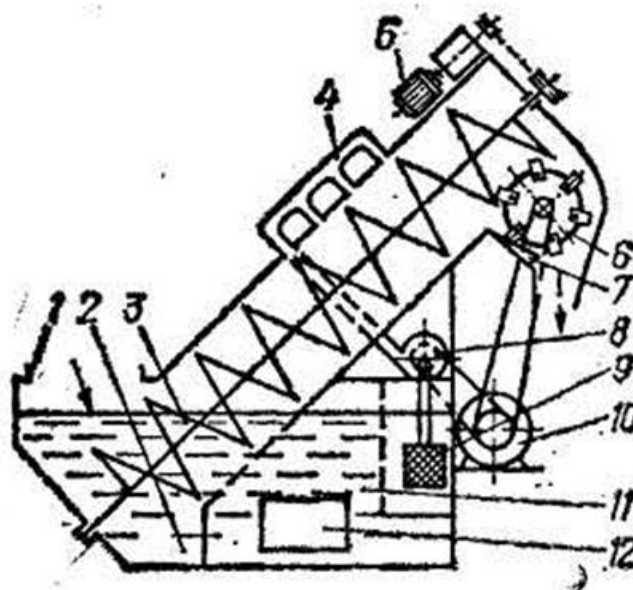


Рис. 3.4. Конструктивно-функціональна схема подрібнювача ІКС-5М
1 – приймальний бункер; 2 – каменевловлювач; 3 – гвинтова мийка;
4 – зрошувач; 5, 10 – електропроводи; 6 – барабан-подрібнювач; 7 – деко;
8 – водяний насос; 9 – фільтр; 11 – ванна для води; 12 – лоток.

Для очищення коренебульбоплодів від каміння, миття та їх подрібнення на фракції величиною до 10 мм (для свиней), на скибки завтовшки до 15 мм (для корів) використовують **подрібнювач-каменевловлювач ІКМ-Ф-10** (рис. 3.5) .

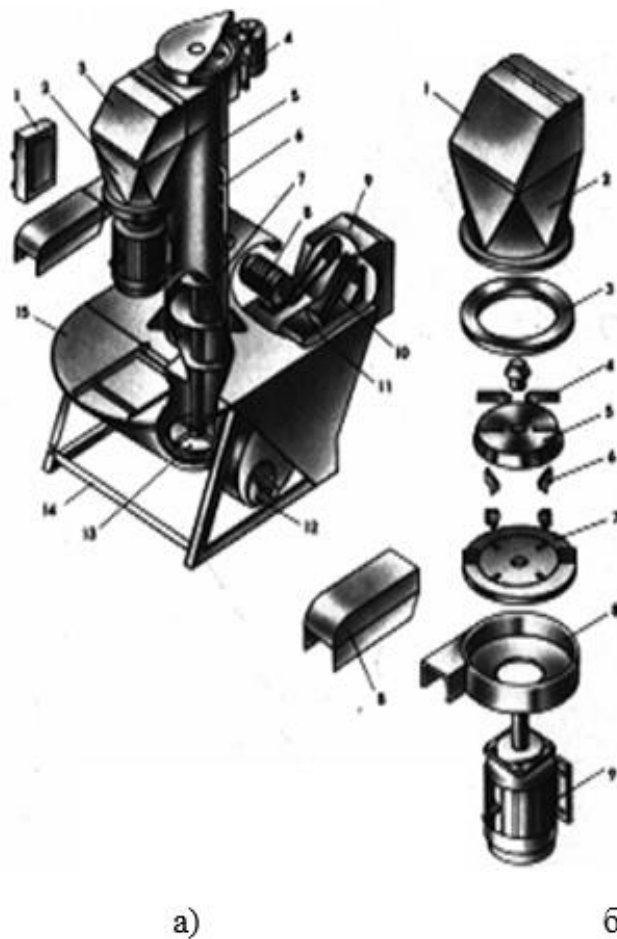


Рис. 3.5. Подрібнювач-каменевловлювач ИКМ-Ф-10.

а) загальний вигляд машини:

1 – шафа керування; 2 – подрібнювач; 3 – кришка; 4 – електродвигун;
5 – корпус шнека; 6 – патрубки; 7 – шнек; 8 – мотор-редуктор; 9 – кожух;
10 – транспортер; 11 – кожух транспортера; 12 – люк; 13 – крилачі; 14 – рама;
15 – ванна.

б) ріжучий апарат:

1 – кришка; 2 – перехідник; 3 – дека; 4 – горизонтальні ножі; 5 – диск верхній; 6 – вертикальні ножі; 7 – диск нижній; 8 – лоток; 9 – електродвигун.

Подрібнювач кормів ІКВ-Ф-5А («Волгарь-5А») (рис. 3.6) працює за трьома технічними методами подрібнення кормів для ВРХ, свиней та птиці. Для подрібнення жорстких, грубих і соковитих кормів для ВРХ використовується тільки первинний ріжучий вузол. Для птиці і свиней необхідний розмір часток досягається шляхом зміни кута нахилу першого рухомого ножа вторинного ріжучого вузла по відношенню до кінця обертання шнека. Для подрібнення корму птахам цей кут повинен становити 9° (в напрямку обертання ножа), а для свиней 54° (проти напрямку обертів). Всі

наступні ножі розміщуються через 72° в гвинтовому напрямку відносно напрямку обертання ножа.

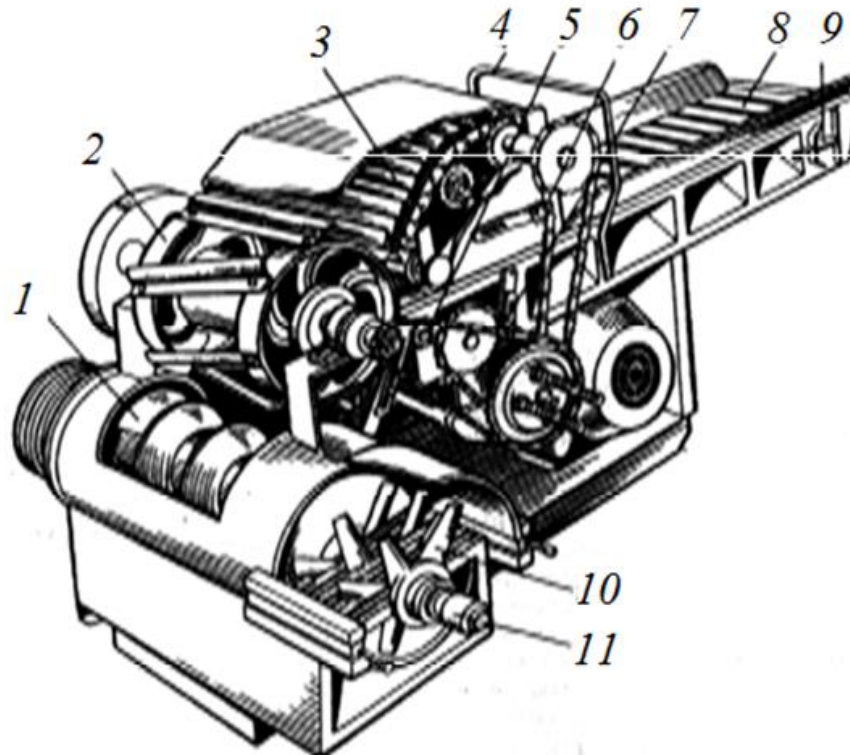


Рис. 3.6. Подрібнювач ИКВ-Ф-5А: 1 – шнек; 2 – ножовий барабан; 3, 8 – ущільнюючий і подаючий транспортери; 4 – скоба керування; 5, 6, 7 – натяжні зірочки; 9 – натяжний пристрій; 10 – апарат вторинного різання; 11 – автомат відключення.

Згідно завданню на виконання магістерської роботи обираємо для миття і подрібнення коренеплодів **мийку-коренерізку ІКМ-5** (рис. 3.7), яка складається з мийного шнека, що має діаметр 400 мм, з електродвигуном, який має потужність 2,2 кВт; подрібнюючого апарата дискового типу з електродвигуном, який має потужність 7,5 кВт; транспортера, який працює від мотор-редуктора з електродвигуном, який має потужність 0,8 кВт.

Робочий процес миття і подрібнення відбувається наступним чином. Мийна ванна заповнюється водою до рівня, підтримуваний зливним патрубком в корпусі вивантажувального транспортера. Коренеплоди і бульби подаються завантажувальним транспортером в мийний бак, де вони миються і очищаються від каменів закрученим потоком води, створеним крильчаткою. Потім коренеплоди подаються до шнека, де вони знову омиваються потоком

води і подаються в камеру дроблення через відкидний направляючий корпус. Подрібнювач утворений литим корпусом і двома дисками. Верхній диск має дві горизонтальні лопаті, а нижній диск – чотири вертикальні лопаті. Вони встановлені на валу двигуна. Адаптер, що з'єднує шнек з подрібнювачем, оснащений кришкою, яка відхиляється у разі заклинювання подрібнювача і захищає й шнек від пошкоджень.

Ступінь подрібнення коренеплодів регулюють зміною швидкості обертання ріжучого диска. Для цього подрібнювач оснащений двоступеневим електродвигуном зі швидкістю обертання 465 хв^{-1} і потужністю 3,8 кВт і 920 хв^{-1} з потужністю 7,5 кВт. Перемикач швидкості розташований у шафі управління.

Щоб отримати тонше подрібнення слід встановити перемикач на більшу швидкість обертання робочих органів, а ріжучий блок оснастити щілинним столом. Щоб отримати грубіші шматочки, потрібно зменшити швидкість диска і зняти деку

При обробці заморожених коренеплодів опір різанню вищий, тому потрібно використовувати вертикальні ножі і деки (дрібне різання) і збільшити швидкість обертання диска для подрібнення.

Коли миють картоплю не подрібнюючи її, то знімають деку і верхній диск, а подрібнення проводять одним нижнім диском на низькій швидкості.

