

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

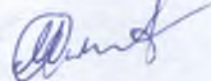
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Спеціальність: 133 Галузеве машинобудування (Машини та апарати харчових виробництв)

МАГІСТЕРСЬКА ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
на тему «Реконструкція лінії з виробництва кісткової муки та жиру на ДП  
«Венсанзавод»

Студентка гр. МАХВ<sub>м</sub>-23-1

Керівник роботи



Слобода Р.А

д.т.н., проф. Стечишин М.С.

Робота допущена до захисту у ДЕК

к.т.н., доц., завідувач кафедру машинознавства



Мартинюк А.В.

Хмельницький, 2024р.

## **Анотація**

Метою даного дипломного проекту є модернізація роботи лінії для виробництва кісткової муки та жиру на ДП «Венсанзавод»

У розрахунково -пояснювальній записці до дипломного проекту представлені: аналіз виробничо -господарської діяльності підприємства, конструкторський розрахунки модернізованих вузлів устаткування, правила експлуатації й технічне обслуговування устаткування, технологічний процес механічної обробки деталі, а також економічна оцінка впровадження оновленої технологічної лінії. Розглянуті заходи щодо безпеки життєдіяльності при експлуатації лінії з виготовлення кісткової муки.

Дипломний проект містить 91 аркуш розрахунково-пояснювальної записки та 9 аркушів графічної частини.

Ключові слова: дробильно-розмелювальна техніка, технологічна лінія, вузли устаткування, лінії з виготовлення кісткової муки

## З М І С Т

	Арк.
ВСТУП	6
1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА	8
1.1 Асортимент продукції підприємства	8
1.2 Енергозабезпечення підприємства	8
1.3 Технохімічний, мікробіологічний і санітарно-гігієнічний контроль виробництва	9
2 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ	13
2.1 Технологічна лінія Я8-ФОБ-1М для виробітку кісткового борошна й витопки жиру	26
2.2 Вимоги які пред'являються до сировини	14

3	ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	16
3.1	Технологічний процес виробництва кісткового жиру й борошна	16
3.2	Розрахунки устаткування технологічної лінії	19
4	КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	21
4.1	Обґрунтування вибору конструкторської розробки (модернізації)	21
4.2	Призначення, будова та принцип роботи молоткової дробарки	4.2
4.3	Розрахунок основних параметрів ударної дробарки	22
4.4	Розрахунок вала дробарки	26
4.5	Вибір підшипника	30
5	РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ДРОБАРКИ	33
6	ПРИНЦИП ВЛАШТУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ СХЕМИ ДРОБАРКИ	75
7	ПРАВИЛА ЕКСПЛУАТАЦІЇ І ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ОБРАНОГО ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО МАШИНИ І УСТАТКУВАННЯ	76
7.1	Вибір основного технологічного устаткування	76
7.2	Розрахунки річної кількості ремонтів і оглядів основного технологічного устаткування підприємства	77
7.3	Розрахунки річної трудомісткості ремонтів і оглядів основного технологічного устаткування підприємства	80
	ВИСНОВКИ	89
	СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	90
	ДОДАТКИ	

## ВСТУП

Останнім часом в Україні все більшого поширення одержує переробка сільськогосподарської продукції на міні-переробних, маленьких підприємствах. Розвиток малих м'ясопереробних цехів вирішує цілий ряд немаловажних проблем, і зокрема забезпечення населення навколо підприємства різного виду продукцією. Та й будівництво малих цехів значно дешевше, в експлуатацію вводяться швидше, аніж великі, потужні м'ясопереробні комплекси.

Але з іншого боку, розвиток малих підприємств породжує нові проблеми, у тому числі проблеми раціонального використання сировини при переробці, дотримання технологічних, санітарно-гігієнічних і ветеринарних норм, а також нормативно-технічної документації, навчання кадрів тощо. Однак міні-переробні підприємства існують і розбудовуються як об'єктивна необхідність сьогодення.

Для забезпечення мінім'ясопереробних підприємств обладнанням, зокрема і обладнанням для подрібнення сировини, машинобудівні заводи випускають найрізноманітніші машини й устаткування, причому разом зі створенням нових відбувається безперервна заміна й удосконалювання існуючих машин і апаратів та загальне збільшення обсягу їх випуску.

Колосальні витрати, пов'язані із процесами подрібнення сировини, на сучасному рівні розвитку виробництва, викликають гостру необхідність розробки принципово нових способів подрібнення тваринної та рослинної сировини, а також створення на їхній основі нових технологій і устаткування.

Більшість цехів будуються без типових проектів, розміщаються в реконструйованих приміщеннях, оснащуються в основному списаним устаткуванням.

З іншого боку, дробильно-розмелювальна техніка пройшла свій історичний шлях розвитку, базуючись на досягненнях сучасної науки. Зокрема з'явилися такі принципи подрібнення як кульковий, вібраційний, самоподріблюваний, ударний, ударно-відцентровий, струменевий та інші.

На основі світового досвіду передбачається вивести галузь на якісно новий рівень, що забезпечує відновлення обсягів вироблюваної продукції, підвищення її якості, істотне збільшення асортиментів і глибини переробки сировини.

Для розв'язку зазначених завдань необхідно здійснити технічне переозброєння великих м'ясокомбінатів і міських молочних заводів, а також значно підвищити технологічний рівень устаткування, що випускається для переробних підприємств малої й середньої потужності.

Практично всі способи подрібнення малоефективні за багатьма показниками на сучасному рівні розвитку техніки. Тому з метою збільшення продуктивності, зниження металоємності й матеріалоємності, зменшення капітальних витрат необхідно шукати нові шляхи

вдосконалювання устаткування для подрібнення харчової, зокрема і м'ясної сировини.

## 1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

### 1.1 Асортимент продукції підприємства

У цей час підприємство випускає: м'ясо-кісткову муку та тваринні жири. Продукція виготовляється з яловичих й свинних решток (кісток), планується виробництво м'ясо-кісткової муки з відходів переробки птахівництва.

Ринок збуту: підприємства які спеціалізуються на виготовленні комбікормів, тваринних кормів тощо.

Сировина доставляється на підприємство з: малих м'ясопереробних підприємств та великих м'ясокомбінатів області (ДП «Венсанзавод», ТОВ АГРОПРОДУК, тощо).

### 1.2 Енергозабезпечення підприємства

Водою підприємство забезпечується за допомогою місцевого водогону.

Електропостачання: основне здійснюється від місцевої електростанції. На заводі встановлено два трансформатори потужністю 1000 кВт.

Теплопостачання здійснює місцева котельня яка розміщена на станції.

Холодопостачання можливе завдяки фреоновій компресорній установці, розташованій на підприємстві.

Очисні споруди й технологія очистки стоків заснована на сорбційному методі очищення із застосуванням реагентної напірної флотації для поділу стоку. Проектна технологія обробки стоків включає:

- операцію усереднення;
- обробку відповідними реагентами для утворення нерозчинних гідрооксидних з'єднань заліза з гарною сорбційною здатністю;
- обробку, окисником для руйнування біостійких забруднень;
- відділення осаду реагентною напірною флотацією;
- зневоднювання одержуваних відходів.

До складу очисних споруджень входить наступне устаткування:

1. Приймач-усереднювач;
2. Механічні ґрати;
3. Два реактори змішувачі для введення чотирьох реагентів (залізо хлористе, кислота соляна, їдкий натрій, перекис водню) у певній послідовності й у певному дозуванні;
4. Ємності для приготування й подачі реактивів (кислот, лугів, флокулянтів, піногасника);
5. Напірний флотатор фірми «Франц Кирхфельд»;
6. Стрічковий – вакуумний шламосушитель.

Даний набір устаткування становить основу технології. Технологія очищення має ряд недоліків, які роблять її несумісною з вимогами сьогодення, як по нормах ГДК, так і за вартістю витрат. Тому,

зберігаючи реагентний принцип обробки повинні бути, підібрані нові ефективні реагенти, що забезпечують очищення реальних стоків виробництва до норм скидання в міську каналізацію. Технічний стан устаткування й необхідний, першочерговий обсяг ремонтних робіт визначився при проведенні ревізії устаткування.

### 1.3 Технохімічний, мікробіологічний і санітарно-гігієнічний контроль виробництва

При виготовленні ковбасних виробів та витопці жиру на всіх стадіях виробництва здійснюють вхідний і проміжний контроль показників якості й температури об'єктів переробки, умов і режимних параметрів технологічного процесу, а також дотримання рецептур. Поряд з технологічним контролем систематично проводять санітарно-мікробіологічний контроль виробництва згідно з діючими інструкціями.

Варені ковбасні вироби повинні вироблятися відповідно до вимог технічних умов, по технологічній інструкції, з дотриманням « Санітарних правил для підприємств м'ясної промисловості», затверджених у встановленому порядку. Відповідно до нормативно-технічної документації в готових виробах (сосисках) регламентується вміст вологи, солі й нітриту відповідно не більш, %: 60 – 70; 2 – 2,5; 0,005. У теплий період часу (травень – вересень) допускається збільшення масової частки солі в готовому продукті на 0,2 %.

Удосконалювання методів контролю умов і режимних параметрів технологічних процесів, використання експрес-методів вхідного й операційного контролю якості сировини й продуктів, у тому числі рН, структурно-механічних характеристик і кольору дають можливість оперативно впливати на формування якості готових виробів і уникати утворення дефектів.

Основні види псування ковбасних виробів – пліснявіння, гнильне розкладання білків і згіркування жиру. Причинами їх виникнення можуть

бути використання несвіжого м'яса, окисненого жиру, порушення режимів підготовки сировини, механічної й теплової обробки, температури, відносної вологості й тривалості зберігання. Причиною нестабільності властивостей ковбас при зберіганні може стати також високе значення рН використовуваної м'ясної сировини. Перед реалізацією ковбасні вироби, в тому числі й сосиски, перевіряють органолептичні показники і відбраковують ті, що не відповідають по якості вимогам ДЕРЖСТАНДАРТ 23670 -79.

Не допускаються для реалізації ковбаси:

- із сірим кольором батонів і сірими плямами на розрізі;
- зі сліпами по всій довжині батонів (більш 10 % від усієї партії);
- що мають забруднення на оболонці.

У ковбасних виробках допускається вміст токсичних елементів (мг/кг), не більш: свинцю - 0,5; миш'яку – 0,1; кадмію – 0,05; ртуті – 0,03; міді – 5,0; цинку – 70,0; антибіотиків: левомітицину, тетрациклінової групи, гризину й бацитрацину, відповідно, менш (од. на кг) – 10, 10, 500 і 20; нітрозамінів – не більш 0,002 кг/кг і т.д.

Для контролю над дотриманням якості готових ковбасних виробів (ковбас) періодично, не рідше ніж один раз в 10 днів, проводять аналізи по визначенню в продукті масової частки вологи, повареної солі, крохмалю, нітриту натрію, бактеріологічні аналізи.

Ветеринарно-санітарну експертизу ковбасних виробів проводять із метою визначення їх доброякісності й відповідності, що випускається підприємством продукції вимогам діючих стандартів і технічних умов. Доброякісність готового продукту залежить від якості сировини, дотримання технологічних режимів виготовлення, а також умов зберігання й реалізації. Вона визначається по органолептичних, фізико-хімічним і бактеріологічним показникам. Технохімічному контролю піддають кожен партію ковбасних виробів, що випускаються. При цьому перевіряють

дотримання рецептурного складу, органолептичні ознаки, зокрема наявність виробничих недоліків. Проби для дослідження відбирають від кожної однорідної партії продукту. Однорідною партією вважають ковбасні вироби одного виду, сорту й найменування, вироблені протягом однієї зміни, піддані однаковому режиму технологічної обробки. При контролі зовнішнього огляду піддають не менш 10 % кожної партії ковбасних виробів.

Перед органолептичним дослідженням ковбасні батони звільняють від шпагату, відрізають кінці оболонки, розріжуть уздовж по діаметру. При оцінці зовнішнього вигляду звертають увагу на колір, рівномірність фарбування, структуру, стан окремих компонентів. Наявність липкості й ослизнення встановлюється легким дотиком пальців до продукту. Консистенцію визначають легким натисненням пальця на свіжий розріз батона, окришчуваність фаршу – шляхом обережного розламування зрізу батона. Для дослідження на смак ковбасу ріжуть на скибочки товщиною 3-4 мм.

Санітарно-мікробіологічний контроль ковбасного виробництва виконується систематично згідно з діючою інструкцією.

Проби з устаткування, реманенту, тари й інших об'єктів, що перебувають у приміщеннях цехів, відбирають методом змивів до початку роботи або після проведення збирання, особливу увагу обертають на пази, поглиблення, стоки, щілини. Площа, з якої беруть пробу (змив), повинна бути не менш 100 см<sup>2</sup>. При виявленні на 1 см<sup>2</sup> обстежених об'єктів понад 300 мікроорганізми негайно проводять ретельну санітарну обробку з повторними мікробіологічними дослідженнями, які виконуються відповідно діючим ДЕРЖСТАНДАРТОМ і інструкціям.

Мікробіологічні показники ковбасних виробів визначають по діючих методиках. У готових ковбасних виробах не повинне бути умовно-патогенної й патогенної мікрофлори. При виявленні у варених ковбасах і сосисках представників сімейства кишкових бактерій, неприємних запахів,

невідності кольорі й смаку направляють на переробку в нижчі сорти ковбасних виробів з повторною тепловою обробкою.

## 2 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

Харчові тваринні жири використовуються головним чином для кулінарних цілей, готування жирових сумішей (маргарин, збірний жир) і як сировина в консервному, ковбасному та кондитерському виробництвах.

У цей час на м'ясокомбінатах виробляють яловичий, свинячий, баранячий, кістковий, пташиний жири, а також збірні суміші різної жиросировини (яловичого, свинячого й баранячого).

Кістковий жир являє собою суміш жирів, що витоплюється з різних кісток (трубчастої, губчатої) забійних тварин. У кістковому жирі переважає олеїнова кислота (59%), вміст поліненасичених жирних кислот трохи більше, чим в інших тваринних жирах, і становить 5-10%. Кістковий жир містить у своєму складі близько 0,2% фосфоліпідів, вітамін А та каротин. Колір жиру вищого сорту - від білого до жовтого, першого сорту допускається сіруватий і зеленуватий відтінок, консистенція рідка, мастка або щільна, використовується як кулінарний жир.

Кісткове борошно - продукт переробки кісток свійських тварина, використовують як фосфорне добриво (містить 29-34 % фосфору).

Застосовують для діжкових культур (цитрусові, лавровишня) і рослин відкритого ґрунту. Вважається довготривалим добривом.

Кісткове борошно складається з органічних (жир і клей - 26-30 %) і мінеральних (переважно  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  - 58-62 %) речовин. Знежирене кісткове борошно містить до 21 % фосфорної кислоти й до 4 % азоту, обесклеєне кісткове борошно (відхід клейових заводів) містить близько 30 % фосфорної кислоти й до 1,5 % азоту.

