

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Інститут (факультет) Навчально-науковий інженерно-технічний
інститут ім. акад. І.С. Гулого**

**Кафедра Машини і апарати харчових та фармацевтичних
виробництв**

«До захисту в ЕК»
Директор інституту(декан факультету)
_____ **Сергій БЛАЖЕНКО**
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ___ » _____ 2026 р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ **Олександр ГАВВА**
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ___ » _____ 2026 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності _____ 133 «Галузеве машинобудування»
освітньо-професійної програми Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв
на тему: Модернізація шлямповочної машини для свинячих кишок продуктивністю
400 туш за годину

Виконав: здобувач V курсу, групи ЗОХ-5-2

Чайковський Андрій Сергійович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник: Бабанова Олена Ігорівна
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Консультанти _____
(ім'я та прізвище)

(підпис)

(ім'я та прізвище)

(підпис)

(ім'я та прізвище)

(підпис)

Рецензент _____
(ім'я та прізвище)

(підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2026р.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Технологія машинобудування</i>	<i>Бойко Ю.І., доц. кафедри МАХФВ</i>		

7. Дата видачі завдання: «04» листопада 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Анотація, зміст</i>	<i>10.11.2025р.</i>	
2	<i>Вступ</i>	<i>15.11.2025р.</i>	
3	<i>Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі</i>	<i>18.11.2025р.</i>	
4	<i>Техніко-економічне обґрунтування</i>	<i>25.11.2025р.</i>	
5	<i>Характеристика вихідної сировини і готового продукту</i>	<i>27.11.2025р.</i>	
6	<i>Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи.</i>	<i>07.12.2025р.</i>	
7	<i>Вибір конструкційних матеріалів</i>	<i>09.12.2025р.</i>	
8	<i>Розрахункова частина</i>	<i>13.12.2025р.</i>	
9	<i>Технологічний маршрут виготовлення деталі</i>	<i>14.12.2025р.</i>	
10	<i>Вимоги щодо монтажу і технічного сервісу</i>	<i>18.12.2025р.</i>	
11	<i>Заходи щодо охорони праці</i>	<i>23.12.2025р.</i>	
12	<i>Висновки</i>	<i>26.12.2025р.</i>	
13	<i>Список використаних літературних джерел</i>	<i>26.12.2025р.</i>	
14	<i>Графічна частина: 5 аркушів формату А1</i>	<i>29.12.2025р.</i>	
	<i>Подача кваліфікаційної роботи на кафедру</i>	<i>02.02.2026р.</i>	

Здобувач

_____ (підпис)

Андрій ЧАЙКОВСЬКИЙ

Керівник роботи

_____ (підпис)

Олена БАБАНОВА

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота присвячена модернізації шлямповочної машини ФОК-С для оброблення свинячих кишок з продуктивністю 400 черев на годину, що передбачає вдосконалення конструкції валків та системи подачі води.

Робота складається з розділів, у яких наведено техніко-економічне обґрунтування доцільності проведення модернізації, здійснено вибір матеріалів, виконано розрахунки основних вузлів, а також подано вимоги щодо монтажу, ремонту та експлуатації обладнання. Окрему увагу приділено питанням охорони праці та екологічної безпеки.

Розрахунково-пояснювальна складається із сторінок друкованого тексту, рисунків та таблиць. Графічна частина виконана на аркушах формату А1, на яких наведено загальний вигляд шлямповочної машини ФОК-С, її розрізи та основні вузли.

Основну частину записки становлять інженерні розрахунки, зокрема: перевірочний розрахунок приводу машини з вибором електродвигуна, визначення продуктивності, розрахунок муфти, кінематичний розрахунок, а також розрахунки з охорони праці, що включають заземлення машини та розрахунок освітлення.

Ключові слова: шлямповочна машина, валки, черева, оболонка.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Бабанова О.І.</i>	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Чайковський А.С.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> Анотація	221608.KP.06.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

SUMMARY

The qualification work is devoted to the modernization of the FOK-S sludge-processing machine for pig intestines with a capacity of 400 intestines per hour. The modernization involves improving the roller design and the water supply system.

The work consists of several sections that provide a technical and economic justification for the feasibility of modernization, material selection, calculations of the main machine components, as well as guidelines for installation, maintenance, and operation of the equipment. Special attention is paid to occupational safety and environmental protection issues.

The calculation and explanatory part consists of pages of printed text, figures and tables. The graphic part is made on A1 format sheets, which show the general view of the FOK-S slurry machine, its sections and main components.

The core of the report consists of engineering calculations, including a verification calculation of the machine drive with electric motor selection, determination of machine capacity, clutch calculation, kinematic analysis, and occupational safety calculations such as machine grounding and lighting design.

Keywords: sludge-processing machine, rollers, intestines, casing.

ЗМІСТ

	стор.
Анотація.....	3
Вступ.....	6
1. Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі.....	7
2. Техніко-економічне, соціальне обґрунтування.....	26
3. Характеристика вихідної сировини і готового продукту.....	28
4. Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи обладнання.....	31
5. Вибір конструкційних матеріалів.....	35
6. Розрахункова частина.....	37
7. Технологічний маршрут виготовлення деталі.....	50
8. Вимоги щодо монтажу і технічного сервісу.....	63
9. Заходи щодо охорони праці.....	71
Висновки.....	85
Список використаних літературних джерел.....	86
Додатки.....	89

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Бабанова О.І.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Чайковський А.С.	<i>Назва, додаткова назва</i> Зміст	221608.KP.06.000 ПЗ		
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA
					<i>Аркуш</i> 1/1

Вступ

Потреби національної економіки та суспільства загалом зумовлюють необхідність нарощування обсягів виробництва підприємствами харчової промисловості, що працюють у сучасних умовах.

Поширення на внутрішньому ринку новітніх технологій створює передумови для розвитку вітчизняного виробництва, яке здатне утвердитися насамперед завдяки конкуренції, пропонуючи продукцію, що відповідає актуальним запитам українського споживача.

Український ринок, попри наявні труднощі, визначає сталий вектор розвитку харчової галузі у напрямі виготовлення якісних продуктів і товарів. Водночас особливого значення набуває раціональне та економне використання сировинних ресурсів.

Автоматизація виробничих процесів, посилення ролі споживача, трансформація ринку виробника на ринок споживача та зростання конкурентного тиску спонукають підприємства до пошуку нових конструктивних рішень, технологій і сучасного обладнання.

Безперервний техніко-технологічний прогрес, зі свого боку, сприяє підвищенню кваліфікації працівників, зростанню їхнього загальноосвітнього й культурно-технічного рівня, упровадженню науково обґрунтованих методів організації праці та вдосконаленню умов виробництва.

Окремо слід відзначити, що з року в рік зростає потреба у виробництві ковбас у натуральній оболонці. Незважаючи на значний асортимент штучних оболонок, натуральна оболонка стабільно зберігає конкурентні переваги. У зв'язку зі стійким підвищенням попиту на ковбасні вироби актуалізується необхідність збільшення обсягів виробництва натуральної оболонки.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Бабанова О.І.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Чайковський А.С.	<i>Назва, додаткова назва</i> Вступ	221608.KP.06.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/1

1. Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі

Валкові машини. Валкові машини застосовують для виконання практично всього комплексу операцій механічної обробки. Залежно від характеру операції робочими органами таких машин є гладкі або рифлені валки з металу (переважно сталі) чи з гумовим покриттям, що встановлюються попарно або у вигляді груп по три–чотири валки. Окружна швидкість і напрямок обертання валків можуть збігатися зі швидкістю та напрямком переміщення кишок або відрізнятися від них.

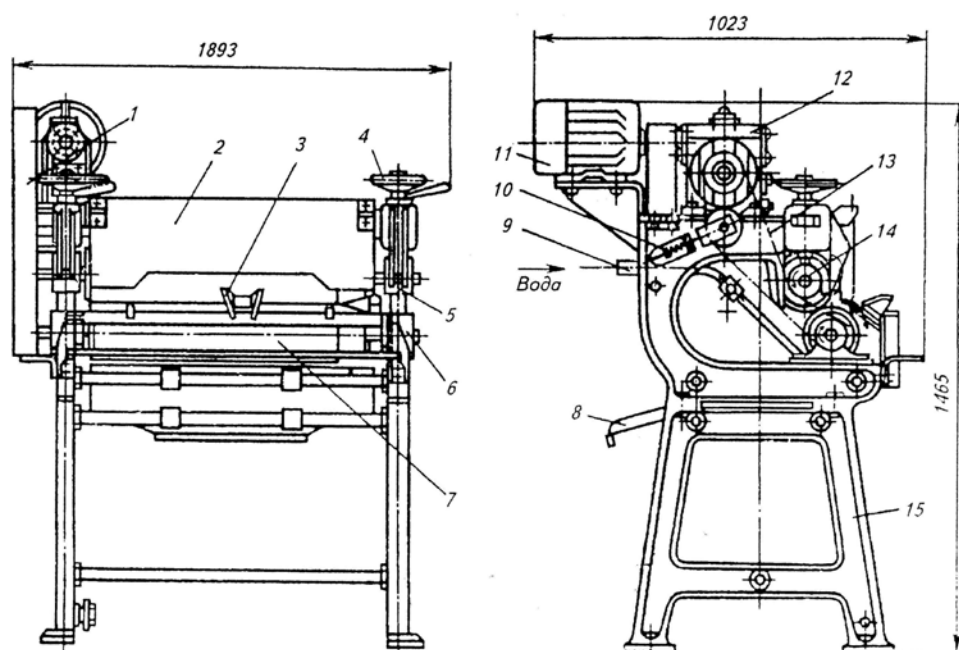


Рис. 1.1 Віджимні валки Г2 – ФОД

- 1 – кожух; 2 – запобіжний щиток; 3 – завантажуючий пристрій; 4 – маховик;
 5 – рухомий підшипник; 6 – нерухомий підшипник; 7 – 14 – валки;
 8 – відвідний лоток; 9 – зрошувач; 10 – натяжний пристрій;
 11 – електродвигун; 12 – редуктор; 13 – ланцюгова передача; 15 – станина

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Бабанова О.І.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Чайковський А.С.	Назва, додаткова назва Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі	221608.KP.06.001 ПЗ			
	Документ затверджено Гавва О.М.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/19

Віджимні валки Г2–ФОД (рис. 1.1) призначені для видалення вмісту та шлямпу з кишок великої і малої рогатої худоби, а також свиней. На станині 15 встановлено два валки. Нижній — гумований рифлений валок 7 — спирається на підшипник ковзання 6, жорстко закріплений на станині. Верхній валок 14, також гумований і додатково вкритий тканиною, змонтовано в підшипниках 5, які можуть переміщуватися відносно станини за допомогою гвинтової передачі та притискних пружин. Регулювання зазору між валками і зусилля їх притискання здійснюють маховиком 4, закріпленим на гвинті.

Привід валків реалізовано від електродвигуна потужністю 1,1 кВт через черв'ячний редуктор і ланцюгову передачу. Ланцюг передає обертання від приводної зірочки послідовно на зірочки, встановлені на валках, забезпечуючи їх зустрічне обертання. Натяг ланцюга підтримується постійно діючим притискним натяжним пристроєм 10. Для зміни частоти обертання передбачено застосування змінних ведучих зірочок. Так, під час обробки ялових черев частота обертання валків становить $0,5 \text{ с}^{-1}$, а продуктивність — до 160 черев/год. Для овечих і свинячих черев частота обертання підвищується до $0,67 \text{ с}^{-1}$, при цьому продуктивність становить 400–500 черев/год.

Діаметр валків дорівнює 0,15 м, довжина — 0,75 м; одночасно обробляють 4–6 кишок. Подачу кишок у зазор між валками здійснюють з торцевої частини, виконаної у вигляді конуса, або через центральну зону за допомогою завантажувального пристрою 3. У процесі оброблення в робочу зону подають воду температурою 35–40 °С.

З метою запобігання травмуванню працівника передбачено запобіжний щиток 2, оснащений кінцевим вимикачем. Загальна продуктивність валків становить до 200 ялових і до 400 черев за годину.

Шлямоподрібнювальна машина К6-ФОК-2-К-02 (рис. 1.2) оснащена пластинчастими робочими органами та входить до складу механізованої лінії ФОК-2, призначеної для обробки кишок великої рогатої худоби. Робочу частину машини змонтовано на двох литих чавунних стійках 1 і плиті 3.

Механізм подачі сформовано гумованим рифленим валиком 9 і металевою пластиною 11, яка спирається на ексцентриковий вал 10; останній забезпечує регулювання зазору. Лопатевий валик 13 зі сталевими пластинами встановлено в нерухомих підшипникових опорах, тоді як валик 8 розміщено у регульованих опорах із гвинтовими механізмами 7. Валики скомпоновано таким чином, щоб між двома пластинами одного валика постійно знаходилася одна пластина іншого, що забезпечує необхідний характер взаємодії робочих елементів.

У верхній частині корпусу закріплено опору 12 шнекового транспортера та напрямні 6 для подачі кишок. Приводний механізм включає електродвигун 4 і п'ятиступеневий циліндричний редуктор 5. Лопатеві валики 8 і 13 з'єднано з вихідними валами першого ступеня редуктора, тоді як рифлений подаючий валик приводиться від вихідного вала п'ятого ступеня.

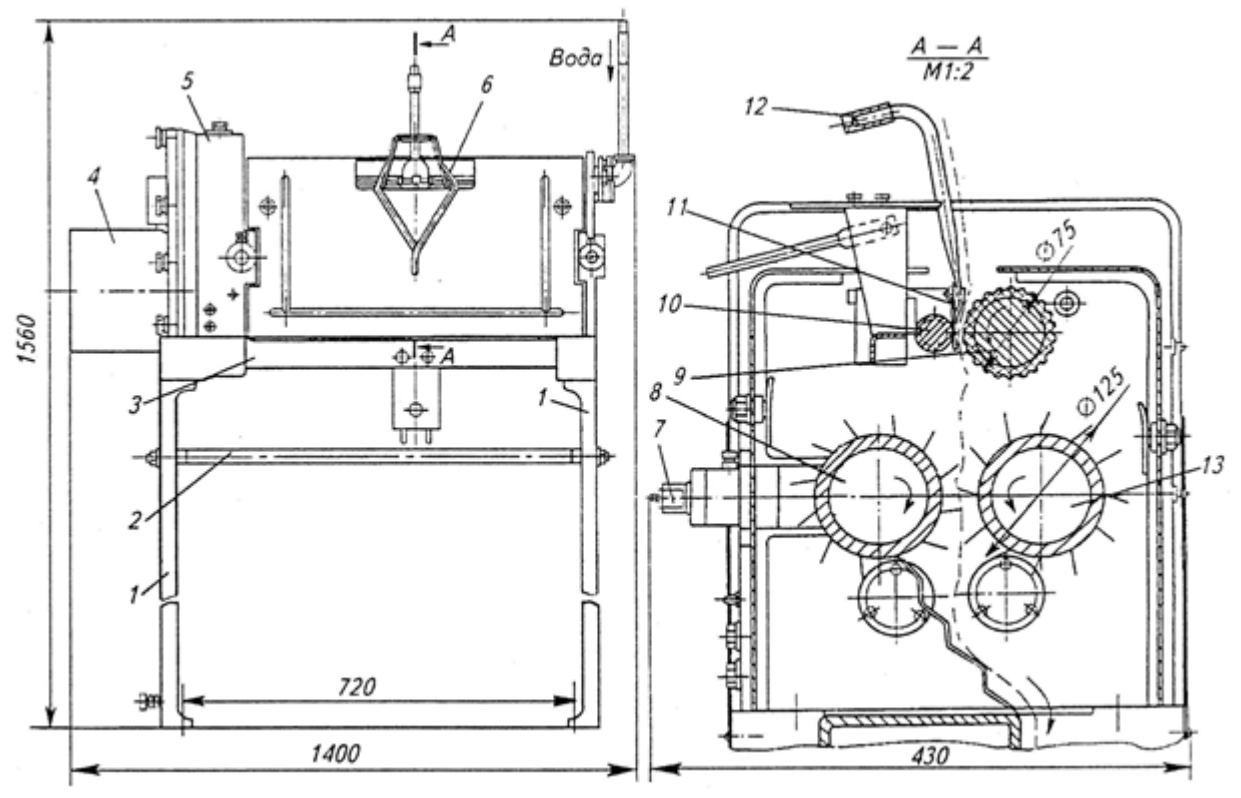


Рис. 1.2 Шлямоподріблювальна машина К6-ФОК-2-К-02

1 — стійки; 2 — стяжка; 3 — плита; 4 — електродвигун; 5 — редуктор;
6 — напрямна; 7 — гвинтовий механізм регулювання зазору; 8, 13 — лопатні валики; 9 — подаючий рифлений валик; 10 — ексцентриковий вал; 11 — пластина; 12 — опора шнекового транспортера

Механізм подачі машини утворений гумованим рифленим валиком 9 і металевою пластиною 11, яка спирається на ексцентриковий вал 10; за його допомогою здійснюють регулювання робочого зазору. Лопатевий валик 13 зі сталевими пластинами змонтовано в нерухомих підшипникових опорах, тоді як валик 8 встановлено в опорах, що регулюються гвинтовими механізмами 7. Взаємне розміщення валиків забезпечує таке чергування пластин, за якого між двома пластинами одного валика постійно знаходиться одна пластина іншого. У верхній частині корпусу закріплено опору 12 шнекового

транспортера та напрямні 6 для подачі кишок. Привід машини реалізовано від електродвигуна 4 через п'ятиступеневий циліндричний редуктор 5: лопатеві валики 8 і 13 з'єднані з вихідними валами першого ступеня редуктора, а рифлений подаючий валик — з вихідним валом п'ятого ступеня.

Кишки, складені вдвічі, подають шнековим транспортером за середину на напрямну 6, звідки вони надходять у зазор між подаючим рифленим валиком і пластиною та протягуються зі швидкістю 0,27 м/с. Далі матеріал потрапляє між пластинами валиків 8 і 13, які обертаються у напрямку руху кишок з окружною швидкістю 5,16 м/с. Різниця швидкостей у поєднанні з пружними властивостями пластин забезпечує відокремлення баластових оболонок. У зону обробки безперервно подають теплу воду. Продуктивність машини становить до 200 черев за годину.

Шлямоподрібнювальна машина ШМ-3 (рис. 1.3) призначена для оброблення свинячих черев і очищення баранячих черев від слизової, м'язової та серозної оболонок. Конструктивно машина складається з чавунної станини 1, встановленої на чотирьох ніжках 2. На станині розміщено гладкий робочий чавунний барабан 3, закріплений на валу; його привід здійснюється від електродвигуна 6 через пасову передачу 10 і черв'ячний редуктор 9. Частота обертання барабана становить 8,3 об/хв.

Над барабаном змонтовано два валики: робочий 4 з металевими лопатями та вентиляторний 5, призначений для очищення робочого валика від шлямуну й слизу. Робочий валик обертається з частотою 878 об/хв, вентиляторний — 2135 об/хв; обидва валики приводяться в рух від електродвигуна 6 через пасову передачу. На валу робочого валика встановлено маховик 11, який забезпечує урівноваження інерційних сил під час роботи.

Перед барабаном 3 на станині додатково встановлено два гумові рифлені віджимні валики 7, що забезпечують розм'якшення внутрішньої слизової оболонки, її віджимання та протягування кишок крізь машину. Гумові валики приводяться ланцюговою передачею 12 і мають частоту обертання 8,3 об/хв. Один із гумових валиків змонтовано в рухомих підшипниках, що дає змогу регулювати відстань між валиками 7. Вентиляторний валик 5 також встановлено в рухомих підшипниках для можливості налаштування зазору між ним і робочим валиком 4.

Під час оброблення кишок по трубопроводу 8 безперервно подається тепла вода температурою 38–40 °С; витрата води становить Потужність електродвигуна машини — 1,7 кВт; електродвигун змонтовано на полозках, що забезпечує необхідний натяг приводного паса.

Машина функціонує за таким принципом: чотири–п'ять комплектів черев вводять знизу в зазор між барабаном і робочим валиком, після чого матеріал протягують і пропускають кінці між рифленими віджимними валиками, розпочинаючи технологічну обробку. Швидкість просування кишок у машині становить 0,052 м/с. У процесі проходження через робочу зону зовнішня поверхня кишок очищується лопатями робочого валика, внутрішня слизова оболонка розпушується рифленими валиками та віджимається, а оброблений продукт надходить у ванну з теплою водою. Машина працює в безперервному режимі; її продуктивність становить 100 свинячих або 150 баранячих черев за годину.