Скребкові конвеєри використовуються для видалення каміння, піску і бруду з ємності. Вони складаються з корпусу, конвеєра з шістьма скребками і вібраційного приводу. Корпус оснащений кришкою з клапаном для очищення і випорожнення ванни.

Приводи шнека та крилача в мийці-коренерізці виконується двигуном за допомогою клинопасової передачі.

З огляду на умови навантаження, в приводному блоці використовується клинопасова передача з двома ременями. Однак під час роботи ремені зношуються і розтягуються нерівномірно. Тому навантаження сприймається ременями нерівномірно. *Нами пропонується замінити дворемінну клинопасову передачу на поліклинопасову, яка підвищує ефективність передачі, надійність і довговічність.*

3.4. Теоретичні та експериментальні дослідження

Процес різання коренеплодів

Мийка-коренерізка має робочий орган – різець у формі клина.

Відповідно до теорії клина процес різання (утворення стружки) при подрібненні коренеплодів проходить так.

Першочергово клин який має кут α проникає в матеріал, стискаючи його на ділянці a , перебуваючи під дією сили P . Після того як настає певна межа дії сили P , виникає відрізання елемента стружки з довжиною ℓ (рис. 3.7).

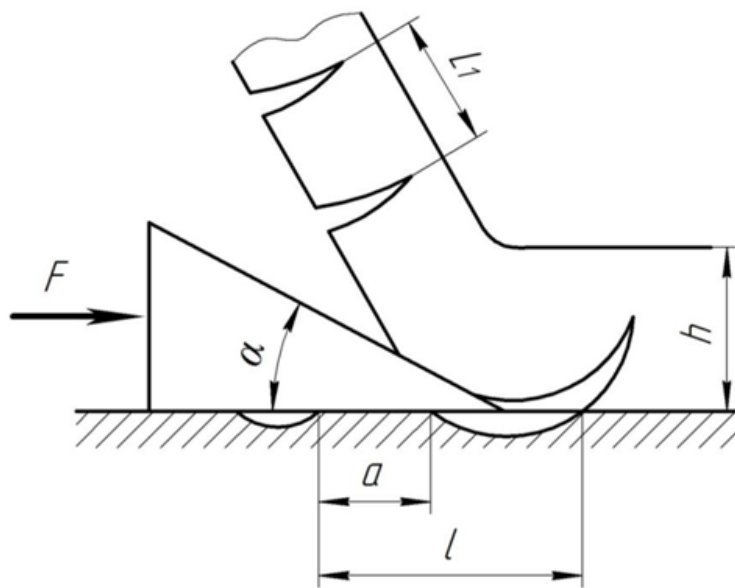


Рис. 3.7. Схема впровадження клина, утворення стружки при куті $\alpha=17^\circ$.

Спочатку клин з кутом α проникає в матеріал під впливом сили P і стискає його на ділянці a . Потім, коли напруження в матеріалі добігає своєї межі, стружка зішкрібається на довжині l через ділянку стиснення a . Стружка трохи випереджає лезо клина. Спочатку стружка йде в глиб товщі матеріалу і під певним кутом до поверхні, але не доходить до кінця. У цей момент опір входу клина майже відсутній. Клин продовжує рух по своїй довжині l і знову проникає в матеріал. Цей процес повторюється. Таким чином утворюється стружка. Вчений В.П. Горячкін запропонував шлях a визначати за такою формулою:

$$a = \frac{h \cos \varphi \sin^2 \left[\left(\frac{90^\circ - \varphi}{2} \right) \right] \cos \left[\frac{(\varphi + \varphi_1 - \alpha)}{2} \right]}{\cos^3 \left[\frac{(\varphi + \varphi_1 + \alpha)}{2} \right]}, \quad (3.1)$$

де h – товщина друзки, м;

α – кут різання, °;

φ – кут тертя матеріалу по кутах клина, °;

φ_1 – кут тертя в площині, °.

Оскільки стружка сколюється практично без проковзування по площині сколювання, можна припустити, що $\varphi_1 = 0$. Тоді формула (3.1) набуде вигляду:

$$a = \frac{0,5h \cos \varphi \cos \left[\frac{(\varphi - \alpha)}{2} \right]}{\cos^3 \left[\frac{(\varphi + \alpha)}{2} \right]}, \quad (3.2)$$

Відношення a до l при цьому визначатиметься наступним чином:

$$\lambda_{\text{ст}} = \frac{a}{l} = \frac{0,5 \cos \varphi \cos \left[\frac{(\varphi - \alpha)}{2} \right]}{(0,34 + 0,026\alpha + 0,5h) \cdot \cos^3 \left[\frac{(\varphi - \alpha)}{2} \right]}. \quad (3.3)$$

Одержані формули та дані досліджень доводять, що довжини a і l будуть залежати від ширини стружки h , кутів різання α , і тертя φ і практично не будуть залежати від товщини ножа і швидкості різання.

При подрібненні коренеплодів використовуємо 1-й спосіб – нормальне різання (рубка). Пояснюємо це тим, що на значній частині шляху при різанні ($l - a$) лезо зовсім не навантажується. До того ж, коли лезо встановлено під певним кутом τ , то ускладнюється конструкція мийки-коренерізки без своєрідних енергетичних переваг.

Щоб визначити загальне зусилля різання коренеплодів використовуємо раціональну формулу, запропоновану академіком В.П. Горячкиним:

$$P = P_0 + kbh + ebhv^2, \text{ Н} \quad (3.4)$$

де P_0 – певний загальний опір, Н;

k і ϵ – відповідні коефіцієнти пропорційності;

b і h – ширина і товщина стружки, м;

Компоненти формули діляться на три частини: певний постійний опір, що не залежить від перерізу стружки; опір деформації матеріалу; опір, залежний від швидкості різки і відходу стружки.

$$P = P_0 + P_y + P_v, \text{ Н} \quad (3.5)$$

На опір різанню лезом P_0 (по даним Г.І. Новикова) впливають переважно параметри ножа (товщина леза, кут різання α), механічна міцність матеріалу, товщина стружки h .

$$P_0 = pALt^m A, \text{ Н} \quad (3.6)$$

де p – коефіцієнт, залежний від міцності оброблюваного матеріалу;

AL – довжина тої частини леза ножа, яка навантажена, см;

t – товщина леза ножа;

m – показник ступеня.

Друга компонента формули:

$$P_g = \frac{k}{\xi} \Delta L h, \text{ Н} \quad (3.7)$$

Водночас

$$\xi = \frac{1}{h} = 0,34 + 0,026a + 0,5h, \quad (3.8)$$

$$k = \frac{0,2k_4 \sin(\alpha + 2\varphi) \cos\left(\frac{\varphi - \alpha}{2}\right)}{\cos^5\left(\frac{\varphi + \alpha}{2}\right)} \quad (3.9)$$

де k_4 – гранична напруга сколювання, Н/м².

Третя компонента формули:

$$P_v = 0,025ALhv^2, \text{ Н} \quad (3.10)$$

v – швидкість різання, Н.

При проведенні інженерних розрахунків ми використаємо простішу формулу:

$$P = \Delta Lq, \text{ Н} \quad (3.11)$$

де q – середнє питоме зусилля різання, Н/м.

Величина питомого зусилля різання буде різною для різних коренеплодів. Вона залежить товщини леза та кута його установки, стану робочої площини тощо.

Щоб подрібнити коренеплоди, використовують ножі різної форми: прямі ножі з прямими та гребінчастими лезами, прямі ножі з вигнутими лезами та лопатоподібні ножі. Леза заточені під кутом 25°. Матеріал – інструментальна сталь У9 або марганцева сталь 65Г і 70Г.

Експерименти показують, що лінія стружки трохи випереджає лезо клина, на початку вона проникає всередину матеріалу, потім рухається вверх піж певним кутом. Проте, розщеплення не досягає поверхні і зрізані елементи з'єднуються між собою. При різанні коренеплодів і бульб не спостерігається усадки або вкорочення стружкових елементів, тобто $\ell = \ell_1$.

Величини шляху стискання a і довжини елемента стружки ℓ напряду залежать від геометрії ножа та фізико-механічних властивостей матеріалу, що обробляється.

Таблиця 3.1

Головні фізико-механічні властивості кормових матеріалів

Найменування кормів	Вологість, %	Об'ємна маса, т/м ³	Кут природного відкосу, град.
Кормові буряки (корені)	86...88	0,570...0,650	30...40
Кормові буряки подрібнені	86...88	0,670...0,740	35...40
Цукрові буряки (корені)	74...76	0,580...0,670	32...45
Стружка буряків	11...15	0,280...0,350	65...68
Морква	86...88	0,500...0,600	35...45
Картопля (бульби)	75...78	0,620...0,730	28...43

При різанні коренеплодів ножом не відбувається ковзання матеріалу по лезу, тобто процес відбувається за принципом «рубання». Це можна пояснити тим, що кут тертя φ коренеплоду об край металевго клину становить 35...40° і набагато вищий за інші матеріали. За таких умов кут ковзання повинен бути значно збільшений, щоб полегшити різання, що конструктивно дуже складно. До того ж, леза взагалі не навантажуються протягом значної частини процесу різання.

Значення складових P_0 , $P_{\text{деф}}$ і $P_{\text{скор}}$ та залежність загального опору P різанню від розмірів (ширини) сколотої стружки коли кут різання $\alpha=17^\circ$, представлено на графіку (рис. 3.10). З графіка бачимо, що третя компонента формули (3.4) занадто мала. Можна зауважити, що сумарний опір, коли кут різання α змінюється від 17 до 30°, майже не змінюється.