Для горшково-діжкових культур, кісткове борошно вносять із розрахунку: 1 частина борошна на 100 частин землі.

Також кісткове борошно, використовують в якості мінерального добрива для с.-х. рослин. У раціон великої рогатої худоби його додають 40-100 г у добу, дрібних тварин - 8-20 г. До складу комбікормів кісткове борошно включають до 1% від маси корму.

## 2.1 Технологічна лінія Я8-ФОБ-1М для виробітку кісткового борошна й витопки жиру

Лінія має горизонтальний віброекстрактор 5 для знежирення кістки (ДПМАХВ 19.11.07.00.00 Т7). Кістка надходить на прийомний стіл 1, звідки після огляду її завантажують у силовий подрібнювач 2. Подрібнену кістку скребковим елеватором 3 подають у завантажувальну горловину віброекстрактора 5. Виділення жиру відбувається в гарячій воді температура якої становить 85...87°C. Отримана в апараті суміш жиру, води й кістки надходить у промивач-роздільник 15, звідки водожирову емульсію із залишками білкової фази подають насосом 14 у відстійну горизонтальну шнекову центрифугу 16, а шкварку після додаткового здрібнювання шнековим елеватором 6 завантажують у шестикорпусную шнекову кондуктивную сушарку 7. Суху шкварку подрібнюють й просівають на вібраційному агрегаті – дробильному просіювачі.

Жир очищають у двох послідовно встановлених сепараторах 12, охолоджують і упаковують. Воду, що відділилася в сепараторах ( так звана технологічна вода) збирають у баку-збірнику 11 і насосом 10 по трубопроводі 9 перекачують у бак-підігрівник 4, де парою нагрівають до 85 °С. Потім цю воду подають знову у віброекстрактор і промивач. Повторне використання технологічної води дозволяє скоротити витрати гарячої води до 0,1 м<sup>3</sup> на 1 т кістці, що переробляється. Продуктивність лінії становить до 1000 кг/год сирової кістки при витраті електроенергії 100 кВт/год і масовій витраті пари 300 кг/год.

## 2.2 Вимоги які пред'являються до сировини

Якість визначають за органолептичними показниками (колір і консистенція при температурі 15-20°C, запах і смак, прозорість у розплавленому стані) і фізико-хімічними показниками (масова частка вологи, кислотне число). Пряжені жири в розплавленому виді повинні бути прозорі; жир вищого сорту всіх видів повинен мати смак без сторонніх присмаків, першого сорту допускається приємний прижарений присмак. Масова частка вологи в яловичому й баранячому жирі вищого сорту не більш 0,2%, у свинячого й кісткового - 0,25%; першого сорту - 0,30% (у жиру всіх видів). Кислотне число в яловичого й свинячого жиру вищого сорту не більш 1,1; у баранячого й кісткового - 1,2 мг; у всіх видів жиру першого сорту - не більш 2,2 мг.

### 3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Технологічний процес виробництва кісткового жиру й борошна

Технологічний процес починається з підготовки сировини. До основної сировини у виробництві харчових тваринних пражених жирів відносяться жирова тканина, кістки кістяка. За видом сировини, з якого отримана жирова тканина, жир-сирець ділять на яловичий, баранячий, свинячий. З врахуванням особливостей переробки, жирокислотного складу й місця розташування в туші тварини жир-сирець ділять на 1-шу й 2-гу групи. Жир-сирець із патологічними змінами, незадовільними органолептичними показниками, а також міздровий жир зі шкір кнурів не допускаються для переробки в харчових цілях.

Важливим джерелом сировини для одержання пражених жирів є кості забійних тварин, вихід жиру яких становить 9-45% маси кісток тварини. Сира кістка кістяка відноситься до 1-ї категорії, а знежирена

кістка - до 2-ї. Для виробництва харчового пряженого жиру використовують кістку 1-ї категорії [1].

Витоплювання жиру з кістки. Переробці харчовий кістки приділяється велика увага у всіх країнах. Відомо велика кількість ліній переробки кістки, використовуваних як в Україні, так і за кордоном. Вони використовуються для одержання не тільки харчового жиру, але й кісткового борошна, шроту, концентрованого бульйону тощо. Це лінії комплексної переробки кістки «Спомаш» (Польща), «Лильдаль» (Данія), лінія фірми «Berlin Consalt» (Німеччина), «Wartex» (Бельгія), лінія фірми FMC (США), установка «Центрифлю» (Швеція) і ін.

Сутність отримання жиру з кістки мокрим способом полягає в наступному: сировина контактує з водою, у якій барботується пара, одночасно на процес впливають вібраційні коливання, відбувається постійне перемішування, в результаті жир виділяється з кістки й кісткового залишку.

Вітчизняна лінія Я8-ФОБ-1М складається з подрібнювача кістки, елеватора, віброекстрактора, відцентрового роздільника-промивача, відстійної центрифуги й сепаратора.

Отримання жиру із здрібноної кістки відбувається у віброекстракторі з водою температурою 75-85 °С (співвідношення води й маси кістки 1:1) з поступовим підвищенням її до 90-95°С, при тиску 0,1-0,3 МПа, із частотою коливань 25 Гц протягом 2 хв. З віброекстрактора жирова маса надходить у промивач-роздільник, з якого виходять дві фракції: кістка й жирова емульсія. Остання надходить у центрифугу для відділення залишку кістки, води й жиру. Спосіб витопки суттєво впливає на формування якості готового продукту. Так, при витопці жиру з жиру-сирцю 1-й групи при атмосферному тиску мокрим і сухим способом і одержують жир вищого сорту; при надлишковому тиску й під вакуумом - жир 1-го сорту й збірний. Зі шкварки, отриманої при витопці жирів вищого

сорту, жиру 1-го сорту; зі шкварки, отриманої при витопці жирів 1-го сорту, - збірний жир.

Рафінація пряжених жирів. Сирі пряжені жири, так само як і рослинні олії, містять різноманітні домішки, що перебувають, у зваженому, емульгованому або розчиненому стані.

До механічних домішок відносяться частки шкварки, вода, мінеральні солі. У розчиненому стані перебувають вільні жирні кислоти, пігменти, фосфатиди, вітаміни, стерини, ферменти.

Основними операціями рафінації пряжених жирів є відстоювання, що включають відстоювання, фільтрацію, сепарування, нейтралізацію, відбілювання й дезодорування. Рафінація пряжених жирів переслідує ту ж мета, що й рафінація рослинних олій. Після рафінації жир направляють на охолодження.

Охолодження жиру. Цей процес має дві мети: запобігання розвитку окисних процесів і формування необхідних структурних і пластичних властивостей.

Гліцериди, будучи поліморфними речовинами, при швидкому охолодженні утворюють дрібні кристали, а жир здобуває однорідну консистенцію й пластичні властивості. При невеликій швидкості тепловідводу утворюються великі кристали, що приводить до розшарування рідкої фракції, що кристалізується і залишається. Залежно від виду жиру, його призначення й виду тари тваринні жири піддають одно- або двустадійному охолодженню. При фасуванні у велику тару (бочки) жири проходять одну стадію охолодження, при використанні споживчої тари жири проохолоджують у дві стадії, причому другу стадію називають переохолодженням.

Для охолодження жирів застосовують охолоджувачі безперервної дії, у яких жир не має контакту з повітрям (Д-5-ФОП, «Титан») і охолоджується в середньому до 38°C. Для переохолодження жиру використовують охолоджувач «Айстра» (Німеччина), «Вотатор» (Англія),

льодогенератори. При цьому жири мають температуру нижче, чим після охолодження в середньому до 27 °С.

Після охолодження й переохолодження жир направляють на фасування й упакування.

Упакування й маркування жиру. Для фасування жиру в пачки використовують автомат АРМ, призначений для вершкового масла, і АР-1М - для м'ясного фаршу. Для фасовки переохолодженого жиру в стаканчики з полівінілхлориду масою нетто 250 і 400 г - автомат М 6-ОРВ.

Харчові жири, призначені для реалізації в споживчій тарі, упаковують у пергамент, алюмінієву фольгу масою нетто 250 г, стаканчики з полівінілхлоридної плівки, металеві й скляні банки масою нетто 400, 450 г. Допускаються наступні відхилення маси (у г): 200 ±3; 250 ±3; 300 ±3,5; 400 ±4; 450 ±4,5; 2500 ±5; 7000 ±5.

Харчові тваринні пряжені жири фасують також у дерев'яні заливні бочки місткістю 25, 50, 100 і 120 дм<sup>3</sup>, у фанерні штамповані бочки або картонні барабани, фанерні, картонні ящики - не більш 25 кг.

Перед заповненням жиром у бочки, ящики поміщають мішки-вкладиші з полімерних плівкових матеріалів; тара може бути також викладена пергаментом. Допускаються наступні відхилення маси нетто жиру в бочках місткістю: 50 дм<sup>3</sup> - 40 ±0,5 кг; 100 дм<sup>3</sup> - 80 ±0,5 кг; 120 дм<sup>3</sup> - 98 ±0,5 кг.

Зберігання харчових прямих жирів. Зберігають жири при температурі не вище 25 °С. Найбільш прийнятною є температура від - 5 до - 8°С. При цьому яловичий, баранячий, свинячий, кінський і кістковий жири в ящиках або бочках зберігаються 6 міс, металевих банках - 24 міс; збірний у бочках - 4 міс, у споживчій тарі - 2 міс. Жири з антиокислювачами в ящиках і бочках зберігають 24 міс, у споживчій тарі - 3 міс. Технологічний процес виробництва заморожених пельменів повинен здійснюватися відповідно до санітарних правил і з інструкцією з мийки й профілактичної дезінфекції для підприємств м'ясної промисловості.

### 3.2 Розрахунки устаткування технологічної лінії

Продуктивність машини на операції

$$M_3 = \frac{A}{T}, \quad (3.1)$$

де  $M_3$  – продуктивність або завантаження апарата, кг/доб;

$A$  – кількість сировини, що переробляється, у зміну, кг;

$T$  – тривалість зміни, год.

Підбір технологічної лінії по виробництві кісткового жиру й борошна.

$$M_3 = \frac{455}{12} = 38 \text{ кг/год}$$

Вибираємо технологічну лінію із продуктивністю 150 кг/год, марки Я8-ФОБ-1М.

Підбір молоткової дробарки.

$$M_3 = \frac{455}{12} = 38 \text{ кг/год.}$$

Вибираємо молоткову дробарку із продуктивністю 200 кг / год, марки МШС-300Л.

## 4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

### 4.1 Обґрунтування вибору конструкторської розробки (модернізації)

Обрана молоткова дробарка МШС-300Л малопродуктивна, енергоємна, а також призначена для подрібнення курячої кістки. Тому прийнято рішення її модернізації, зокрема встановити зубастий вінець навколо ротора та зміцнити вал дробарки. Запропонована модернізація дробарки дозволить збільшати ступінь і швидкість подрібнювання, знизить питому енергоємність на одиницю ваги отриманого продукту. Використання дробарки поліпшує санітарно-екологічний стан виробництва кісткового й інших видів кормів тваринного походження.

Конструктивне виконання дробарки, а саме співвідношення робочих органів, дозволяє забезпечити високу продуктивність роботи. Дробарка здійснює заданий ступінь і однорідність подрібнення кісток. Збільшена

швидкість подрібнення. Може бути встановлена в будь-яку технологічну поточно-механізовану лінію й працювати самостійно. Зручна й проста в обслуговуванні. Завдяки тому, що били, розташовані на одній поверхні диска закріплені з певним зсувом відносно інших билів, розташованих на протилежній стороні суміжного диска, з утворенням зазору, співвідношення величини якого до величини зазору між гранню, що дробить, біла й відбійними елементами становить 1:3 та 1:5, відбувається швидке здрібнювання сировини, виключається її проковзування, що сприяє підвищеній працездатності дробарки в цілому.

#### 4.2 Призначення, будова та принцип роботи молоткової дробарки

Дробарка молоткова серії МШС - механічна дробильна машина безперервної дії, що експлуатується в процесах подрібнення, переробці технологічної сировини шляхом подрібнення кістки ударами молотків.

Дробарка складається з корпусу 1, (ДПМАХВ 19.11.07.00.000 ВЗ), у якому розміщений вал 10, (ДПМАХВ 19.11.07.00.000 СК), з дисками 7. На обох поверхнях диска шарнірно закріплені молотки 6. На внутрішніх бічних поверхнях корпусу змонтовані рифлені плити 4, а на нижній грати 8, для просівання подрібненої сировини (кістки). Дробарка має привід 4, для приведення обертання вала з дисками.

Дробарка працює наступним чином: кістку подають через похилий лоток 2. Подрібнення здійснюється вільним ударом обертових молотків 6 по шматках кістки, ударом шматків об рифлені плити 4, і остаточно подрібнюючись між ними, транспортується до ґраток 8 та проходять через неї.

#### 4.3 Основних параметрів ударної дробарки

Розрахункова потужність двигуна дробарки

$$P = 13,4D^2L\omega = 13,4 \cdot 0,138^2 \cdot 0,348 \cdot 157 = 13,9 \text{ кВт}, \quad (4.1)$$

$$\text{де } \omega = \pi \cdot \frac{n}{30} = 3,14 \cdot \frac{1500}{30} = 157 \text{ c}^{-1}$$

За каталогом вибрано двигун: АОSS267-15 потужність якого  
 $P_{\text{дв}} = 15 \text{ кВт}$

Середня миттєва сила опору руйнування частин подрібнюваного матеріалу

Прийнято  $F = 130 \text{ Н}$  [1, с.115]

Необхідна колова швидкість

$$G_{\text{min}} = \frac{F \cdot \tau}{m} = \frac{130 \cdot 10^{-5}}{13,3 \cdot 10^{-5}} = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad (4.2)$$

З іншого боку дійсна колова швидкість

$$v = \omega \cdot R = 157 \cdot \frac{D}{2} = 157 \left( \frac{0,138}{2} \right) = 10,8 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad (4.3)$$

Конструктивно приймаємо розміри молотка:

$$l \times b \times a = 140 \times 72 \times 10 \text{ мм}$$

Відстань від центра ваги молотка до осі отвору (рис. 4.1)

$$c = \frac{a^2 + b^2}{6 \cdot a} = \frac{10^2 + 72^2}{6 \cdot 10} = 0,01 \text{ м}$$

Квадрат радіуса інерції молотка відносно його центра ваги

$$r_c^2 = \frac{a^2 + b^2}{12} = \frac{(10^{-3})^2 + (7.2 \cdot 10^{-2})^2}{12} = 440 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$$

І відносно його осі підвісу

$$r^2 = r_c^2 + c^2 = (440 \cdot 10^{-6})^2 + (10^{-2})^2 = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

Віддаль від кінця молотка до його осі підвісу

$$l = c + 0,5 \cdot a = 0,01 + 0,5 \cdot 0,01 = 0,015 \text{ м}$$

Перевірка умови безударної роботи молотка

$$r^2 = l \cdot c = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 0,015 \cdot 0,01 \approx 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \quad (4.4)$$

Маса молотка

$$m_m = (l \times b \times a) \rho = (0,14 \cdot 0,072 \cdot 0,01) \cdot 7850 = 0,8 \text{ кг} \quad (4.5)$$

Радіус кола розміщення центрів ваги молотків

$$R_c = R + c = \frac{D}{2} + c = \frac{0,138}{2} + 0,01 = 0,08 \text{ м} \quad (4.6)$$

Відцентрова сила молотка

$$F_b = m_m \cdot \omega^2 \cdot R_c = 0,8 \cdot 157^2 \cdot 0,08 = 1577 \text{ Н} \quad (4.7)$$

Діаметр осі підвісу молотка

$$d_0 = 1,36 \sqrt[3]{\frac{F_b \cdot a}{[\sigma]_{зг}}} = 1,36 \sqrt[3]{\frac{1577 \cdot 0,01}{100 \cdot 10^6}} = 15,8 \text{ мм} \quad (4.8)$$

де  $[\sigma]_{зг} = 100 \cdot 10^6 \frac{НН}{М^2}$  [1, с. 117] – допустимі напруження згину

Прийнято:  $d_0 = 16 \text{ мм}$

Максимальний розмір перемички

$$n_{min} \geq \frac{0,5 \cdot F_b}{a \cdot [\sigma]_{зм}} = \frac{0,5 \cdot 1577}{0,01 \cdot 60 \cdot 10^6} = 0,004 \text{ м} \quad (4.9)$$

де  $[\sigma]_{зм} = 60 \cdot 10^6 \frac{НН}{М^2}$  [1, с. 117] – допустимі напруження зминання

Перевірка можливості зрізу осі

$$\tau_{зр} = \frac{4 \cdot F_b}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 1577}{3,14 \cdot 16^2} = 7,8 \text{ МПа} < [\tau]_{зр} = 60 \text{ МПа} \quad (4.10)$$

Діаметр вала ротора

$$d_{в} = 0,052 \sqrt[3]{\frac{P_{ел}}{\omega}} = 0,052 \sqrt[3]{\frac{13,9}{157}} = 33,8 \text{ мм} \quad (4.11)$$

Прийнято  $d_{в} = 35 \text{ мм}$ .