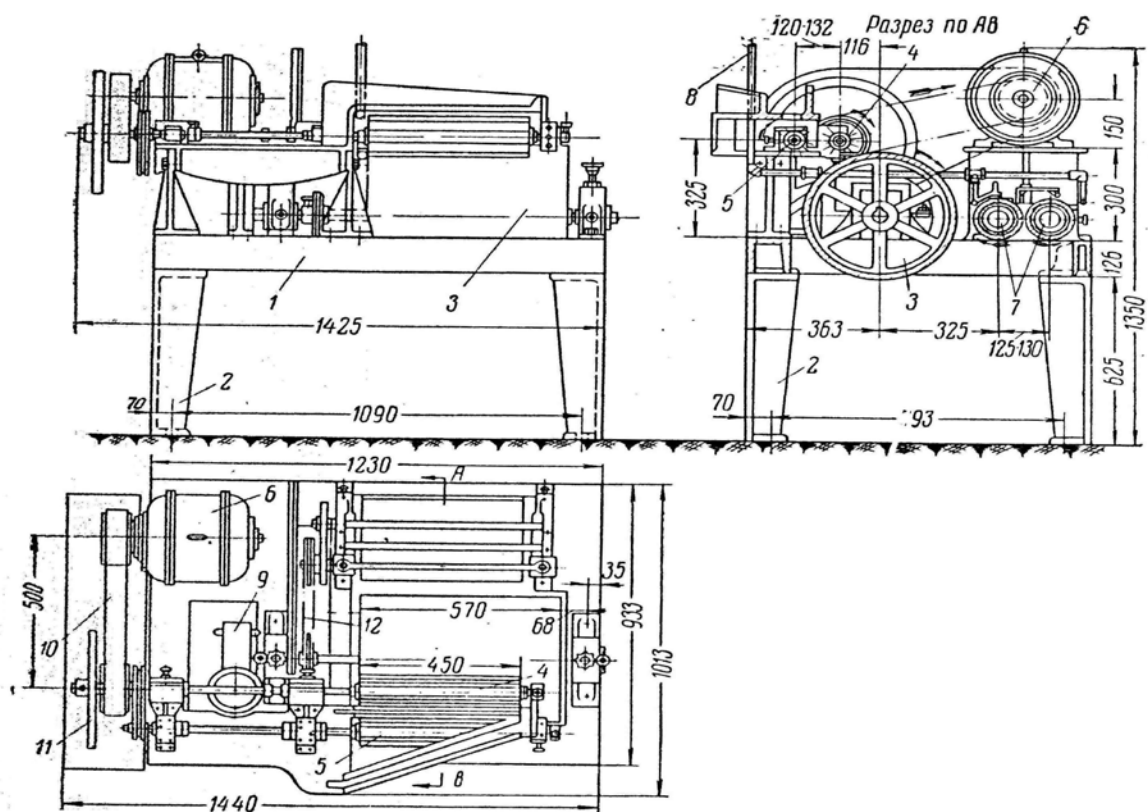


Рис. 1.3 Шлямоподріблювальна машина ШМ-3 для обробки кишок дрібної рогатої худоби й свиней

1 — станина; 2 — ножки станини; 3 — гладкий робочий барабан; 4 — валик з металевими лопатями; 5 — вентиляторний валик; 6 — електродвигун; 7 — гумові рифлені валики; 8 — трубопровід для води; 9 — черв'ячний редуктор; 10 — пасова передача; 11 — маховик; 12 — ланцюгова передача

Шлямовочна машина ШМК-2 (рис. 1.4) призначена для внутрішнього оброблення тонких кишок великої рогатої худоби після їх вивертання та видалення слизової оболонки. Окрім основного призначення, машину застосовують для попередньої підготовки свинячих кишок перед шлямуванням на машині ШМ-3, а також для видалення зовнішньої (серозної) оболонки кишок великої рогатої худоби.

Конструктивно машина містить чавунну станину 1, на якій змонтовано кожух 5 із валиковим вузлом. До робочих органів належать живильний валик 6 з частотою обертання 240 об/хв та два шлямочні валики 7 з гумовими лопатями, що обертаються з частотою 2800 об/хв. Шлямочні валики встановлено строго паралельно один одному з міжосьовою відстанню між лопатями 2–3 мм. Під час обертання зовнішні крайки лопатей мають утворювати циліндричну робочу поверхню. Валики працюють у шарикопідшипниках 8, встановлених у спеціальних гніздах-стаканах 9, які закриті глухими окремими кришками 10.

Привід валиків здійснюється від електродвигуна 4 потужністю 1,7 кВт, встановленого на верхній кришці редуктора 3; редуктор закріплено на плиті 2, що регулюється за висотою.

Перед пуском машини знімають кришку 17 коробки робочих валиків. Обертанням регульовального маховичка 12 спочатку відводять притискну планку від живильного валика, пропускають кінці кишок, після чого планку знову підводять до валика впритул і повертають маховичок на півоберта у зворотному напрямку, забезпечуючи необхідне зусилля притискання. Надто малий притиск призводить до недостатньої якості оброблення, тоді як надмірний — до розривання кишок, у зв'язку з чим коректне налаштування має принципове значення.

Далі кінці кишок пропускають між шлямочними валиками, закривають кришку 17 і вмикають машину. Одночасно по перфорованому трубопроводу 11 подають теплу воду температурою 35–38 °С.

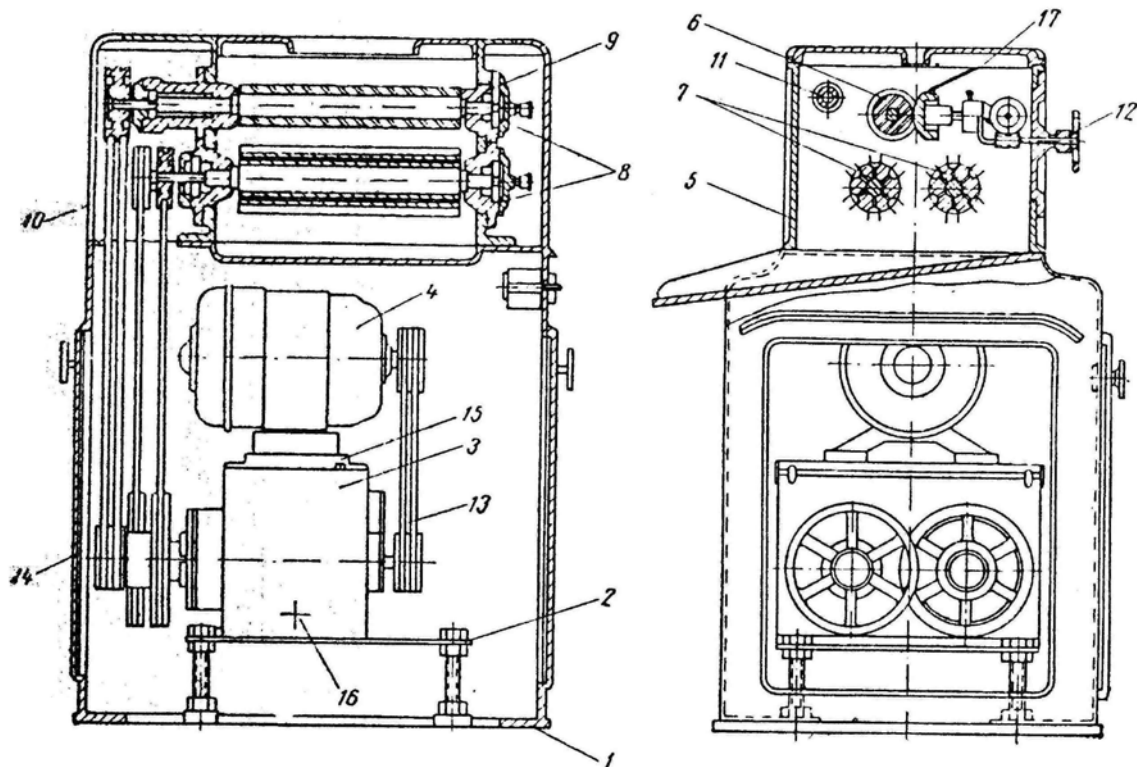


Рис. 1.4 Шлямовочна машина ШМК-2

1 – станина; 2 – плита кріплення двигуна; 3 - редуктор; 4 – електродвигун;
 5 – верхній кожух; 6 – живильний валик; 7 – шлямовочний валик;
 8 – шарикопідшипники; 9 – гнізда-стакани; 10 – окремі кришки; 11 –
 трубопровід для води; 12 – регулюючий маховичок; 13 – клинопасова
 передача; 14 – з’ємні жалюзі; 15 – отвір для заливання мастила; 16 – пробка
 для спуску мастила; 17 – кришка

Оброблені кишки по піддону надходять до приймальної ванни. Передача крутного моменту від електродвигуна до робочих валиків здійснюється клинопасовою передачею 13. Для оперативного контролю стану та технічного обслуговування приводних механізмів передбачено знімні захисні щитки з жалюзі 14. Заправлення редуктора мастилом виконують через заливний отвір 15, закритий пробкою, а злив мастила здійснюють через пробку 16.

Продуктивність шлямповочної машини ШМК-2 становить 300 черев за годину (2,78 м/с), витрата води – $0,33 \frac{м^3}{год}$.

Оскільки наведені машини, як правило, реалізують одну технологічну операцію, на підприємствах виникає потреба у встановленні кількох одиниць обладнання, що зумовлює збільшення займаної виробничої площі. У зв'язку з цим останнім часом розробляють машини багатофункціонального призначення, здатні виконувати кілька операцій та забезпечувати оброблення кишок різних видів.

Пензеловочно-шлямповочна машина (рис. 1.5) призначена для оброблення кишок великої рогатої худоби з метою видалення тонкого шару жиру та шлямпу. Машина виконана на чавунній станині 1, встановленій на чотирьох ніжках. Основним робочим органом є дві пари горизонтально розміщених щіток 2, закріплених на валах 3. Для знежирення застосовують щітки з рисової соломи, а для видалення слизуватої оболонки — щітки з твердої хребтової свинячої щетини. Правий вал встановлено в нерухомих підшипниках 4, тоді як лівий змонтовано в рухомих підшипниках 5, які переміщуються гвинтами 6, що регулюються маховиками 7.

Таке конструктивне рішення забезпечує налаштування необхідного зазору між щітками відповідно до умов оброблення кишок. На правому валу встановлено черв'ячний редуктор 8, який приводить у рух перпендикулярний валик 9 та через другий редуктор 10 — вал 11 із моталкою 12 для приймання і намотування очищених кишок. Моталка виконана у вигляді системи планок, шарнірно закріплених і здатних складатися під час знімання пучка кишок з її барабана.

Привід робочих валів зі щітками здійснюється від електродвигуна 13 потужністю 4,5 кВт через пасову передачу 14. Частота обертання робочих щіток становить 1450 хв^{-1} , а барабана моталки — $3,5 \text{ хв}^{-1}$. Щітки обертаються

Рис. 1.5 Пензеловочно-шлямовочна машина для обробки кишок великої рогатої худоби:

1 – станина; 2 – робочі щітки; 3 – вали щіток; 4 – нерухомий підшипник;
 5 – рухомий підшипник; 6 – регулюючий гвинт; 7 – маховичок; 8 – черв'ячний редуктор; 9 – передаючий валик; 10 – редуктор приводу моталки;
 11 – вал моталки; 12 – моталка; 13 – електродвигун щіток; 14 – пасова передача; 15 – кожух для щіток

Продуктивність машини в режимі знежирення та пензелювання становить 170 черев або 225 кругів за годину, тоді як у режимі шлямування — 225 черев або 230 кругів за годину.

Універсальна машина ФОК (рис. 1.6) призначена для оброблення яловичих, свинячих і баранячих черев. Її робочий вузол містить п'ять валиків: два рифлені металеві, один рифлений гумовий, один гладкий металевий та один металевий валик з лопатями.

Таке поєднання і компоновання робочих органів забезпечує виконання пензелювання та шлямування яловичих черев, а також оброблення свинячих і баранячих черев. При цьому під час обробки баранячих черев відпадає необхідність додаткового ручного зняття серозної оболонки, що є обов'язковим для шлямовочно-вентиляторних машин. Універсальна машина характеризується компактністю та відносною простотою експлуатаційного обслуговування, унаслідок чого набула широкого застосування на м'ясопереробних підприємствах.

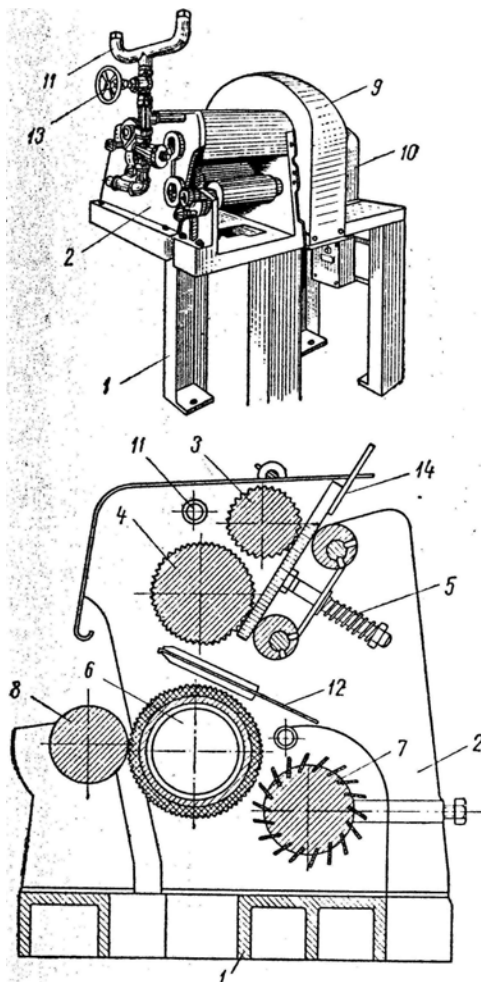


Рис. 1.6 Універсальна машина ФОР для обробки кишок:

1 – станина; 2 – коробка робочих валиків; 3, 4 – рифлені металеві валики; 5 – притискної механізм; 6 – гумовий рифлений валик; 7 – металевий валик; 8 – гладкий металевий валик; 9 – кожух огородження; 10 – електродвигун; 11 – трубопровід; 12 – напрямний щиток; 13 – регулюючий вентиль; 14 – завантажувальний отвір

Універсальна машина ФОР містить станину 1, на якій закріплено коробку 2 з робочими валиковими вузлами. У верхній частині коробки встановлено два рифлені металеві валики 3 і 4, а також притискний механізм 5 з планкою, що за допомогою пружини забезпечує необхідне притискання до валиків.

У нижній зоні коробки розміщено рифлений гумовий валик 6; перед ним встановлено гладкий металевий валик 8, а з протилежного боку — металевий валик з лопатями 7. Над нижніми валиками 6, 7 і 8 розташований щиток 12, який спрямовує рух кишок у заданому напрямку. Привід усіх валиків здійснюється від електродвигуна 10 потужністю 0,6 кВт через редуктор і систему зубчастих передач, змонтованих у кожусі 9. Під час оброблення по трубопроводу 11 безперервно подається тепла вода температурою 35 °С; її подачу регулюють вентилем 13. Середня витрата води в робочому режимі становить $2 \text{ м}^3/\text{год}$.

Робочий процес організовано таким чином. Під час оброблення яловичих кишок їхні кінці вводять через отвір корпусу 14 і подають між валиками 3 та 4 і притисною планкою механізму 5. Далі щиток 12 відводять, після чого кишки пропускають крізь зазор між рифленим гумовим валиком 6 і гладким металевим валиком 8, а оброблений продукт виходить із машини.

Годинна продуктивність універсальної машини ФОК становить: для яловичих комплектів — 40, для свинячих — 80, для баранячих — 60. Перед обробленням рекомендується попереднє замочування кишок у воді температурою близько 20 °С, що підвищує якість очищення та сприяє зростанню продуктивності. Обслуговування машини здійснює один оператор. Універсальну машину ФОК переважно застосовують на малих і середніх підприємствах м'ясної промисловості.

Машина ФОК-С-04 для остаточного очищення свинячих черев (рис. 1.7) є складовою механізованої лінії 3 і належить до комбінованих установок, у яких робочий процес реалізовано послідовно в трьох валикових групах.

Перша група призначена для розпушення та подрібнення залишків оболонок і складається з гладкого гумового валика 13 та двох рифлених валиків 9 і 11, виготовлених із нержавіючої сталі. Друга група забезпечує

безпосереднє очищення: вона включає підтримувальний гладкий сталевий валик 7 і гумовий рифлений валик 8, який обертається назустріч руху кишки та зіскрібає розпушені залишки оболонки. Для очищення поверхні цього валика встановлено пластинчастий вентиляторний валик 14. Третя група виконує протягування матеріалу й утворена гладким 6 та рифленим 5 гумовими валиками; при цьому гладкий валик має зовнішнє тканинне покриття (бельтинг).

Привід валиків (рис. 1.7, б) здійснюється від електродвигуна 1 потужністю 2,2 кВт через клинопасові передачі 2, 3, 4 та циліндричний редуктор. У кінематичній схемі передбачено розподіл руху між валиковими групами за допомогою зубчастих передач: гладкий гумовий валик 25 першої групи приводиться через шестірні та зубчасті колеса 5, 6, 8, 15, 16 і 14. Вал рифленого сталевго валика 26 жорстко з'єднаний з валом зубчастих коліс 6 і 8, а рифлений валик 27 обертається від зубчастого колеса 7, що перебуває в зачепленні з колесом 6. Рифлений гумовий валик 24 другої групи приводиться зубчастою парою 16–17, гладкий сталевий валик 23 — парою 18–19. Пластинчастий вентиляторний валик 22 цієї групи отримує рух через ланцюгову передачу (зірочки 13 і 21 та ланцюг 20). Гладкий гумовий валик 28 приводиться через систему коліс 5, 6, 8, 9, 11, 12, а рифлений гумовий валик 29 — через колесо 10.

Усі вузли змонтовано на двох П-подібних стійках 1 і 2 (рис. 1.7, а) та чавунній плиті 15. Під час завантаження кишки петлею накидають на гак 12, після чого вони надходять у зазори між подрібнювальними валиками 9, 11, 13. Робочі зазори регулюють поворотом гвинтів-регуляторів 10 ексцентрикових механізмів. Далі по розділовій пластині 16 кишки спрямовуються в бак, розміщений під машиною, і надалі вручну

заправляються в зазори між відповідними валиками. У зону оброблення подають воду температурою 35–40 °С.

Довжина валиків становить 0,4 м, продуктивність машини — 200 черев/год.

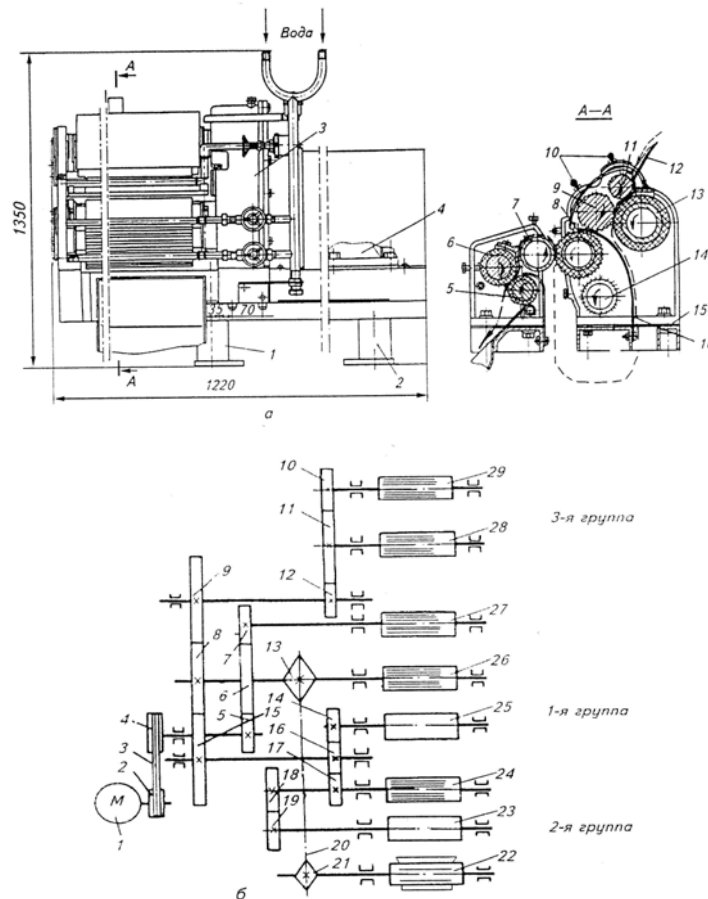


Рис.1.7 Машина ФОК-С-04 для остаточного очищення черев свиней:
 а – загальний вид: 1, 2 – стійки; 3, 4 – електродвигун; 5, 8, 9, 11 – рифлені валики; 6, 13 – гладкі гумові валики; 7 – гладкий сталевий валик; 10 – гвинти-регулятори ексцентриків; 12 – завантажувальний гак; 14 – пластинчастий вентиляторний валик; 15 – плита; 16 – розділююча пластина; б – кінематична схема: 1 – електродвигун; 2, 3, 4 – клинопасова передача; 5...12, 14...19 – шестерні й колеса зубчатих циліндричних передач; 13, 21 – зірочки ланцюгової передачі; 20 – ланцюг; 22 – пластинчастий вентиляторний валик;

23 – гладкий сталевий валик; 24,29 – рифлені гумові валики; 25, 28 – гладкі гумові валики; 26, 27 – рифлені сталеві валики.

Комбінована машина В2-ФКП-4 для остаточного очищення свинячих черев і черев дрібної рогатої худоби (рис. 1.8) є складовою механізованою лінії В2-ФКП.