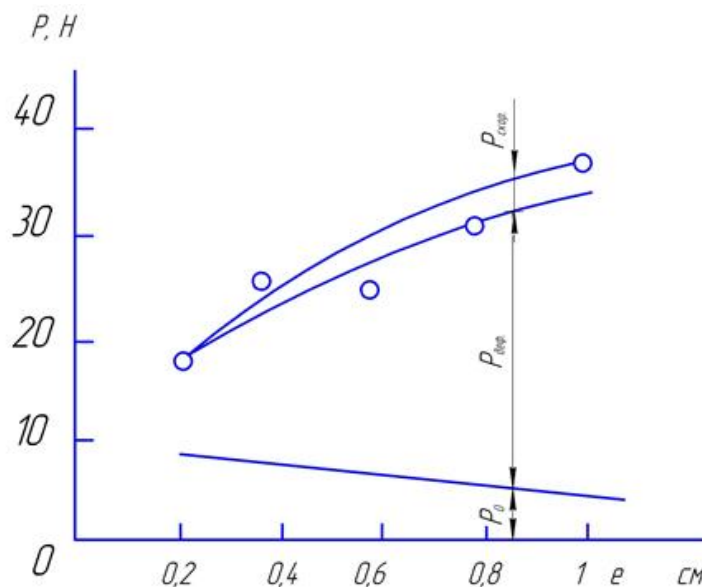


Рис. 3.10. Схема розподілу зусилля різання по складовим опорам при куті $\alpha=17^\circ$

З графіка, представленого на рис. 3.10 робимо висновок, що процес різання коренеплодів ножом проходить зі змінним успіхом: сила дорівнює нулю в перший момент перед різанням, досягає максимуму під час стиснення, коли лезо рухається вздовж траєкторії стиснення, і знову стає нульовою в момент різання.

3.5. Наукові висновки

Наукова частина роботи присвячену аналізу сучасного стану питання з подрібнення кормів та аналізу машин, які при цьому використовуються.

Згідно завдання для подрібнення коренеплодів обрано мийку-коренерізку ІКМ-5, розглянуто конструктивні та технологічні параметри шнека мийки-коренерізки та різального апарата.

Для підвищення надійності та довговічності роботи мийки-коренерізки ІКМ-5 нами запропоновано модифікувати будову приводу шнека та крилача наступним чином: замінити два клинові ремені, якими передається крутний момент на вал приводу шнека, на один поліклиновий ремінь. Для цього ведучий і ведений шківи повинні бути модифіковані для передачі поліклиновим ременем.

Проведено дослідження процесу миття та подрібнення коренеплодів

робочими органами мийки-коренерізки.

Розглянуто процес різання коренеплодів за теорією клина.

Доведено, що процес різання коренеплодів ножом проходить зі змінним успіхом: зусилля дорівнює нулю в перший момент перед різанням, досягає максимуму під час стиснення, коли лезо рухається вздовж траєкторії стиснення, і знову стає нульовою в момент різання.

За рахунок оптимізації процесу подрібнення коренеплодів підвищується ефективність використання кормових сумішей.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Загальні вимоги з техніки безпеки при виконанні подрібнення кормів

Техніка безпеки при подрібненні кормів важлива для запобігання травматизму та забезпечення ефективної та безпечної роботи. Нижче подано загальні вимоги з техніки безпеки для цього процесу:

1. Ознайомлення з обладнанням:

Перед роботою з подрібнювачем кормів переконайтеся, що ви повністю ознайомлені з його конструкцією, принципом роботи та правилами експлуатації.

2. Одяг та засоби захисту:

Носіть відповідний захисний одяг, такий як робочий костюм, безпечні черевики, захисні окуляри та навушники, щоб захистити себе від потенційних травм і шкідливого впливу шуму.

3. Відключення перед обслуговуванням:

Перед проведенням будь-яких робіт з обслуговування або ремонту відключіть подрібнювач від джерела електроживлення та переконайтеся у відсутності електроенергії.

4. Правильна установка і налаштування:

Дотримуйтеся інструкцій виробника з установки та налаштування обладнання. Забезпечте правильне встановлення ножів та інших деталей.

5. Перевірка перед роботою:

Перед кожним використанням перевірте стан подрібнювача, включаючи стан ножів, деталей та системи безпеки.

6. Управління відходами:

Правильно видаляйте відходи після подрібнення із застосуванням безпечних методів та екологічно чистих способів утилізації.

7. Ізоляція робочого простору:

Забезпечте належну ізоляцію робочого простору, щоб запобігти можливому доступу неповноважених осіб та тварин.

8. Навчання та інструктаж:

Забезпечте належне навчання та інструктаж всіх осіб, які працюють з подрібнювачем, щодо правил техніки безпеки та експлуатації.

9. Запобігання перевантаженню:

Дотримуйтеся рекомендацій виробника щодо максимального обсягу та виду кормів, які можна обробляти за один раз.

10. Екстрені процедури:

Забезпечте наявність чітких екстрених процедур та засобів для виклику допомоги в разі необхідності.

11. Моніторинг стану обладнання:

Регулярно перевіряйте та підтримуйте обладнання, виявляйте та усувайте можливі несправності.

Дотримання цих вимог допоможе забезпечити безпечну експлуатацію подрібнювача кормів та запобігти травмам чи аваріям.

Безпека праці при роботі на приготуванні кормів

Безпека праці при роботі на приготуванні кормів є критичним аспектом для забезпечення здоров'я та безпеки працівників на фермі. Загальні вимоги та рекомендації з безпеки праці при приготуванні кормів такі:

1. Освіта та навчання:

Забезпечте відповідну освіту та навчання всіх працівників, які працюють з обладнанням для приготування кормів.

Проводьте регулярні тренування з питань безпеки та ефективного використання обладнання.

2. Особистий захист:

Вимагайте від працівників використання відповідного особистого захисту, такого як захисний одяг, рукавички, окуляри та навушники.

3. Перевірка обладнання:

Регулярно перевіряйте стан обладнання для приготування кормів і вчасно проводьте ТО та ремонт.

За необхідності, вимірюйте та контролюйте параметри обладнання (тиск, температура тощо).

4. Правильне використання обладнання:

Дотримуйтеся інструкцій виробника та правил експлуатації при використанні обладнання для приготування кормів.

Не використовуйте обладнання для цілей, не передбачених його призначенням.

5. Управління електроенергією:

Переконайтеся, що всі електричні системи в гарному стані, і працівники розуміють процедури відключення та увімкнення.

6. Вентиляція:

Забезпечте належну вентиляцію робочого простору для уникнення накопичення пилу та газів.

7. Обмеження доступу:

Обмежте доступ неповноважених осіб до обладнання та робочого простору.

8. Реагування на аварійні ситуації:

Розробіть та впровадьте процедури реагування на аварійні ситуації, включаючи процедури евакуації та надання першої допомоги.

9. Збереження порядку:

Зберігайте робоче місце в порядку, уникайте непотрібних предметів та матеріалів на підлозі.

10. Системи моніторингу:

Встановіть системи моніторингу безпеки, такі як датчики викидів, системи пожежогасіння тощо.

11. Інструкції та позначення:

Розмістіть чіткі інструкції та позначення на обладнанні для підтримання свідомості працівників щодо безпечного використання.

Дотримання цих вимог допомагає забезпечити ефективну та безпечну роботу під час приготування кормів і зменшити ризик травматизму чи інших негативних наслідків.

Розробка заходів по пожежній профілактиці на тваринницьких фермах.

Пожежна профілактика на тваринницьких фермах є важливою складовою безпеки, оскільки може запобігти виникненню пожеж та мінімізувати їх наслідки. Нижче наведені заходи пожежної профілактики, які можуть бути розглянуті для впровадження на тваринницьких фермах:

Проводьте регулярні навчання для персоналу щодо правил евакуації, використання вогнегасників та інших пожежних засобів.

Розробіть план евакуації та забезпечте, щоб всі працівники знали свої ролі під час пожежі.

Регулярно перевіряйте та тестуйте системи пожежної сигналізації, спринклерів, димовивідних та вентиляційних систем.

Переконайтеся, що протипожежне обладнання відповідає всім нормативам та регуляціям.

Розмістіть вогнегасники на стратегічних місцях і періодично їх перевіряйте.

Забезпечте доступність та функціональність пожежних гідрантів.

Встановіть системи відстеження вогню та оповіщення персоналу у випадку виявлення диму чи вогню.

Перевіряйте електроінсталяції та електроприлади на наявність дефектів.

Забезпечте використання вогнестійких матеріалів для кабельних систем.

Визначте та позначте пожежні бар'єри, які запобігають швидкому поширенню вогню між будівлями або секторами ферми.

Розгляньте можливість встановлення систем аерозольного гасіння для швидкого та ефективного пригнічення пожежі.

Забезпечте доступність широких пожежних доріжок і доступ для пожежних машин та рятувальної техніки.

Дотримуйтеся правил зберігання горючих матеріалів та забезпечте їх відокремлення від тваринницьких будівель.

Використовуйте вогнестійкі та вогнетривкі матеріали для будівель та інших структур.

Використовуйте пожежні ізоляційні матеріали для зменшення ризику розповсюдження вогню через стіни та перекриття.

Розробіть докладний план реагування на пожежу та впровадьте його, включаючи евакуаційні маршрути, місця збору та контактну інформацію для екстрених ситуацій.

Важливо регулярно оновлювати та переглядати плани пожежної безпеки, проводити навчання персоналу та співпрацювати з місцевими службами пожежної безпеки для підтримання безпеки на тваринницькій фермі.

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

У кваліфікаційній роботі представлено механізацію виробництва кормової суміші з удосконаленням мийки-коренерізки ІКМ-5.

Запропоновані зміни у конструктивних та технологічних параметрах шнека мийки-коренерізки та різального апарата призведуть до підвищення ефективності використання кормових сумішей.

Оптимізація процесу приготування кормових сумішей матиме значний економічний вплив, покращуючи ефективність виробництва, знижуючи витрати та підвищуючи якість кормів.

Оптимізований процес гарантує, що кожна партія кормів є однорідною, забезпечуючи належну рівновагу поживних речовин для тварин.

Відповідно до потреб тварин, підвищення якості кормових сумішей позитивно впливатиме на продуктивність тварин.

Ефективна оптимізація процесу приготування кормових сумішей за рахунок внесених змін значно покращить конкурентоспроможність господарства, забезпечуючи високу якість кормів для тварин та знижуючи витрати виробництва.

6. ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Мета магістерської кваліфікаційної роботи – підвищення ефективності використання кормових сумішей за рахунок оптимізації процесу їх приготування.

Для цього нами поставлено задачу – дослідити процес миття та подрібнення коренеплодів.

Досліджено конструктивні та технологічні параметри шнека мийки-коренерізки та різального апарата мийки-коренерізки ІКМ-5.

Для підвищення надійності та довговічності роботи мийки-коренерізки ІКМ-5 нами запропоновано модифікувати будову приводу шнека та крилача наступним чином: замінити два клинові ремені, якими передається крутний момент на вал приводу шнека, на один поліклиновий ремінь. Для цього ведучий і ведений шків повинні бути модифіковані для передачі поліклиновим ременем.

Проаналізовано процес транспортування та подрібнення коренеплодів робочими органами мийки-коренерізки.

Розглянуто процес різання коренеплодів за теорією клина.

Доведено, що процес різання коренеплодів ножем проходить зі змінним успіхом: зусилля дорівнює нулю в перший момент перед різанням, досягає максимуму під час стиснення, коли лезо рухається вздовж траєкторії стиснення, і знову стає нульовою в момент різання.

За рахунок оптимізації процесу подрібнення коренеплодів підвищується ефективність використання кормових сумішей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Васильковський О., Лещенко С., Васильковська К., Петренко Д. Основи наукових досліджень. Перші наукові кроки. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. Х.: Мачулін. 2019. 164 с. UR <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/10486/1/Підручник%20ОНД%202019.pdf>
2. Васильковський О.М., Лещенко С.М., Васильковська К.В., Петренко Д.І. Підручник дослідника: Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. Х.: Мачулін. 2016. 204 с. http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/2898/3/Pidruchnik%20doslidnika_2016.pdf.
3. Вертійчук А.І. Технологія виробництва продукції тваринництва / А.І.Вертійчук, М.І. Маценко. – К.: Урожай, 1995.
4. Машина і обладнання для тваринництва : Електронний підручник / І.І. Ревенко, В.С. Хмельовський, О.О. Заболотько та ін. – Київ, ДУ «Науково-методичний центр вищої та фахової передвищої освіти», 2019. URL: <http://rodak.if.ua/mot/index.htm.19>.
5. Охорона праці (Законодавство. Організація роботи): Навч. посіб. / За заг. ред. к.т.н., доц. І.П. Пістуна. – Львів: «Тріада плюс», 2010. 64. Охорона праці (практикум): Навч. посіб. /За заг. ред. к.т.н., доц. І.П. Пістуна. – Львів: «Тріада плюс», 2011. 65. Охорона праці та промислова безпека: Навчальний посібник / К.Н.
6. Практикум з годівлі сільськогосподарських тварин: навчальний посібник / [Ібатуллін І.І., Мельник Ю.Ф., Отченашко В.В., та ін.]; під ред. академіка НААН України І.І. Ібатулліна. – К.: 2015. – 422 с. URL: https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u104/ПРАКТИКУМ%20з%20годовлі%20с.-г.%20тварин%20Ібатуллін%20та%20ін_1_МОН%20Вриба.pdf34.
7. Практикум по машинах і обладнанню для тваринництва / За редакцією О.П. Скорика, О.І. Фісяченко. – Харків, ХДТУСГ, 2004 – 256 с.
8. Проектування і розрахунок технологічних систем у тваринництві : навч.посібник / О.О.Заболотько, В.С. Хмельовський, В.І. Ребенко та ін. – К. : ЦП «Компринт», 2018. – 268 с.30.Пастухов В.І. Довідник

9. Проектування технологій і технічних засобів для тваринництва / О.А.Науменко, І.Г. Бойко, В.І. Грідасов, А.І. Дзюба та ін. За ред. Скорика О.П.,Полупанова В.М. – Харків, ХНТУСГ, 2009. – 429 с. URL:[http://internal.khntusg.com.ua/fulltext/Proshivka/25_2/%D0%9D%D0%B0%D0%B2%D1%87.%20%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD/Q_%D0%91%D0%BE%D0%B9%D0%BA%D0%BE%20%D0%86.%D0%93.%20%D0%9C%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%B8%20%D1%82%D0%B0%20%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D0%B4%D0%BB%D1%8F%20%D1%82%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%82%D0%B2%D0%B0.%20%D0%A2%D0%BE%D0%BC%201.%20\(2006\).pdf](http://internal.khntusg.com.ua/fulltext/Proshivka/25_2/%D0%9D%D0%B0%D0%B2%D1%87.%20%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD/Q_%D0%91%D0%BE%D0%B9%D0%BA%D0%BE%20%D0%86.%D0%93.%20%D0%9C%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%B8%20%D1%82%D0%B0%20%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D0%B4%D0%BB%D1%8F%20%D1%82%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%82%D0%B2%D0%B0.%20%D0%A2%D0%BE%D0%BC%201.%20(2006).pdf).

10. Проектування технологічних ліній та тваринницьких комплексів : метод. вказівки до виконання курсових проектів для студ. денної та заочної форми навчання спец. 8.091902 – «Механізація сільського господарства» / М-во освіти і науки України, Кіровоград. нац. тех. ун-т, каф. с.-г. машинобуд. ; [уклад. К. Д.Матвеев, С. І. Шмат, П. Г. Лузан, В. В. Амосов, М. О. Свірень]. - Кіровоград;КНТУ, 2007. – 24 с. URL: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/3387>.

11. Технологія виробництва продукції тваринництва : метод. вказ. до виконання лаб. робіт : для студ. спец. 133 – "Галузеве машинобудування" та 208 – "Агроінженерія" / [уклад. : В. В. Амосов, П. Г. Лузан, І. М. Осипов]. – Кропивницький : ЦНТУ, 2020. – 48 с. URL: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/9628>

12. Ткачук, В.В. Зацарний, Р.В. Сабарно, С.Ф. Каштанов, Л.О. Мітюк, Л.Д. Третьякова, К.К. Ткачук, А.В. Чадюк; За ред. К. Н. Ткачука і В. В. Зацарного. – К., 2009.

ДОДАТКИ

Добові раціони по технологічним групам на одну голову

№ п/п	Найменування корму	Кількість корму, кг/доб.
1	Холості та легкосупоросні свиноматки, реммолодняк	
	Концкорма	2,2
	Трав'яне борошно	0,5
	Цукровий буряк	3,0
	Комбісилос	1,5
	Морква	0,5
2	Кнури-плідники	
	Концкорма	3,3
	Трав'яне борошно	0,5
	Цукровий буряк	1,6
	Комбісилос	1,5
	Морква	0,5
	Обрат	3,0
3	Свиноматки підсосні і глибокопоросні	
	Концкорма	3,8
	Трав'яне борошно	0,8
	Цукровий буряк	3,5
	Комбісилос	2,0
	Морква	0,5
4	Поросята-сосуни	
	Концкорма	0,5
	Трав'яне борошно	0,05
	Цукровий буряк	0,2
	Морква	0,05
	Обрат	0,5
5	Поросята-відйомиші	
	Концкорма	1,2
	Трав'яне борошно	0,1
	Цукровий буряк	0,8
	Комбісилос	0,2
	Морква	0,2
	Обрат	0,2
6	Молодняк на дорощуванні і відгодівлі	
	Концкорма	2,5
	Трав'яне борошно	0,3
	Цукровий буряк	1,5
	Комбісилос	0,5

Бланк розрахунку добової потреби кормів на фермі

№ п/п	Найменування технологічних груп тварин	Кількість тварин в групі, гол.	Добова норма корму, кг/гол.	Добова потреба кормів, кг/доб.
1	2	3	4	5
Концкорма				
1	Холості та легкосупоросні свиноматки, реммолодняк	414	2,2	910,8
2	Кнури-плідники	20	3,3	66
3	Свиноматки підсосні і глибокосупоросні	180	3,8	684
4	Поросята-сосуни	1800	0,5	900
5	Поросята-відйомиші	1310	1,2	1572
6	Молодняк на дорощуванні і відгодівлі	2400	2,5	6000
	Всього			10132,8
Трав'яне борошно				
1	Холості та легкосупоросні свиноматки, реммолодняк	414	0,5	207
2	Кнури-плідники	20	0,5	10
3	Свиноматки підсосні і глибокосупоросні	180	0,8	144
4	Поросята-сосуни	1800	0,05	90
5	Поросята-відйомиші	1310	0,1	131
6	Молодняк на дорощуванні і відгодівлі	2400	0,3	720
	Всього			1302
Цукрові буряки				
1	Холості та легкосупоросні свиноматки, реммолодняк	414	3,0	1242
2	Кнури-плідники	20	1,6	32
3	Свиноматки підсосні і глибокосупоросні	180	3,5	630
4	Поросята-сосуни	1800	0,05	90
5	Поросята-відйомиші	1310	0,8	1048
6	Молодняк на дорощуванні і відгодівлі	2400	1,5	3600
	Всього			6642

1	2	3	4	5
	Комбісилос			
1	Холості та легкосупоросні свиноматки, реммолодняк	414	1,5	621
2	Кнури-плідники	20	1,5	30
3	Свиноматки підсосні і глибокосупоросні	180	2,0	360
4	Поросята-відйомиші	1310	0,2	262
5	Молодняк на дорощуванні і відгодівлі	2400	0,55	1200
	Всього			2473
	Морква			
1	Холості та легкосупоросні свиноматки, реммолодняк	414	0,5	207
2	Кнури-плідники	20	0,5	10
3	Свиноматки підсосні і глибокосупоросні	180	0,5	90
4	Поросята-сосуни	1800	0,05	90
5	Поросята-відйомиші	1310	0,2	262
	Всього			659
	Обрат			
1	Кнури-плідники	20	3,0	60
2	Поросята-сосуни	1800	0,5	900
3	Поросята-відйомиші	1310	0,2	262
	Всього			1222
	Разом без обрату			21208,8

Засоби механізації і автоматизації виконання технологічних процесів для приготування вологої кормосуміші для свиней на фермі

1. Завантаження і транспортування комбісилоса – навантажувач ПЕ-0,8Б, причеп 2ПТС-4М, трактор МТЗ-80.