Товщина диска ротора

$$\delta_{д} = \frac{F_b}{d_0 \cdot [\sigma]_{зм}} = \frac{1577}{16 \cdot 60} = 5,8 \text{ мм} \quad (4.12)$$

Прийнято  $\delta_{д} = 8 \text{ мм}$

Максимальне колове напруження в диску на твірній центрального отвору:

$$\begin{aligned} \sigma_{r \max} &= \rho \cdot \omega^2 (0,825 \cdot R^2 + 0,175 \cdot z_0) \\ &= 7850 \cdot 157^2 (0,825 \cdot 0,069^2 + 0,175 \cdot (15,8 \cdot (2))) \\ &= 86 \cdot 10^5 \text{ МПа} \end{aligned}$$

Колове напруження від сил інерції молотків

$$\sigma_t = \frac{F_b \cdot R \cdot z}{\pi \cdot \sigma_d (R^2 - r_0^2)} = \frac{1577 \cdot 0,069 \cdot 15}{3,14 \cdot 0,08(0,08^2 - 0,0079^2)} = 82,3 \cdot 10^4 \text{ МПа} \quad (4.13)$$

Сумарне навантаження

$$\sigma = \sigma_{r \max} + \sigma_t = 86 \cdot 10^5 + 82,3 \cdot 10^4 = 177 \text{ МПа} < \sigma_b = 500 \text{ МПа} \quad (4.14)$$

4.4 Розрахунок вала дробарки

Розрахункова схема валу(рис.4.2)

Крутний момент на валу

$$T = 9550 \cdot \frac{P_{\text{ел}}^p}{n} = 9550 \cdot \frac{13,9}{1500} = 88,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Рівномірно зосереджене навантаження

$$q = F \cdot \frac{z}{L} = 130 \cdot \frac{15}{348} = 5603 \frac{\text{Н}}{\text{м}} \quad (4.15)$$

Знаходження реакцій

Вертикальна площина

$$\sum m_A = QL \frac{l}{2} - F_M (L+l) - R_B L = 0 \quad (4.16)$$

$$R_{BY} = (qL^2 / 2 - F_M (L+l)) / L = [(5603 \cdot 0,348^2 / 2 - 332(0,348 + 0,128))] / 0,348 = 7596 \text{ Н}$$

$$\partial e F_M = 0,3 \cdot 2T / 2R_C = 43 \cdot 8,5 / 0,08 = 332H.$$

$$\sum Y = -R_{AY} + qL + R_{BY} - F_M = 0$$

$$R_{AY} = -qL + R_{BY} - F_M = -5603 \cdot 0,348 + 7596 - 332 = 5314H$$

Горизонтальна площина

$$R_{AX} = R_{BX} = qL / 2 = 5603 \cdot 0,348 / 2 = 975H. \quad (4.17)$$

Сумарної реакції

$$R_B = \sqrt{R_{BX}^2 + R_{BY}^2} = \sqrt{975^2 + 7596^2} = 7658H.$$

$$R_A = \sqrt{R_{AX}^2 + R_{AY}^2} = \sqrt{975^2 + 5314^2} = 5403H.$$

Епюри згинальних моментів

Вертикальна площина ( $y = L / 2$ )

$$M_Y = R_{AY} \cdot y - qL^2 / 2 = 5314 \cdot 0,348^2 / 2 = 601H \cdot m.$$

$$M_Y = l = F_M \cdot l = 332 \cdot 0,128 = 42,5H \cdot m.$$

Горизонтальна площина

$$M_X = L / 2 = R_{AX} \cdot L / 2 - qL^2 / 2 = 975 \cdot 0,348 / 2 - 5603^2 / 2 = 169H \cdot m.$$

Сумарний згинальний момент

$$M_{\Sigma} = \sqrt{M_X^2 + M_Y^2} = \sqrt{169^2 + 601^2} = 624 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Еквівалентний момент

$$M_{\text{екв}} = \sqrt{M_E^2 + T^2} = \sqrt{624^2 + 88,5^2} = 630 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Вихідний діаметр кінця вала

$$d_g = \sqrt[3]{\frac{T}{0,2[\tau]_{\text{кр}}}} = \sqrt[3]{\frac{88,5 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 30}} = 24,5 \text{ мм} \quad , \quad (4.18)$$

де  $[\tau] = 30 \text{ МПа}$  – допустимі напруження на кручення

Прийнято  $d_g = 25 \text{ мм}$ .

Конструкція вала

$$d_1 = 1,2d_g = 1,2 \cdot 25 = 30 \text{ мм}.$$

$$d_2 = 1,1d_1 = 1,1 \cdot 30 = 33 \text{ мм. Прийнято } d_2 = 32 \text{ мм}.$$

$$d_n = 1,1d_2 = 1,1 \cdot 32 = 35,2 \text{ мм. Прийнято } d_n = 35 \text{ мм}.$$

Перевірний розрахунок вала в перерізі I–I (під дисками ротора ослабленим шпоночним пазом)

Напруженість згину:

$$\sigma_a = M / W_0 = M / 0,1d_3 = 630 \cdot 10^3 / 0,1 \cdot 35^3 = 147 \text{ МПа}.$$

Напруженість кручення:

$$\tau = T / W_p = 88,5 \cdot 10^3 / 0,2 \cdot 35^3 = 10 \text{ МПа}.$$

Напруження симетричного циклу:

$$\sigma_{-1} = 0,4\sigma_g = 0,4 \cdot 750 = 300 \text{ МПа};$$

$$\tau_{-1} = 0,2\sigma_g = 0,2 \cdot 750 = 150 \text{ МПа};$$

$$\tau_a = 0,2\sigma_g = 0,6 \cdot 750 = 450 \text{ МПа};$$

де  $\sigma_g = 750 \text{ МПа}$  [2,с.270] – границя міцності для сталі 45 поліпшеної.

Коефіцієнти концентрації напружень:

$K_\sigma = 1,7, K_\tau = 1,4$  - для шпоночного паза;

$K_d = 0,72$  [2,рис.15.5,с.265] – масштабний фактор;

$K_F = 1,0$  [2,рис.15.6,с.265] – масштабний фактор і фактор шорсткості;

$\psi_\sigma = 0,1, \psi_\tau = 0,05$  - вплив постійної складової циклу напружень.

Коефіцієнти запасу міцності:

$$S_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\sigma_a K / (K_d K_F + \psi_\sigma \sigma_m)} = \frac{300(0,72 \cdot 1,0)}{147 \cdot 1,7} = 4,3 \quad (4.19)$$

де  $\sigma_m = 0$  - постійна складнова циклу напружень.

$$S_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\tau_a K_f / (K_d K_f + \psi \tau_m)} = \frac{150(6 / 0,72 + 0,05 \cdot 5)}{450 \cdot 1,0} = 12,7$$

Загальний коефіцієнт запасу міцності:

$$S = \frac{S_\sigma \rho_\tau}{\sqrt{S_\sigma^2 + \rho_\tau^2}} = \frac{4,3 \cdot 12,7}{\sqrt{4,3^2 + 12,7^2}} = 4 > [S] = 2.$$

Таким чином умова міцності виконуються.

#### 4.5 Вибір підшипників

За каталогом по  $d_n = 35 \text{ мм}$  вибрано кулькові підшипники середньої серії для яких  $c = 25,7 \text{ кН}$ ;  $c_0 = 17,6 \text{ кН}$ ;  $D = 80 \text{ мм}$ ;  $b = 21$ ; №307. Розрахунок проводимо для опори В, як більш навантаженої  $R_B > R_D$ .

Еквівалентне динамічне навантаження

$$F = X V F_r K_\sigma K_t = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 7658 \cdot 1,15 \cdot 1,0 = 8,8 \text{ кН}.$$

де  $x=1$  [2, табл. 16.4, с. 294] – коефіцієнт радіального навантаження.

$V=1$  [2, с. 292] – коефіцієнт обертання (обертається внутрішнє кільце підшипника).

$K_\sigma = 1,15$  [2, табл. 16.3., с. 293] – коефіцієнт безпеки.

$K_t = 1,0$  [2, с. 292] – температурний коефіцієнт.

Ресурс підшипників:

$$L_{hE} = K_{HE} L_{HE} = 0,25 \cdot 20000 = 5000 \text{ год}.$$

де  $K_{HE} = 0,25$  [2, табл. 8.10., с. 151] – коефіцієнт теплового режиму навантаження;

$L_{HE} = 20000 год$  [2, с. 297] – ресурс роботи підшипника.

Ресурс роботи підшипника в обертах:

$$L_E = 60 \cdot 10^{-6} \cdot \eta \cdot L_{HE} = 60 \cdot 10^{-6} \cdot 1500 \cdot 5000 = 45 \text{ млн. об.}$$

Дійсна динамічна вантажопідйомність:

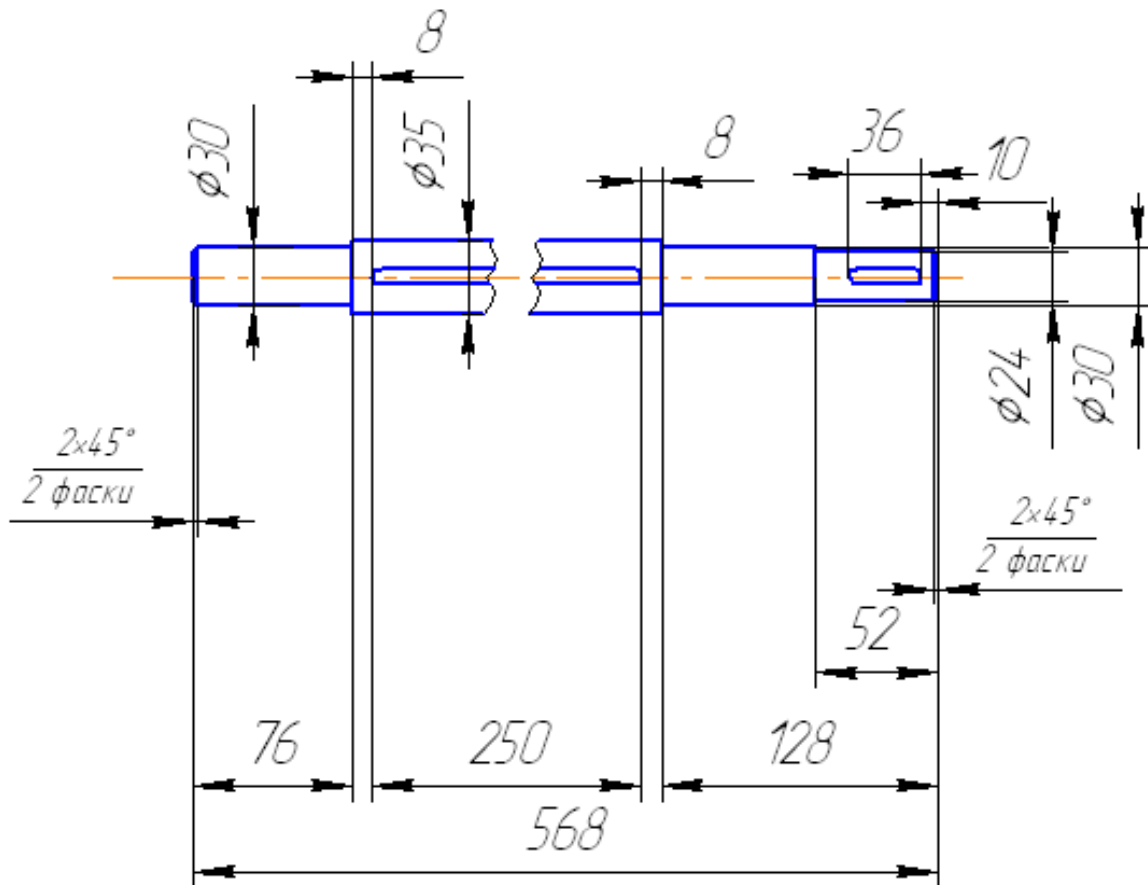
$$C = F \sqrt[3]{L_E} = 8,8 \cdot 10^3 \sqrt[3]{45} = 21,3 \text{ кН} < [C] = 25,7 \text{ кН.}$$

Даний підшипник підходить з врахуванням того, що дробарка працює в ударному режимі.

## 5. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ДРОБРКИ

Вихідні дані:

1. Робоче креслення деталі:



2. Оброблюваний матеріал – Ст5;

3. Заготовка, діаметр  $d_0 = 40$  мм, довжина  $L_0 = 568$  мм;

4. Розмір партії оброблюваних деталей  $z = 1$  шт. Для даної деталі технологічний процес доцільно розбити на наступні складові:

1. Токарна операція;
2. Фрезерна операція;
3. Шліфувальна операція.

Далі складається план кожної із цих операцій, тобто операції розчленовуються на переходи.