Конструктивно машина включає раму 10 (рис. 1.8, а), стійку 5, редуктор 2, електродвигун 1 потужністю 0,6 кВт, а також валиковий вузол, сформований двома гладкими 4 і 7 та трьома рифленими гумовими валиками 6, 8, 9, закріпленими на стійці та корпусі редуктора. У верхній частині машини встановлено гладкий сталевий ексцентриковий валик 3. Гладкий валик 7 змонтовано у стаціонарних опорах, тоді як решта валиків виконані з можливістю регулювання. Протягування кишок через робочу зону забезпечують валики 4, 7 і 6, а зона очищення формується взаємодією валиків 7 і 8. Рифлений валик 9 виконує функції вентиляторного: він розпилює воду та одночасно очищує поверхню суміжного валика від налиплих залишків оболонки.

Усі валики отримують обертання від електродвигуна 1 (рис. 1.8, б) через циліндричний редуктор із двома ступенями 2–22 і 3–21. На вихідному валу редуктора встановлено шестірні 16 і 18. Від шестірні 16 через колесо 17 приводиться в обертання рифлений тягнучий валик 14, а через колесо 15 — вентиляторний валик 13. Від шестірні 18 через колесо 19 рух передається на гладкий тягнучий валик 12, від якого через шестірню 6 та колеса 7 і 8 забезпечується обертання очищувальних валиків 10 і 11. Ексцентриковий валик 9 приводиться ланцюговою передачею, що включає дві зірочки 5 і 20 та ланцюг 4.

Подачу кишок у міжвалкові зазори здійснюють з торцевої частини валиків. Окружні швидкості тягнучих валиків 7 і 8 (рис. 1.8, в) та підтримувального валика 4 становлять 0,064 м/с. Очищувальний валик 2 обертається назустріч руху кишок з окружною швидкістю 0,55 м/с, що забезпечує ефективне відокремлення баластових оболонок. Окружна швидкість вентиляторного валика 1 дорівнює 0,46 м/с.

Свинячі черева 6 пропускають між двома парами валиків, тоді як баранячі після очищення спрямовують на ексцентриковий валик 3 і далі — до тягнучих валиків 7 і 8. Продуктивність машини становить до 170 свинячих черев за 1 годину та до 125 баранячих черев за 1 годину.

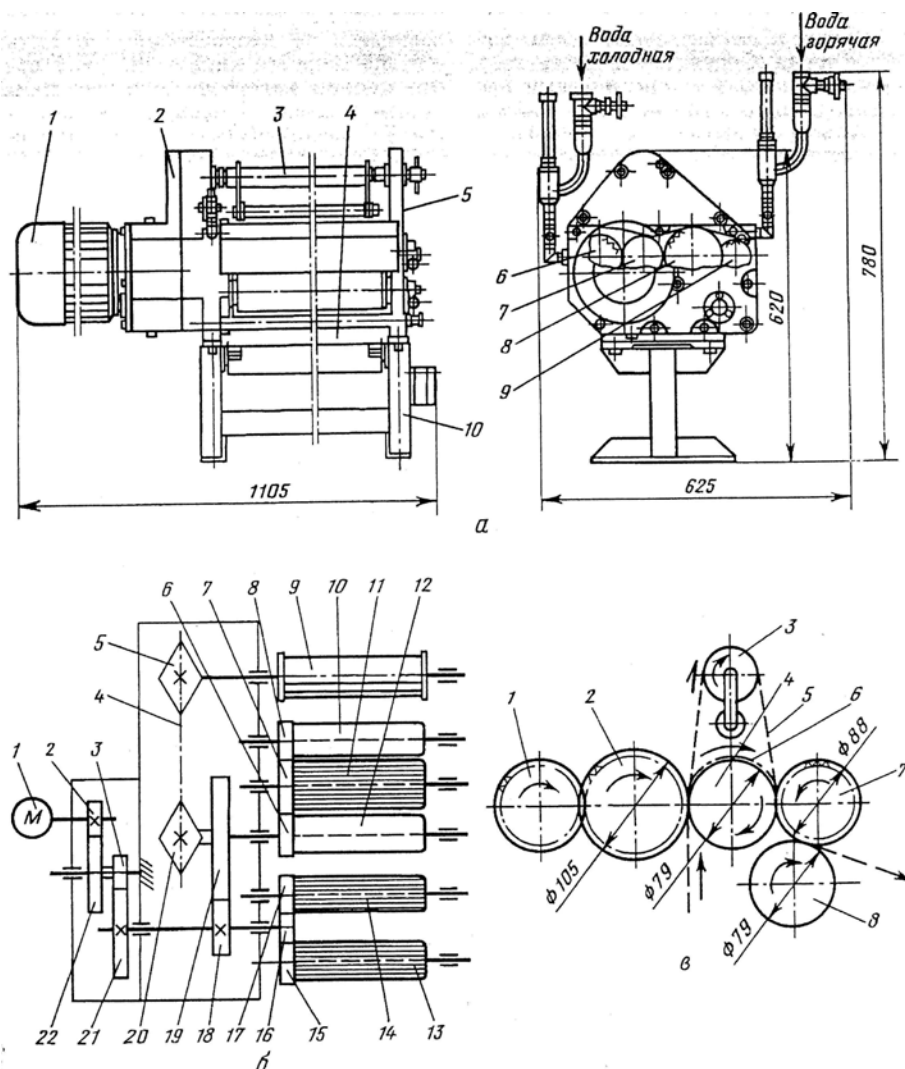


Рис. 1.8 Комбінована машина В2-ФКП-4 для остаточного очищення черев свиней і дрібної рогатої худоби:

а – загальний вид: 1 – електродвигун; 2 – редуктор; 3 – ексцентриковий валик; 4, 7 – гладкі валики; 5 – стійки; 6, 8, 9 – рифлені валики; 10 – рама; б – кінематична схема: 1 – електродвигун; 2, 3, 6, 16, 18 – шестерні; 4 – ланцюг; 5, 20 – зірочки; 7, 8, 15, 17, 19, 21, 22 – зубчасті колеса; 9 – ексцентриковий валик; 10, 12 — гладкі валики; 11, 13, 14 – рифлені валики; в – технологічна схема: 1 – вентиляторний валик; 2 – рифлений валик, що очищає; 3 – ексцентриковий валик; 4 – гладкий підтримуючий валик; 5 – черева дрібного рогатого худоби; 6 – свинячі черева; 7, 8 – тягнучі валки.

Висновки. Описані кишкові машини, які реалізують лише окремі операції оброблення, на практиці нерідко розміщують не відповідно до послідовності технологічного процесу, що призводить до формування зустрічних потоків. Крім того, передавання кишок між окремими машинами часто здійснюється вручну, що додатково знижує загальну продуктивність і ускладнює організацію робіт. У зв'язку з цим на підприємствах доцільним є впровадження поточно-механізованих ліній оброблення кишок, які складаються з комплексу машин, взаємопов'язаних транспортними пристроями та механізмами і об'єднаних у безперервний технологічний потік.

2. Техніко-економічне, соціальне обґрунтування

Упровадження сучасного технологічного устаткування та прогресивних підходів до організації виробництва дає змогу істотно підвищити економічну результативність діяльності підприємств завдяки зростанню продуктивності праці, зменшенню витрат сировини й енергії. Технічний рівень виробництва при цьому оцінюють з урахуванням способу виконання технологічних операцій.

Валкові машини. На валкових машинах здійснюють практично повний комплекс операцій механічної обробки. Залежно від характеру операції робочими органами таких машин є гладкі або рифлені металеві (сталеві) чи гумовані валки, які встановлюють попарно або у складі груп по три–чотири валики. Їхня колова швидкість і напрям обертання можуть збігатися зі швидкістю та напрямком переміщення кишок або відрізнятися від них.

Оброблення кишкових комплектів, як правило, здійснюють за такою послідовністю: розбирання → звільнення від наповнення → сортування → знежирювання → виділення оболонки → охолодження → сортування та калібрування → зв'язування у пучки → консервування → стікання → пакування → зберігання.

Відповідно до прийнятої технології застосовують устаткування, номенклатура якого визначається виробничими потребами. Водночас під час оброблення черев нерідко використовується морально та фізично застаріле обладнання, що стає «вузьким місцем» і обмежує можливості нарощування обсягів перероблення.

Рівень механізації та автоматизації виробництва доцільно характеризувати:

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Бабанова О.І.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Чайковський А.С.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> Техніко-економічне, соціальне обґрунтування	221608.KP.06.002 ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2	

- співвідношенням кількості механізованого й автоматизованого устаткування до загальної кількості обладнання;
- часткою продукції, виготовленої на механізованому устаткуванні, у загальному обсязі виробництва;
- питомою трудомісткістю операцій, виконуваних на механізованому устаткуванні, відносно загальної трудомісткості (люд-год).

Науково-технічний прогрес у харчовій промисловості полягає не лише у розвитку та вдосконаленні наявних технічних засобів і створенні більш ефективного обладнання, а й потребує паралельного оновлення технологій та організації виробництва, упровадження сучасних методів праці й управління.

Удосконалення технологічного устаткування має забезпечувати не тільки зростання та полегшення праці, а й зниження витрат праці на одиницю продукції під час експлуатації нових машин і механізмів. Іншими словами, нова техніка є економічно доцільною лише тоді, коли сукупні трудові витрати на її створення та використання є меншими за обсяг праці, що вивільняється завдяки її застосуванню. Саме зменшення витрат на одиницю продукції, отриманої з використанням нових технічних рішень, і становить ключовий економічний зміст модернізації машин та механізмів.

3. Характеристика вхідної сировини і готового продукту

До складу кишкової сировини відносять кишки, стравохід і сечовий міхур. На перероблення кишки надходять комплектами, тобто сукупністю кишок, отриманих від однієї тварини.

Кишки разом із брижею утворюють отоку. Її передають у кишковий цех для розбирання та оброблення лише після проведення ветеринарно-санітарної експертизи.

Кишкова сировина характеризується високою ферментативною активністю (наявністю протеолітичних ферментів) і містить залишки кормової маси, що є носієм гнильної мікрофлори. Унаслідок цього вже через 2–3 год після забою можуть проявлятися ознаки псування. З огляду на зазначене, видалення вмісту кишок необхідно здійснювати не пізніше ніж через 30 хв після забою тварини.

Геометричні розміри, товщина стінок і міцність окремих ділянок кишок є неоднаковими, що зумовлює відмінності їх подальшого оброблення та напрямів використання.

Стінка кишок має щільну й еластичну структуру та складається із серозної, м'язової, підслизової і слизової оболонок. Серозна оболонка гладка, еластична та міцна; під час оброблення ободової й сліпої яловичих кишок її видаляють. М'язова оболонка є найбільш розвиненою і забезпечує механічну міцність кишкової оболонки; її знімають зі свинячих і баранячих кишок. Підслизова оболонка відзначається найвищою міцністю: при обробленні тонких баранячих і свинячих кишок залишають переважно саме підслизовий шар. Слизова оболонка містить значну кількість ферментів і мікрофлори, має пухку структуру та низьку міцність, тому під час перероблення кишкової сировини її видаляють.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Бабанова О.І.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Чаikoвський А.С.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> Характеристика вхідного матеріалу і готової продукції	221608..КР.06.003 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/3

Кишки містять у середньому 85–88 % води, 9–10 % білків, 1–2 % жиру та близько 1 % інших органічних речовин; також у їх складі присутні вітаміни й ферменти. Хімічний склад варіює залежно від виду тварини, її віку та вгодованості.

Підготовлені кишки застосовують переважно як оболонки для ковбасних виробів; баранячі черева використовують також для виробництва кетгуту (хірургічних ниток) і музичних струн.

Після видалення вмісту кишки витримують 1–2 год у ванні з водою температурою 40–45 °С. Очищення від серозної, м'язової та слизової оболонок здійснюють у шлямповочній машині, після чого кишки повторно замочують у воді температурою 40–45 °С. Далі черева віджимають на віджимних вальцях і подають на остаточне очищення у шлямувальну машину. На завершальному етапі оброблені кишки охолоджують, сортують, калібрують і консервують.

Апаратурно-технологічна схема виробництва

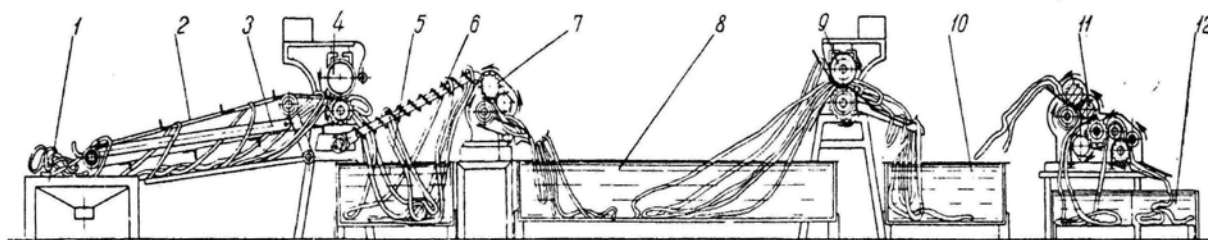


Рис. 3.1 Технологічна схема лінії для обробки свинячих кишок ФОК-С

1 – приймальний стіл; 2 – стрічковий транспортер; 3, 5 – чани для запарювання; 4 – віджимні валки ФОК-С-1; 6 – шнековий транспортер; 7 – шлямпоподріблювальна машина ФОК; 8 – чан для запарки кишок; 9 – віджимні валки ВО-150; 10 – ванна з теплою водою; 11 – машина для остаточної очистки ФОК-С-2; 12 – прийомний чан

Лінія ФОК-С для оброблення тонких свинячих кишок (рис. 3.1) функціонує за такою схемою. Кишки надходять на прийомний стіл, після чого у вигляді петель їх вручну накидають на захвати конвеєра 2, який

транспортує сировину до віджимних вальців 4. У зоні віджимних вальців кишки звільняються від вмісту та одночасно зрошуються водою.

Далі кишки з віджимних вальців подаються на транспортер 6 для завантаження у шлямподріблювальну машину 7. Під час проходження між робочими вальцями цієї машини оболонка розпушується та відокремлюється від основної плівки кишки. Після оброблення кишки вручну накидають на захвати віджимних вальців 7. При проходженні між робочими вальцями відбувається очищення від попередньо роздроблених оболонок; на виході кишки зависають на розвантажувальному гаку.

Потім кишки вручну знімають із гака й у вигляді петель подають на завантажувальні стрижні машини для остаточного очищення 11. Після проходження першої групи робочих вальців кишки надходять у ванну, звідки їх вручну спрямовують на другу пару вальців і притримують до захвата третьою парою поточних вальців. У процесі переміщення між машинами кишки відмочуються у проміжних ваннах та додатково обмиваються водою.

Технічна характеристика лінії ФОК-С:

- Продуктивність, черев/год — 400
- Кількість електродвигунів — 5
- Установлена потужність електродвигунів, кВт — 6,4
- Витрата води, м³/год — 8
- Температура води, °С — 35–40
- Кількість обслуговуючого персоналу, осіб — 4

Габаритні розміри лінії, мм:

- довжина — 10000
- ширина — 2400
- висота — 2700

Маса лінії, кг — 3020

4. Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи обладнання

Призначення. Шлямовочна машина ФОК-С призначена для руйнування та відокремлення оболонок.

Будова і робота. Машину ФОК-С змонтовано на двох П-подібних зварних стійках і чавунній плиті. До основних вузлів обладнання належать два робочі валики та відбійний лопатевий валик.

Верхній робочий валик, що має поздовжнє рифлення, виготовлено з нержавіючої сталі, нижній — із твердої гуми. Відбійний лопатевий валик виконано з металу. Регулювання зазору між валиками здійснюють поворотом рукояток ексцентрикового механізму. Опорами валиків слугують підшипники ковзання. Привід валиків забезпечується електродвигуном через муфту та шестерінчастий редуктор.

Шлямовочна машина ФОК-С (рис. 4.1) входить до складу лінії обробки свинячих кишок. Конструктивно машина містить дві стійки 1, 2 та чавунну плиту 3, на якій встановлено валики 7, 10, 11, редуктор 6 і електродвигун 4.

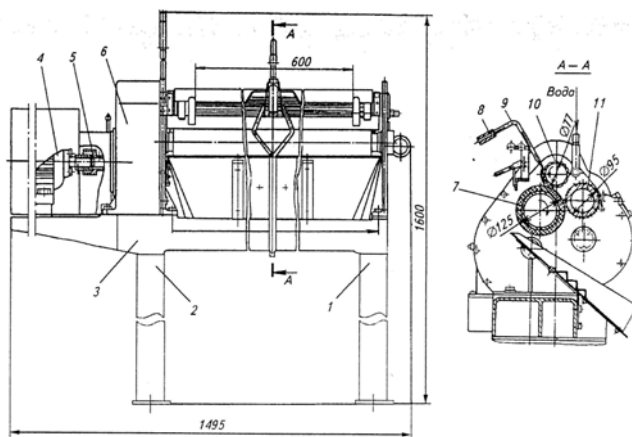


Рис. 4.1 Шлямовочнаа машина ФОК-С

- 1, 2 — стійки; 3 — плита; 4 — електродвигун; 5 — муфта; 6 — редуктор;
7 - підтримуючий гладкий валик; 8 — опора шнекового транспортера;
9 — напрямна; 10 — рифлений валик; 11 — пластинчатий валик

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Бабанова О.І.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Чайковський А.С.	Назва, додаткова назва Будова та принцип роботи обладнання. Опис запропонованого технічного рішення	221608.KP.06.004 ПЗ			
	Документ затверджено Гавва О.М.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/4

Підтримувальний валик 7 — гладкий, гумовий; він обертається у стаціонарно закріплених підшипниках ковзання. Валик 10 — сталевий із поздовжнім рифленням, призначений для транспортування кишок і подрібнення баластових оболонок. Обидва валики мають однакову колову швидкість 0,13 м/с та обертаються назустріч один одному.

Валик 11, оснащений поздовжніми металевими пластинами, обертається в одному напрямку з рифленим валиком, проте його колова швидкість становить 7,53 м/с, що забезпечує ефективне зіскрібання попередньо роздроблених баластових оболонок. Подача кишок у машину здійснюється шнековим транспортером, закріпленим в опорі 8, з подальшим спрямуванням по напрямній 9.

Пластинчастий валик 14 приводиться в обертання від електродвигуна 9 через муфту 5 та зубчасті передачі. Обертальний рух підтримувальному валику 1 передається від шестірні через блок «зубчасте колесо — шестерня», встановлений на проміжній осі, до зубчастого колеса 4. За рахунок відповідної передачі забезпечується також обертання рифленого валика 2. Довжина валиків становить 0,7 м.

Технічна характеристика ФОК-С

Продуктивність, черев/год — 400

Частота обертання, об/хв:

- верхнього робочого валика — 65,1
- нижнього робочого валика — 39,7
- відбійного валика — 457

Електродвигун:

- тип — А041-6
- потужність, кВт — 1,0
- частота обертання, об/хв — 930
- напруга, В — 220/380

Габаритні розміри, мм:

- довжина — 600
- ширина — 1495
- висота — 1600

Маса машини, кг — 360

Для шлямповочної машини ФОК-С характерні висока продуктивність, простота технічного обслуговування та можливість інтеграції у поточно-механізовані лінії. Її застосовують під час виготовлення ковбасних виробів із баранячих черев, а також у виробництві кетгуту (хірургічних ниток) і музичних струн.

Після звільнення кишок від вмісту їх витримують упродовж 1–2 год у ванні з водою температурою 40–45 °С. Очищення від серозної, м'язової та слизової оболонок виконують у шлямповочній машині, після чого кишки повторно замочують у воді температурою 40–45 °С. Далі черева віджимають на інших віджимних вальцях і подають на остаточне очищення у шлямповочну машину. Оброблену кишкову сировину охолоджують, сортують, калібрують і консервують.

Стінки кишок характеризуються щільністю та еластичністю і складаються із серозної, м'язової, підслизової та слизової оболонок. Серозна оболонка є гладкою, пружною та міцною; під час оброблення ободових і сліпих яловичих кишок її видаляють. М'язова оболонка є найбільш розвиненою та забезпечує міцність кишкової оболонки; її знімають зі свинячих і баранячих кишок. Підслизова оболонка є найміцнішою; під час оброблення тонких баранячих і свинячих кишок залишають переважно саме її. Слизова оболонка містить значну кількість ферментів і мікрофлори, має пухку структуру та невисоку міцність, тому в процесі оброблення кишкової сировини її видаляють.

Виготовлення оболонок для багатьох видів ковбас здійснюють із використанням шлямповочної машини. Водночас прогумовані вальці характеризуються обмеженою довговічністю через інтенсивне зношування робочої поверхні.

З огляду на це запропоновано модернізувати конструкцію з метою підвищення зносостійкості робочих поверхонь валків. За результатами порівняльного аналізу декількох машин прийнято рішення змінити покриття гумового та пластинчастого валків: на гумовий валик нанесено додатковий шар гуми з відмінними експлуатаційними характеристиками (рис. 4.2), а у пластинчастому валику збільшено кількість пластин і скориговано кут їх нахилу (рис. 4.3).