2. Транспортування і завантажування концкормів і трав'яного борошна – завантажувач сухих кормів ЗСК-10.

3. Завантажування і транспортування коренеплодів – навантажувач ПЕ-0,8, транспортний причеп 2ПТС-4М, трактор МТЗ-80.

4. Накопичення і подача концкормів – приймальний бункер на 15 м³, живильник концкормів ПК-6.

5. Накопичення і завантаження коренеплодів в мийку – приймальний бункер на 18 м³, транспортер скребковий ТК-5Б, завантажувальний збірний шнек ШЗС-40М.

6. Миття і подрібнення коренеплодів – мийка-подрібнювач ИКМ-5.

7. Подрібнення і дозування трав'яного і сынного борошна – дробарка КДУ-2, живильник борошна ТС-40С.

8. Подрібнення і дозування комбісилоса – подрібнювач комбісилоса «Волгарь-5», транспортер ТС-40С, збірний завантажувальний шнек ШЗС-40М.

9. Теплова обробка коренеплодів, змішування кормів, вивантажування – запарник змішувач С-12.

10. Вивантаження готової кормосуміші і завантаження кормороздавачів – вивантажувальний шнек ШВС-40М, завантажувальний скребковий транспортер ТС-40М.

Технологічна карта переробки кормів і
приготування вологої кормосуміші на свинофермі

№ п/п	Найменування операцій	Кількість годин роботи за добу, год.	Засоби механізації	Затрати праці, люд.- год.
1	Транспортування і завантажування концкормів та трав'яного борошна	0,3	ЗСК-10	0,3
2	Транспортування і завантажування коренеплодів і комбісилосу	1	ПЕ-0,8Б, 2ПТС-4М, МТЗ-80	2
3	Переробка кормів і приготування кормосуміші	7	Комплект обладнання кормоцеху	14
	Всього			16,3

Операційна карта запарювання коренеплодів

№ п/п	Назва операції	Обсяг робіт		Машини та обладнання		Технічні умови виконання операції	Тривалість	Виконавці
		одиниця виміру	кількість	одиниця виміру	кількість			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Завантажування подрібнених коренеплодів	т	0,7	ШЗС- 40М	1	Коефіцієнт завантаження	0,14	Опера- тор
2	Прогрівання і запарювання коренеплодів	т	0,7	С-12	1	Температура пари 90-105 ⁰ С	0,26	Опера- тор
3	Завантажування компонентів кормосуміші	т	1,5	ШЗС- 40М	1	Коефіцієнт завантаження 0,8	0,65	Опера- тор
4	Змішування кормів	т	2,2	С-12	1	Неоднорідність суміші $\pm 0,5\%$	0,23	Опера- тор
5	Вивантажування кормосуміші	т	2,2	С-12	1	-	0,2	Опера- тор

Комплект обладнання і машин для комплексної механізації і автоматизації технологічних процесів для переробки кормів і приготування кормових сумішей в кормоцеху свиноферми

№ п/п	Назва машин та обладнання	Марка машин та обладнання	Кількість, шт.
1	Навантажувач кормів	ПЕ-0,8Б	1
2	Тракторний причеп	2ПТС-4М	1
3	Трактор	МТЗ-80	1
4	Завантажувач сухих кормів	ЗСК-10	1
5	Живильник концкормів	ПК-6	1
6	Приймальний бункер на 15 м ³	-	1
7	Транспортер скребковий	ТК-5Б	1
8	Завантажувальний збірний шнек	ШЗС-40М	1
9	Мийка-коренерізка	ИКМ-5	1
10	Дробарка	КДУ-5	1
11	Живильник борошна	ТС-40С	1
12	Подрібнювач	Волгарь-5	1
13	Запарник-змішувач	С-12	2
14	Вивантажувальний шнек	ШВС-40М	1
15	Завантажувальний транспортер	ТС-40М	1

Загальна будова, принцип роботи, технічна характеристика і регулювання машини та пропозиції по її модернізації.

Мийка-коренерізка коренеплодів ІКМ-5 (рис. 1) призначений для очищення коренебульбоплодів від каміння, їх миття та подрібнення на частки розміром до 10 мм (для свиней) або шматочки товщиною до 15 мм (для великої рогатої худоби). Подрібнювач агрегатується з транспортерами-живильниками ТК-5 або ТК-5Б, а також може бути використаний як самостійна машина при установці в утеплених приміщеннях, оснащених водопроводом і простою системою каналізації.

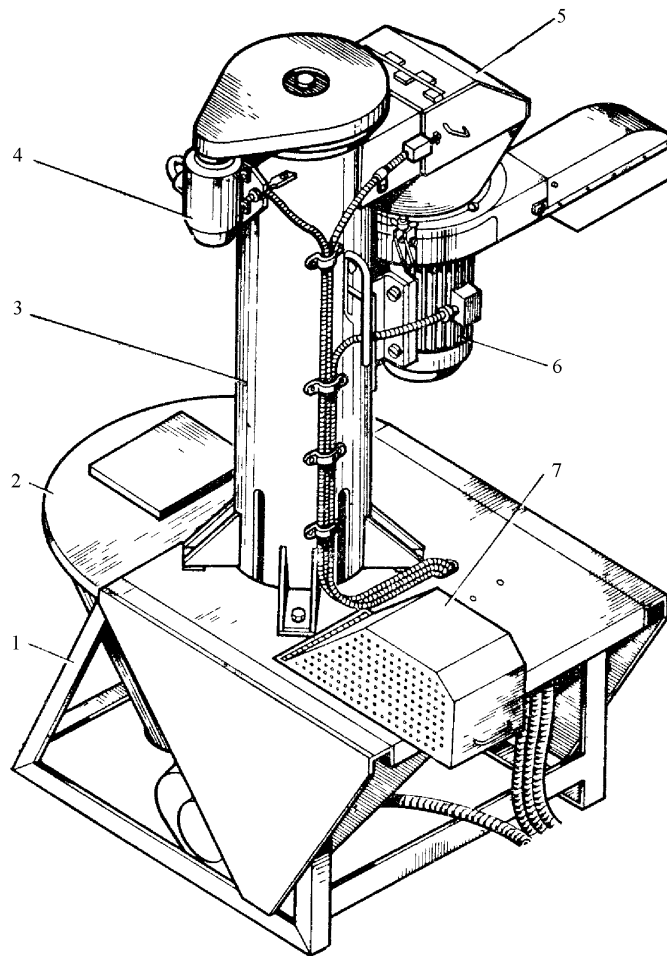


Рис. 1. Подрібнювач-каменевловлювач-мийка коренеплодів ІКМ-5:

1 – рама; 2 – мийна ванна; 3 – шнекова мийка; 4 – електродвигун привода шнекової мийки; 5 – подрібнювач; 6 – електродвигун привода подрібнювача; 7 – транспортер-каменевловлювач.

Шнековий транспортер складається із ванни, вертикального шнека, подрібнюючого апарату, скребкового транспортера і електрообладнання. Привод механізмів здійснюється від трьох двигунів. Для привода механізмів подрібнювача використовується двохшвидкісний двигун, що забезпечує різну ступінь подрібнення.

Ванна представляє собою зварну конструкцію із листової сталі в формі урізаного конуса.

Шнековий транспортер розміщений вертикально в циліндричному кожусі, на якому кріпляться патрубки для підводу води. У нижній частині встановлений крилач.

Привод шнека складається із електродвигуна і клинопасової передачі. Подрібнювач встановлений у верхній частині шнекової колони. Представляє собою апарат типу, який має два горизонтально розміщених в чавунному корпусі диски, на яких закріплені ножі. У верхньому дискові закріплені чотири горизонтальні ножі, в нижньому два вертикальні ножі. По периферії ножових дисків установлюється з'ємна дека, яка має продовгуваті отвори. Кожух подрібнювача закривається верхньою кришкою, яка відкриває доступ до ножових дисків і до деки. У корпусі є вікно для виходу подрібненого корму назовні через відвідний лоток з козирком.

Скребковий транспортер призначений для видалення каменів піску і бруду і встановлений під кутом 45° до горизонту. Він складається із кожуха, транспортера, який коливається, з шістьма скребками і привода. У нижній частині його кожух сполучається з ванною. Транспортер має індивідуальний привод, який складається із мотор-редуктора і ланцюгової передачі.

Робочий процес.

Заповнюють ванну водою до рівня переливної труби і вмикають послідовно електродвигуни шнека, транспортера і подрібнюючого апарату. Потім завантажують транспортером ТК-5 коренеплоди у ванну. Тут вони підхоплюються потоком води, попередньо відмиваються від бруду і потрапляють на шнек. Камені і інші важкі предмети, опускаючись на дно

ванни, відкидаються крилачем в кожух транспортера, де підхоплюються скребками і виносяться із машини. Піднімаючись по шнековій колонні, коренебульбоплоди остаточно відмиваються від бруду чистою водою і потрапляють в подрібнюючий апарат. Тут вони потрапляють на верхній диск, подрібнюються на пластинки горизонтальними ножами і відцентровою силою відкидаються до нерухомої деки, де повторно подрібнюються вертикальними ножами. Подрібнена маса лопатками нижнього диска вивантажується через направляючий лоток в накопичувач або на приймальний транспортер.

Технічна характеристика подрібнювача ІКМ-5

Параметри	Одиниці вимірювання	Показник
Продуктивність,	т/год.	6...9
Спосіб миття продукту	Проточний	
Установлена потужність	кВт	10,5
Місткість ванни для води	м ³	1,5
Місткість бункера для коренеплодів	м ³	0,7
Витрати води на митті 1 т коренеплодів при первісному забрудненні 8...10%	м ³	0,16...0,27
Залишкова забрудненість	%	0,5/0,62
Висота вивантаження подрібненої маси	мм	2050
Частота обертання вала подрібнювача	об/хв	190
Частота обертання вала подрібнювача	об/хв	465; 952
Якість подрібнення: 0...5,0 мм 5,1...15,0 мм 15,1...50,0 мм 50,1 і більше	%	96,8/90,5 3,2/9,5 — —
Габаритні розміри		
довжина		2200
ширина		1360
висота		2860
Маса	кг	950

чисельник – значення для кормових буряків

знаменник – значення для цукрових буряків

При необхідності мийку-коренерізку ІКМ-5 використовують для миття картоплі або коренеплодів без подрібнення. Для цього знімають з подрібнювача деку і верхній диск, а на його місце ставлять стопор нижнього диска.