1. **Токарна операція.** Виконується на токарно-гвинторізному верстаті 1К62; приспособи: трьохкулачковий патрон, що самоцентрується,

простий і кругові центра, хомут. Операція складається з наступних переходів:

1.1. Встановлення заготовки діаметр 40 мм в трьохкулачковий патрон який самоцентрується, точність вивірити за міткою.

1.2. Центрувати заготовку свердлом діаметр 4 мм, глибина свердління - 17,89 мм;

1.3. Перевстановити заготовку заготовку іншою стороною в патроні, вивірити за міткою та закріпити

1.4. Центрувати заготовку свердлом діаметр 4 мм, глибина свердління - 17,89 мм;

1.5. Переустановити заготовку в центрах з хомутом і закріпити;

1.6. Обточити заготовку з діаметра 40 мм до діаметра 36 мм на довжину 470 мм (чорнове точіння);

1.7. Обточити заготовку з діаметра 36 мм до діаметра 31 мм на довжину 128 мм (чорнове проточування);

1.8. Обточити заготовку з діаметра 31 мм до діаметра 25 мм на довжину 52 мм (чорнове проточування);

1.9. Зняти фаску фаску 2 x 45° на діаметрі 25 мм;

1.10. Перевстановити заготовку;

1.11. Обточити заготовку з діаметра 40 мм до діаметра 36 мм на довжину 100 мм (чорнове проточування);

1.12. Обточити заготовку з діаметра 36 мм до діаметра 31 мм на довжину 76 мм (чорнове проточування);

1.13. Точити фаску 2 x 45° на діаметрі 31 мм;

1.14. Обточити заготовку з діаметра 31 мм до діаметра 30,5 мм на довжину 76 мм (напівчистове проточування);

1.15. Обточити заготовку з діаметра 36 мм до діаметра 35 мм на довжину 24 мм (напівчистове проточування);

1.16. Переустановити заготовку в центрах з хомутом і закріпити;

1.17. Обточити заготовку з діаметра 36 мм до діаметра 35 мм на довжину 242 мм (напівчистове проточування);

1.18. Обточити заготовку з діаметра 31 мм до діаметра 30,5 мм на довжину 76 мм (напівчистове проточування);

1.19. Обточити заготовку з діаметра 25 мм до діаметра 24.5 мм на довжину 52 мм (напівчистове проточування);

2. **Фрезерувальна операція.** Виконується на вертикально-фрезерному верстаті 6М12ГН; пристосування: лещата із призматичними губками. Фрезерувальна операція складається з наступних переходів:

2.1. Встановити заготовку на столі верстата в лещатах із призматичними губками й закріпити;

2.2. Фрезерувати шпонковий паз глибиною 3,5 мм, шириною 250 мм кінцевою фрезою діаметром 8 мм;

2.3. Перевстановити заготовку;

2.4. Фрезерувати шпонковий паз глибиною 3,5 мм, шириною 36 мм кінцевою фрезою діаметром 8 мм;

3. **Шліфувальна операція** виконується на круглошліфувальному верстаті 3М174Е; пристосування: простий і обертовий центри, хомут. Шліфувальна операція складається з наступних переходів:

3.1. Встановити заготовку в центрах з хомутом і закріпити.

3.2. Шліфувати заготовку з діаметра 24,5 мм до діаметра 24,2 мм на довжину 52 мм начисто.

3.3. Шліфувати заготовку з діаметра 30,5 мм до діаметра 30,20 мм на довжину 76 мм начисто.

3.4. Перевстановити заготовку іншою стороною в центрах з хомутом і закріпити.

3.5. Шліфувати заготовку з діаметра 30,5 мм до діаметра 30,20 мм на довжину 76 мм начисто.

#### 5.1 Нормування 1-ої токарної операції

**Перехід 1.1.** Є допоміжним.

Допоміжний час, пов'язане з установкою, вимірювання й зняттям деталі, визначається по [11]  $T_e = 5$  хв.

**Перехід 1.2.** є технологічним.

1. Вибір допоміжного інструмента.

Свердлильний патрон.

2. Вибір різального інструменту.

Свердло центрувальне діаметром 4мм.

3. Вибір вимірювального інструмента.

Штангенциркуль.

4. Визначення розрахункового діаметра  $dp$ .

$dp=8$  мм – діаметр отвору.

5. Визначення розрахункової довжини  $l_p$ .

При свердленні отворів  $l_p=17,9$  мм – глибина свердління

6. Визначення глибини різання  $t$ .

При свердленні отворів:

$$t = \frac{d_p}{2} \quad (5.1)$$

$$t = \frac{4}{2} = 2 \text{ мм}$$

7. Визначення числа проходів  $i$ .

При свердленні отворів  $i = 1$

8. Вибір значення подачі  $s$ .

При свердленні отворів подачу вибирають по [11] для діаметра свердла не більш 8 мм і сталі з  $\sigma_s$  до 90 кгс/мм<sup>2</sup>  $s = 0,18$  мм/об. Приймаємо паспортне значення подачі  $s = 0,17$  мм/об.

9. Вибір швидкості різання  $V$ .

Швидкість різання при свердлінні свердлами Р9 без охолодження, вибирається по [11] для діаметра свердла не більш 10 мм і подачі не більш 0,20 мм/об. табличне значення швидкості різання  $V_m = 20$  м/хв.

Коректуємо значення швидкості різання:

$$v = k_m \cdot v_m \quad (5.2)$$

Для оброблюваної сталі 45 по [11] значення  $\sigma_s = 60$  кгс/мм<sup>2</sup>, по [11] значення  $k_m = 1,31$ .

Решта умов аналогічні табличним.

$$v = 1,31 \cdot 20 = 26,2 \text{ м/хв.}$$

10. Підрахунок числа обертів шпінделя  $n$ .

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d_p} \quad (5.3)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 26,2}{3,14 \cdot 8} = 1042,99 \text{ об/хв.}$$

11. Вибір паспортного значення числа обертів шпінделя  $n_n$ .

Вибираємо найближче менше з ряду паспортних значень  $n_n = 1000$  об/хв.

12. Уточнене значення швидкості різання  $v$ .

$$v = \frac{\pi \cdot d_p \cdot n_n}{1000} \quad (5.4)$$

$$v = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 1000}{1000} = 25,12 \text{ м/хв}$$

Уточнене значення швидкості різання не перевищує розрахункове.

17. Підрахунок основного часу  $T_0$ ;

Основний час на центрування вибирається по [11]  $T_0 = 0,20$  хв.

18. Вибір допоміжного часу  $T_в$ .

Допоміжний час, пов'язаний із проходом визначається по [11], для центрування на верстатах з висотою центрів 200 мм  $T_в = 0,6$  хв.

**Перехід 1.3.** Є допоміжним.

Допоміжний час, пов'язаний з установкою й зняттям деталі, визначається по [11]  $T_г = 1,6$  хв.

**Перехід 1.4.** Аналогічний переходу 1.2.

**Перехід 1.5.** Є допоміжним.

Допоміжний час, пов'язаний з установкою й зняттям деталі, визначається по [11]  $T_e = 1,6$  хв.

**Перехід 1.6.** Є технологічним.

1. Допоміжного інструмента.

Немає

2. Вибір різального інструменту.

Різець правий прохідний, упорний T15K6.

3. Вибір вимірювального інструмента.

Штангенциркуль.

4. Визначення розрахункового діаметра  $d_p$ .

$d_p = 40$  мм – діаметр заготовки.

5. Визначення розрахункової довжини  $l_p$ .

при поздовжньому точінні  $l_p = 470$  мм – хід різця.

6. Визначення глибини різання  $t$ .

При чорновому точінні призначаємо глибину різання  $t = 2$  мм

7. Визначення числа проходів  $i$ .

$$i = \frac{h}{t} \quad , \quad (5.5)$$

де  $h$  – припуск на обробку,

$$h = \frac{d_p - d}{2}, \quad (5.6)$$

де  $d$  – діаметр деталі (обробленої поверхні)  $d = 36$  мм

$$h = \frac{40 - 36}{2} = 2 \text{ мм}$$

$$i = \frac{2}{2} = 1$$

#### 8. Вибір значення подачі $s$ .

При чорновому поздовжньому точінні значення подачі вибирають по [11] для діаметра оброблюваної поверхні не більш 400 мм і глибини різання не більш 3 мм  $s = 1,0 - 1,4$  мм/об. Приймаємо паспортне значення подачі  $s = 1,4$  мм/об.

#### 9. Вибір швидкості різання $V$ .

Швидкість різання при поздовжньому точінні для різця Т15К6 без охолодження, вибирається по [11], для глибини різання не більш 3 мм і подачі не більш 1,5 мм/об, табличне значення швидкості різання  $V_m = 118$  м/хв.

#### 10. Підрахунок числа обертів шпінделя $n$ .

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d_p} \quad (5.7)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 118}{3,14 \cdot 40} = 1073 \text{ об/хв.}$$

11. Вибір паспортного значення числа обертів шпінделя  $n_n$ .

Вибираємо найближче менше з ряду паспортних значень  $n_n = 1000$  об/хв.

12. Уточнене значення швидкості різання  $v$ .

$$v = \frac{\pi \cdot d_p \cdot n_n}{1000} \quad (5.8)$$

$$v = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 1000}{1000} = 109,9 \text{ м/хв}$$

Уточнене значення швидкості різання не перевищує розрахункове.

17. Підрахунок основного часу  $T_e$ ;

$$T_e = \frac{L \cdot i}{n_n \cdot s} \quad (5.9)$$

де  $L$  - розрахункова довжина оброблюваної поверхні з урахуванням врізання й переперегони

$$L = lp + y \quad (5.10)$$

де  $y$  – величина врізання й пробігу, вибирається по [11], для прохідних, підрізних і розточувальних різців при глибині різання не більш 3 мм  $y = 5$  мм,

$$L = 740 + 5 = 745 \text{ мм}$$

$$T_e = \frac{745 \cdot 1}{1000 \cdot 1,4} = 0,53 \text{ хв.}$$

## 18. Вибір допоміжного часу $T_v$ .

Допоміжний час, пов'язаний із проходом визначається по [11], для обточування й розточення по IV - V класам точності на верстатах з висотою центрів 200 мм  $T_g = 0,5$  хв.

### Перехід 1.7. Є технологічним.

#### 1. Допоміжний інструмент.

Немає

#### 2. Вибір різального інструменту.

Різець правий прохідний упорний Т15К6.

#### 3. Вибір вимірювального інструмента.

Штангенциркуль.

#### 4. Визначення розрахункового діаметра $d_p$ .

$d_p = 35$  мм – діаметр заготовки.

#### 5. Визначення розрахункової довжини $l_p$ .

при поздовжньому точінні  $l_p = 128$  мм – хід різця.

#### 6. Визначення глибини різання $t$ .

При чорновому точінні призначаємо глибину різання  $t = 2,5$  мм

#### 7. Визначення числа проходів $i$ .

$$i = \frac{h}{t}$$

де  $h$  – припуск на обробку,

$$h = \frac{d_p - d}{2}$$

де  $d$  – діаметр деталі (обробленої поверхні)  $d = 31$  мм

$$h = \frac{36 - 31}{2} = 2,5 \text{ мм}$$

$$i = \frac{2,5}{2,5} = 1$$

#### 8. Вибір значення подачі $s$ .

При чорновому поздовжньому точінні значення подачі вибирають по [11] для діаметра оброблюваної поверхні не більш 400 мм і глибини різання не більш 3 мм  $s = 1,0 - 1,4$  мм/об приймаємо паспортне значення подачі  $s = 1,4$  мм/про.

#### 9. Вибір швидкості різання $V$ .

Швидкість різання при поздовжньому точінні для різця Т15К6 без охолодження, вибирається по [11] для глибини різання не більш 2 мм і подачі не більш 1,5 мм/об, табличне значення швидкості різання  $V_m = 118$  м/хв.

#### 10. Підрахунок числа обертів шпинделя $n$ .

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d_p}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 118}{3,14 \cdot 40} = 1073 \text{ об/хв.}$$

#### 11. Вибір паспортного значення числа обертів шпинделя $n_n$ .

Вибираємо найближче менше з ряду паспортних значень  $n_n = 1000$  об/хв.

12. Уточнене значення швидкості різання  $v$ .

$$v = \frac{\pi \cdot d_p \cdot n_n}{1000}$$

$$v = \frac{3,14 \cdot 35 \cdot 1000}{1000} = 109,9 \text{ м/хв}$$

Уточнене значення швидкості різання не перевищує розрахункове.

17. Підрахунок основного часу  $T_e$ ;

$$T_e = \frac{L \cdot i}{n_n \cdot S}$$

де  $L$  - розрахункова довжина оброблюваної поверхні з урахуванням врізання й пробігу

$$L = lp + y$$

де  $y$  - величина врізання й пробігу, вибирається по [11], для прохідних, підрізних і розточувальних різців при глибині різання не більш 3 мм -  $y = 5$  мм,

$$L = 128 + 5 = 133 \text{ мм}$$

$$T_e = \frac{133 \cdot 1}{1000 \cdot 1,4} = 0,095 \text{ хв.}$$

18. Вибір допоміжного часу  $T_v$ .

Допоміжний час, пов'язаний із проходом визначається по [11], для обточування й розточення по IV - V класам точності на верстатах з висотою центрів 200 мм  $T_v = 0,5$  хв.

**Перехід 1.8.** є технологічним.

1. Допоміжний інструмент.

Немає

2. Вибір різального інструменту.

Різець правий прохідний упорний Т15К6.

3. Вибір вимірювального інструмента.

Штангенциркуль.

4. Визначення розрахункового діаметра  $d_p$ .

$d_p = 31$  мм – діаметр заготовки.

5. Визначення розрахункової довжини  $l_p$ .

при поздовжньому точінні  $l_p = 52$  мм – хід різця.

6. Визначення глибини різання  $t$ .

При чорновому точінні призначаємо глибину різання  $t = 3$  мм

7. Визначення числа проходів  $i$ .

$$i = \frac{h}{t}$$

де  $h$  – припуск на обробку,

$$h = \frac{d_p - d}{2}$$

де  $d$  – діаметр деталі (обробленої поверхні)  $d = 25$  мм

$$h = \frac{31 - 25}{2} = 3 \text{ мм}$$

$$i = \frac{3}{3} = 1$$

8. Вибір значення подачі  $s$ .

При чорновому поздовжньому точінні значення подачі вибирають по [11] для діаметра оброблюваної поверхні не більш 400 мм і глибини

різання не більш 3 мм  $s = 1,0 - 1,4$  мм/об приймаємо паспортне значення подачі  $s = 1,4$  мм/об.

9. Вибір швидкості різання  $V$ .

Швидкість різання при поздовжньому точінні для різця Т15К6 без охолодження, вибирається за [11] для глибини різання не більш 3 мм і подачі не більш 1,5 мм/об, табличне значення швидкості різання  $V_m = 118$  м/хв.

10. Підрахунок числа обертів шпінделя  $n$ .

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d_p}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 118}{3,14 \cdot 31} = 1212,2 \text{ об/хв.}$$

11. Вибір паспортного значення числа обертів шпінделя  $n_n$ .