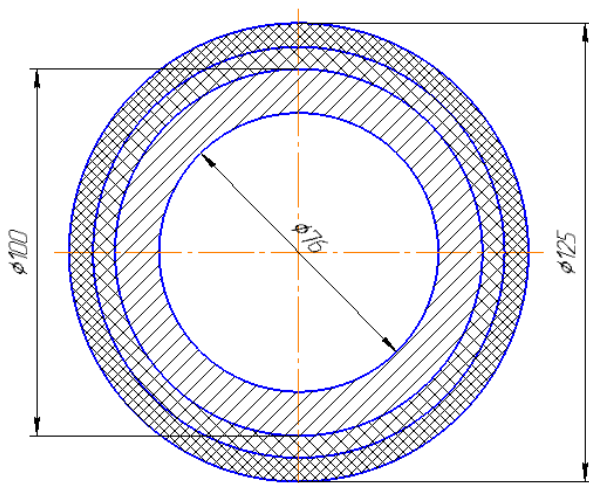


Рис.4.2 Гумовий валик

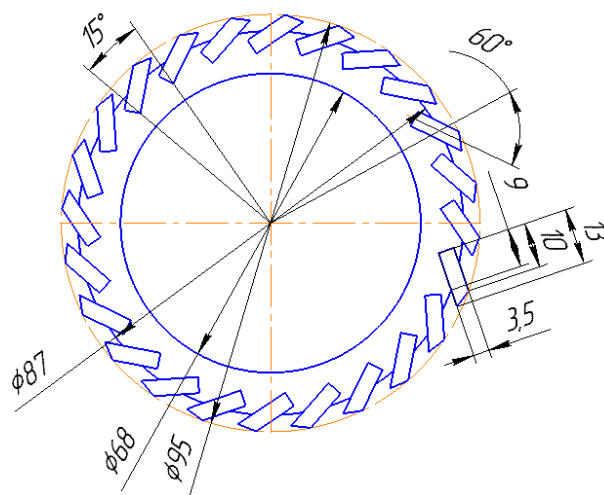


Рис.4.3 Пластинчатий валик

Модернізація системи подачі води на вальці забезпечить рівномірне та ефективне зрошування кишок, сприятиме зниженню водоспоживання, а також підвищить якість готової продукції на виході.

5. Вибір конструкційних матеріалів

М'ясопереробна промисловість з огляду на специфіку технологічних процесів висуває підвищені вимоги до вибору конструкційних матеріалів. Ключовою умовою є наявність дозволу на використання матеріалу у контакті з харчовими продуктами. У разі відсутності прямого контакту вузлів об'єкта проєктування з продуктом критерії добору матеріалів можуть бути менш жорсткими, однак мають враховуватися санітарно-гігієнічні вимоги, стійкість до мийних і дезінфікувальних середовищ та експлуатаційна надійність.

Для обґрунтованого вибору матеріалу деталі та визначення раціональних методів її обробки необхідно враховувати властивості металевих і неметалевих конструкційних матеріалів, а також залежність цих властивостей від способу одержання, хімічного складу, структури та режимів термічної й механічної обробки.

У харчовій промисловості широкого застосування набули машини й апарати, виготовлені з корозійностійких матеріалів. Це істотно підвищує довговічність обладнання, що працює в умовах агресивних середовищ, а також полегшує очищення і миття після завершення робочого циклу.

Станина виконана у вигляді зварної конструкції. Корпус зварено з листової вуглецевої сталі із захисним покриттям, тоді як чаша виготовлена повністю з нержавіючої сталі.

Облицювальні панелі шлямповочної машини, що закривають робочі механізми та передачі, доцільно виготовляти з нержавіючої сталі 12X15Н10Т, що забезпечує належні санітарні умови, стабільність роботи вузлів і мінімізує ризик впливу продуктів корозії на оброблювану сировину.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Бабанова О.І.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Чайковський А.І.	<i>Назва, додаткова назва</i> Вибір конструкційних матеріалів	221608.KP.06005 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/2

Під час виготовлення валків доцільним є застосування матеріалів на основі нікелевих сплавів, які характеризуються підвищеною міцністю, що позитивно впливає на ресурс і надійність деталей.

Вал доцільно виготовляти з матеріалу, що забезпечує високі показники міцності та жорсткості, зокрема зі сталі Ст45.

Мотор-редуктор вивантажувача виконано у литому чавунному корпусі.

6 Розрахункова частина

6.1 Розрахунок шлямівочної машини ФОК-С

Розрахунок необхідної потужності привода (вибір електродвигуна) та продуктивності машини.

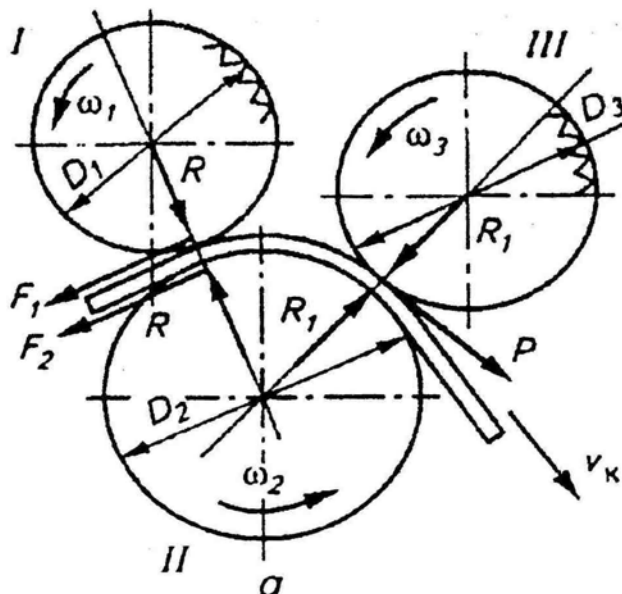


Рис. 6.1 Схема роботи валків шлямівальної машини

Розглянуті машини для обробки кишок, конструкція яких передбачає одну або кілька пар гладких, рифлених або комбінованих валків, належать до обладнання безперервної дії; їхню продуктивність доцільно визначати за формулою:

$$M = \alpha \frac{3600\pi D n b}{60l} = 188\alpha D n \frac{b}{l} = 188 \cdot 0,55 \cdot 0,077 \cdot 65,1 \cdot \frac{8}{16} = 400, \text{ комплектів за годину,}$$

де α — коефіцієнт подачі кишок у машину, що враховує роботу транспортних механізмів для подачі кишок, прослизання кишок і ін.; практично приймаємо $\alpha = 0,4-0,6$;

D — діаметр валків (робочих) по обробці кишок, м;

n — число обертів валків за хвилину;

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Бабанова О.І.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Чайковський А.С.	Назва, додаткова назва Розрахункова частина	221608.KP.06.006 ПЗ			
	Документ затверджено Гавва О.М.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/13

b — кількість рядів кишок, одночасно оброблюваних у машині;

l — довжина комплекту кишок, м.

У разі пропускання кишок через машину два або три рази її продуктивність відповідно знижується.

Сили тертя подаючих валків $F_1 = \mu_1 R$ і $F_2 = \mu_2 R$ (μ_1, μ_2 - коефіцієнти тертя об металевий і гумовий валики відповідно) повинна бути достатня для подолання сили тертя $P = p_0 \frac{\pi d}{2} z$ (p_0 - питомий опір видаляємої оболонки, d - діаметр кишки), яка виникає на робочому валку 3 при видаленні оболонок. Тоді можна записати:

$$R(\mu_1 + \mu_2) = p_0 \frac{\pi d}{2} z$$

(z - кількість комплектів кишок які одночасно проходять через машину).

Звідки мінімальна сила прижимання валків:

$$R = \frac{P_0 \pi d z}{2(\mu_1 + \mu_2)} = \frac{140 \cdot 3,14 \cdot 0,03 \cdot 4}{2(0,4 + 0,7)} = 239,78 \text{ , Н}$$

Енергетичний розрахунок

Необхідну потужність електродвигуна для привода віджимних валків доцільно визначати за формулою:

$$N = \frac{M_{кр} \omega \eta_a}{1000 \eta_{заг}} = \frac{33,14 \cdot 6,8 \cdot 1,2}{1000 \cdot 0,7} = 0,386 \text{ , кВт}$$

де $M_{кр}$ — крутний момент, необхідний для привоу в дію валків, $\text{Н} \cdot \text{м}$;

ω — кутова швидкість обертання валків, с^{-1} ;

η_a — коефіцієнт запасу потужності ($\eta_a = 1,2-1,3$); $\eta_{заг}$ — загальний к. к. д. машини, що враховує всі втрати потужності в передачі від електродвигуна до робочих валків (приймають $\eta_{заг} = 0,6-0,75$).

Крутний момент $M_{кр}$, необхідний для приводу в дію робочих валків, визначають із рівняння:

$$M_{кр} = P \frac{D}{2} + P_0 l = 115,83 \frac{0,075}{2} + 48 \cdot 0,6 = 33,14, H \cdot m$$

де P — зусилля, обумовлене як сума опорів віджиму від вмісту й виштовхування оболонки з валків, H ;

$$P = P_1 + P_2 = 42,39 + 73,44 = 115,83, H$$

тут P_1 — сила, що діє уздовж осі оболонки, необхідна для віджиму вмісту;

$$P_1 = \frac{\pi D^2}{4} \sigma = \frac{3,14 \cdot 0,03^2}{4} \cdot 60000 = 42,39, H$$

де D — діаметр оболонки, m ;

σ — питомий тиск, необхідний для витиснення вмісту з оболонки, n/m^2 .

Практично можна приймати $a = 40\ 000$ - $100\ 000\ n/m^2$;

P_2 — сила, що виштовхує оболонку, що зтягається щільно притиснутими вальцями, H ;

$$P_2 = 2 f \sigma \sin \alpha = 2 \cdot 0,0018 \cdot 60000 \cdot 0,34 = 73,44, H$$

де f — площа, по якій стикаються між собою вальці, m^2 ;

σ — питомий тиск, необхідне для витиснення вмісту з оболонки, n/m^2 ;

α — кут дії сили виштовхування оболонки з вальців стосовно осьової лінії вальців. Практично коливається в межах 15 — 25° ;

P_0 — сила, що притискає валики один до іншому, H

D — діаметр вальців, m ;

l — довжина валків, m .

Вибираємо електродвигун:

тип..... АО41-6
 потужність, кВт..... 1
 кількість обертів за хвилину..... 930
 напруга, в..... 220/380

Кінематичний розрахунок приводу машини

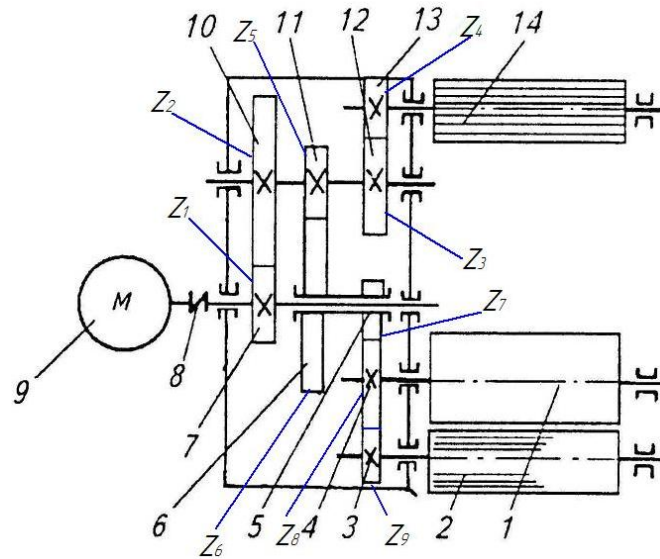


Рис. 6.2 Кінематична схема шлямподріблювальної машини ФОК-С.

1 — підтримуючий валик; 2 — рифлений валик; 3, 4, 6, 10, 13 — зубчасті колеса; 5, 7, 11, 12 — шестерні; 8 — муфта; 9 — електродвигун; 14 — пластинчатий валик

Розраховуємо потужності на окремих валах привода :

$$N_1 = N_{\text{двигуна}} = 1,0(\text{кВт}) ;$$

$$N_2 = N_1 \cdot \eta_m \cdot \eta_{\text{п.п.}} = 1 \cdot 0,995 \cdot 0,99 = 0,985(\text{кВт}) ;$$

$$N_3 = N_2 \cdot \eta_{\text{ц.п.}} \cdot \eta_{\text{п.п.}} = 0,985 \cdot 0,98 \cdot 0,995 = 0,96(\text{кВт}) ;$$

$$N_4 = N_3 \cdot \eta_{\text{ц.п.}} \cdot \eta_{\text{п.п.}} = 0,96 \cdot 0,98 \cdot 0,995 = 0,936(\text{кВт}) ;$$

$$N_5 = N_3 \cdot \eta_{\text{ц.п.}} \cdot \eta_{\text{п.п.}} = 0,96 \cdot 0,98 \cdot 0,995 = 0,936(\text{кВт}) ;$$

$$N_6 = N_5 \cdot \eta_{\text{ц.п.}} \cdot \eta_{\text{п.п.}} = 0,936 \cdot 0,98 \cdot 0,995 = 0,913(\text{кВт}) ;$$

$$N_7 = N_6 \cdot \eta_{\text{ц.п.}} \cdot \eta_{\text{п.п.}} = 0,913 \cdot 0,98 \cdot 0,995 = 0,89(\text{кВт}) ;$$

Розраховуємо частоту обертів окремих валів :

$$n_1 = 15,5(c^{-1}) ;$$

$$n_2 = n_1 = 15,5(c^{-1}) ;$$

$$n_3 = \frac{n_2}{u_1} = \frac{15,5}{3} = 5,17(c^{-1}) ; u_1 = \frac{z_2}{z_1} = \frac{51}{17} = 3$$

$$n_4 = \frac{n_3}{u_2} = \frac{5,17}{0,68} = 7,6(c^{-1}) ; u_2 = \frac{z_4}{z_3} = \frac{17}{25} = 0,68$$

$$n_5 = \frac{n_3}{u_3} = \frac{5,17}{3} = 1,72(c^{-1}); u_3 = \frac{z_6}{z_5} = \frac{51}{17} = 3$$

$$n_6 = \frac{n_5}{u_4} = \frac{1,72}{2,56} = 0,67(c^{-1}); u_4 = \frac{z_8}{z_7} = \frac{41}{16} = 2,56$$

$$n_7 = \frac{n_6}{u_5} = \frac{0,67}{0,61} = 1,09(c^{-1}); u_5 = \frac{z_9}{z_8} = \frac{25}{41} = 0,61$$

Знаходимо моменти на окремих валах привода :

$$T_1 = 9550 \cdot \frac{N_1}{n_1} = 9550 \cdot \frac{1}{930} = 10,27(\text{Н} \cdot \text{м})$$

$$T_2 = 9550 \cdot \frac{N_2}{n_2} = 9550 \cdot \frac{0,985}{930} = 10,11(\text{Н} \cdot \text{м})$$

$$T_3 = 9550 \cdot \frac{N_3}{n_3} = 9550 \cdot \frac{0,96}{310} = 29,6(\text{Н} \cdot \text{м})$$

$$T_4 = 9550 \cdot \frac{N_4}{n_4} = 9550 \cdot \frac{0,936}{456} = 19,6(\text{Н} \cdot \text{м})$$

$$T_5 = 9550 \cdot \frac{N_5}{n_5} = 9550 \cdot \frac{0,936}{103,3} = 86,5(\text{Н} \cdot \text{м})$$

$$T_6 = 9550 \cdot \frac{N_6}{n_6} = 9550 \cdot \frac{0,913}{40} = 218(\text{Н} \cdot \text{м})$$

$$T_7 = 9550 \cdot \frac{N_7}{n_7} = 9550 \cdot \frac{0,89}{65,5} = 129,8(\text{Н} \cdot \text{м})$$

Усі отримані результати узагальнюємо в таблиці, що забезпечує зручність подальшого використання розрахованих значень.

Табл. 5.1 Зведена таблиця отриманих результатів

№,вала	N , кВт	n , с-1	T, Н·м
1	1,0	15,5	10,27
2	0,985	15,5	10,11
3	0,96	5,17	29,6
4	0,936	7,6	19,6
5	0,936	1,72	86,53
6	0,913	0,67	218
7	0,89	1,09	129,76

Розрахунок робочого вала

Визначення опорних реакцій і побудова епюр навантажень (згинальних моментів та поперечних сил) робочого валка.

Вертикальна площина:

$$\sum M_A = 0; \quad -F \cdot 300 + R_{Bx} \cdot 600 = 0;$$

$$R_{Bx} = \frac{300 \cdot 239,78}{600} = 119,9; (\text{H})$$

$$\sum M_B = 0; \quad F \cdot 300 - R_{Ax} \cdot 600 = 0;$$

$$R_{Ax} = \frac{300 \cdot 239,78}{600} = 119,9; (\text{H})$$

$$\sum F_x = 0; \quad F - R_{Ax} + R_{Bx} = 0;$$

Площина ху:

$$0 < x < 300$$

$$x = 0, M_1 = 0 (\text{H} \cdot \text{мм}).$$

$$x = 300, M_2 = R_{ax} \cdot 300 = 119,7 \cdot 300 = 35910 (\text{H} \cdot \text{мм}).$$

$$300 < x < 600$$

$$x = 600, M_3 = 0 (\text{H} \cdot \text{мм}).$$

Приведені моменти:

$$M_{np} = \sqrt{M_{\text{сум}}^2 + (\alpha \cdot T_{кр})^2}, \text{ де } T_{кр} = 129,76 \text{ Н} \cdot \text{мм}; \quad \alpha = 0,58;$$

$$M_{np1} = \sqrt{M_{\text{сум1}}^2 + (0,58 \cdot T_{кр})^2} = \sqrt{0^2 + (0,58 \cdot 129,76)^2} = 75,26 (\text{H} \cdot \text{мм})$$

$$M_{np2} = \sqrt{M_{\text{сум2}}^2 + (0,58 \cdot T_{кр})^2} = \sqrt{35910^2 + (0,58 \cdot 129,76)^2} = 35910,07 (\text{H} \cdot \text{мм})$$

$$M_{np3} = \sqrt{M_{\text{сум3}}^2 + (0,58 \cdot T_{кр})^2} = \sqrt{0^2 + (0,58 \cdot 129,76)^2} = 75,26 (\text{H} \cdot \text{мм})$$

Розрахунок мінімально допустимого діаметра вала:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{np} \cdot 10^3}{0,1 \cdot [\sigma_{-1}]}} \text{, де } [\sigma_{-1}] = 55;$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{35910,07}{0,1 \cdot 55}} = 18,7 (\text{мм})$$

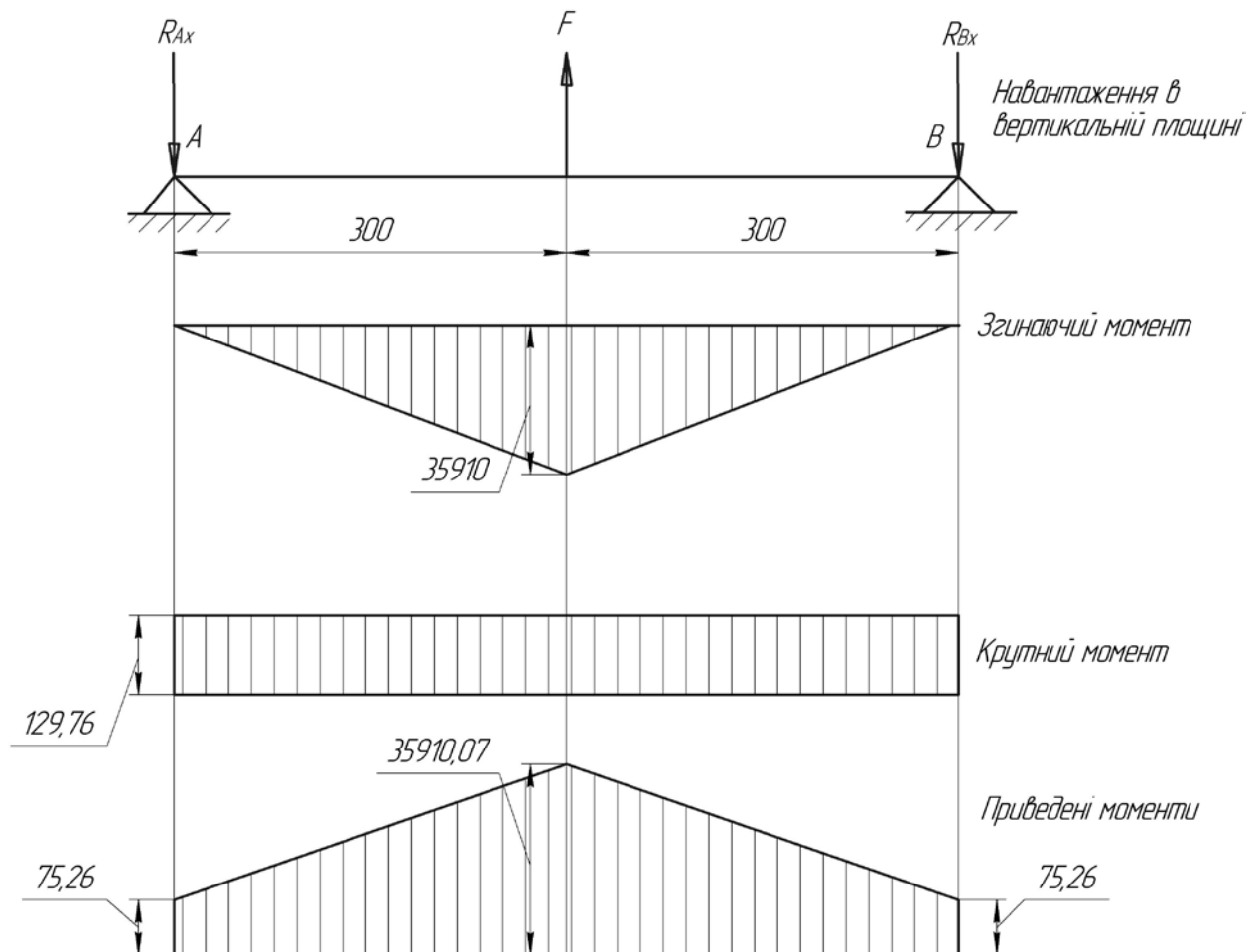


Рис. 6.3 Епюра навантаження робочого вала

Для матеріалу вала виготовленого з Ст45; тимчасовий опір розриву:
 $\delta_B = 610$ МПа.