Підготовка до експлуатації та технічне обслуговування.

Для мийки необхідно обладнати горизонтальну бетоновану площадку під корпус машини, стічний жолоб і брудозбірник з решіткою для змитого ґрунту. Висота фундаменту повинна пов'язана з висотою завантаження коренеплодів і вивантажування подрібненої маси. Після 6-7 днів заливки фундаменту мийку встановлюють горизонтально, від водопроводу підводять воду до корпусу шнека трубою. На стіні встановлюють шафу керування і в металевій трубі прокладають провід від шафи до коробки зажимів подрібнювача. Всі двигуни повинні обертатися

проти годинникової стрілки (зі сторони торця вала). Перевіряють кріплення болтових з'єднань обертаючих деталей і збірних одиниць. Особливу увагу звертають на кріплення ножового диска, який повинен обертатися без заїдання і стуків при обертанні його рукою. Після цього треба підготувати подрібнювач до роботи:

а) зняти захисний кожух і, переміщуючи електродвигун за допомогою натяжних гвинтів, відрегулювати натяг клинових пасів шнека (при натисканні на середину паса із зусиллям 30 Н прогин паса має бути в межах 15... 20 мм);

б) змастити верхні підшипники шнека (солідол С за ГОСТ 4366-76);

в) встановити на місце захисний кожух; г) перевірити і в разі потреби долити до рівня мастило в мотор-редуктор (М=8Б, за ГОСТ 17479-72), змастити підшипники ведучого вала транспортера;

д) переміщуючи ведучий вал, натягти транспортер так, щоб його скребки не торкалися днища кожуха;

е) заповнити ванну водою;

є) подати у ванну коренеплоди і закрити її кришкою;

ж) встановити в подрібнюючий апарат деку з довгастими отворами;

з) під викидний рукав встановити місткість для подрібнених коренеплодів;

і) встановити перемикач шафи керування в положення "1000 об/хв".

Перевірити подрібнювач на митті і подрібненні коренеплодів, для чого ввімкнути подрібнювальний апарат, подачу води до шнека, вивантажувальний транспортер, шнек. Зупиняти машину потрібно в зворотному порядку. Електродвигун скребкового конвеєра виключають і включають незалежно від включення шнека і подрібнювача,

Перш ніж приступити до роботи подрібнювач треба обкатати на протязі 30 хвилин на холостому ході при заповненій водою ванні. Обкатка і робота машини без води недопустима, так як нижній підшипник шнека повинен працювати тільки у водяному середовищі.

Коренеплоди подрібнюються горизонтальними і вертикальними ножами. Ступінь подрібнення залежить від частоти обертання електродвигуна подрібнювача. Так, для отримання невеликих фракцій необхідна частота обертання 1000 об/хв при потужності 7,5 кВт, а для крупних фракцій знімають деку і встановлюють частоту обертання електродвигуна 500 об/хв при потужності 3,8 кВт [6]. Перемикач частоти обертання розташований в шафі керування.

При переробці мерзлих коренеплодів продуктивність подрібнювача зменшують до 5 т/год. і встановлюють запасні горизонтальні ножі з зубчастими лезами. При митті картоплі без подрібнення знімають деку і верхній диск та встановлюють частоту обертання електродвигуна 500 об/хв.

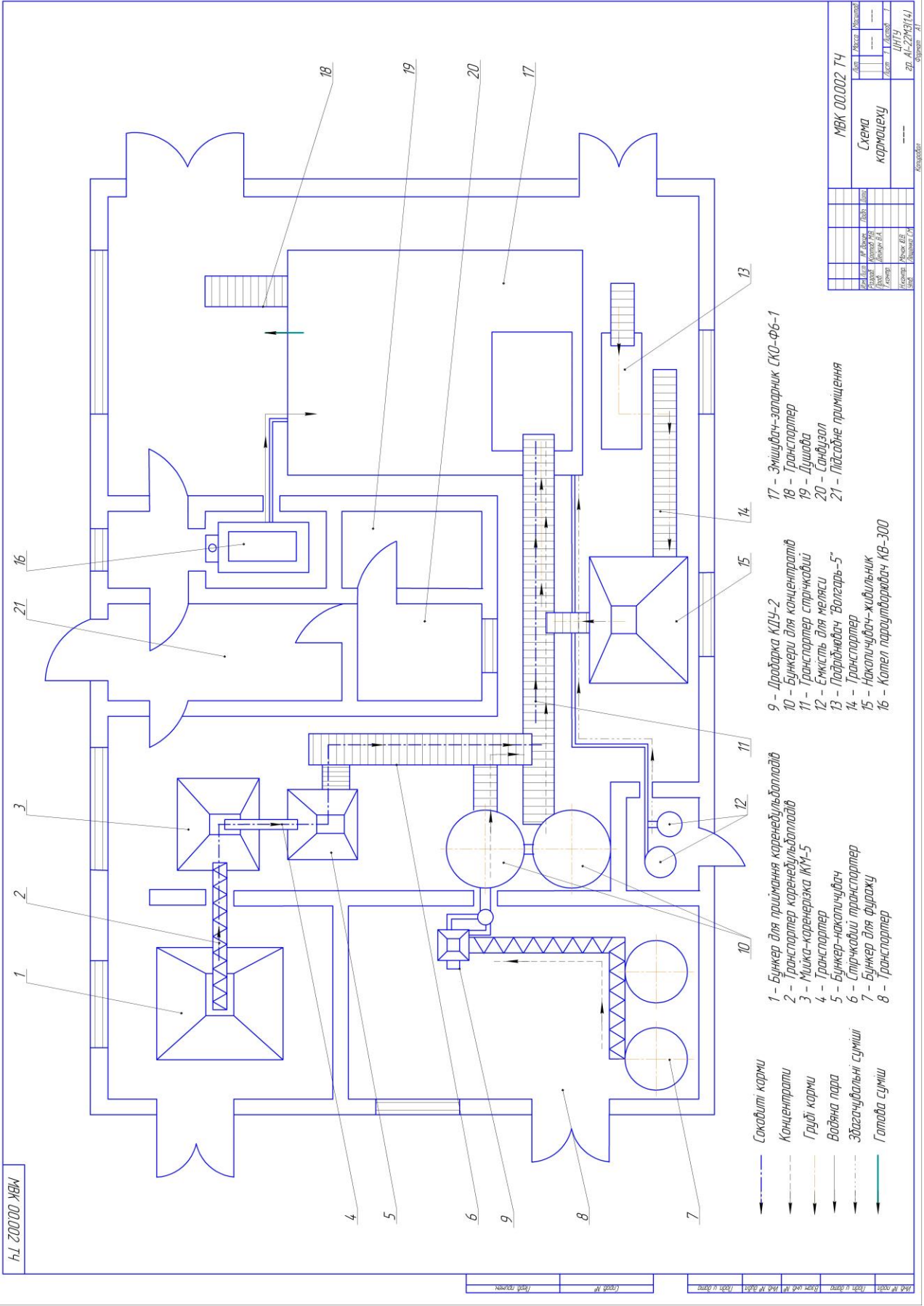
В процесі експлуатації мийки-коренерізки коренеплодів ИКМ-5 проводять щоденне технічне обслуговування і періодичне технічне обслуговування №1 (один раз в місяць або через 50 годин роботи подрібнювача). При щоденному технічному обслуговуванню подрібнювача проводять зовнішній огляд, очищення залишків корму, бруду і каміння

зовнішньої і внутрішньої) поверхні. Перевірити кріплення скребків транспортера, ножів подрібнювача і натягу ланцюгів. При необхідності усунути недоліки.

Якщо завантаження коренеплодів проводиться транспортером ТК-5,0Б, треба перевірити його працездатність, надійність кріплення скребків, натяж-них ланцюгів і пасів, відсутність підтікання мастил з робочих вузлів і її наяв-ність в точках змащування. Очистити транспортер від залишків корму і бруду.

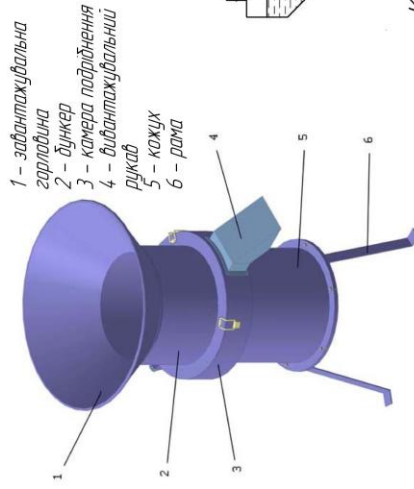
Періодичне технічне обслуговування подрібнювача ИКМ-5 передбачає виконання операцій щоденного технічного обслуговування і, крім того, перевірити технічний стан робочих органів і вузлів. Провести змащування робочих органів згідно з таблицею і схемою змащування, затягування гайок, натяг ланцюгів і пасів. Контролюють стан ізоляції електродвигунів, її опір (не менше 0,5 МОм).