Вибираємо найближче менше з ряду паспортних значень  $n_n = 1000$  об/хв.

12. Уточнене значення швидкості різання  $V$ .

$$V = \frac{\pi \cdot d_p \cdot n_n}{1000}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 31 \cdot 1000}{1000} = 97,34 \text{ м/хв}$$

Уточнене значення швидкості різання не перевищує розрахункове.

17. Підрахунок основного часу  $T_e$ ;

$$T_e = \frac{L \cdot i}{n_n \cdot s}$$

$$L = lp + y$$

$$L = 52 + 5 = 57 \text{ мм}$$

$$T_e = \frac{57 \cdot 1}{1000 \cdot 1,4} = 0,04 \text{ хв.}$$

18. Вибір допоміжного часу  $T_v$ .

Допоміжний час, пов'язаний із проходом визначається по [11], для обточування й розточення по IV - V класам точності на верстатах з висотою центрів 200 мм,  $T_g = 0,5$  хв.

**Перехід 1.9.** Є технологічним.

При проточці фасок і жолобників роботу виконують ручною змінною подачею й без зміни числа обертів попереднього або наступного переходу. У зв'язку із цим режими різання при цих видах обробки не регламентують і в нормативах на них показують основний час.

1. Вибір допоміжного інструмента.

Немає.

2. Вибір різального інструменту.

Різець правий прохідний відігнутий Т15К6.

3. Вибір вимірювального інструмента.

Штангенциркуль.

4. Визначення розрахункового діаметра  $d_p$ .

$d_p = 26$  мм – діаметр оброблюваної поверхні.

5. Визначення розрахункової довжини  $l_p$ .

при проточуванні фаски  $2 \times 45^\circ$   $l_p = 2$  мм – хід різця.

6. Визначення глибини різання  $t$ .

при проточуванні фаски  $2 \times 45^\circ$   $t = 2$  мм

7. Визначення числа проходів  $i$ .

при проточуванні фасок  $i = 1$

8. Вибір значення подачі  $s$ .

Ручна змінна

9. Вибір швидкості різання  $v$ .

Аналогічно переходу 1.12.

10. Підрахунок числа обертів шпінделя  $n$ .

Аналогічно переходу 1.12.

11. Вибір паспортного значення числа обертів шпінделя  $n_n$ .

Аналогічно переходу 1.12.

12. Уточнене значення швидкості різання  $v$ .

$$v = \frac{\pi \cdot d_p \cdot n_n}{1000}$$

$$v = \frac{3,14 \cdot 35 \cdot 1100}{1000} = 120,89 \text{ м/хв}$$

Уточнене значення швидкості різання не перевищує розрахункове.

17. Підрахунок основного часу  $T_e$ ;

Основний час на проточку фасок під кутом  $45^\circ$  вибирається по [11], для діаметра оброблюваної поверхні не більш 100 мм і ширини зовнішньої фаски до 5 мм,  $T_e = 0,35$  хв.

18. Вибір допоміжного часу  $T_v$ .

Допоміжний час, пов'язаний із проходом визначається по [11], для зняття фасок на верстатах з висотою центрів 200 мм,  $T_g = 0,07$  хв.

**Перехід 1.10.** Аналогічний переходу 1.5.

**Перехід 1.11.** Є технологічним.

1. Вибір допоміжного інструменту.

Немає

2. Вибір різального інструменту.

Різець правий прохідний упорний Т15К6.3.

3. Вибір вимірювального інструмента.

Штангенциркуль.

4. Визначення розрахункового діаметра  $d_p$ .

$d_p = 40$  мм – діаметр заготовки.

5. Визначення розрахункової довжини  $l_p$ .

при поздовжньому точінні  $l_p = 100$  мм – хід різця.

6. Визначення глибини різання  $t$ .

При чорновому точінні призначаємо глибину різання  $t = 2$  мм.

7. Визначення числа проходів  $i$ .

$$i = \frac{h}{t}$$

де  $h$  – припуск на обробку,

$$h = \frac{d_p - d}{2}$$

де  $d$  – діаметр деталі (обробленої поверхні)  $d = 36$  мм

$$h = \frac{40-36}{2} = 2 \text{ мм}$$

$$i = \frac{2}{2} = 1$$

8. Вибір значення подачі  $s$ .

При чорновому поздовжньому точінні значення подачі вибирають по [11] для діаметра оброблюваної поверхні не більш 400 мм і глибини різання не більш 3 мм  $s = 1,0 - 1,4$  мм/об приймаємо паспортне значення подачі  $s = 1,4$  мм/об.

9. Вибір швидкості різання  $V$ .

Швидкість різання при поздовжньому точінні для різця Т15К6 без охолодження, вибирається по [11] для глибини різання не більше 3 мм і подачі не більш 1,5 мм/об, табличне значення швидкості різання  $V_m = 118$  м/хв.

10. Підрахунок числа обертів шпинделя  $n$ .

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d_p}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 118}{3,14 \cdot 40} = 1073 \text{ об/хв.}$$

11. Вибір паспортного значення числа обертів шпинделя  $n_n$ .

Вибираємо найближче менше з ряду паспортних значень  $n_n = 1000$  об/хв.

12. Уточнене значення швидкості різання  $v$ .

$$v = \frac{\pi \cdot d_p \cdot n_n}{1000}$$

$$v = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 1000}{1000} = 109,9 \text{ м/хв}$$

Уточнене значення швидкості різання не перевищує розрахункове.

17. Підрахунок основного часу  $T_e$ ;

$$T_e = \frac{L \cdot i}{n_n \cdot S}$$

$$L = lp + y$$

$$L = 100 + 5 = 105 \text{ мм}$$

$$T_e = \frac{100 \cdot 1}{1000 \cdot 1,4} = 0,07 \text{ хв.}$$

18. Вибір допоміжного часу  $T_v$ .

Допоміжний час, пов'язаний із проходом визначається по [11], для обточування й розточення по IV - V класам точності на верстатах з висотою центрів 200 мм  $T_v = 0,5$  хв.

**Перехід 1.12.** Є технологічним.

1. Вибір допоміжного інструмента.

Немає

2. Вибір різального інструменту.

Різець правий прохідний упорний Т15К6.

3. Вибір вимірювального інструмента.

Штангенциркуль.

4. Визначення розрахункового діаметра  $dp$ .

$dp = 36$  мм – діаметр заготовки.

5. Визначення розрахункової довжини  $l_p$ .

При поздовжньому точінні  $l_p = 76$  мм – хід різця.

6. Визначення глибини різання  $t$ .

При чорновому точінні призначаємо глибину різання  $t = 2,5$  мм

7. Визначення числа проходів  $i$ .

$$i = \frac{h}{t}$$

де  $h$  – припуск на обробку,

$$h = \frac{d_p - d}{2}$$

де  $d$  – діаметр деталі (обробленої поверхні)  $d = 31$  мм

$$h = \frac{36 - 31}{2} = 2,5 \text{ мм}$$

$$i = \frac{2,5}{2,5} = 1$$

8. Вибір значення подачі  $s$ .

При чорновому поздовжньому точінні значення подачі вибирають по [11] для діаметра оброблюваної поверхні не більш 400 мм і глибини різання не більш 3 мм  $s = 1,0 - 1,4$  мм/об приймаємо паспортне значення подачі  $s = 1,4$  мм/об.

9. Вибір швидкості різання  $V$ .

Швидкість різання при поздовжньому точінні для різця Т15К6 без

охолодження, вибирається по [11] для глибини різання не більше 3 мм і подачі не більше 1,5 мм/об, табличне значення швидкості різання  $V_m = 118$  м/хв.

10. Підрахунок числа обертів шпинделя  $n$ .

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d_p}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 125.32}{3.14 \cdot 36} = 1140,3 \text{ об/хв.}$$

11. Вибір паспортного значення числа обертів шпинделя  $n_n$ .

Вибираємо найближче менше з ряду паспортних значень  $n_n = 1100$  об/хв.

12. Уточнене значення швидкості різання  $V$ .

$$v = \frac{\pi \cdot d_p \cdot n_n}{1000}$$

$$v = \frac{3.14 \cdot 36 \cdot 1100}{1000} = 120,89 \text{ м/хв}$$

Уточнене значення швидкості різання не перевищує розрахункове.

13. Підрахунок основного часу  $T_e$ ;

$$T_e = \frac{L \cdot i}{n_n \cdot s}$$

де  $L$  - розрахункова довжина оброблюваної поверхні з врахуванням врізання й прогону

$$L = lp + y$$

де  $y$  – величина врізання й прогону, вибирається по [11], для прохідних, підрізних і розточувальних різців при глибині різання не більш

3 мм -  $\epsilon = 5$  мм,

$$L = 76 + 5 = 81 \text{ мм}$$

$$T_e = \frac{81 \cdot 1}{1100 \cdot 1,4} = 0,05 \text{ хв.}$$

18. Вибір допоміжного часу  $T_v$ .

Допоміжний час, пов'язаний із проходом визначається по [11], для обточування й розточення по IV - V класам точності на верстатах з висотою центрів 200 мм  $T_v = 0,5$  хв.

**Перехід 1.13.** аналогічний переходу 1.9

**Перехід 1.14.** Є технологічним.

1. Вибір допоміжного інструмента.

Немає

2. Вибір різального інструменту.

Різець правий прохідний упорний T15K6.

3. Вибір вимірювального інструмента.

Штангенциркуль.

4. Визначення розрахункового діаметра  $d_p$ .

$d_p = 31$  мм – діаметр заготовки.

5. Визначення розрахункової довжини  $l_p$ .

При поздовжньому точінні  $l_p = 76$  мм – хід різця.

6. Визначення глибини різання  $t$ .

При чорновому точінні призначаємо глибину різання  $t = 0,25$  мм

7. Визначення числа проходів  $i$ .

$$i = \frac{h}{t}$$

де  $h$  – припуск на обробку,

$$h = \frac{d_p - d}{2}$$

де  $d$  – діаметр деталі (обробленої поверхні)  $d = 30,5$  мм

$$h = \frac{31 - 30,5}{2} = 0,25 \text{ мм}$$

$$i = \frac{0,25}{0,25} = 1$$

8. Вибір значення подачі  $s$ .

При чорновому поздовжньому точінні значення подачі вибирають по [11] для діаметра оброблюваної поверхні не більш 400 мм і глибини різання не більш 3 мм  $s = 1,0 - 1,4$  мм/об приймаємо паспортне значення подачі  $s = 1,4$  мм/об.

9. Вибір швидкості різання  $v$ .

Швидкість різання при поздовжньому точінні для різця Т15К6 без охолодження, вибирається по [11] для глибини різання не більш 1 мм і подачі не більш 0,3 мм/об, табличне значення швидкості різання  $V_m = 175$  м/хв.

10. Підрахунок числа обертів шпінделя  $n$ .

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d_p}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 118}{3,14 \cdot 40} = 1073 \text{ об/хв.}$$

11 Вибір паспортного значення числа обертів шпінделя  $n_n$ .

Вибираємо найближче менше з ряду паспортних значень  $n_n = 1000$  об/хв.

12. Уточнене значення швидкості різання  $v$ .

$$v = \frac{\pi \cdot d_p \cdot n_n}{1000}$$

$$v = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 1000}{1000} = 109,9 \text{ м/хв}$$

Уточнене значення швидкості різання не перевищує розрахункове.

17. Підрахунок основного часу  $T_e$ ;

$$T_e = \frac{L \cdot i}{n_n \cdot s}$$

$$L = l_p + y$$

$$L = 76 + 2 = 78 \text{ мм}$$

$$T_e = \frac{78 \cdot 1}{1700 \cdot 0,3} = 0,26 \text{ хв.}$$

18. Вибір допоміжного часу  $T_v$ .

Допоміжний час, пов'язаний із проходом визначається по [11], для обточування й розточення по IV - V класам точності на верстатах з

висотою центрів 200 мм  $T_6 = 0,5$  хв.

**Перехід 1.15.** є технологічним.

1. Вибір допоміжного інструмента.

Немає.

2. Вибір різального інструменту.

Різець правий прохідний упорний Т15К6.

3. Вибір вимірювального інструмента.

Штангенциркуль.

4. Визначення розрахункового діаметра  $d_p$ .

$d_p = 36$  мм – діаметр заготовки.

5. Визначення розрахункової довжини  $l_p$ .

При поздовжньому точінні  $l_p = 24$  мм – хід різця.

6. Визначення глибини різання  $t$ .

При напівчистовому точінні призначаємо глибину різання  $t = 0,5$  мм

7. Визначення числа проходів  $i$

$$i = \frac{h}{t}$$

де  $h$  – припуск на обробку,

$$h = \frac{d_p - d}{2}$$

де  $d$  – діаметр деталі (обробленої поверхні)  $d = 35$  мм

$$h = \frac{36 - 35}{2} = 0,5 \text{ мм}$$

$$i = \frac{0.5}{0.5} = 1$$

#### 8. Вибір значення подачі $s$ .

При напівчистому поздовжньому точінні значення подачі вибирають по [11] для діаметра оброблюваної поверхні не більш 120 мм і глибини різання не більш 1 мм  $s = 0,20 - 0,35$  мм/об приймаємо паспортне значення подачі  $s = 0,3$  мм/об.

#### 9. Вибір швидкості різання $v$ .

Швидкість різання при поздовжньому проточуванні для різця Т15К6 без охолодження, вибирається по [11] для глибини різання не більш 1 мм і подачі не більш 0,3 мм/про, табличне значення швидкості різання  $V_m = 175$  м/хв.

#### 10. Підрахунок числа обертів шпинделя $n$ .

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d_p}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 175}{3,14 \cdot 36} = 1797,8 \text{ об/хв.}$$

#### 11. Вибір паспортного значення числа обертів шпинделя $n$ .

Вибираємо найближче менше з ряду паспортних значень  $n = 1700$  об/хв.

#### 12. Уточнене значення швидкості різання $v$ .

$$v = \frac{\pi \cdot d_p \cdot n_n}{1000}$$

$$v = \frac{3,14 \cdot 36 \cdot 1700}{1000} = 165,4 \text{ м/хв}$$

Уточнене значення швидкості різання не перевищує розрахункове.

17. Підрахунок основного часу  $T_e$ ;

$$T_e = \frac{L \cdot i}{n_n \cdot s}$$

де  $L$  – розрахункова довжина оброблюваної поверхні з урахуванням врізання й проходу

$$L = lp + y$$

де  $y$  – величина врізання й прогону, вибирається по [11], для прохідних, підрізних і розточувальних різців при глибині різання не більш 1 мм,  $v = 2$  мм,

$$L = 24 + 2 = 26 \text{ мм}$$

$$T_e = \frac{26 \cdot 1}{1700 \cdot 0,3} = 0,086 \text{ хв.}$$

18. Вибір допоміжного часу  $T_v$ .

Допоміжний час, пов'язане із проходом визначається по [11], для обточування й розточення по IV - V класам точності на верстатах з висотою центрів 200 мм,  $T_v = 0,5$  хв.