Коефіцієнт чутливості матеріалу до асиметрії циклу напружень за згином і крученням відповідно; межа витривалості за симетричного циклу напружень при згині: $\psi_\delta = 0,1$, $\psi_\tau = 0,05$;

межа витривалості при симетричному циклі напружень кручення:
 $\tau_{-1} = 250$ МПа;

межа витривалості при симетричному циклі напружень згину: $\delta_{-1} = 270$ МПа;

крутний момент : $T = 129,76H \cdot \text{мм}$;

$[n] = 1,8$ - допустимий запас витривалості

Знаходимо ефективні коефіцієнти концентрації напружень при згині та крученні від шпонкового паза при ефективних коефіцієнтах концентрації напружень: $K_\delta = 1,88$, $K_\tau = 1,88$,

масштабні коефіцієнти: $\varepsilon_\delta = 0,82$ $\varepsilon_\tau = 0,73$,

діаметр валу: $d_1 = 40\text{мм}$;

коефіцієнт стану поверхні: $K_\delta^n = 1,09$,

$$K_{\delta D} = \frac{K_\delta - K_\delta^n - 1}{\varepsilon_\delta} = \frac{1,88 + 1,09 - 1}{0,82} = 2,4$$

$$K_{\tau D} = \frac{K_\tau - K_\tau^n - 1}{\varepsilon_\tau} = \frac{1,88 + 1,09 - 1}{0,7} = 2,7$$

Запас міцності при нормальних напруженнях:

$$\delta_a = \delta = \frac{M_{\text{сум}}}{W_0} = \frac{35910,07}{5510} = 6,5 \text{ МПа при } d=40\text{мм } W_0 = 5510$$

$$n_\delta = \frac{\delta_{-1}}{K_{\delta D} \cdot \delta_a + \psi_a \cdot \delta_m} = \frac{270}{2,4 \cdot 6,5 + 0} = 17,3 > [n] = 1,8$$

Запас міцності при дотичних напруженнях:

$$\tau = \frac{T}{W_p} = \frac{129760}{11710} = 11,03 \text{ МПа при } d=40\text{мм } W_p = 11710$$

$$\tau_a = \tau_m = \frac{\tau}{2} = \frac{15,9}{2} = 7,95 \text{ МПа}$$

$$n_\tau = \frac{\tau_{-1}}{K_{\tau D} \cdot \tau_a + \psi_\tau \cdot \tau_m} = \frac{150}{2,7 \cdot 7,95 + 0,05 \cdot 7,95} = 6,86 > [n] = 1,8$$

Отже всі умови виконується.

Підбір шарикових підшипників кочення

Виконати підбір радіальних кулькових підшипників для робочого валка за такими вихідними даними: радіальне навантаження на підшипник 1 (ліва опора);

$$F_{r1} = \sqrt{R_{Ax}^2 + R_{Ay}^2} = \sqrt{119,9^2 + 0^2} = 119,9 \text{ Н}$$

радіальне навантаження на підшипник 2 (на правій опорі);

$$F_{r2} = \sqrt{R_{Bx}^2 + R_{By}^2} = \sqrt{119,9^2 + 0^2} = 119,9 \text{ Н}$$

Частота обертання вала $n = 65,7 \text{ хв}^{-1}$;

посадочні діаметри вала під підшипники $d = 40 \text{ мм}$;

коефіцієнт обертання кільця $V = 1$;

коефіцієнт безпеки $K_{\sigma} = 1$;

температурний коефіцієнт $K_T = 1$;

необхідна довговічність $t_{екв} = 6580 \text{ год}$.

Приймаємо попередньо кульковий радіальний підшипник середньої серії 308 у якого динамічна вантажопідйомність $C = 31900 \text{ Н}$.

Еквівалентне розрахункове навантаження:

для підшипника I

$$P_1 = V \cdot F_{r1} \cdot K_{\delta} \cdot K_T = 1 \cdot 119,9 \cdot 1,2 \cdot 1,0 = 143,88 \text{ Н}$$

для підшипника II

$$P_2 = V \cdot F_{r2} \cdot K_{\delta} \cdot K_T = 1 \cdot 119,9 \cdot 1,2 \cdot 1,0 = 143,88 \text{ Н}$$

Оскільки для обох опор підшипники вибираються однакові, то подальший розрахунок ведемо по одному підшипнику опори.

Визначаємо довговічність підшипника:

$$L = \frac{60 \cdot n \cdot t_{екв}}{10^6} = \frac{60 \cdot 65,7 \cdot 6580}{10^6} = 26 \text{ млн. об.}$$

Визначаємо динамічну вантажопідйомність підшипника:

$$C = P_{екв} \cdot \sqrt[3]{L} = 143,88 \cdot \sqrt[3]{26} = 425,88 \text{ Н}$$

Оскільки розрахункова динамічна вантажопідйомність менша за допустиму то приймаємо цей підшипники у якого:

$d = 40 \text{ мм}$; $D = 90 \text{ мм}$; $B = 23 \text{ мм}$; $d_2 = 49 \text{ мм}$; $D_2 = 80 \text{ мм}$; $r = 2,5 \text{ мм}$; $C = 31900 \text{ Н}$

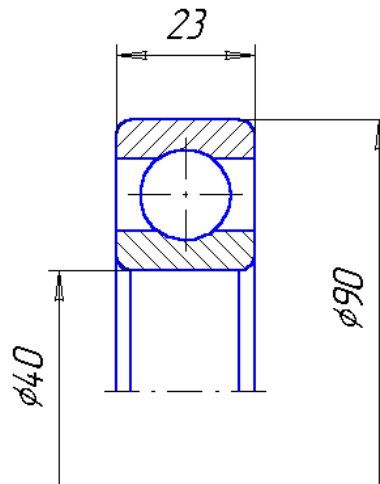


Рис. 6.4 Ескіз підшипника робочого валка

Розрахунок шпонок

Розрахунок шпонки під муфту на вхідному валу:

Для діаметра 35 мм приймаємо шпонку $b = 10$ мм, $h = 8$ мм. $l = 56$ мм.

$$l_p = l - b = 56 - 10 = 46 \text{ мм}$$

Визначаємо $\sigma_{зм}$:

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot T}{d \cdot l_p (h - t_1)} = \frac{4 \cdot T}{d \cdot l_p \cdot h} = \frac{4 \cdot 10110}{35 \cdot 46 \cdot 8} = 3,14 \leq [\sigma_{зм}] = 150 \text{ МПа}$$

Визначаємо $\tau_{зм}$:

$$\tau_{зм} = \frac{2 \cdot T}{d \cdot l_p \cdot b} = \frac{2 \cdot 10110}{35 \cdot 46 \cdot 10} = 1,26 \leq [\tau_{зм}] = 70 \dots 100 \text{ МПа}$$

Отже умова виконується.

Розрахунок шпонки під циліндричну шестерню пластинчатого вала.

Для діаметра 35 мм приймаємо шпонку $b = 10$ мм, $h = 8$ мм. $l = 80$ мм.

$$l_p = l - b = 80 - 10 = 70 \text{ мм}$$

Визначаємо $\sigma_{зм}$:

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot T}{d \cdot l_p (h - t_1)} = \frac{4 \cdot T}{d \cdot l_p \cdot h} = \frac{4 \cdot 19600}{35 \cdot 70 \cdot 8} = 4 \leq [\sigma_{зм}] = 150 \text{ МПа}$$

Визначаємо $\tau_{зм}$:

$$\tau_{zp} = \frac{2 \cdot T}{d \cdot l_p \cdot b} = \frac{2 \cdot 19600}{35 \cdot 70 \cdot 10} = 3,2 \leq [\tau_{zp}] = 70 \dots 100 \text{ МПа}$$

Отже умова виконується.

Розрахунок шпонки під циліндричну шестерню рифленого валика.

Для діаметра 40 мм, приймаємо шпонку $b = 10 \text{ мм}$, $h = 8 \text{ мм}$, $l = 56 \text{ мм}$

$$l_p = l - b = 63 - 10 = 53 \text{ мм}$$

Визначаємо $\sigma_{зм}$:

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot T}{d \cdot l_p (h - t_1)} = \frac{4 \cdot T}{d \cdot l_p \cdot h} = \frac{4 \cdot 129760}{40 \cdot 53 \cdot 8} = 30,44 \leq [\sigma_{зм}] = 150 \text{ МПа}$$

Визначаємо $\tau_{зм}$:

$$\tau_{zp} = \frac{2 \cdot T}{d \cdot l_p \cdot b} = \frac{2 \cdot 129760}{40 \cdot 53 \cdot 10} = 12,24 \leq [\tau_{zp}] = 70 \dots 100 \text{ МПа}$$

Отже умова виконується.

Розрахунок шпонки під циліндричну шестерню підтримуючого валика.

Для діаметра 50 мм, приймаємо шпонку $b = 16 \text{ мм}$, $h = 10 \text{ мм}$, $l = 80 \text{ мм}$

$$l_p = l - b = 80 - 16 = 64 \text{ мм}$$

Визначаємо $\sigma_{зм}$:

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot T}{d \cdot l_p (h - t_1)} = \frac{4 \cdot T}{d \cdot l_p \cdot h} = \frac{4 \cdot 218000}{50 \cdot 64 \cdot 10} = 27,25 \leq [\sigma_{зм}] = 150 \text{ МПа}$$

Визначаємо $\tau_{зм}$:

$$\tau_{zp} = \frac{2 \cdot T}{d \cdot l_p \cdot b} = \frac{2 \cdot 218000}{50 \cdot 64 \cdot 16} = 8,51 \leq [\tau_{zp}] = 70 \dots 100 \text{ МПа}$$

Отже умова виконується.

Вибір і розрахунок елементів муфти

За заданими параметрами:

$T = 10,27 \text{ Н} \cdot \text{м}$, $d_1 = 35 \text{ мм}$, $d_2 = 48 \text{ мм}$, $N_{\text{дв}} = 1 \text{ кВт}$, $n = 975 \text{ об/хв}$ вибираємо муфту

типу МУВП.

Визначаємо крутний момент:

$$M = \frac{N}{\omega},$$

де ω - кутова швидкість, $\text{рад}/\text{с}$.

$$\omega = \frac{\pi n}{30} = \frac{3,14 \cdot 975}{30} = 102 \text{ рад}/\text{с};$$

$$M = \frac{1 \cdot 10^3}{102} = 9,8 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Приймаємо коефіцієнт режиму роботи $k_p = 1,5$ і визначаємо розрахунковий крутний момент:

$$M_p = k_p M = 1,5 \cdot 9,8 = 14,7 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

За діаметрами $d_1 = 35 \text{ мм}$, $d_2 = 48 \text{ мм}$ знаходимо, що існує муфта з одним зовнішнім діаметром $D = 220 \text{ мм}$.

Тепер робимо перевірку пальців на згин:

$$\sigma_{32} = \frac{10 M_p l_n}{D_0 z d_n^3} < [\sigma_{32}],$$

де D_0 - діаметр кола, де розміщені пальці, мм; z - число пальців; l_n - довжина пальців; d_n - діаметр пальців; M_p - розрахунковий момент; $[\sigma_{32}]$ допустиме напруження згину, $\text{Н}/\text{мм}^2$:

$$[\sigma_{32}] = 80 \text{ Н}/\text{мм}^2, \text{ тоді}$$

$$\sigma_{32} = \frac{10 \cdot 220,5 \cdot 10^3 \cdot 85}{160 \cdot 10 \cdot 18^3} = 20,1 \text{ Н}/\text{мм}^2 < [\sigma_{32}]$$

Робимо перевірку гумових втулок на згин:

$$\sigma_{3M} = \frac{2 M_p}{D_0 z d_n l_g} = \frac{2 \cdot 14,7 \cdot 10^3}{160 \cdot 10 \cdot 18 \cdot 36} = 0,028 \leq [\sigma_{3M}] = 1,8 \dots 2,0 \text{ Н}/\text{мм}^2,$$

де l_g - довжина втулки.

Визначаємо розподілене навантаження між пальцями:

$$\sigma_{3M} = \frac{2T}{D_0 z d_n l_g} \leq [\sigma_{3M}]$$

$$\sigma_{3M} = \frac{2 \cdot 10,27 \cdot 10^3}{160 \cdot 10 \cdot 18 \cdot 36} = 0,02 \leq [\sigma_{3M}] = 1,8 \dots 2,0 \text{ H/мм}^2$$

Пальці виготовлені зі ст.45

$$\sigma_{32} = \frac{10T(0,5l_g + c)}{0,1D_0 z d_n^3} = < [\sigma]_{32}$$

$$\sigma_{32} = \frac{10 \cdot 10,27(0,5 \cdot 36 + 4) \cdot 10^3}{0,1 \cdot 160 \cdot 10 \cdot 18^3} = 2,42 < [\sigma]_{32} = 80 \text{ H/мм}^2 \cdot$$

Вибрана муфта задовольняє всі умови.

ПАРАМЕТРИ МУФТИ:

$T = 1000 \text{ H} \cdot \text{м}; D = 220 \text{ мм}; D_1 = 160 \text{ мм}; L = 226 \text{ мм}; l_1 = 24 \text{ мм};$

$l_2 = 40 \text{ мм}; d_2 = 90 \text{ мм}; d_3 = 36 \text{ мм}; B = 6 \text{ мм}; B_1 = 56 \text{ мм}; z = 10.$

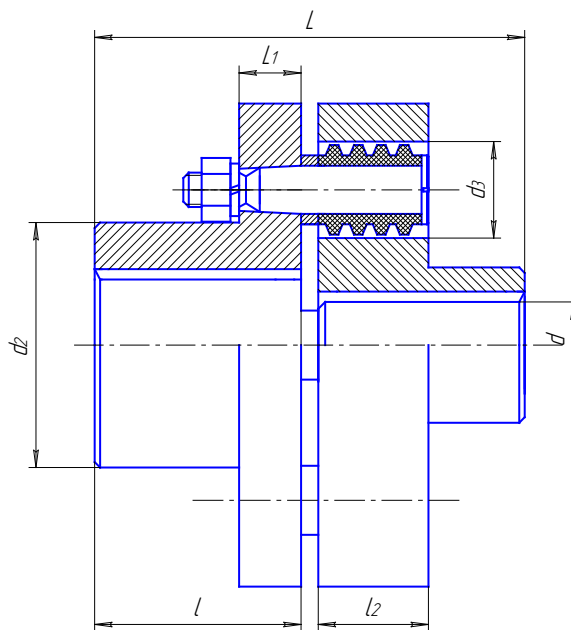


Рис.6.5 Ескіз муфти

7. Технологічний маршрут виготовлення деталі

У цьому розділі обґрунтовується вибір деталі типу «шестерня» як об'єкта технологічного опрацювання та виготовлення. Зазначена деталь входить до складу привода шлімоподріблювальної машини й забезпечує передавання крутного моменту на робочі валки. Для виготовлення шестерні передбачено застосування матеріалу СЧ30.

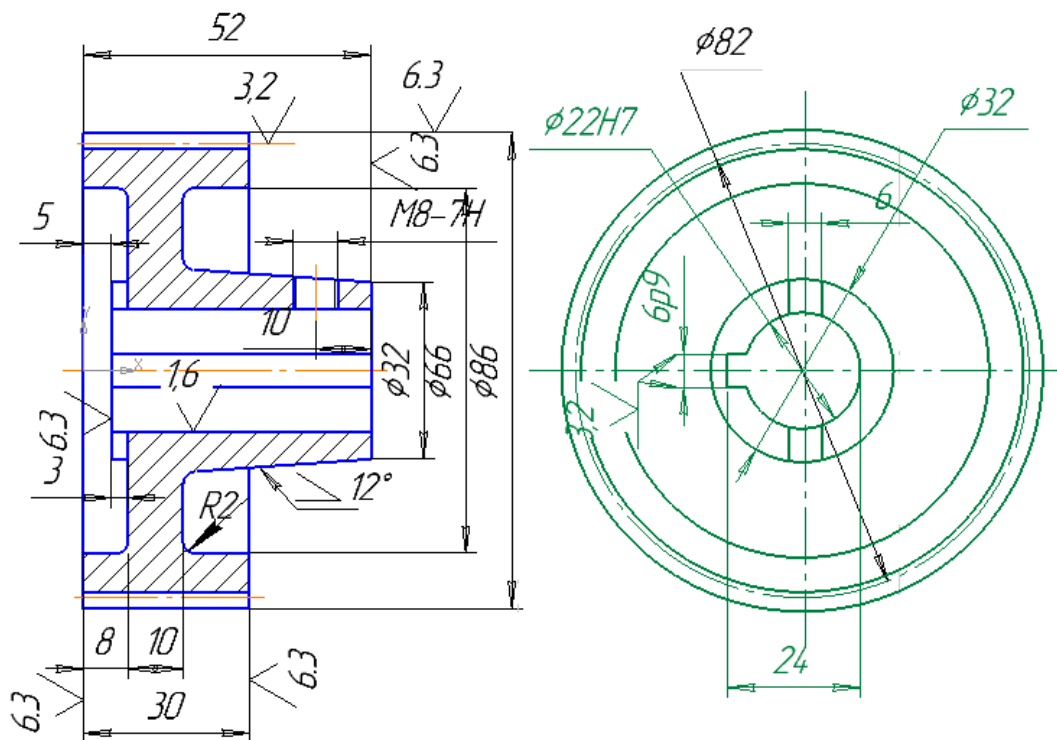


Рис.7.1 Шестерня

Розрахунок припусків.

Розрахунок загального припуску заготовки способом лиття

Припуск на чистове точіння:

$$2Z_{2min}=2(Rz_1+D_1+(T_{пр}^2+\epsilon_{y2}^2)^{0,5})$$

де $Rz_1=200$ мкм, $D_1=300$ мкм, $T_{пр1}$ - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарна просторова похибка при чорновому точінні (табл.8);

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Бабанова О.І.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Чайковський А.С.	Назва, додаткова назва Технологічний маршрут виготовлення деталі	221608.KP.06.007 ПЗ			
	Документ затверджено Гавва О.М.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/13

При встановленні деталі на оправку $T_{пр1} = 100$ мкм.

При встановленні деталі на оправці $\varepsilon_{y2} = 0$.

$$T_{оді} 2Z_{2min} = 2(200 + 300 + (100^2 + 0^2)^{0.5}) = 600 \text{ мкм}$$

$$2Z_{2max} = 2Z_{2min} + T_1 + T_2,$$

де T_1 - допуск розміру при чорновому точінні; T_2 - допуск розміру при чорновому точінні;

$$T_1 = IT13 = 540 \text{ мкм}; T_2 = IT11 = 220 \text{ мкм};$$

$$2Z_{2max} = 600 + 540 - 220 = 920 \text{ мкм};$$

$$2Z_{2ном} = (2Z_{2max} + 2Z_{2min}) / 2 = (920 + 600) / 2 = 760 \text{ мкм};$$

Припуск на чорнове точіння:

$$2Z_{1min} = 2(Rz_0 + D_0 + (T_{пр0}^2 + \varepsilon_{y1}^2)^{0.5}),$$

де Rz , D_0 , $T_{пр0}$ - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару та сумарна просторова похибка поковки.

Для заготовок масою до 4 кг (табл.6) $Rz_0 = 600$; $D_0 = 500$ мкм,

$T_{пр0} = 100$ (табл.7)

ε_{y1} - похибка установлення при чорновому точінні.

Під час встановлення деталі на оправці $\varepsilon_{y1} = 100$ мкм

$$2Z_{1min} = 2(600 + 500 + 300 + (100^2 + 100^2)^{0.5}) = 3082 \text{ мкм},$$

Загальний припуск:

$$2Z_{сум} = \sum 2Z_{i ном} = 760 + 3082 = 3842 \text{ мкм}$$

прийmemo $2Z_{сум} = 4$ мм

Коефіцієнт використання матеріалу

$$K_M = M_{дет} / M_{заг} = 1321,5 / 740,06 = 0,56$$

Де $M_{дет}$, $M_{заг}$ - маса відповідно деталі і заготовки

Розрахунок обробки шестерні

70. Токарна

Перехід 70.1 Точити $\varnothing 86$ начисто.