МВК 00.002 ТЧ

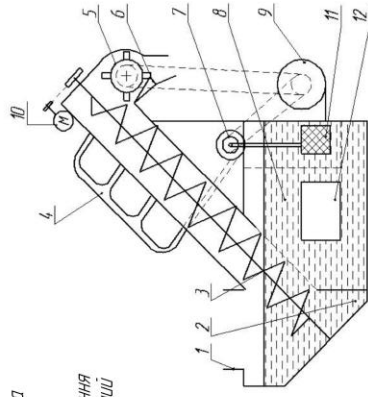


МВК 00.002 ТЧ		Схема кормоцеху		ЛННУ		ар. 41-22/31(4)	
Дир. ЛННУ	М. В. Бондар	Дир. ЛННУ	М. В. Бондар	Дир. ЛННУ	М. В. Бондар	Дир. ЛННУ	М. В. Бондар
Заст. Дир. ЛННУ	М. В. Бондар	Заст. Дир. ЛННУ	М. В. Бондар	Заст. Дир. ЛННУ	М. В. Бондар	Заст. Дир. ЛННУ	М. В. Бондар
Менеджер	М. В. Бондар	Менеджер	М. В. Бондар	Менеджер	М. В. Бондар	Менеджер	М. В. Бондар

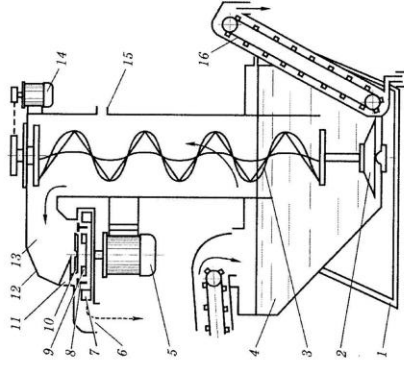
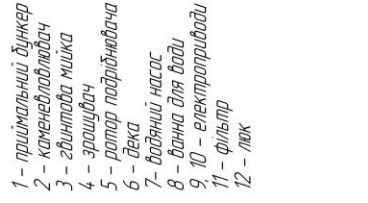
ОГЛЯД ПОДРІБНЮВАЧІВ КОРМІВ



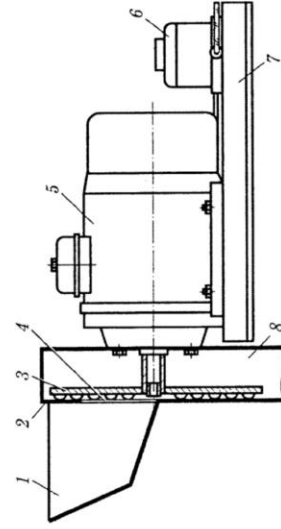
Коденерізка КПІ-4



Конструктивно-функціональна схема
подрібнювача ИКС-5М



Конструктивно-функціональна схема
подібнювача ИКМ-Ф-10



Конструктивно-функціональна схема
подрібнювача ИКФ-150

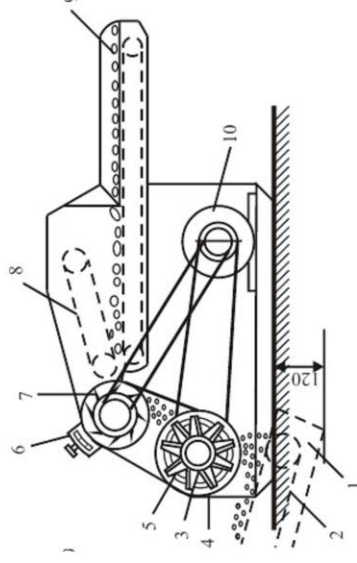


Схема подрібнювача кормів ІКВ-Ф-5А "Волгарь"

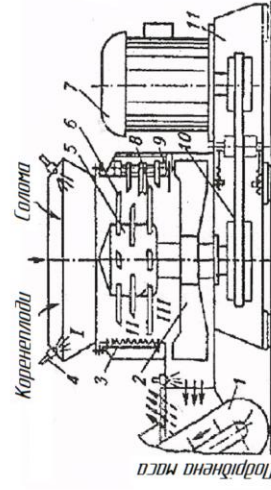


Схема подрібнювача-змішувача ИСК-3:

- 1 – забнтанжуальний дункер
2 – карпіс
3 – пертакадзі дзск
4 – прашмалёне біаіа
5 – электраабдзгун
6 – лускавіі прыстрыі
7 – рама
8 – разбнтанжуальна гарлабана

- Схема зміельчителя кормов ІКВ-Ф-5А «Волгодзьр»
- 1 – прямаяк;
 - 2 – транспартер забавлання падірнечных кормів
 - 3 – апарат падірнечнага рэзання;
 - 4 – ніжне дыно карпуса; 5 – шнек;
 - 6 – загаспэравальны прыстрій
 - 7 – ружыцкі дараднік; 8 – прэсуючы транспартер;
 - 9 – жыдкіны транспартер; 10 – электрадыдзін

- 1 - приймальня камера, II - робоча камера, III - відлантажувальна камера
1' - відлантажувальний транспортер,
2 - шибрня, 3 - дека, 4 - форсушка, 5 - розпар, 6 - ніж розпару,
7 - електродвигун, 8 - ніж протизаліни, 9 - шпдер,
10 - лопат розпару, 11 - дека

[illegible]

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТРАНСПОРТУВАННЯ ТА ПОДРІБНЕННЯ КОРЕНЕБУЛЬБОПЛОДІВ

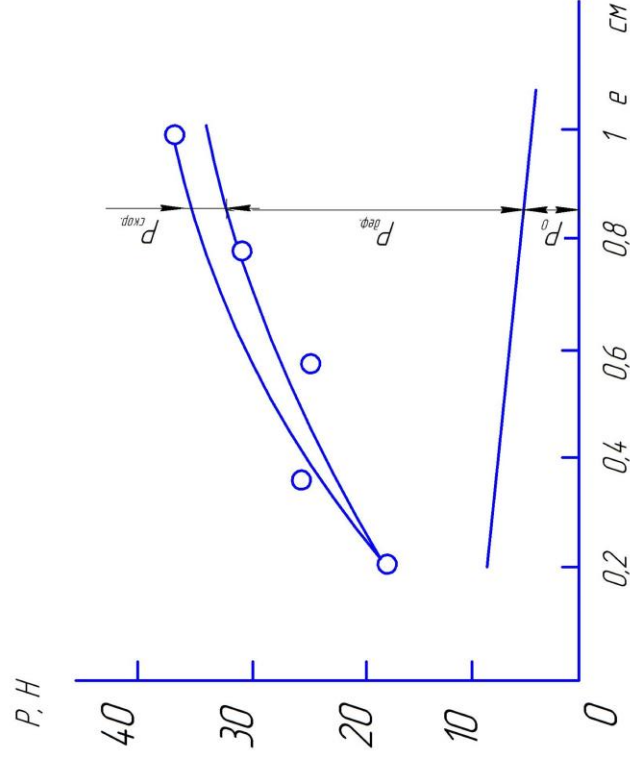


Схема розподілу зусилля різання по складовим опорам при куті $\alpha=17^\circ$

$$P = P_0 + kbh + ebhv^2, H$$

де P_0 – деякий загальний опір, H_i

 $k_i \in$ – коефіцієнти пропорційності;**В і н - ширина і товщина стружки, м;**

v – швидкість різання, м/с.

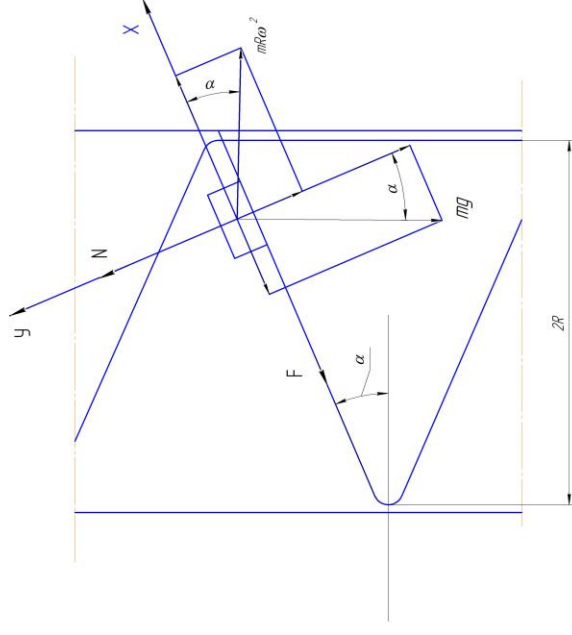


Схема сил, які діють на коренеплід у вертикальному шнеці.

Система рівнянь для визначення сил, які діють на коренедільбоплід по осях координат ХОУ:

$$\sum_{i=1}^n P_x = mR\omega^2 \cos\alpha - F - mgs\sin\alpha \geq 0$$

$$\sum_{i=1}^n P_x = N - mR\omega^2 \sin\alpha - mg\cos\alpha = 0$$

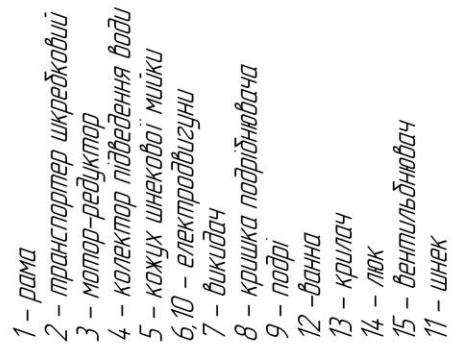
Кутюба швидкість вертикального шнека

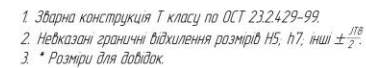
$$\omega \geq \sqrt{\frac{g t g(\alpha + \varphi)}{R}}$$

φ – кут тертя ковзання коренеплоду по поверхні шнека, град;