**Перехід 1.16.** аналогічний переходу 1.5

**Перехід 1.17.** аналогічний переходу 1.15

Підрахунок основного часу  $T_e$ ;

$$T_e = \frac{L \cdot i}{n_n \cdot s},$$

де  $L$  – розрахункова довжина оброблюваної поверхні з урахуванням врізання й перебігу

$$L = lp + y$$

де  $y$  – величина врізання й пробігу, вибирається по [11], для прохідних, підрізних і розточувальних різців при глибині різання не більш 1 мм -  $y = 2$  мм,

$$L = 242 + 2 = 246 \text{ мм}$$

$$T_e = \frac{246 \cdot 1}{1700 \cdot 0,3} = 0,48 \text{ хв.}$$

18. Вибір допоміжного часу  $T_v$ .

Допоміжний час, пов'язаний із проходом визначається по [11], для обточування й розточення по IV - V класам точності на верстатах з висотою центрів 200 мм,  $T_e = 0,5$  хв.

**Перехід 1.18.** є технологічним.

1. Вибір допоміжного інструмента.

Немає.

2. Вибір різального інструменту.

Різець правий прохідний упорний Т15 ДОб.

3. Вибір вимірювального інструмента.

Штангенциркуль.

4. Визначення розрахункового діаметра  $d_p$ .

$d_p = 31$  мм – діаметр заготовки.

5. Визначення розрахункової довжини  $l_p$ .

при поздовжньому гострінні  $l_p = 76$  мм – хід різця.

6. Визначення глибини різання  $t$ .

При напівчистовому проточуванні призначаємо глибину різання  $t =$

0,25 мм

### 7. Визначення числа проходів $i$

$$i = \frac{h}{t}$$

де  $h$  – припуск на обробку,

$$h = \frac{d_p - d}{2}$$

де  $d$  – діаметр деталі (обробленої поверхні)  $d = 30,5$  мм

$$h = \frac{31 - 30,5}{2} = 0,25 \text{ мм}$$

$$i = \frac{0,25}{0,25} = 1$$

### 8. Вибір значення подачі $s$ .

При напівчистовому поздовжньому точінні значення подачі вибирають по [11] для діаметра оброблюваної поверхні не більш 120 мм і глибини різання не більш 1 мм  $s = 0,20 - 0,35$  мм/об приймаємо паспортне значення подачі  $s = 0,3$  мм/об.

### 9. Вибір швидкості різання $V$ .

Швидкість різання при поздовжньому проточуванні для різця Т15 К6 без охолодження, вибирається по [11] для глибини різання не більш 1 мм і подачі не більш 0,3 мм/об, табличне значення швидкості різання  $V_m = 175$  м/хв.

### 10. Підрахунок числа обертів шпинделя $n$ .

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d_p}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 175}{3,14 \cdot 31} = 1797,8 \text{ об/хв.}$$

11. Вибір паспортного значення числа обертів шпинделя  $n$ .

Вибираємо найближче менше з ряду паспортних значень  $n = 1700$  об/хв.

12. Уточнене значення швидкості різання  $v$ .

$$v = \frac{\pi \cdot d_p \cdot n_n}{1000}$$

$$v = \frac{3,14 \cdot 31 \cdot 1700}{1000} = 165,4 \text{ м/хв}$$

Уточнене значення швидкості різання не перевищує розрахункове.

17. Підрахунок основного часу  $T_e$ :

$$T_e = \frac{L \cdot i}{n_n \cdot s}$$

$$L = lp + y$$

$y$  – величина врізання й переперегони, вибирається по [11], для прохідних, підрізних і розточувальних різців при глибині різання не більш 1 мм -  $y = 2$  мм,

$$L = 76 + 2 = 78 \text{ мм}$$

$$T_e = \frac{78 \cdot 1}{1700 \cdot 0,3} = 0,15 \text{ хв.}$$

18. Вибір допоміжного часу  $T_v$ .

Допоміжний час, пов'язане із проходом визначається по [11], для обточування й розточення по IV - V класам точності на верстатах з висотою центрів 200 мм,  $T_g = 0,5$  хв.

**Перехід 1.19.** є технологічним.

1. Вибір допоміжного інструмента.

Немає.

2. Вибір різального інструменту.

Різець правий прохідний упорний Т15К6.

3. Вибір вимірювального інструмента.

Штангенциркуль.

4. Визначення розрахункового діаметра  $d_p$ .

$d_p = 25$  мм – діаметр заготовки.

5. Визначення розрахункової довжини  $l_p$ .

При поздовжньому проточуванні  $l_p = 52$  мм – хід різця.

6. Визначення глибини різання  $t$ .

При напівчистовому проточуванні призначаємо глибину різання  $t = 0,25$  мм

7. Визначення числа проходів  $i$

$$i = \frac{h}{t}$$

де  $h$  – припуск на обробку,

$$h = \frac{d_p - d}{2}$$

де  $d$  – діаметр деталі (обробленої поверхні)  $d = 24,5$  мм

$$h = \frac{25 + 24,5}{2} = 0,25 \text{ мм}$$

$$i = \frac{0.25}{0.25} = 1$$

8. Вибір значення подачі  $s$ .

При напівчистовому поздовжньому проточуванні значення подачі вибирають по [11] для діаметра оброблюваної поверхні не більш 120 мм і глибини різання не більш 1 мм  $s = 0,20 - 0,35$  мм/об приймаємо паспортне значення подачі  $s = 0,3$  мм/об.

9. Вибір швидкості різання  $V$ .

Швидкість різання при поздовжньому проточуванні для різця Т15К6 без охолодження, вибирається по [11] для глибини різання не більш 1 мм і подачі не більш 0,3 мм/об, табличне значення швидкості різання  $V_m = 175$  м/хв.

10. Підрахунок числа обертів шпінделя  $n$ .

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d_p}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 175}{3,14 \cdot 25} = 2229,2 \text{ про/хв.}$$

11. Вибір паспортного значення числа обертів шпінделя  $n$ .

Вибираємо найближче менше з ряду паспортних значень  $n = 2000$  об/хв.

12. Уточнене значення швидкості різання  $v$ .

$$v = \frac{\pi \cdot d_p \cdot n_n}{1000}$$

$$v = \frac{3,14 \cdot 25 \cdot 1700}{1000} = 133,45 \text{ м/хв}$$

Уточнене значення швидкості різання не перевищує розрахункове.

17. Підрахунок основного часу  $T_e$ ;

$$T_e = \frac{L \cdot i}{n_n \cdot S}$$

де  $L$  – розрахункова довжина оброблюваної поверхні з урахуванням врізання й переходи

$$L = lp + y$$

де  $y$  – величина врізання й переходи, вибирається по [11], для прохідних, підрізних і розточувальних різців при глибині різання не більше 1 мм,  $y = 2$  мм,

$$L = 52 + 2 = 54 \text{ мм}$$

$$T_e = \frac{52 \cdot 1}{1700 \cdot 0,3} = 0,101 \text{ хв.}$$

18. Вибір допоміжного часу  $T_v$ .

Допоміжний час, пов'язане із проходом визначається по [11], для обточування й розточення по IV - V класам точності на верстатах з висотою центрів 200 мм  $T_v = 0,5$  хв.

## 5.2 Нормування 2-ої фрезерної операції

### **Перехід 2.1.** Є допоміжним.

Допоміжний час, пов'язаний з установкою й зняттям деталі, визначається по [11],  $T_v = 2$  хв.

## Перехід 2.2. Є технологічним.

1. Вибір допоміжного інструмента.

Немає.

2. Вибір різального інструменту.

Фреза кінцева РЗ,5. діаметр  $D = 25$  мм, число зубів  $z = 5$ .

3. Вибір вимірювального інструмента.

Штангенциркуль.

4. Визначення розрахункової ширини фрезерування  $B$ .

$B = 8$  мм – ширина шпонкового паза.

5. Визначення розрахункової довжини  $l_p$ .

$l_p = 250$  мм – довжина ходу фрези.

6. Визначення глибини різання  $t$ .

$t = 3,5$  мм – глибина шпонкового паза.

7. Визначення числа проходів  $i$ .

$$i = \frac{h}{t} \quad (5.11)$$

$h$  – припуск на обробку,  $h = 9$  мм – глибина шпонкового паза.

$$i = \frac{3.5}{3.5} = 1$$

8. Вибір значення подачі  $S_o$ .

Значення подачі при обробці виступів кінцевими фрезами вибирають по [11] для обробки сталевих деталей кінцевими фрезами діаметром не більше 25 мм, числом зубів  $z = 5$  при глибині виступу не

більш 10 мм  $S_o = 0,11 \div 0,08$  мм/об.

Вибираємо паспортне значення подачі після визначення паспортного значення числа обертів шпинделя  $n_n$ .

#### 9. Вибір швидкості різання $V$ .

Значення швидкості різання й числа обертів шпинделя при обробці виступів кінцевими фрезами, вибираються по [11], для діаметра фрези 25 мм і подачі не більше 0,12 мм/об при глибині виступу не більш 10 мм, табличне значення швидкості різання  $V_m = 33$  м/хв.

Коректуємо значення швидкості різання

$$v = k_m \cdot v_m \quad (5.12)$$

Для оброблюваної Ст5 по [11] значення  $\sigma_B = 60$  кгс/мм<sup>2</sup>, по [11] приймаємо значення  $k_m = 1,31$ .

Решта умов аналогічні табличним.

$$V = 1,31 \cdot 33 = 43,23 \text{ м/хв.}$$

#### 10. Підрахунок числа обертів шпинделя $n$ .

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}, \quad (5.13)$$

де  $D$  - максимальний діаметр фрези,  $D = 25$  мм;

$$n = \frac{1000 \cdot 43,23}{3,14 \cdot 20} = 688,3 \text{ об/хв.}$$

#### 11. Вибір паспортного значення числа обертів шпинделя $n_n$ .

Вибираємо найближче менше з ряду паспортних значень  $n_n = 600$  об/хв.

12. Визначаємо значення хвилинної подачі  $s_M$ :

$$s_M = s_0 \cdot n_n \text{ мм/хв};$$

$$s_M = 0,11 \cdot 600 = 66 \text{ мм/хв};$$

Вибираємо найближче менше з ряду паспортних значень хвилинної подачі  $s_{Mn} = 60 \text{ мм/хв}$ .

12. Уточнене значення швидкості різання  $V$ .

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n_n}{1000}$$

$$v = \frac{3,14 \cdot 250 \cdot 600}{1000} = 471 \text{ м/хв}$$

Уточнене значення швидкості різання не перевищує розрахункове.

Основний час при фрезеруванні:

$$T_e = \frac{L \cdot i}{s_{Mn}},$$

де  $L$  – довжина фрезеруємої поверхні з урахуванням врізання й переходу

$$L = l_p + v_1 + v_2,$$

де  $v_1$  – величина перебігу фрези, мм;

$v_2$  – величина врізання фрези, мм.

Значення величини врізання й переходу для кінцевих фрез вибирається по [11], для діаметра фрези не більш 25 мм і ширини фрезерування не більш 25 мм  $v_1 + v_2 = 14 \text{ мм}$ ,

$$L = 250 + 14 = 264 \text{ мм}$$

$$T_e = \frac{264 \cdot 1}{60} = 4,4 \text{ хв.}$$

18. Вибір допоміжного часу  $T_v$ .

Допоміжний час, пов'язаний із проходом визначається по [11],  $T_e = 0,8$  хв.

**Перехід 2.3** є допоміжним.

Допоміжний час, пов'язаний з установкою й зняттям деталі, визначається по [11]  $T_e = 2$  хв.

**Перехід 2.4** є технологічним.

1. Вибір допоміжного інструмента.

Немає.

2. Вибір різального інструменту.

Фреза кінцева Р3,5. діаметр  $D = 25$  мм, число зубів  $z = 5$ .

3. Вибір вимірювального інструмента.

Штангенциркуль.

4. Визначення розрахункової ширини фрезерування  $B$ .

$B = 8$  мм – ширина шпонкового паза.

5. Визначення розрахункової довжини  $l_p$ .

$l_p = 36$  мм – довжина ходу фрези.

6. Визначення глибини різання  $t$ .

$t = 3,5$  мм – глибина шпонкового паза.

7. Визначення числа проходів  $i$ .

$$i = \frac{h}{t},$$

де  $h$  – припуск на обробку,  $h = 9$  мм – глибина шпонкового паза.

$$i = \frac{3.5}{3.5} = 1$$

8. Вибір значення подачі  $S_o$ .

Значення подачі при обробці виступів кінцевими фрезами вибирають по [11], для обробки сталевих деталей кінцевими фрезами діаметром не більш 25 мм числом зубів  $z = 5$  при глибині виступу не більш 10 мм  $S_o = 0,11 \div 0,08$  мм/об.

Вибираємо паспортне значення подачі після визначення паспортного значення числа обертів шпинделя  $n_n = 600$  об/хв.

9. Вибір швидкості різання  $v$ .

Значення швидкості різання й числа обертів шпинделя при обробці виступів кінцевими фрезами, вибираються по [11], для діаметра фрези 25 мм і подачі не більше 0,12 мм/об при глибині виступу не більше 10 мм, табличне значення швидкості різання  $V_m = 33$  м/хв.

Коректуємо значення швидкості різання

$$v = k_m \cdot V_m$$

Для оброблюваної Ст5 по [11] значення  $\sigma_B = 60$  кгс/мм<sup>2</sup>, по [11] значення  $k_m = 1,31$ .

Решта умов аналогічні табличним.

$$v = 1,31 \cdot 33 = 43,23 \text{ м/хв.}$$

10. Підрахунок числа обертів шпинделя  $n$ .

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D},$$

де  $D$  - максимальний діаметр фрези,  $D = 25$  мм;

$$n = \frac{1000 \cdot 43,23}{3,14 \cdot 20} = 688,3 \text{ об/хв.}$$

11. Вибір паспортного значення числа обертів шпинделя  $n_n$ .

Вибираємо найближче менше з ряду паспортних значень  $n_n = 600$  об/хв.

11а. Визначаємо значення хвилинної подачі  $s_M$ :

$$s_M = s_0 \cdot n_n \text{ мм/хв};$$

$$s_M = 0,11 \cdot 600 = 66 \text{ мм/хв};$$

Вибираємо найближче менше з ряду паспортних значень хвилинної подачі  $s_{mn} = 60$  мм/хв.

12. Уточнене значення швидкості різання  $v$ .

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n_n}{1000}$$

$$v = \frac{3,14 \cdot 36 \cdot 600}{1000} = 67,8 \text{ м/хв}$$

Уточнене значення швидкості різання не перевищує розрахункове.

Основний час при фрезерованні:

$$T_e = \frac{L \cdot i}{s_{mn}},$$

де  $L$  – довжина фрезеруємої поверхні з урахуванням врізання й перегону

$$L = l_p + e_1 + e_2,$$

де  $v_1$  – величина перебігу фрези, мм;

$v_2$  – величина врізання фрези, мм.