Режим обробки визначаємо з умови, що знімаємо максимальний припуск.

$$2Z_{1\max}=2Z_{1\min}+T,$$

де T – допуск обробки. Для чорнового точіння $T = IT_{12}-IT_{13}$ (табл.8) прийmemo $IT_{12} = 0,3$ мм. Тоді $2Z_{1\max} = 0,7+0,3 = 1$ мм.

Глибина різання при цьому $t = 2Z_{1\max} = 1$ мм.

Вибираємо подачу. Для різців з перетином 16×25 мм при обробці чавунних деталей діаметром до 100 мм з глибиною різання до 3 мм $S=0,6-0,9$ мм/об(табл.17), прийmemo $S=0,6$ мм/об.

Швидкість різання буде визначатись:

$$v = C_v / (T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,2}) = 485 / (T^{0,2} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,2}),$$

де $T = 60$ хв. – стійкість різця.

Тоді $v = 485 / (60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,6^{0,2}) = 237$ м/хв.

Потрібна частота обертання шпінделя верстата:

$$n_B = 1000 \cdot v / \pi \cdot d_3 = 1000 \cdot 237 / 3,14 \cdot 88 = 858 \text{ об/хв.}$$

Із ряду обертів шпінделя верстата виберемо найближче менше значення

$$n_B = 800 \text{ об/хв.}$$

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпінделя:

$$V_d = \pi \cdot d \cdot n_B / 1000 = 3,14 \cdot 88 \cdot 800 / 1000 = 221 \text{ м/хв}$$

Основний час на виконання переходу

$$t_0 = L / n_B \cdot S, \text{ де } L \text{ – розрахункова довжина різання}$$

$L = l + l_1 + l_2 + l_3$, де $l = 30$ мм – довжина обробки безпосередньо на деталі;

$l_1 = 3$ мм – добавка довжини на підвід інструмента до початку різання з механічною подачею;

$l_2 = t \cdot \text{ctg} \varphi = 1$ мм – величина врізання інструменту (прохідний різець з основним кутом $\varphi = 45^\circ$);

$l_3 = 3$ – величина перебігу різця (упорний різець з основним кутом $\varphi = 90^\circ$). Отже $L = 30 + 3 + 1 + 3 = 37$ мм.

Тоді $t_0 = 37 / 800 \cdot 0,6 = 0,08$ хв

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_d = t_1 + t_2 + t_3,$$

де $t_1 = 0,11$ хв – допоміжний час, пов'язаний безпосередньо з переходом для поздовжнього обточування з установленням різця по упору або грубо по лімбу на верстатах з висотою центрів до 200 мм при автоматичній подачі (табл.26);

$t_2 = 0,05 + 0,1 = 0,15$ хв – допоміжний час на зміну частоти обертання шпінделя і подачі (табл.26);

t_3 – допоміжний час на інші дії під час виконання переходу. Оскільки потреби в заміні інструменту і інших діях немає, то $t_3 = 0$.

Тоді $t_d = 0,11 + 0,15 = 0,26$ хв.

Основний час на виконання операції становить:

$$T_0 = \sum t_{0i} = 0,08 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання операції

$T_d = t_y + \sum t_d$, де $t_y = 0,16$ хв – допоміжний час на встановлення (переустановлення), кріплення і зняття деталі. Тоді:

$$T_d = 0,16 + 0,26 = 0,42 \text{ хв};$$

$$T_{оп} = T_0 + T_d = 0,08 + 0,42 = 0,5 \text{ хв};$$

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пп}.$$

$T_{об} = T_{оп} \cdot 0,025$ і $T_{пп} = T_{оп} \cdot 0,04$. Отже, $T_{шт} = 0,5 + 0,5 \cdot (0,025 + 0,04) = 0,53$ хв.

Підготовчо-завершальний час $T_{п.з} = T_{п.з1} + T_{п.з2}$, де $T_{п.з1} = 14$ хв – час на одержання завдання, пристроїв і здачу по закінченні роботи; $T_{п.з2} = 6$ хв – час на налагодження встановлення деталі.

$$T_{п.з} = 14 + 6 = 20 \text{ хв.}$$

Калькуляційний час на виконання операції під час виготовлення однієї деталі: $T_k = T_{шт} + T_{п.з} / n = 0,53 + 20 / 200 = 0,63$ хв.

50. Фрезерна

Перехід 50.1. Фрезерувати паз шириною 6 мм в розмір 3 мм.

Глибина різання буде рівною глибині пазу, отже $t=3$ мм.

Виберемо подачу. При фрезеруванні пазів шириною 6 мм кінцевою фрезою з швидкорізальної сталі ($D_{\phi}=6$ мм)

подача буде здійснюватись $S_z=0,08$ мм/зуб(табл.31).

Швидкість різання сірого чавуну для кінцевих фрез із швидкорізальної сталі при подачах $S_z \leq 0,1$ мм/зуб визначається за формулою(табл.28):

$V=(75,5 \cdot D_{\phi}^{0,7}) / (T^{0,25} \cdot t^{0,5} \cdot S_z^{0,2} \cdot B^{0,3} \cdot Z^{0,3})$, де $T=60$ хв –стійкість фрези(табл.35).

$V=(75,5 \cdot 6^{0,7}) / (60^{0,25} \cdot 3^{0,5} \cdot 0,08^{0,2} \cdot 6^{0,3} \cdot 5^{0,3})=32,8$ м/хв

Потрібна частота обертів шпінделя є

$$n = 1000 \cdot v / \pi \cdot D_{\phi} = 1000 \cdot 32,8 / 3,14 \cdot 6 = 1740 \text{ об/хв}$$

із ряду частот шпінделя верстата приймаємо $n_B = 1500$ об/хв

тоді перерахувавши отримаємо:

$$V_d = \pi \cdot D_{\phi} \cdot n_B / 1000 = 3,14 \cdot 6 \cdot 1500 / 1000 = 28,3 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо хвилинну подачу:

$$S_{XB} = S_{об} \cdot n_B = S_z \cdot Z \cdot n_B = 0,05 \cdot 5 \cdot 1500 = 375 \text{ мм/хв.}$$

Із ряду подач верстата приймемо ближче значення

$$S_{XB} = 400 \text{ м/хв.}$$

$T_0 = t_0 = L / S_{XB}$, де L –робоча довжина обробки

$$L = l + l_1 + l_2 = 31,4 + 3 + 8 = 42,4 \text{ мм,}$$

де $l = 31,4$ мм –довжина оброблюваної поверхні;

$l_1 = 3$ мм –добавка на перехід інструменту з робочою подачею до моменту різання;

$l_2 = 8$ мм величина врізання і перебігу фрез(табл.39)

Тоді $T_0 = 42,4 / 90 = 0,47$ хв.

Допоміжний час: на установлення і зняття деталі $t_y = t_{y1} + t_{y2}$,

де t_{y1} –допоміжний час безпосередньо на встановлення та зняття деталі;

при установленні деталей масою до 5 кг з кріпленням гайкою за допомогою ключа $t_{y1} = 0,30$ хв(табл.37)

$t_{y2} = 0,06$ хв – додатак на очищення місця встановлення деталі від стружки(табл.37).

Тоді $t_y = 0,3 + 0,06 = 0,36$ хв.

Допоміжний час, пов'язаний з переходом, для верстатів з довжиною стола до 750 мм, автоматичним переміщенням, при фрезеруванні пазів фрезою, встановленою на розмір,

$t_d = 0,06$ хв(табл.38).

Тоді допоміжний час $T_d = t_y + t_d = 0,36 + 0,06 = 0,42$ хв.

Оперативний час $T_{оп} = T_o + T_d = 0,47 + 0,42 = 0,89$ хв,

$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пер}$,

де $T_{об} = 0,045 T_{оп}$ і $T_{пер} = 0,06 T_{оп}$ – відповідно, допоміжний час на обслуговування робочого місця і на відпочинок та природні потреби, що беруться у відсотках оперативного часу(табл.36).

$T_{шт} = 0,89 + 0,04 + 0,053 = 0,983$ хв.

Калькуляційний час на фрезерування однієї деталі

$T_k = T_{шт} + T_{п.з}/n$,

де $T_{п.з}$ – підготовчо-заготівельний час(табл.36), який визначається як сума часу налагодження верстата та на одержання наряду, інструментів, пристроїв: $T_{п.з} = 12 + 7 = 19$ хв.

Тоді $T_k = 0,983 + 19/200 = 1,078$ хв

20 Свердління

Перехід 20.3. Свердли́ти отвір $\varnothing 20$.

Глибина різання під час свердління становить половину діаметра свердла, тобто:

$t = d_{св}/2 = 20/2 = 10$ мм.

Рекомендовані подачі $0,26 \div 0,32$ мм/об(табл.42).

Прийmemo $S=0,3$ мм/об

Для визначення швидкості різання беремо формулу(табл.45):

$V=42,2 \cdot d_{\text{св}}^{0,5} / T^{0,4} \cdot S^{0,5}$, де $T=30$ хв –стійкість свердла.

Тоді:

$$V=42,2 \cdot 20^{0,5} / 30^{0,4} \cdot 0,3^{0,5} = 88,4 \text{ м/хв}$$

Потрібна кількість обертів для свердління:

$$n=1000 \cdot v / \pi \cdot d_{\text{св}} = 1000 \cdot 88,4 / 3,14 \cdot 20 = 1408 \text{ об/хв.}$$

Прийmemo $n_{\text{в}}=1400$ об/хв.

Тоді дійсна швидкість

$$V_{\text{д}} = \pi \cdot d_{\text{св}} \cdot n_{\text{в}} / 1000 = 3,14 \cdot 20 \cdot 1400 / 1000 = 87,9 \text{ м/хв.}$$

Основний час буде визначатись:

$$t_0 = L / n \cdot S = 57 / 1400 \cdot 0,3 = 0,14 \text{ хв}$$

де $L=l+l_1+l_2+l_3=57$ мм,

де $l=47$ мм –глибина свердління;

$l_1=2$ мм – величина на підведення свердла з ручною подачею;

$l_2+l_3=8$ мм - додаток на врізання і перебіг свердла.

Допоміжний час на виконання переходу $t_{\text{доп}}=0,08$ хв.

Перехід 20.4. Зенкерувати отвір $\varnothing 21,8$.

Глибина різання:

$$t = (d_3 - d_c) / 2 = (20 - 21,8) / 2 = 0,9 \text{ мм.}$$

Рекомендовані подачі $S=0,7 \div 0,9$ мм/об. Прийmemo $S=0,8$ мм/об

Для визначення швидкості зенкерування беремо формулу:

$V=101,5 \cdot d^{0,4} / T^{0,4} \cdot t^{0,15} \cdot S^{0,45}$, де $T=30$ хв –стійкість зенкера.

Тоді:

$$V=101,5 \cdot 21,8^{0,4} / 30^{0,4} \cdot 0,9^{0,15} \cdot 0,8^{0,45} = 100 \text{ м/хв}$$

Потрібна кількість обертів для зенкерування:

$$n=1000 \cdot v / \pi \cdot d_3 = 1000 \cdot 100 / 3,14 \cdot 21,8 = 1461.$$

Прийmemo $n_{\text{в}}=1400$ об/хв. Тоді перерахувавши отримаємо:

$$V_{\text{д}} = \pi \cdot d_3 \cdot n_{\text{в}} / 1000 = 3,14 \cdot 21,8 \cdot 1400 / 1000 = 95,83 \text{ м/хв.}$$

Основний час буде визначатись: $t_0 = L/n \cdot S = 54/1400 \cdot 0,8 = 0,048$ хв
де $L = l + l_1 + l_2 + l_3 = 54$ мм, $l = 47$ мм –глибина зенкерування;
 $l_1 = 2$ мм –величина на підведення зенкера з ручною подачею;
 $l_2 + l_3 = 5$ - додаток на врізання і перебіг зенкера.

Допоміжний час на виконання переходу $t_{\text{доп}} = 0,08$ хв.

Перехід 20,5. Розвернути отвір $\varnothing 22H7$.

Глибина різання:

$$t = (d_p - d_3)/2 = (22 - 21,8)/2 = 0,1 \text{ мм.}$$

Рекомендовані подачі $S = 0,8 \div 1,1$ мм/об. Прийmemo $S = 1$ мм/об

Для визначення швидкості розвертання беремо формулу:

$$V = 15,1 \cdot d_p^{0,2} / T^{0,3} \cdot t^{0,1} \cdot S^{0,5}, \text{ де } T = 30 \text{ хв –стійкість розвертки.}$$

Тоді:

$$V = 15,1 \cdot 22^{0,2} / 30^{0,3} \cdot 0,1^{0,1} \cdot 1^{0,5} = 12,7 \text{ м/хв}$$

Потрібна кількість обертів для розвертання:

$$n = 1000 \cdot v / \pi \cdot d_p = 1000 \cdot 12,7 / 3,14 \cdot 22 = 184.$$

Прийmemo $n_b = 160$ об/хв.

Тоді перерахувавши отримаємо:

$$V_d = \pi \cdot d_p \cdot n_b / 1000 = 3,14 \cdot 22 \cdot 160 / 1000 = 11,1 \text{ м/хв.}$$

Основний час буде визначатись:

$$t_0 = L/n \cdot S = 54/160 \cdot 1 = 0,34 \text{ хв}$$

де $L = l + l_1 + l_2 + l_3 = 54$ мм,

де $l = 47$ –глибина розвертання;

$l_1 = 2$ мм –величина на підведення розвертки з ручною подачею;

$l_2 + l_3 = 5$ - додаток на врізання і перебіг розвертки.

Допоміжний час на виконання переходу $t_{\text{доп}} = 0,08$ хв.

Основний час на виконання операції становить:

$$T_0 = \Sigma t_{0i} = 0,14 + 0,048 + 0,34 = 0,528 \text{ хв}$$

Допоміжний час на виконання операції

$T_d = t_y + \Sigma t_d$, де $t_y=0,1$ хв – допоміжний час на встановлення(переустановлення), кріплення і зняття деталі.

Тоді: $T_d = 0,1+0,08+0,08+0,08 = 0,34$ хв;

$T_{оп} = T_o + T_d + T_1 + T_2 = 0,528 + 0,34 + 0,12 + 0,12 = 1,108$ хв,

де T_1, T_2 – час на виконання першого і другого переходів відповідно (підрізання торців)

$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{шт}$.

$T_{об} = T_{оп} \cdot 0,015$ і $T_{шт} = T_{оп} \cdot 0,06$. Отже, $T_{шт} = 1,108 + 1,108 \cdot (0,015 + 0,06) = 1,19$ хв.

Підготовчо-завершальний час $T_{п.з} = T_{п.з1} + T_{п.з2}$,

де $T_{п.з1} = 10$ хв - час на одержання завдання, пристроїв і здачу по закінченні роботи;

$T_{п.з2} = 4$ хв – час на налагодження установлення деталі .

$T_{п.з} = 10 + 4 = 14$ хв.

Калькуляційний час на виконання операції під час виготовлення однієї деталі: $T_k = T_{шт} + T_{п.з}/n = 1,19 + 14/160 = 1,28$ хв.

Опис пристрою

Кондуктор для виконання технологічної операції (токарна 60) включає корпус, жорстку оправку, запресовану в корпус, швидкознімну шайбу з гайкою, а також кондукторну втулку.

Деталь установлюють на жорстку оправку за шпонковим з'єднанням із посадкою Н7/н6, що забезпечує її надійне центрування та виключає перекіс у пристрої. Торцева поверхня деталі, прийнята за вимірювальну базу, спирається на корпус, унаслідок чого вимірювальна база узгоджується з технологічною базою.

З протилежного боку деталь фіксують гайкою, при цьому між гайкою та деталлю встановлюють швидкознімну шайбу. Діаметр гайки менший за діаметр оправки, що підвищує оперативність установлення та зняття деталі. У кришці передбачено отвір для встановлення кондукторної втулки, яку

закріплюють гвинтом. Кондукторна втулка виконує функцію напрямної, забезпечуючи позиціонування та стабільність руху свердла під час обробки.

Розрахунок похибки базування

Розрахуємо похибку базування при установці деталі на жорстку оправку (палець). Допустима похибка базування $\varepsilon_6 = 0,2$ мм. Вимірною базою для зовнішньої поверхні є вісь деталі, а технологічною - оправки(пальця).

Деталь встановлюється на оправку (палець) по посадці з зазором Н7/d8 і закріплюється по торцю. Якщо в спряженні зазор максимальний $S_{\max} = 2e$, де e – ексцентриситет, то похибка базування буде:

$$\varepsilon_{6d1} = \varepsilon_{6d2} = S_{\max} = S_{\min} + T_H + T_h, \text{ де}$$

$$S_{\min} = 0,065 \text{ мм – мінімальний зазор з'єднання,}$$

$$T_H = 0,021 \text{ мм – допуск на діаметр отвору,}$$

$$T_h = 0,033 \text{ мм – допуск на діаметр оправки.}$$

$$\text{Тоді } \varepsilon_{6d1} = \varepsilon_{6d2} = 0,065 + 0,021 + 0,033 = 0,119 \text{ мм}$$

$$\text{Отримаємо } \varepsilon_{6d1} = \varepsilon_{6d2} = 0,119 \text{ мм} < \varepsilon_6 = 0,2 \text{ мм}$$

Технологічний маршрут виготовлення шестерні

№оп., пер.	Назва операції, переходу	Технолог. обл., пристрої, інструмент обробл. і контр.
10	Заготівельна УЗЗ	Вилити заготовку

20	Токарна УЗЗ	Токарно-гвинторізний верстат 16К20, 3х кулачковий патрон, упор
20.1	Торцювати поверхню 1 $\varnothing 32$ витримавши $L = 2$ мм	Прохідний прямий правий 16Х20Х140, $\alpha = 80^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\varphi = 90^\circ$, ВК6, ГОСТ 10043-62, ШЦ –І
20.2	Торцювати поверхню 2 $\varnothing 90$ витримавши $L = 2$ мм	Прохідний прямий правий 16Х20Х140, $\alpha = 80^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\varphi = 90^\circ$, ВК6, ГОСТ 10043-62, ШЦ –І
20.3	Свердлити отвір $\varnothing 20$, пов. 3	Свердло $\varnothing 20$ ($2\varphi = 118^\circ$), Р6М5, ГОСТ 10903-64
20.4	Зенкерувати отвір $\varnothing 21,8$, пов. 4	Зенкер $\varnothing 21,8$, Р6М5 ГОСТ 12489-67
20.5	Розвернути отвір $\varnothing 22H7$, пов. 5	Розвертка $\varnothing 22H7$, ГОСТ 1672-62 пробка 22H7
30	Токарна УЗЗ	Токарно-гвинторізний верстат 16К20, оправка цангова, упор
30.1	Торцювати поверхню 6 $\varnothing 90$ витримавши $L = 2$ мм	Прохідний прямий правий 16Х20Х140, $\alpha = 80^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\varphi = 90^\circ$, ВК6, ГОСТ 10043-62,

30.2	Торцювати поверхню 7 $\varnothing 32$ втримавши L=2 мм	ШЦ-I Прохідний прямий правий 16X20X140, $\alpha=80^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $\varphi=90^\circ$, ВК6, ГОСТ 10043-62, ШЦ-I
30.3	Точити поверхню 8 з $\varnothing 90$ до $\varnothing 88$	Прохідний відігнутий правий, 16X20X140, $\varphi=45^\circ$, ВК6, ГОСТ 10043-62, ШЦ-I
40	Протягувальна УЗЗ	Горизонтально- протягувальний верстат 7Б510, оправка, упор, лещата
40.1	Протягнути паз b= 6P9, пов. 9, 10	Протяжка шпоночна, комбінована, з виглажуючим зубом, P14Ф4; $\gamma=15^\circ$, $\alpha_p=3^\circ$, $\alpha_k=2^\circ$, ГОСТ 9788-68
50	Фрезерувальна УЗЗ	Вертикально-фрезерний верстат, 6Н81Г, оправка цангова, упор
50.1	Фрезерувати паз шириною 6 мм в розмір 3 мм, пов. 11, 12	Фреза кінцева $\varnothing 6$, P6M5, ГОСТ 8237-57 ШЦ - I
60	Свердлильна УЗЗ	Вертикально-свердлильний верстат, 2Н125, кондуктор Свердло $\varnothing 6,8$ P6M5
60.1	Свердлити отвір $\varnothing 6,75$, пов. 13	ГОСТ 10903-64 Мітчик, ГОСТ 9522-60

60.2	Нарізати різьбу М8-7Н	Пробка М8-7Н
70	Токарна УЗЗ	Токарно-гвинторізний верстат 16К20, оправка цангова
70.1	Точити поверхню $\varnothing 86$ начисто, пов. 14	Прохідний відігнутий правий, 16Х20Х140, $\varphi=45^\circ$, ВК6 ГОСТ 10043-62
80	Зубофрезерна УЗЗ	Зубофрезерний верстат 5К324А, оправка цангова, упор, лещата
80.1	Фрезерувати зубці, пов. 15 $m=2$ $z=41$	Фреза черв'ячна, $m=2$, $z=12$, коротка, ГОСТ 9324-60
90	Зубофасовочна Зачистити заусенці	Наждачний папір, терпуг

8. Вимоги щодо монтажу і технічного сервісу

8.1 Монтаж обладнання

Шлямовочна машина ФОК-С призначена для виконання операції остаточного очищення свинячих кишок. Обладнання постачається у зібраному вигляді та монтується на фундамент із обов'язковою перевіркою горизонтальності встановлення і подальшим закріпленням болтами через монтажні отвори в стійках машини.