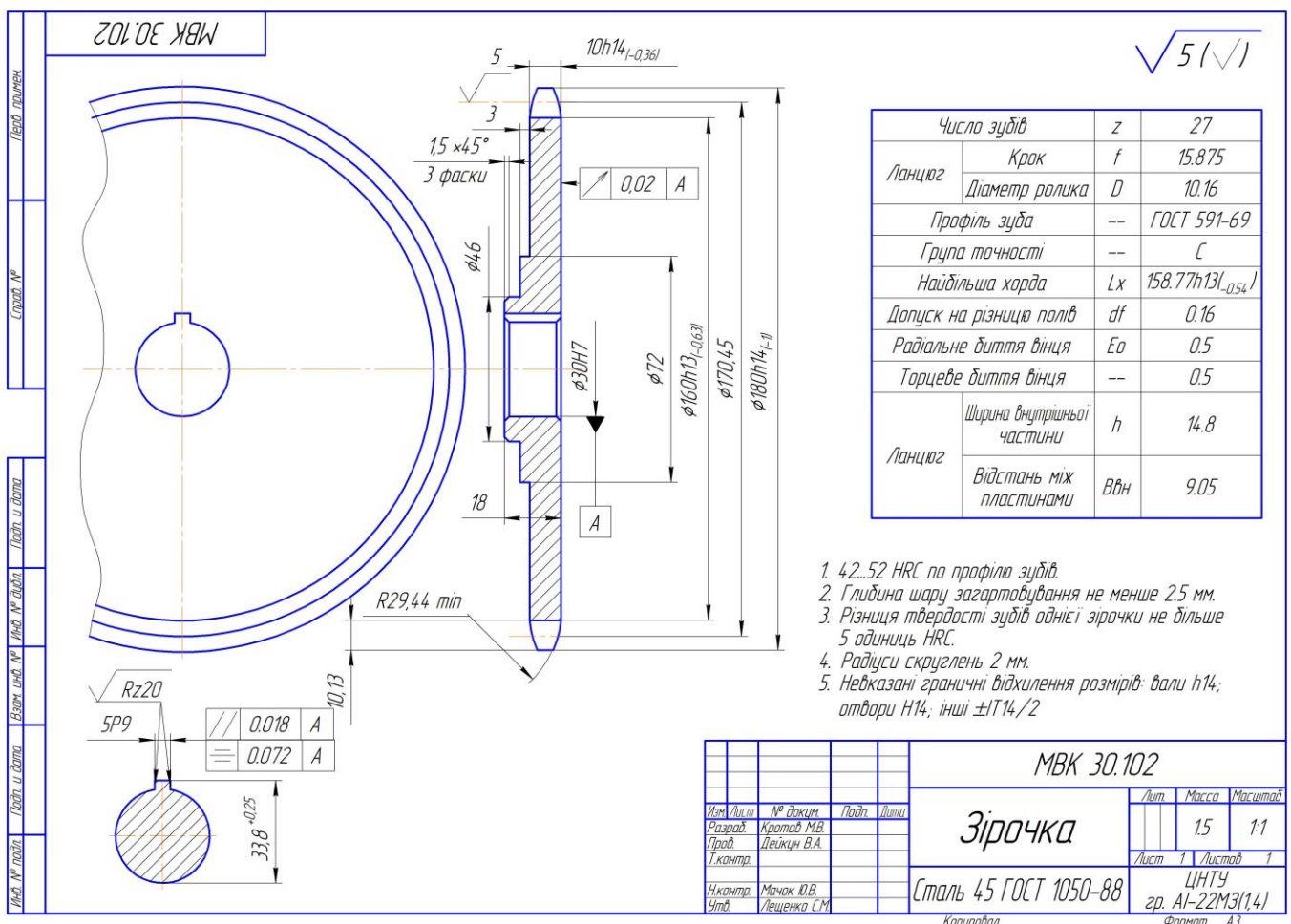
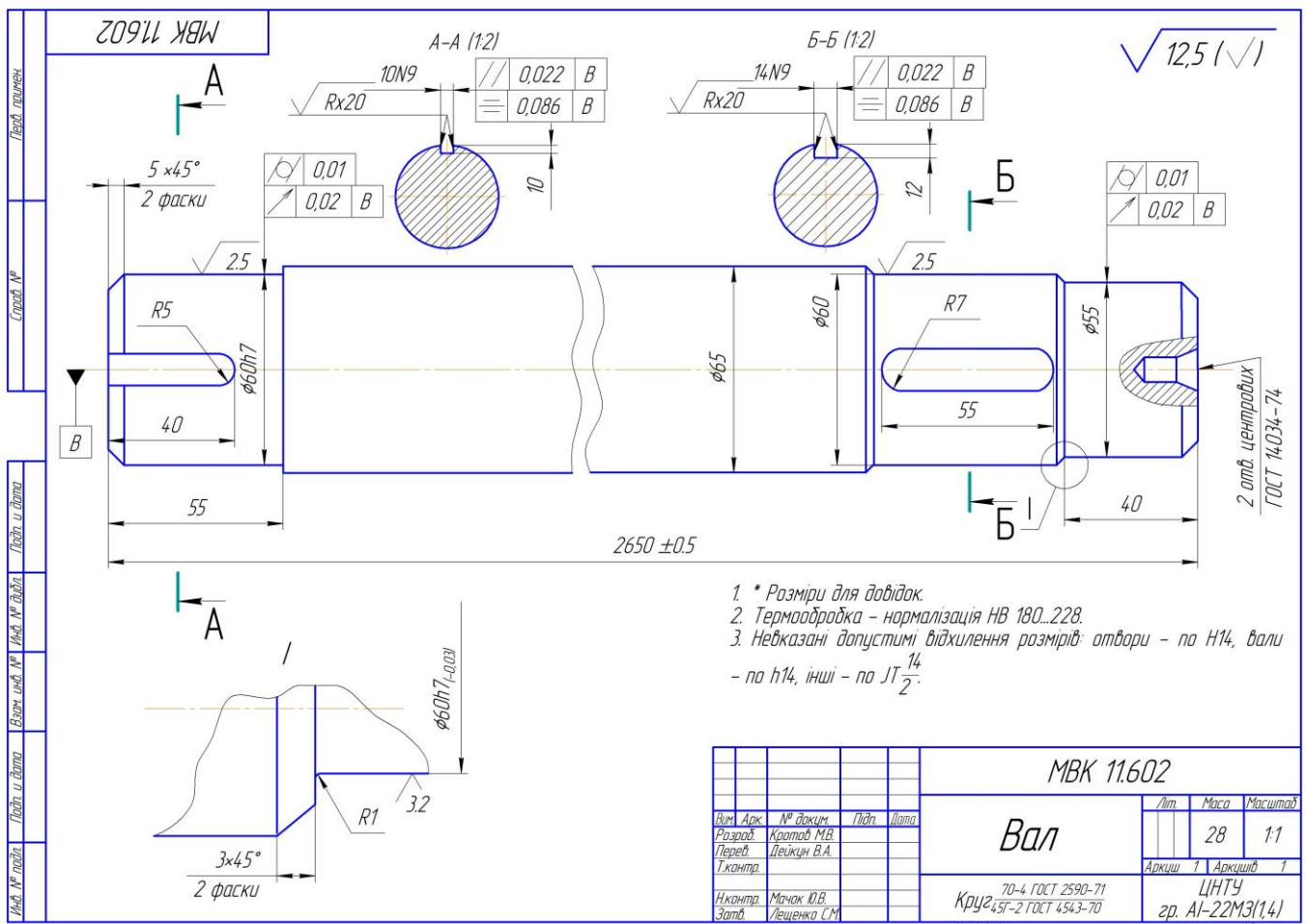
R - радіус шнека.

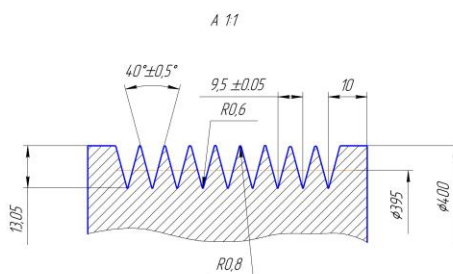
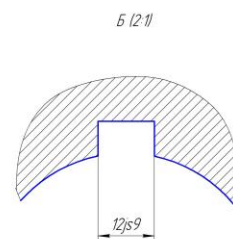
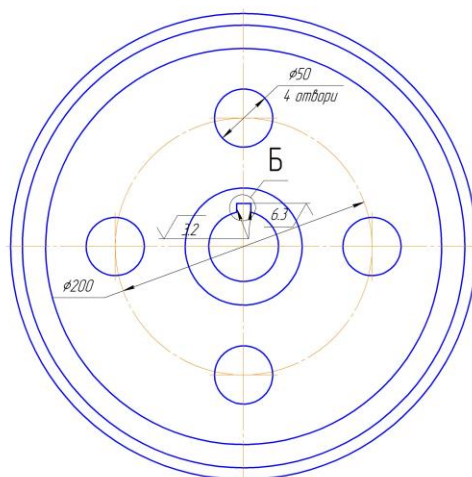
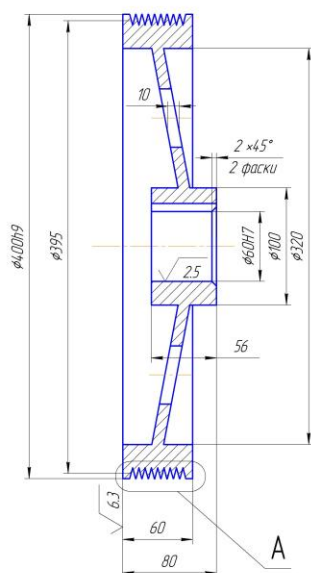
[illegible]

[illegible]



						МВК 00.011 СБ				
Изм.	Лист	№ докум.	Изд.		Дата	Шнек		Изм.	Масло	Масштаб
Разраб.	Корнет М.В.								84	1:1
Проект.	Корнет В.А.							Архив	Архив	?
Генератор								ИИЧУ		
Исполнит.	Михайл В.В.					---		2р. А1-22М3(14)		
Смет.	Михайл С.М.							Фигуры А1		
						Корнет				





1. Радіуси заокруглені $R \ 2 \text{ мм}$.
2. Граничні відхилення відстані між канавками не більше $\pm 0.03 \text{ мм}$.
3. Невказані граничні відхилення розмірів: діаметрів H_{14}, h_{14} , останніх js_6 , поверхонь $\nabla \sqrt{17} \frac{R}{S}$.
4. На робочій поверхні пористості і раковини не допускаються.

[illegible]

[illegible]