Значення величини врізання й переходу для кінцевих фрез вибирається по [11], для діаметра фрези не більше 25 мм і ширини фрезерування не більше 25 мм  $v_1 + v_2 = 14$  мм,

$$L = 36 + 14 = 50 \text{ мм}$$

$$T_e = \frac{50 \cdot 1}{60} = 0,83 \text{ хв.}$$

18. Вибір допоміжного часу  $T_v$ .

Допоміжний час, пов'язане із проходом визначається по [11],  $T_e = 0,8$  хв.

### 5.3 Нормування 4-ої кругле-шліфувальної операції

**Перехід 4.1.** є допоміжним.

Допоміжний час, пов'язаний з установкою й зняттям деталі, визначається по [11], для способу установки в центрах, деталі масою не більш 80 кг  $T_e = 3,2$  хв.

**Перехід 4.2.** є технологічним.

Визначення припуску на обробку,  $h = 0,15$  мм.

Вибір характеристики, форми й геометричних розмірів шліфувального кола приймається: ПП 24А 40 Н 31 7 ДО1 А 50 м/с, зовнішній діаметр шліфувального кола  $d_{кр} = 750$  мм, висота шліфувального кола  $H_{кр} = 40$  мм.

Вибір частоти обертання шліфувального кола, по паспорту верстата  $n_{кр} = 1270 \text{ хв}^{-1}$ .

Розрахунки швидкості обертання шліфувального кола:

$$v_{кр} = \frac{3,14 \cdot 750 \cdot 1270}{1000 \cdot 60} = 49,85 \text{ м/с}$$

Вибір частоти обертання деталі по [11],  $n_d = 65 \text{ хв}^{-1}$ , по паспорту верстата приймається  $n_d = 65 \text{ хв}^{-1}$ .

Визначення поздовжньої подачі  $S_{пр}$  по [11], для попереднього шліфування  $S_{пр} = 550 \text{ мм/хв}$ , по паспорту верстата приймається  $S_{пр} = 550 \text{ мм/хв}$ .

Розрахунки поперечної подачі:

$$S_{нон} = S_{нон\_табл} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (5.13)$$

де  $S_{нон\_табл}$  – табличне значення поперечної подачі вибирається по [11],  $S_{нон\_табл} = 0,021 \div 0,043 \text{ мм/хід}$ , приймаємо  $S_{нон\_табл} = 0,021 \text{ мм/хід}$ ;

$K_1$  – поправочний коефіцієнт на поперечну подачу залежно від квалітету, вибирається по [11],  $K_1 = 1$ ;

$K_2$  – поправочний коефіцієнт на поперечну подачу залежно від діаметра кола, вибирається по [11],  $K_2 = 1,4$ ;

$K_3$  – поправочний коефіцієнт на поперечну подачу залежно від форми поверхні, вибирається по [11],  $K_3 = 0,9$ ;

$K_4$  – поправочний коефіцієнт на поперечну подачу залежно від способу виміру розмірів, вибирається по [11],  $K_4 = 1$ ;

$K_5$  – поправочний коефіцієнт на поперечну подачу залежно від терміну служби верстата, вибирається по [11],  $K_5 = 1$ .

$$S_{нон} = 0,021 \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 = 0,026 \text{ мм/хід}$$

Остаточно приймається:  $S_{нон} = 0,026 \text{ мм/хв}$

Розрахунки основного часу:

$$T_o = \frac{52 \cdot 0,15}{550 \cdot 0,026} \cdot 1,7 = 0,92 \text{ мін}$$

Допоміжний час, пов'язаний із проходом, визначається по [11],  $T_b = 0,55$  хв.

**Перехід 4.3.** є технологічним.

Визначення припуску на обробку,  $h = 0,15$  мм.

Вибір характеристики, форми й геометричних розмірів шліфувального круга приймаємо: ПП 24А 40 Н 31 7 ДО1 А 50 м/с, зовнішній діаметр шліфувального круга  $d_{кр} = 750$  мм, висота шліфувального круга  $H_{кр} = 40$  мм.

Вибір частоти обертання шліфувального круга, по паспорту верстата  $n_{кр} = 1270$  хв<sup>-1</sup>.

Розрахунки швидкості обертання шліфувального кола:

$$v_{кр} = \frac{3,14 \cdot 750 \cdot 1270}{1000 \cdot 60} = 49,85 \text{ м/с}$$

Вибір частоти обертання деталі по [11],  $n_d = 65$  хв<sup>-1</sup>, по паспорту верстата ухвалюється  $n_d = 65$  хв<sup>-1</sup>.

Визначення поздовжньої подачі  $S_{пр}$  по [11], для попереднього шліфування  $S_{пр} = 550$  мм/хв, по паспорту верстата приймається  $S_{пр} = 550$  мм/хв.

Розрахунки поперечної подачі:

$$S_{поп} = 0,021 \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 = 0,026 \text{ мм/хід}$$

Остаточна ухвалюється  $S_{поп} = 0,026$  мм/хв

Розрахунки основного часу:

$$T_o = \frac{76 \cdot 0,15}{550 \cdot 0,026} \cdot 1,7 = 0,79 \text{ хв}$$

Допоміжний час, пов'язаний із переходом, визначається по [11],  $T_b = 0,55$  хв.

**Перехід 4.4.** аналогічний переходу 4.1.

**Перехід 4.5.** аналогічний переходу 4.3.

## 6 ПРИНЦИП ВЛАШТУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ СХЕМИ ДРОБАРКИ

Електрична схема управління дробарки живиться від трьохфазної мережі з напругою 380 В., частотою 50 Гц.

За допомогою чотирьохдротового силового кабеля з перерізом 2,5 см<sup>2</sup> який обшитий захисним манжетом, для запобігання ураження електричним струмом обслуговуючого персоналу.

Вмикання і вимикання напруги здійснюється за допомогою пакетного вимикача, який розташований на боковій стінці електрошафи. При цьому на дверці електрошафи тана пульті керування загоряється сигнальна лампа «МЕРЕЖА».

Електроустаткування машини складається з:

Електродвигуна – приводу машини.

Апаратури управління та захисту, що розташовано на панелі електрошафи.

Кнопку управління сигнальної лампи, які розташовані на пульті управління.

Перед початком роботи повинні бути увімкнені: пакетний вимикач QF1.

Пуск та зупинка електродвигуна машини здійснюється кнопками SB2 та SB1. Аварійна зупинка двигуна здійснюється кнопкою SB1, яка виготовлена у вигляді червоного штовхача грипоподібної форми. Захист електродвигуна від короткого замикання та перевантаження здійснюється за допомогою автоматичного вимикача QF1.

## 7 ПРАВИЛА ЕКСПЛУАТАЦІЇ І ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ОБРАНОГО ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО МАШИНИ І УСТАТКУВАННЯ

## 7.1 Вибір основного технологічного устаткування

Коротка характеристика підприємства.

Змінна продуктивність кісткового жиру й борошна на підприємстві становить - 455 кг. Робота устаткування в 1 зміну, зміна 12 годин. Використовуються кості свиней і ВРХ (50/50). Вихід кістки після жиловки напівтуш приблизно 20 – 30% від загальної маси. Коефіцієнт використання часу зміни  $\tau = 0,8$ .

Таблиця 7.1 Основне технологічне устаткування підприємства

Вид і марка устаткування	Продуктивність	Кількість, од.	РРЦ	Категорія складності	Примітки
1. Молоткова дробарка МШС	200 кг/год	1	IV	2	2 гр.
2. Скребковий елеватор	150 кг/год	1	II	11	1 гр.
3. Бак підігрівник	150 л/год	1	I	1	-
4. Віброкстрактор	200 кг/год	1	IV	6	2 гр.
5. Шнековий елеватор	150 кг/год	1	VIII	1`	-
6. Сушарка	160 кг/год	1	II	14	1 гр.
7. Дробильно - вібраційний агрегат, що просіває	180 кг/год	1	II	6	1 гр.
8. Насос	200 л/ч	3	IV	4	2 гр.
9. Сепаратор	160 кг/год	1	IV	2	2 гр.

Продовження таблиці 7.1 Основне технологічне устаткування підприємства

10. Промивач - роздільник	180 кг/год	1	IV	4	2 гр.
11. Горизонтально – шнекова центрифуга	150 кг/год	1	IV	4	2 гр.

7.2 Розрахунки річної кількості ремонтів і оглядів основного технологічного устаткування підприємства

7.2.1 Об'єднання машин у групи по проведенню ремонтів і оглядів

Повинне виконуватися умова  $B \cdot M \geq M_k$ ,

де  $B$  – планове завантаження встаткування, мес;

$M$  – кількість одиниць технологічного встаткування в групі;

I РРЦ розрахунки ведемо для одиниці технологічного встаткування

II РРЦ  $12 \cdot 3 \geq 12$  об'єднаним 3 машини в 1 групу;

IV РРЦ  $12 \cdot 6 \geq 24$  об'єднаним 6 машин во 2 групу;

VIII РРЦ розрахунки ведемо для одиниці технологічного встаткування

7.2.2 Розрахунки кількості ремонтів і оглядів для групи машин ( без обліку їх технічного стану) [16]

$$n_{ci} = \frac{B \cdot m_i}{M_c} - n_{ki}, \quad (7.1)$$

$$n_{Ti} = \frac{B \cdot m_i}{M_T} - n_{ki} - n_{ci}, \quad (7.2)$$

$$n_{Oi} = \frac{B \cdot m_i}{M_O} - n_{ki} - n_{ci} - n_{Ti}, \quad (7.3)$$

де  $n_{ki}$ ,  $n_{ci}$ ,  $n_{Ti}$ ,  $n_{Oi}$  – кількість капітальних, середніх, поточних ремонтів і оглядів відповідно, які потрібно виконати в період планованого періоду роботи  $i$ ї групи машин;

$B$  – планове завантаження устаткування,  $B = 12$  мес.;

$m_i$  – кількість одиниць технологічного устаткування в  $i$ ї групі машин;

$M_k$ ,  $M_c$ ,  $M_T$ ,  $M_o$  - міжремонтний період відповідно капітального, середнього, поточного ремонтів машин і межосмотровый період, мес.[16];

$$M_c = \frac{M_k}{\sum C + 1}, \quad (7.4)$$

$$M_T = \frac{M_k}{\sum C + \sum T + 1}, \quad (7.5)$$

$$M_o = \frac{M_k}{\sum C + \sum T + \sum O + 1}, \quad (7.6)$$

де  $\sum C$ ,  $\sum T$ ,  $\sum O$  – відповідно кількість середніх, поточних ремонтів і оглядів у ремонтному циклі;

### 7.2.3 Розрахунки кількості ремонтів і оглядів для 1 групи машин

$$M_k = 12,$$

$$M_c = \frac{12}{1+1} = 6 \text{ міс.},$$

$$M_T = \frac{12}{1+2+1} = 3 \text{ міс.},$$

$$M_O = \frac{12}{1+2+16+1} = 0,6 \text{ міс.}$$

$$n_{K1} = \frac{12 \cdot 4}{12} = 4,$$

$$n_{C1} = \frac{12 \cdot 4}{6} - 4 = 4,$$

$$n_{T1} = \frac{12 \cdot 4}{3} - 4 - 4 = 8,$$

$$n_{O1} = \frac{12 \cdot 4}{0,6} - 4 - 4 - 8 = 64.$$

#### 7.2.4 Розрахунки кількості ремонтів і оглядів для 2-ої групи машин

$$M_K = 24 \text{ міс.}; M_C = 12 \text{ міс.}; M_T = 6 \text{ міс.}; M_O = 1 \text{ міс.}$$

$$n_{K2} = \frac{12 \cdot 12}{24} = 6,$$

$$n_{C2} = \frac{12 \cdot 12}{12} - 6 = 6,$$

$$n_{T2} = \frac{12 \cdot 12}{6} - 6 - 6 = 12,$$

$$n_{O2} = \frac{12 \cdot 12}{1} - 6 - 6 - 12 = 120.$$

7.2.5 Розрахунки кількості ремонтів і оглядів для одиниці основного технологічного встаткування (з урахуванням технічного стану) [16]

$$n_{KK} = \frac{B_{KK} + B}{M_K}; \quad (7.7)$$

$$n_{CK} = \frac{B_{CK} + B}{M_C} - n_{KK}; \quad (7.8)$$

$$n_{TK} = \frac{B_{TK} + B}{M_T} - n_{KK} - n_{CK}; \quad (7.9)$$

$$n_{OK} = \frac{B_{OK} + B}{M_O} - n_{KK} - n_{CK} - n_{TK}, \quad (7.10)$$

де  $n_{KK}$ ,  $n_{CK}$ ,  $n_{TK}$ ,  $n_{OK}$  – кількість капітальних, середніх, поточних ремонтів і оглядів  $k^{\text{й}}$  одиниці устаткування відповідно, яке потрібно провести протягом експлуатації лінії;

$B_{KK}$  – наробіток  $k^{\text{й}}$  одиниці технологічного устаткування від попереднього капітального ремонту або введення в експлуатацію (технічний стан  $k^{\text{й}}$  одиниці технологічного устаткування);

$B_{CK}$  – наробіток  $k^{\text{й}}$  одиниці технологічного устаткування від попереднього середнього або капітального ремонту (залишок від розподілу  $B_{KK}$  на  $M_C$ );

$B_{TK}$  – наробіток  $k^{\text{й}}$  одиниці технологічного устаткування від попереднього ремонту (залишок від розподілу  $B_{CK}$  на  $M_T$ );

$B_{OK}$  – наробіток  $k^{\text{й}}$  одиниці технологічного устаткування від попереднього огляду або ремонту (залишок від розподілу  $B_{TK}$  на  $M_O$ ).