Під час фіксації фундаментними болтами необхідно забезпечити відсутність перекосу станини, оскільки його виникнення може спричинити заклинювання валків при затягуванні кріплень. Перед проведенням випробування змонтованих валків у режимі холостого ходу здійснюють контроль зазорів між робочими валками, заливають у редуктор мастило ИС-20, а підшипникові вузли змащують змазкою ЦИАТИМ-203.

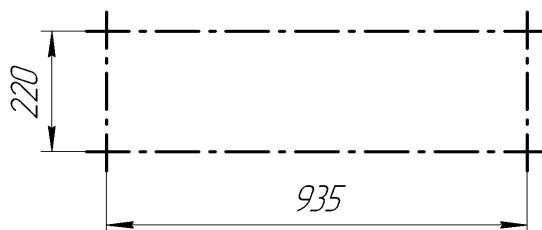


Рис. 8.1 План розташування отворів під фундаментні болти шлямовочної машини

8.2 Експлуатація і технічне обслуговування

Перед проведенням випробування машини в режимі холостого ходу виконують комплекс підготовчих операцій: зубчасті зачеплення шестерень змащують підігрітим солідолом, усі маслянки прошприцьовують солідолом до повного витіснення відпрацьованого мастила, а також перевіряють легкість ручного провертання привода. Далі здійснюють контроль роботи обладнання на холостому ходу, зокрема перевіряють наявність і величину

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Бабанова О.І.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Чайковський А.С.	<i>Назва, додаткова назва</i> Вимоги щодо монтажу і технічного сервісу	221608.KP.06.008 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/8

зазорів між рифленим подрібнювальним валиком, ножовим барабаном і очисним валом; зазначені зазори мають відповідати паспортним вимогам заводу-виготовлювача. Регулювання проводять шляхом повертання відповідних рукояток, оснащених голчастими фіксаторами.

Під час обкатування на холостому ході здійснюють контроль температурного стану підшипникових вузлів методом дотику; надмірне нагрівання може бути наслідком недостатнього змащення або перекосу валів. Перед подачею сировини забезпечують досягнення необхідної температури мийної води в межах 35...38 °С.

Налаштування машини під навантаження виконують поетапно. Кишку заправляють у робочу зону та утримують рукою, після чого поступово зменшують зазор між дошкою і рифленим валом до моменту, коли машина починає протягувати кишку з достатнім зусиллям без виникнення розривів. Далі кишку відпускають і додатково коригують зазор між дошкою та подрібнювальним валом, збільшуючи притиск дошки поворотом відповідної рукоятки. Оптимально підібраний зазор забезпечує розпушення слизуватої та серозної оболонки без пошкодження основної оболонки. При цьому кишка має виходити з машини під кожух; у режимі остаточного очищення її протягують між очисним валом і валиком з максимальною швидкістю, за якої не спостерігаються розриви. Інтенсивність очищення при кінцевій обробці регулюють величиною зазору між валами.

Перед початком роботи додатково контролюють наявність і правильність зазорів між валками та валами, відстань між валом і зовнішньою крайкою шкребків на шлямочних валиках, а також відповідність напрямку обертання робочих органів. Після змащування шестерень підігрітим солідолом і прошприцьовування маслянок машину

прокручують на холостому ході протягом 15–20 хв та контролюють нагрівання підшипників тильною стороною долоні, після чого допускається пуск у робочий режим.

У процесі експлуатації необхідно запобігати намотуванню кишок або оболонок на вали; у разі виникнення намотування його усувають гачком. Маслянки мають бути постійно заповнені, а зубчасті зачеплення — регулярно змащені підігрітим солідолом (не рідше 1–2 разів на тиждень). Після завершення роботи машину ретельно промивають гарячою водою; елементи притискного механізму протирають насухо та змащують солідолом.

Контроль рівня мастила в редукторі здійснюють уперше після 500 год напрацювання, надалі — через кожні 1000 год. Заміну мастила в редукторі виконують щороку, заливаючи його до рівня контрольної пробки. Шарикопідшипники коробки робочих валиків змащують мастилом УТВ двічі на місяць. Перед початком роботи передбачено змащення валків і підшипників (ЦИАТИМ-203), перевірку наявності мастила ІС-20 (веретенне:3) у редукторі та випробування валків на холостому ході. Пуск здійснюють у послідовності: подача води на валки, після чого вмикають електродвигун. По закінченні роботи валки промивають гарячою водою та насухо протирають.

8.2 Ремонт обладнання

Табл. 8.1

Неполадки / несправності	Ймовірні причини	Рекомендовані заходи усунення
Нерівномірне та недостатнє віджимання вмісту кишок	Надмірний зазор між вальцями; недостатнє притискне зусилля валиків. Порушення паралельності вальців (перекіс у роботі).	Відрегулювати зазор шляхом підкручування регулювальних гвинтів. Перевірити паралельність вальців і усунути перекіс регулюванням.

Забруднення не змивається з поверхні кишок і вальців	Відсутня або недостатня подача води в зоні входу кишок між вальцями.	Перевірити систему водоподачі, виявити та ліквідувати несправності.
Розриви кишок під час проходження через валки	Пошкоджене або зношене полотно на робочій поверхні валків (розрив, відшарування).	Замінити полотно на валках і перевірити правильність його натягу/фіксації.
Сплутування кишок під час проходження через валки	Відсутній напрямний елемент (гребінка) для розділення та спрямування кишок.	Встановити гребінку та використовувати її для розподілу кишок під час подачі у валки.

Розрахунок

ГОСТ, ТУ, марка, тип - шлямподріблювальна машина ФОК-С;

Категорія ремонтної складності - 10,2 ;

Норми часу на ремонтні роботи, люд/год. – К=356 ; С=177,5; П=44,9 ;

$$O = \frac{P}{2} = 22$$

Структура ремонтного циклу

К-О-О-О-О-О-П-О-О-О-О-О-С-О-О-О-О-О-П-О-О-О-О-О-К

Період між відповідними видами ремонту в місяцях

$$K = 24 ; C = 12 ; P = 6 ; O = 1.$$

Тривалість в місяцях міжремонтних періодів :

$$P_{mp} = \frac{P_{pc}}{\sum C + \sum P + 1} = \frac{2 \cdot 12}{1 + 2 + 1} = 6 \text{ міс};$$

P_{pc} - ремонтний цикл, міс ;

С – числа середніх ремонтів в ремонтному циклі ;

П – число поточних ремонтів в ремонтному циклі.

Тривалість (в місяцях) між оглядових періодів :

$$P_{mp} = \frac{P_{pc}}{\sum C + \sum P + \sum O + 1} = \frac{2 \cdot 12}{1 + 2 + 20 + 1} = 1 \text{міс};$$

$$P_{mo} = \frac{P_{pc}}{\sum O' + 1} = \frac{2 \cdot 12}{1 + 1} = 12 \text{міс};$$

$\sum O'$ - число оглядів в міжперервному періоді ;

$\sum O$ - число оглядів в ремонтному циклі.

Тривалість ремонтного циклу в роках:

$$A = \frac{T_{pc}}{n_{mic}} = \frac{24}{1 + 20 + 2 + 1} = 1 \text{роки};$$

T_{pc} - тривалість ремонтного циклу ,місяців ;

n_{mic} - кількість місяців роботи обладнання роботи в рік (1,2,20,1)

Середньорічна кількість технічних оглядів (обслуговувань обладнання) :

$$n_o = \frac{\sum n_o}{A} = \frac{20}{2} = 10$$

$\sum n_o$ - кількість оглядів у всьому ремонтному циклі .

Трудоємкість ремонтного циклу машини :

$$t_{p.c} = R(35 + 17,4 \cdot \sum C + 4,4 \cdot \sum T + 0,6 \cdot \sum O) = 10,2 \cdot (35 + 17,4 \cdot 1 + 4,4 \cdot 2 + 0,6 \cdot 20) = 746,6 \text{люд} / \text{год}.$$

Розрахунок необхідної кількості чергових слюсарів для міжремонтного обслуговування по цехам і видам обладнання :

$$Ч_{m.o} = \frac{\sum R}{D} = \frac{10,2}{300} = 0,034;$$

$Ч_{m.o}$ – число явочних робітників , необхідне для забезпечення міжремонтного обслуговування в зміну;

$\sum R$ - сума ремонтних одиниць обслуговуючого обладнання ;

D - норма міжремонтного обслуговування в умовах ремонтних одиницях на одного робітника в зміну.

Розрахунок потрібної кількості робітників для виконання планових ремонтів і оглядів виконують на підставі річного плану ремонту обладнання за формулою :

$$\begin{aligned}
 \mathcal{C}_p &= \frac{(T_{PK} \sum R_K + T_{PC} \sum R_C + T_{PI} \sum R_{PI} + T_{PO} \sum R_O) \cdot K_H}{\Phi} = \\
 &= \left(\frac{356 \cdot 10,2 + 177,5 \cdot 10,2 + 44,9 \cdot 10,2 + 22 \cdot 10,2}{6000} \right) \cdot 0,9 = 0,92 \text{ люд.год}
 \end{aligned}$$

\mathcal{C}_p - необхідна середньорічна кількість явочних робітників ;

$T_{PK}, T_{PC}, T_{PI}, T_{PO}$ - норми трудоемкості на одну ремонтну одиницю для капітального, середнього, поточного ремонту і огляду в люд.год.;

$\sum R_K, \sum R_C, \sum R_{PI}, \sum R_O$ - загальна річна кількість ремонтних одиниць при капітальних, середніх, поточних ремонтах і оглядах ;

K_H - коефіцієнт виконання норм часу, досягнутий у попередньому році (не вище 1);

Φ - ефективний річний фонд часу робітника в годинах.

Простій обладнання при ремонті обчислюється з моменту зупинки на ремонт до моменту приймання його з ремонту по акту. Тривалість ремонту обладнання в змінах визначається по формулі :

$$A = \frac{T_p \cdot R \cdot K_H}{B \cdot T_C \cdot C} = \frac{35 \cdot 10,2 \cdot 0,9}{2 \cdot 8 \cdot 1} = 20,08 \text{ змін};$$

T_p - норма трудомісткості на ремонт однієї умовної одиниці ремонтної складності в люд.год;

R - категорія ремонтної складності даного агрегату ;

B - кількість ремонтних робітників ,працюючих в одну зміну ;

T_C - тривалість зміни в годинах ;

C – змінність роботи на ремонті даного обладнання ;

K_H - коефіцієнт виконання норм часу (не вище 1)

Тривалість простою обладнання:

$$A = \frac{24 \cdot P_p \cdot R}{T_c} = \frac{24 \cdot 0,8 \cdot 10,2}{8} = 5,28 \text{змін};$$

P_p - норма простою обладнання в ремонті на одну ремонтну одиницю.

Витрати робіт

На огляд	$0,85 \cdot 10,2 = 8,67$ год. ;
На поточний ремонт	$6,1 \cdot 10,2 = 62,22$ год. ;
На середній ремонт	$23,5 \cdot 10,2 = 239,7$ год. ;
На капітальний ремонт	$35 \cdot 10,2 = 357$ год. ;

Витрати робіт на рік

На огляд	80,67 год. ;
На поточний ремонт	62,22 год. ;
На середній ремонт	239,7 год. ;
Разом	382,59 год.

Трудоємкість слюсарних і станочних робіт при оглядах (О)

$$P_{сл} = 10,2 \cdot 0,75 \cdot 10 = 76,5$$

$$P_{ст} = 10,2 \cdot 0,1 \cdot 10 = 10,2 \text{ нормо.год.};$$

$$P_{ін} = 10,2 \cdot 0 = 0$$

При поточному ремонті (П)

$$P_{сл} = 10,2 \cdot 4 = 40,8$$

$$P_{ст} = 10,2 \cdot 2 = 20,4 \text{ нормо.год.};$$

$$P_{ін} = 10,2 \cdot 0,1 = 1,02$$

При середньому ремонті (С)

$$P_{сл} = 10,2 \cdot 16 = 163,2$$

$$P_{ст} = 10,2 \cdot 7 = 71,4 \text{ нормо.год.};$$

$$P_{ін} = 10,2 \cdot 0,5 = 5,1$$

При капітальному ремонті (К)

$$P_{cl} = 10,2 \cdot 23 = 234,6$$

$$P_{cm} = 10,2 \cdot 10 = 102 \text{ нормо.год};$$

$$P_{in} = 10,2 \cdot 2 = 20,4$$

$$P_{cn} = P_{заг} - [(\sum P_{cl} + \sum P_{cm})] = 382,59 - [(76,5 + 40,8 + 163,2) + (10,2 + 20,4 + 71,4)] = 0,9$$

нормо.год.;

Потрібна кількість робітників по професіям :

$$z_{cl} = \frac{P_{cl}}{\Phi} = \frac{280,5}{6000} = 0,14 \text{ люд};$$

$$z_{cm} = \frac{P_{cm}}{\Phi} = \frac{102}{6000} = 0,051 \text{ люд};$$

z_{cl}, z_{cm} - кількість ремонтних робітників (слюсарних, станочних)

P_{cl}, P_{cm} - загальні витрати робіт на ремонтні і профілактичні роботи по професіям ;

Φ – фонд робочого часу .

9. Заходи щодо охорони праці

9.1 Травматизм

Рівень виробничого травматизму та професійної захворюваності на підприємствах визначається якістю організації охорони праці й пожежної безпеки, а також станом трудової дисципліни.

До найбільш травмонебезпечних у промисловості належать роботи на транспорті, обслуговування окремих видів технологічного та електротехнічного обладнання, ремонтні операції, навантажувально-розвантажувальні процеси й транспортно-складські роботи.

Вагому частку становить електротравматизм, для якого характерна підвищена частота смертельних наслідків. Основні причини тяжких уражень електричним струмом під час обслуговування електроустаткування або роботи поблизу нього: виконання робіт під напругою (що заборонено), помилки та дефекти монтажу електропроводки й електрообладнання, застосування проводів із неякісною ізоляцією, механічні пошкодження ізоляції живильних кабелів і заземлювальних провідників.

Керівники підприємства, технічних служб, а також начальники цехів, виробництв, змін і дільниць несуть визначені обов'язки щодо забезпечення техніки безпеки та охорони праці.

Ключові напрями зниження виробничого травматизму передбачають:

- підготовку фахівців з охорони праці та пожежної безпеки і системне підвищення рівня знань з охорони праці для всіх інженерно-технічних працівників;
- забезпечення працівників чинними нормативними документами у сфері охорони праці та пожежної безпеки;
- організацію та проведення триступеневого контролю за станом і утриманням обладнання, машин, установок, будівель і споруд

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Бабанова О.І.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Чайковський А.С.	<i>Назва, додаткова назва</i> Заходи щодо охорони праці	221608.KP.06.009 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/14

відповідно до чинних вимог, із недопущенням експлуатації несправних або таких, що не відповідають нормативам, об'єктів;

- підвищення якості навчання та інструктажів з охорони праці, а також недопущення до роботи працівників, які не пройшли інструктаж;
- забезпечення персоналу ефективними засобами захисту з урахуванням специфіки виробничих процесів.

Порядок розслідування аварій і нещасних випадків на підприємстві здійснюють відповідно до вимог ДНАОП 0.00-4.03-98.

9.2 Служба ОП

Охорона праці — це система законодавчих актів і пов'язаних із ними соціально-економічних, технічних, гігієнічних та організаційних заходів, спрямованих на забезпечення безпеки, збереження здоров'я і працездатності працівника під час трудової діяльності.

Організацію та керівництво роботою з охорони праці на підприємствах харчової промисловості здійснює адміністративно-технічний персонал: на рівні підприємства — директор і головний інженер, а на рівні структурних підрозділів (цехів, дільниць, лабораторій) — керівники відповідних підрозділів. До їхніх основних обов'язків належать:

1. створення безпечних умов під час виконання технологічних та інших виробничих процесів, а також забезпечення безпеки обладнання, будівель і споруд;
2. забезпечення оптимальних умов і режимів праці в приміщеннях, де працюють робітники та службовці;
3. забезпечення працівників спеціальним одягом і засобами індивідуального захисту;

4. своєчасна реалізація заходів з техніки безпеки, виробничої санітарії, механізації та автоматизації важких і особливо небезпечних робіт;
5. навчання робітників та інженерно-технічного персоналу безпечним методам роботи і регулярне проведення інструктажів.

9.3 Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів в цеху обробки свинячих черев

На виробництві для реалізації заходів із запобігання нещасним випадкам, а також для загального поліпшення та оздоровлення умов праці, впроваджують комплекс організаційних, технічних і санітарно-гігієнічних дій.

У цеху переробки кишок основними заходами є:

- впровадження систем автоматичного та дистанційного керування, контролю і сигналізації параметрів технологічних процесів;
- удосконалення роботи систем вентиляції та кондиціонування з урахуванням наявності стійких запахів у виробничій зоні;
- забезпечення належного опалення та освітлення, зокрема посилення штучного освітлення через недостатність природного (освітлення переважно через бокові віконні прорізи);
- приведення виробничих приміщень і планування санітарно-побутових приміщень у відповідність до вимог охорони праці;
- організація навчання з охорони праці з проведенням підсумкової атестації обслуговуючого персоналу.

9.3.1 Опис машини

Шлямівочна машина ФОК-С призначена для руйнування та відокремлення оболонок, що підлягають видаленню.

Будова і принцип роботи. Машину ФОК-С установлено на двох П-подібних зварних стійках і чавунній плиті. Основні вузли — два робочі валики та відбійний лопатевий валик.

Верхній робочий валик із поздовжнім рифленням виконано з нержавіючої сталі, нижній — із твердої гуми. Відбійний лопатевий валик металевий. Зазор між робочими валиками регулюють поворотом рукояток ексцентрикового механізму. Опорами валиків слугують підшипники ковзання. Привід валиків здійснюється від електродвигуна через муфту та шестеренний редуктор.

Шлямовочна машина ФОК-С (рис. 10.3.1) входить до складу лінії обробки свинячих кишок і складається зі стійок 1, 2 та чавунної плити 3, на якій змонтовано валики 7, 10, 11, редуктор 6 і електродвигун 4.

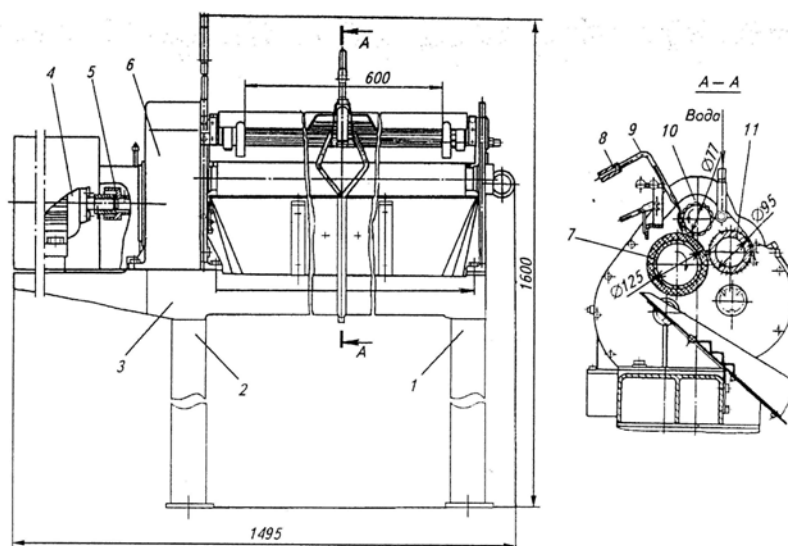


Рис. 9.3.1 Шлямовочна машина ФОК-С

1, 2 — стійки; 3 — плита; 4 — електродвигун; 5 — муфта; 6 — редуктор; 7 - підтримуючий гладкий валик; 8 — опора шнекового транспортера; 9 — напрямна; 10 — рифлений валик; 11 — пластинчатий валик.

Підтримувальний валик 7 — гладкий, гумовий; він обертається у стаціонарно закріплених підшипниках ковзання. Валик 10 — сталевий із поздовжнім рифленням, призначений для транспортування кишок і подрібнення баластових оболонок. Обидва валики мають однакову колову швидкість 0,13 м/с і обертаються назустріч один одному.

Валик 11, оснащений поздовжніми металевими пластинами, обертається в одному напрямку з рифленим валиком, однак його колова швидкість становить 7,53 м/с, що забезпечує зскрібання попередньо подрібнених баластових оболонок.