### 7.2.6 Розрахунки кількості ремонтів і оглядів для бака підігрівника

$B_{KK} = 3 \text{ міс.}; M_K = 6 \text{ міс.}; M_C = 3 \text{ міс.}; MT = 1,5 \text{ міс.}; M_O = 0,3 \text{ міс.}$

$$n_{KK} = \frac{3+12}{6} = 2,$$

$$n_{CK} = \frac{0+12}{3} - 2 = 2,$$

$$n_{TK} = \frac{0+12}{1,5} - 2 - 2 = 4,$$

$$n_{OK} = \frac{0+12}{0,3} - 2 - 2 - 4 = 32.$$

7.2.7 Розрахунки кількості ремонтів і оглядів для шнекового елеватора:

$B_{KK} = 46 \text{ міс.}, M_K = 48 \text{ міс.}; M_C = 24 \text{ міс.}; MT = 8 \text{ міс.}; M_O = 1,6 \text{ міс.}$

$$n_{KK} = \frac{46+12}{48} = 1,2 = 1,$$

$$n_{CK} = \frac{22+12}{24} - 1 = 0,4 = 0,$$

$$n_{TK} = \frac{6+12}{8} - 1 - 0 = 1,25 = 1,$$

$$n_{OK} = \frac{1,2+12}{1,6} - 1 - 0 - 1 = 6,25 = 6.$$

### 7.3 Розрахунки річної трудомісткості ремонтів і оглядів основного технологічного устаткування підприємства

#### 7.3.1 Розрахунки річної трудомісткості ремонтів і оглядів для групи машин [16]

$$T_{Ki} = t_{Ki} \cdot n_{Ki}, \quad (7.11)$$

$$T_{Ci} = t_{Ci} \cdot n_{Ci}, \quad (7.12)$$

$$T_{Ti} = t_{Ti} \cdot n_{Ti}, \quad (7.13)$$

$$T_{Oi} = t_{Oi} \cdot n_{Oi}, \quad (7.14)$$

де  $T_{Ki}$ ,  $T_{Ci}$ ,  $T_{Ti}$ ,  $T_{Oi}$  - відповідно річна трудомісткість капітальних, середніх, поточних ремонтів і оглядів машин  $i$ -ої групи, люд·год.;

$t_{Ki}$ ,  $t_{Ci}$ ,  $t_{Ti}$ ,  $t_{Oi}$  - відповідно трудомісткість одного капітального, середнього, поточного ремонту й огляду машини в  $i$ -ої групі, люд·год.; [16].

$$t_{Ki} = r \cdot R_{cpi}, \quad (7.15)$$

$$t_{Ci} = r_C \cdot R_{cpi}, \quad (7.16)$$

$$t_{Ti} = r_T \cdot R_{cpi}, \quad (7.17)$$

$$t_{Oi} = r_O \cdot R_{cpi}, \quad (7.18)$$

$$R_{cpi} = \frac{\sum m_{Ri} \cdot R}{m_i}, \quad (7.19)$$

де  $r$ ,  $r_C$ ,  $r_T$ ,  $r_O$  - нормативна трудомісткість проведення відповідно капітальних, середніх, поточних ремонтів і оглядів технологічного устаткування розраховуючи на одну умовну ремонтну одиницю, люд·год;

$R_{cpi}$  – середньозважена категорія складності ремонту машин  $i$ -ої групи;

$m_{ri}$  – кількість машин з однаковою величиною категорії складності ремонту в  $i$ -ій групі;

$R$  – категорія складності ремонту машини.

### 1 група машин

$$R_{cp1} = \frac{1 \cdot 11 + 1 \cdot 14 + 1 \cdot 6 + 1 \cdot 3}{4} = 8,5,$$

$$t_{K1} = 35 \cdot 8,5 = 297,5 \text{ люд} \cdot \text{ГОД},$$

$$t_{C1} = 17,4 \cdot 8,5 = 147,9 \text{ люд} \cdot \text{ГОД},$$

$$t_{T1} = 4,4 \cdot 8,5 = 37,4 \text{ люд} \cdot \text{ГОД},$$

$$t_{O1} = 0,6 \cdot 8,5 = 5,1 \text{ люд} \cdot \text{ГОД},$$

$$T_{K1} = 297,5 \cdot 4 = 1190 \text{ люд} \cdot \text{ГОД},$$

$$T_{C1} = 147,9 \cdot 4 = 591,6 \text{ люд} \cdot \text{ГОД},$$

$$T_{T1} = 37,4 \cdot 8 = 299,2 \text{ люд} \cdot \text{ГОД},$$

$$T_{O1} = 5,1 \cdot 64 = 326,4 \text{ люд} \cdot \text{ГОД}.$$

### 2 група машин

$$R_{cp2} = \frac{1 \cdot 2 + 1 \cdot 6 + 1 \cdot 4 + 1 \cdot 2 + 1 \cdot 4 + 1 \cdot 4 + 1 \cdot 4 + 1 \cdot 5 + 2 \cdot 6 + 2 \cdot 8 + 4 \cdot 11 + 2 \cdot 3}{12} = 9,$$

$$t_{K2} = 35 \cdot 9 = 315 \text{ люд} \cdot \text{ГОД},$$

$$t_{C2} = 17,4 \cdot 9 = 156,6 \text{ люд} \cdot \text{ГОД},$$

$$t_{T2} = 4,4 \cdot 9 = 39,6 \text{ люд} \cdot \text{ГОД},$$

$$t_{O2} = 0,6 \cdot 9 = 5,4 \text{ люд} \cdot \text{ГОД},$$

$$T_{K2} = 315 \cdot 6 = 1890 \text{ люд} \cdot \text{ГОД},$$

$$T_{C2} = 156,6 \cdot 6 = 939,6 \text{ люд} \cdot \text{ГОД},$$

$$T_{T2} = 39,6 \cdot 12 = 475,2 \text{ люд} \cdot \text{ГОД},$$

$$T_{O2} = 5,4 \cdot 120 = 648 \text{ люд} \cdot \text{ГОД}.$$

7.3.2 Розрахунки річної трудомісткості ремонтів і оглядів для одиниці технологічного встаткування[16]

$$T_{KK} = t_{KK} \cdot n_{KK} \quad (7.21)$$

$$T_{CK} = t_{CK} \cdot n_{CK} \quad (7.22)$$

$$T_{TK} = t_{TK} \cdot n_{TK} \quad (7.23)$$

$$T_{OK} = t_{OK} \cdot n_{OK} \quad (7.24)$$

де  $T_{KK}, T_{CK}, T_{TK}, T_{OK}$  - відповідно річна трудомісткість капітальних, середніх, поточних ремонтів і оглядів к-ої одиниці технологічного устаткування, люд · год;

$t_{KK}, t_{CK}, t_{TK}, t_{OK}$  - відповідно трудомісткість одного капітального, середнього, поточного ремонту й огляду к-ої одиниці технологічного устаткування, люд · год.

$$t_{KK} = r \cdot R_K \quad (7.25)$$

$$t_{CK} = r_C \cdot R_K \quad (7.26)$$

$$t_{TK} = r_T \cdot R_K \quad (7.27)$$

$$t_{OK} = r_O \cdot R_K \quad (7.28)$$

де  $R_K$  – категорія складності ремонту к-ої одиниці технологічного устаткування.

7.3.3 Розрахунки річної трудомісткості ремонтів і оглядів для бака підігрівника

$$t_{KK} = 35 \cdot 1 = 35 \text{ люд} \cdot \text{ГОД},$$

$$t_{CK} = 17,4 \cdot 1 = 17,4 \text{ люд} \cdot \text{ГОД},$$

$$t_{TK} = 4,4 \cdot 1 = 4,4 \text{ люд} \cdot \text{ГОД},$$

$$t_{OK} = 0,6 \cdot 1 = 0,6 \text{ люд} \cdot \text{ГОД},$$

$$T_{KK} = 35 \cdot 2 = 70 \text{ люд} \cdot \text{ГОД},$$

$$T_{CK} = 17,4 \cdot 2 = 34,8 \text{ люд} \cdot \text{ГОД},$$

$$T_{TK} = 4,4 \cdot 4 = 17,6 \text{ люд} \cdot \text{ГОД},$$

$$T_{OK} = 0,6 \cdot 32 = 19,2 \text{ люд} \cdot \text{ГОД}.$$

7.3.4 Розрахунки річної трудомісткості ремонтів і оглядів для шнекового елеватора

$$t_{KK} = 35 \cdot 1 = 35 \text{ люд} \cdot \text{ГОД},$$

$$t_{CK} = 17,4 \cdot 1 = 17,4 \text{ люд} \cdot \text{ГОД},$$

$$t_{TK} = 4,4 \cdot 1 = 4,4 \text{ люд} \cdot \text{ГОД},$$

$$t_{OK} = 0,6 \cdot 1 = 0,6 \text{ люд} \cdot \text{ГОД},$$

$$T_{KK} = 35 \cdot 1 = 35 \text{ люд} \cdot \text{ГОД},$$

$$T_{CK} = 17,4 \cdot 0 = 0 \text{ люд} \cdot \text{ГОД},$$

$$T_{TK} = 4,4 \cdot 1 = 4,4 \text{ ЛЮД} \cdot \text{ГОД},$$

$$T_{OK} = 0,6 \cdot 6 = 3,6 \text{ ЛЮД} \cdot \text{ГОД}.$$

7.3.5 Розрахунки річної трудомісткості ремонтів і оглядів по видах [16]

$$T_K = \sum_{i=1}^X T_{Ki} + \sum_{K=1}^Y T_{KK}, \quad (7.29)$$

$$T_C = \sum_{i=1}^X T_{Ci} + \sum_{K=1}^Y T_{CK}, \quad (7.30)$$

$$T_T = \sum_{i=1}^X T_{Ti} + \sum_{K=1}^Y T_{TK}, \quad (7.31)$$

$$T_O = \sum_{i=1}^X T_{Oi} + \sum_{K=1}^Y T_{OK}, \quad (7.32)$$

де  $T_K, T_C, T_T, T_O$  - відповідно річна трудомісткість капітальних, середніх, поточних ремонтів і оглядів основного технологічного встаткування, ЛЮД · ГОД;

$X$  – кількість груп машин;

$Y$  – кількість одиниць технологічного встаткування;

$$T_K = 1190 + 1890 + 70 + 35 = 3185 \text{ ЛЮД} \cdot \text{ГОД}.$$

$$T_C = 591,6 + 939,6 + 34,8 + 0 = 1566 \text{ ЛЮД} \cdot \text{ГОД}.$$

$$T_T = 299,2 + 475,2 + 17,6 + 4,4 = 796,4 \text{ ЛЮД} \cdot \text{ГОД}.$$

$$T_E = 326,4 + 648 + 19,2 + 3,6 = 997,2 \text{ ЛЮД} \cdot \text{ГОД}.$$

7.3.6 Загальна річна трудомісткість ремонтів і оглядів основного технологічного встаткування підприємства [16]

$$T_{\text{сум}} = T_K + T_C + T_T + T_O \quad (7.33)$$

де  $T_{\text{сум}}$  – загальна трудомісткість ремонтів і оглядів основного технологічного встаткування підприємства, люд · год;

$$T_{\text{сум}} = 3218 + 1548,6 + 796,4 + 1002 = 6565 \text{ люд} \cdot \text{год}$$

Таблиця 7.2 Вид ремонту або огляду, кількість і трудомісткість

Устаткування (група або вид)	Капітальний ремонт		Середній ремонт		Поточний ремонт		Профілактичний огляд		Всього
	$n_k$	$T_k$ , люд· год	$n_c$	$T_c$ , люд· год	$n_T$	$T_T$ , люд· год	$n_o$	$T_o$ , люд· год	
I група	4	1188	4	591,6	8	299,2	64	326,4	2405,2
II група	6	1890	6	939,6	1 2	475,2	120	648	3952,8
Стрічкова пила У-ФР-2П	3	105	1	17,4	4	17,6	32	19,2	159,2
Чан К7-ФШЗ-ТО	1	35	0	0	1	4,4	6	3,6	43
Всього	14	3218	1 1	1548, 6	2 5	796,4	222	997,2	6560,2

## ВИСНОВКИ

1. Модернізація ділянки технологічної лінії виробництва кормового кісткового борошна й харчового жиру дозволяє виготовляти додаткову продукцію, що забезпечує підприємству додатковий річний дохід близько 80000 грн на рік.

2. Запропонована модернізація молоткової дробарка кісток забезпечує більш високий ступінь і швидкість подрібнювання, зменшення питомої енергоємності на одиницю ваги, одержуваного продукту. Використання дробарки поліпшує екологічно-санітарний стан виробництва кісткового й інших видів кормів тваринного походження. Вартість виготовлення – 20696,48 грн, при строку окупності 0,86 року.

3. Загальна вартість практичної реалізації проекту в умовах ДП «Ветванзавод» становить – 600894 гривні, при строку окупності близько 4,5 року.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бредихин С. А. Технологическое оборудование мясокомбинатов [Текст] / С. А. Бредихин, О.В. Бредихина, Ю.В. Космодемьянский, Л.Л. Никифоров ; Под общ. ред. С.А. Бредихина. - 2-е изд., испр. - М. : Колос, 2000. - 391 с. : ил. - 3000 экз.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора- машиностроителя в 3-х т.: Т.2- 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. – М.:Машиностроение, 2001.-912 с.:ил.
3. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин: Учебное пособие для машиностроительных учебных вузов.- М.:Высшая школа,1985.
4. Иванов М.Н. Детали машин: Учебник для студентов высших учебных заведений.- М.:Высшая школа,1991.
5. Ивашов В.И. Оборудование для убоя и первичной обработки / В.И. Ивашов. - СПб.:ГИОРД, 2007. - 464 с.: ил. - (Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности 6 Учеб. пособие: в 2 ч./ В.И. Ивашов ; ч. I)
6. Карпычев С.Н., Лисунов Е.А., Тихонов А.А., Горбунов Б.И. Курсовое и дипломное проектирование: Учебное пособие./ Нижегородская гос. с.- х. академия.- Н.Новгород, 2003.
7. Крайнев А.Ф. Словарь справочник по механизмам.- 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1987.-560 с.,ил.
8. Кузнецов В.А., Шлипаков Я.П. Технология переработки мяса и других продуктов убоя животных, 1971, 160 стр.
9. Кудрявцев В.Н., Державец Ю.А., Арефьев И.И. и др Курсовое проектирование деталей машин; Под общей редакцией В.Н.Кудрявцева: Учебное пособие для студентов машиностроительных специальностей вузов, - Л.: Машиностроение,1983.
10. Матвеев В.А., Пустовалов И.И. Техническое нормирование ремонтных работ в сельском хозяйстве.- М.: Колос, 1979.-288 с., ил.

11. Некрасов С.С. Обработка материалов резанием. – М.: Колос, 1997.- 320 с.: ил.
12. Носков С.В., Методические указания по экономическому обоснованию курсовых и дипломных проектов по специальности «Механизация сельского хозяйства»[Текст]/ Ретивин А.Г., Шухрин В.И.// Горький, 1988.
13. Слевак В.Я. Курсовое и дипломное проектирование по механизации процессов переработки мяса и мясных продуктов[Текст]/Я.В. Слевак. Курсовое и дипломное проектирование по механизации процессов переработки мяса и мясных продуктов :Уч. - методич. Пособие для студентов спец. 31.15.00. Саратов: Саратовская сельскохозяйственная академия, 1994.
14. Чернавский С. А. Проектирование механических передач[Текст]/ С.А.Чернавский ., Г.А.Снесарев и др.// Проектирование механических передач: Учебно-справочное пособие. М.: Машиностроение,1984.
15. Шариков Ю.П. Курс лекций по деталям машин. Н.Новгород, 2008.
16. Штарман М.И. Эксплуатация технологического оборудования мясной промышленности[Текст]/ М.И.Штарман. - М.: Колос 1996.
17. Файвишевский М. Л. Малоотходные технологии на мясокомбинатах [Текст] / М.Л. Файвишевский. - М. : Колос, 1993. - 205, [2] с. : ил. ; 20 см. - Библиогр.: с. 204-206. - 1700 экз.
18. Фалеев Г.А. Оборудование предприятий мясной промышленности[Текст] / Г.А.Фалеев.- М.: Пищевая промышленность, 1966. – 483 с.
19. Найфельд М.О. Заземление, защитные меры электробезопасности / М.О. Найфельд. – М.: Энергия.- 1971.