Подачу кишок у машину здійснюють шнековим транспортером, закріпленим в опорі 8, з подальшим переміщенням по напрямній 9. Пластинчастий валик 14 приводиться в обертання від електродвигуна 9 через муфту 5 і зубчасті передачі. Обертання підтримувальному валику 1 передається від шестірні через блок «зубчасте колесо — шестерня», встановлений на проміжній осі, до зубчастого колеса 4; через відповідну передачу забезпечується обертання рифленого валика 2. Довжина валиків становить 0,7 м.

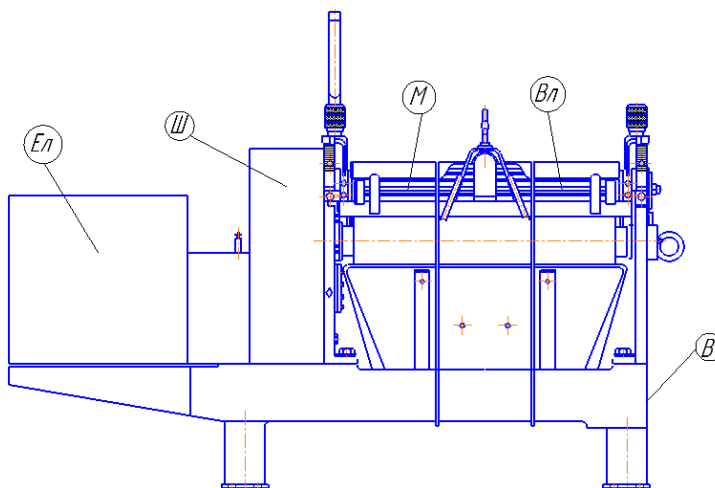


Рис. 9.3.2 Шлямовочна машина ФОК-С

В – Вібрація, Ш – Шум, Ел – Електричне ураження, Вл – Вологість, М – Механічне ураження.

9.3.2 Повітря робочої зони

Під час трудової діяльності людина витрачає енергію, яку організм отримує з їжі. Інтенсивність енерговитрат визначається характером і напруженістю роботи, а також параметрами виробничого середовища, передусім якістю повітря в приміщенні. Сукупність параметрів повітряного середовища у виробничій зоні називають мікрокліматом (метеорологічними умовами) виробничих приміщень.

Мікроклімат підлягає нормуванню за допустимими значеннями. Умови праці нормуються за ДСН 2874-82 та ГОСТ 7724-82, які передбачають: температуру не вище 28 °С, відносну вологість не вище 80% та швидкість руху повітря $V \leq 0,9$ м/с.

Вентиляційні системи оснащують контрольно-вимірювальними приладами та засобами автоматизації відповідно до вимог розділу 9 СНіП 2.04.05-91. Відстань між повітрозабірними отворами та викидами витяжних систем в атмосферу приймають згідно з п. 75 СНіП 2.04.05-91 і вона має перевищувати 10 м.

Зниження шуму від вентиляційного обладнання забезпечують такими заходами:

- обмеженням колової швидкості робочого колеса вентилятора до 30 м/с;
- обмеженням швидкості повітря в повітроводах до 10–12 м/с, а також ретельним балансуванням робочого колеса та регулюванням підшипників;
- віброізоляцією вентиляторів і повітроводів від будівельних конструкцій (віброізолювальні основи, гнучкі вставки).

Таблиця 9.3.2.1

№ по р	Професія	Категорія робіт за важкістю	Температура, °С на робочих місцях				Відносна вологість, Ф, %	Швидкість руху повітря, м/с
			Верхня границя		Нижня границя			
			постійних	непостійних	постійних	непостійних		
1	Оператор віджим-них валків	16	Холодна пора року				75	0,1-0,3
			20	22	18	15		
			Тепла пора року					
2	Оператор шлямодри-бильної машини	11 а	Холодна пора року				75	Не більше 0,3
			18	19	17	16		
			Тепла пора року					
			23	24	18	17	75	0,2-0,4

Допустимі значення $t < 28^{\circ}\text{C}$, $\Phi < 80\%$, $V < 0,9$ м/с.

9.3.3. Шум

Шум є одним із найпоширеніших шкідливих виробничих факторів, що негативно впливає на працівника. Він погіршує стан здоров'я та знижує ефективність роботи: під дією шуму швидше настає втома, зростає кількість помилок, підвищується ризик травматизму та зменшується продуктивність праці.

Останніми роками простежується стійка тенденція до підвищення рівнів шуму на виробництві, що пов'язано зі зростанням потужності та інтенсивності роботи технологічного обладнання.

На лінії обробки кишок основними джерелами шуму є віджимні валки, шлямовочна машина та транспортер як складові технологічної лінії.

Зниження шуму на робочих місцях забезпечують комплексом заходів:

- зменшенням шуму в джерелі його виникнення за рахунок технологічних та експлуатаційних рішень;
- штучним підвищенням втрат звукової енергії в середовищі (звукопоглинання);

- обмеженням поширення шуму і вібрацій (звукоізоляція, віброзахист);
- застосуванням засобів індивідуального захисту.

Зменшення шуму безпосередньо в джерелі також досягають заміною металевих елементів на полімерні матеріали, які мають нижчу «звучність» і краще демпфують коливання.

Звукопоглинання — це перетворення звукової енергії на теплову під час проходження звукової хвилі в просторі або при взаємодії з огорожувальними поверхнями. Для зменшення відбитого звуку застосовують акустичну обробку приміщень: облицювання стелі та стін звукопоглинальними матеріалами. Такі матеріали мають пористу структуру; пори повинні бути відкритими з боку падіння звукової хвилі та, як правило, наскрізними. До пористих звукопоглинальних матеріалів належать акустичні плити, пемзоліт, вермікуліт тощо.

9.3.4 Вібрація

Основою профілактики вібраційної хвороби є застосування обладнання та інструментів із параметрами вібрації, що не перевищують вимоги ДСТУ (табл. 9.3), а також упровадження технологічних рішень, які мінімізують або повністю усувають вплив виробничої вібрації на працівників.

На лінії обробки кишок джерелами вібрації є механізований транспортер, привід віджимних валків, а також привід і робочі органи шлямодробильної машини.

Зниження вібрації на робочих місцях забезпечують комплексом заходів:

- зменшенням вібрації в джерелі її виникнення (технологічними та експлуатаційними рішеннями);
- штучним збільшенням втрат енергії в системі (вібропоглинання);
- обмеженням поширення коливань (віброізоляція);

- застосуванням засобів індивідуального захисту.

Гасіння вібрацій у джерелі їх утворення досягають, зокрема, за рахунок:

- усунення неврівноважених мас (статичного та динамічного балансування);
- підвищення точності виготовлення і складання деталей: зменшення технологічних допусків, мінімізація зазорів і локальних навантажень, забезпечення точного центрування та співвісності спряжених елементів;
- своєчасного технічного обслуговування й ремонту обладнання;
- застосування у з'єднаннях ущільнень і конструктивних елементів, що знижують передачу коливань між деталями.

Таблиця 9.3.4.1

Середньо геометрич ні частоти, Гц	Граничні значення нормованого параметру									
	по віброприскоренню,					по віброшвидкості				
						м/с м/с 10 ⁻²				ДБ
	в 1/3 окт.		в 1/1 окт.		в 1/3 окт.		в 1/1 окт.		в 1/1 окт.	
	Z	X, Y	Z	X, Y	Z	X, Y	Z	X, Y	Z	X, Y
0,8	0,71	0,224	1,10	0,39	14,12	4,45	20,0	6,30	132	122
1,0	0,63	0,224			10,03	3,57				
1,25	0,55	0,224			7,13	2,85				
1,6	0,50	0,224	0,79	0,42	4,97	2,29	7,10	3,50	123	117
2,0	0,45	0,224			3,58	1,78				
2,5	0,40	0,280			2,55	1,78				
3,15	0,355	0,355	0,57	0,8	1,79	1,78	2,50	3,20	114	116
4,0	0,35	0,450			1,25	1,78				
5,0	0,315	0,560			1,00	1,78				
6,3	0,315	0,710	0,6	1,62	0,80	1,78	1,30	3,20	108	116
8,0	0,315	0,900			0,64	1,78				
10,0	0,40	1,12			0,64	1,78				
12,5	0,50	1,40	1,14	3,20	0,64	1,78	1,10	3,20	107	116
16,0	0,63	1,80			0,64	1,78				
20,0	0,80	2,24			0,64	1,78				
25,0	1,0 1,25	2,80	2,26	6,38	0,64	1,78	1,10	3,20	107	116
31,5	1,60	3,55			0,64	1,78				
40,0		4,50			0,64	1,78				
50,0	2,00	5,60	4,49	12,7	0,64	1,78	1,10	3,20	107	116
63,0	2,50	7,10		6	0,64	1,78				
80,0	3,15	9,00			0,64	1,78				

Для вібропоглинання застосовують матеріали з високим внутрішнім тертям (пластмаси, деревина, гума тощо), що підвищує втрати енергії в коливальній системі. Додатково вібропоглинання забезпечують нанесенням на віброуючі поверхні пружно-в'язких покриттів, зокрема мастик типу ВД 17-58, ВД 17-59, ШВИМ. Їх дія полягає у зменшенні амплітуди коливань за рахунок перетворення частини механічної енергії в тепло під час деформації покриття.

Як засоби індивідуального захисту від вібрації доцільно використовувати взуття з амортизувальною підошвою та рукавиці з вібропоглинальними пружними вставками (ущільненнями).

9.3.5 Освітлення

У цеху природне освітлення забезпечується через бічні віконні прорізи в стінах. Для запобігання потраплянню прямих сонячних променів на продукцію та перегріванню приміщення в літній період вікна оснащено захисними жалюзі. У відділенні змонтовано систему штучного освітлення, а також передбачено аварійне освітлення, яке забезпечує 5% від нормованої освітленості цеху.

Для освітлення приміщення застосовують люмінесцентні лампи типу ЛД 02×40, установлені у світильниках ЛОУ. За графіком здійснюють контроль стану вікон і світильників та перевіряють справність аварійного освітлення. Вікна і світильники регулярно миють, несправні лампи замінюють; очищення виконують не рідше одного разу на три місяці. Для зниження ризику травматизму під час миття скла та світильників використовують спеціальні пересувні пристрої.

За видом джерела світла освітлення поділяють на природне (сонячне), штучне та суміщене, коли в світлу пору доби одночасно використовують

природне і штучне світло. Штучне освітлення, у свою чергу, поділяють на робоче та аварійне (для продовження роботи або для евакуації людей).

Робоче освітлення є обов'язковим у всіх приміщеннях і на освітлюваних територіях для забезпечення нормальної роботи, безпечного проходу людей і руху транспорту за відсутності або недостатності природного освітлення. Аварійне освітлення для продовження роботи необхідне там, де раптове вимкнення робочого освітлення може спричинити порушення обслуговування обладнання і механізмів та, як наслідок, аварійні ситуації (вибух, пожежу, отруєння), тривале порушення технологічного процесу або підвищення ризику травматизму, зокрема у місцях масового перебування людей.

У цеху обробки кишок застосовують природне та штучне освітлення. Електроосвітлення забезпечує нормовані рівні освітленості відповідно до чинних вимог ВНтП-СГП-46-24.95 «Виробництва забою та первинної обробки сировини».

Таблиця 9.3.5.1

Норми освітленості штучним світлом

Характеристика роботи	Розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд роботи	Підрозряд роботи	Контраст об'єкта з фоном	Фон	Найменша освітленість при лампах розжарювання, лк
						загальне
Малої точності	Від 1 до 0,5	V	б	Малий	Середній	200

Таблиця 9.3.5.2

Нормовані значення КПО для виробничих процесів

Характеристика зорової роботи,	Найменший розмір	Розряд зорової	Коефіцієнт природної Освітленості $e_{\text{н}}$, %
			При бічному освітленні
Середньої точності, апаратник	0.5... 1	IV	1,4
Малої точності, розбирач	1...5	V	0,9

9.3.5.2 Заходи з електробезпеки

Для запобігання ураженню електричним струмом у цеху обробки кишок передбачають заземлення всіх металевих частин силових та освітлювальних установок, які в нормальному режимі не перебувають під напругою, але можуть опинитися під нею у разі пошкодження ізоляції.

Щити керування та електрообладнання заземлюють із використанням нульових жил кабелів живлення та металевих труб силової мережі. Це обумовлено підвищеною вологістю в цеху та наявністю струмопровідної підлоги, що підвищує ризик ураження електричним струмом. Контроль, огляд і перевірку стану електромережі, електродвигунів, пускових пристроїв і заземлення виконують лише кваліфіковані фахівці.

Розподільчі щити та централізовані пульти керування мають бути обладнані суцільними або сітчастими огорожами; їх відкривання або зняття допускається тільки за допомогою ключів.

Під час обслуговування електроустановок важливими є попереджувальні плакати і таблички, зокрема: «СТІЙ! Висока напруга», «Не вмикати — працюють люди», а також інші знаки, що інформують про небезпеку для персоналу. В електроустановках напругою до 1000 В до

основних засобів захисту належать діелектричні рукавиці та інструмент з ізолюваними ручками. До допоміжних засобів захисту під час експлуатації установок до 1000 В відносять діелектричні чоботи, гумові килимки та ізолювальні підставки.

Таблиця 9.3.5.2.1

Основні показники проекту

№ п/п	Найменування	Кількість значень
1	Напруга, кВт - силових струмоприймачів - освітлення	0,38/0,22 0,22
2	Встановлена потужність (за проектом), кВт	6,4

9.3.5.3 Заходи з пожежної безпеки

Безпека виробництва визначається: рівнем пожежної безпеки та властивостями матеріалів, що застосовуються в технологічних процесах; конструктивними особливостями й режимами роботи обладнання; наявністю потенційних джерел запалювання; а також умовами, що можуть сприяти швидкому поширенню вогню у разі пожежі.

Категорія приміщення за вибухопожежною небезпекою — Д.
Ступінь вогнестійкості — 3.

Для пожежогасіння в цеху передбачено: протипожежні крани з рукавами, пінні вогнегасники, ящики з піском, а також щити з протипожежним інструментом. В адміністративно-побутових приміщеннях встановлено автоматичні пожежні сповіщувачі. На території підприємства передбачені первинні засоби пожежогасіння: пісок, вода та вогнегасники.

Шляхи евакуації:

1. через основні двері (вхід/вихід) і запасні виходи, призначені для використання в аварійних ситуаціях;
2. через вікна, позначені написом «Запасний вихід».

9.3.6 Пропозиції щодо покращення умов праці

Забезпечення належного рівня охорони праці передбачає надання працівникам чинних правил, стандартів, норм, положень та інструкцій, а також системний контроль відповідності машин, механізмів, технологічних процесів і обладнання вимогам нормативно-правових актів з охорони праці.

Працівників необхідно забезпечувати колективними та індивідуальними засобами захисту від шкідливих і небезпечних виробничих факторів, лікувально-профілактичним харчуванням (за потреби), мийними засобами та належними санітарно-побутовими приміщеннями.

Доцільним є впровадження принципу матеріального стимулювання працівників, які відповідально виконують виробничі обов'язки та беруть активну участь у підвищенні рівня безпеки і поліпшенні умов праці.

Висновки

У даній кваліфікаційній роботі виконано модернізацію шлямповочної машини ФОК-С, що передбачає удосконалення валків і системи подачі води.

У результаті проєктування запропоновано оригінальні конструктивні рішення, розраховано основні кінематичні та силові параметри, розроблено схему автоматизації, а також визначено техніко-економічний ефект від упровадження машини у виробничі умови.

Машина відрізняється від наявних аналогів застосуванням валків, які характеризуються підвищеною надійністю, конструктивною простотою та зручністю технічного обслуговування, а також забезпечують можливість точного регулювання зазору між валками.

З економічної точки зору отримані показники є достатньо високими та підтверджують доцільність запропонованого технічного рішення. Порівняно із зарубіжними аналогами машина є простою в керуванні та виготовлена з деталей і вузлів, виробництво яких здійснюється в Україні, що сприяє зменшенню витрат на експлуатацію й обслуговування.

Отже, запропонована в кваліфікаційній роботі машина є економічно ефективною та може бути рекомендована для подальшого застосування на підприємствах харчової промисловості.

Під час виконання кваліфікаційної роботи використовувалися комп'ютерні програмні засоби.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Бабанова О.І.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Чайковський А.С.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> Висновок	221608.KP.06.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/1

Список використаних літературних джерел

1. Бабанов І.Г., Гавва О.М., Бабанова О.І., Чепелюк О.М., Беседа С.Д. Монтаж, експлуатація, діагностика та ремонт обладнання м'ясопереробних підприємств / І.Г. Бабанов, О.М. Гавва, О.І. Бабанова та інші – К.: Видавництво «Сталь», 2015. – 600 с.
2. Вікіпедія (електронний ресурс) Режим доступу: <http://uk.wikipedia.org> (дата звернення 20.12.2025). – Назва з екрана.
3. Загальні технології харчових виробництв: підручник / В.А. Домарецький, П.Л. Шиян, М.М. Калакура, Л.Ф. Романенко. – К. : Університет "Україна", НУХТ, 2010. – 814 с.
4. Заплетніков І.М. Експлуатація і обслуговування технологічного обладнання харчових виробництв: навч. посіб. / І.М. Заплетніков, В.Г. Мирончук, В.М. Кудрявцев – К.: «Кафедра», «Центр учбової літератури», 2012. – 344с.
5. Купчик М. П. Основи охорони праці / М. П. Купчик, М. П. Гандзюк, І. Ф. Степанець, В. Н. Вендичанський, А. М. Литвиненко, О. В. Іваненко. – К.: Основа, 2000. – 416 с.
6. Машинобудування та сат-технології [Електронний ресурс]: методичні рекомендації до виконання курсової роботи здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальностей 131 «Прикладна механіка» освітньо-професійної програми «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування» освітньо-професійної програми «Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв» денної та заочної форми навчання / уклд. Ю.І. Бойко – К.: НУХТ, 2023. – 33 с.
7. Методичні рекомендації до виконання випускної роботи на здобуття освітнього ступеня "Бакалавр" спеціальності 133 «Галузеве

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Бабанова О.І.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Чайковський А.С.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> Список використаних літературних джерел	220608.KP.06.000 ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/3

машинобудування» освітньо-професійної програми «Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв» денної та заочної форм навчання / Уклад.: В.Г. Мирончук, М.В. Якимчук, О. М. Гавва, Р.Л. Якобчук, Є.М. Бабко – Київ.: НУХТ, 2022. - 48 с.

8. Монтаж і технічний сервіс обладнання [Текст]: підручник / В. Г. Мирончук, М. В. Якимчук, Д. М. Люлька, С. О. Володін ; Національний університет харчових технологій. — Київ : НУХТ, 2024. — 267 с.

9. Монтаж та технічний сервіс обладнання. Практикум [Текст]: навч. посіб. / В. Г. Мирончук, Д. М. Люлька, О. А. Єщенко, О. І. Свідерська ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т харч. технол. — Київ : НУХТ, 2017. — 162 с.

10. Обладнання м'ясопереробних виробництв: експлуатація та діагностування : підручник / І. Г. Бабанов, В. В. Малишев, А. Т. Ратушенко, О. І. Бабанова. – Київ : Університет Україна, 2021. – 429 с.

11. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. / Підручник. / В.Г. Мирончук , І.С. Гулий, М.М. Пушанко та ін. ; за ред. В.Г. Мирончука.– Вінниця: Нова книга, 2007. – 648 с.

12. Процеси і апарати харчових виробництв [Текст] : підруч. / О. С. Марценюк, Л. М. Мельник ; НУХТ. — К. : НУХТ, 2011. — 407 с.

13. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості: навч. посіб. / Мирончук В.Г., Орлов Л.О., Пушанко М.М. та ін. — Вінниця: Нова книга, 2004. —288с.

14. Справочник механика пищевой промышленности / А.И. Соколенко, А.И. Украинец, В.Л. Яровой и др.; Под ред. А.И. Соколенко. – К.: АртЭк, 2004. – 304 с.: ил.

15. Сухенко Ю.Г., Бойко Ю. І. Технологічні основи машинобудування. Лабораторний практикум: Навч. посібник/За ред. проф. Ю. Г. Сухенка – К.: НУХТ ,2009.- 262 с.

16. Сухенко, Ю.Г. Надійність і довговічність устаткування харчових і переробних виробництв: підруч. для студентів ВНЗ / Ю.Г.Сухенко, О.А. Литвиненко, В.Ю. Сухенко. —К.: НУХТ, 2010. —547 с.

17. Технологічне обладнання для переробки продукції тваринництва / Гвоздєв О.В., Ялпачик Ф.Ю., Рогач Ю.П., Кюрчева Л.М. – Суми: Довкілля, 2004. – 420 с.

18. Технологія м'яса та м'ясних продуктів : підручник / М. М. Клименко, Л. Г. Віннікова, І. Г. Береза, Г. І. Гончаров ; за ред. М. М. Клименка. – Київ : Вища освіта, 2006. – 640 с.

19. Чепелюк, О.О. Гігієнічні вимоги до проектування обладнання харчових виробництв: підруч. / О.О. Чепелюк, О.А .Єщенко, Ю.Ю. Доломакін. – К.: НУХТ, 2017. – 311с.