

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО
СЕРВІСУ ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: **“Підвищення ефективності технологічного процесу
обробки м’ясної сировини із використанням модернізованого
вовчка К6-ФВП-120”**

Виконав: студент IV курсу групи Аін-41

Спеціальності 208 „Агорінженерія”

(шифр і назва)

Жидачевський Володимир Андрійович

(Прізвище та ініціали)

Керівник: Буртак В.В.

(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО
СЕРВІСУ ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри _____
(підпис)

к.т.н., доцент Шарибура А.О.

“ ” _____ 2023 р.

З А В Д А Н Н Я

на дипломний проєкт студенту

Жидачевському Володимирі Андрійовичу

1. Тема проєкту: **“Підвищення ефективності технологічного процесу обробки м’ясної сировини із використанням модернізованого вовчка КБ-ФВП-120”**

Керівник проєкту: Буртак Володимир Володимирович, к.т.н., доцент

Затверджена наказом по університету від 30.12.2022 року № 453/К-С

2. Строк здачі студентом закінченого проєкту 12.06.2023 року

3. Вихідні дані: основні показники ефективності технологічного процесу обробки м’ясної сировини згідно різних технологій; навчальна, наукова, довідкова література, патентний пошук.

4. Перелік питань, які необхідно розробити:

1. Характеристика об’єкта проєктування.

2. Розрахунок елементів технологічного процесу.

3. Конструктивна розробка.

4. Охорона праці.

5. Розрахунок техніко-економічних показників.

Висновки і пропозиції.

Бібліографічний список.

5. Перелік ілюстраційного матеріалу

1. Схема технологічного процесу - 1-ий аркуш.

2. Схема ПТЛ - 2-ий аркуш.

3. Аналіз констукцій машин - 3-ий аркуш.

4. Загальний вигляд – 4-й арк.

5. Робочі креслення деталей – 5 -ий арк.

6. Результати розрахунку техніко-економічних показників – 6-ий арк.

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1,2,3,5	Буртак В.В. к.т.н., доц. кафедри агроінженерії та технічного сервісу імені професора Олександра Семковича			
4	Тимочко В.О., к.т.н., доцент завідувач кафедри УПБВ			

7. Дата видачі завдання: 30.12.2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор.	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Відмітка про виконання
1.	<i>Написання розділу: «Характеристика об'єкта проєктування»</i>	30.12.22-23.01.23	
2.	<i>Виконання другого розділу: «Розрахунок елементів технологічного процесу»</i>	24.01.23-20.02.23	
3.	<i>Виконання третього розділу: «Конструкторська розробка»</i>	21.02.23-20.03.23	
4.	<i>Написання розділу: «Охорона праці»</i>	21.03.23-17.04.23	
5.	<i>Виконання розділу: «Розрахунок техніко-економічних показників»</i>	18.04.23-22.05.23	
6.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки. Завершення роботи в цілому</i>	23.05.23-12.06.23	

Студент _____ Володимир Жидачевський
(підпис)

Керівник проєкту _____ Володимир Буртак
(підпис)

УДК 664.628(477.88)

Дипломний проєкт: 59 с. текст. част., 10 рис., 4 табл., 6 арк. формату А1, 18 джерел літератури.

“Підвищення ефективності технологічного процесу обробки м'ясної сировини із використанням модернізованого вовчка К6-ФВП-120”.

Жидачевський В.А. - Дипломний проєкт. Кафедра агроінженерії та технічного сервісу імені професора Олександра Семковича – Дубляни, Львівський національний університет природокористування, 2023.

На основі аналізу об'єкта проектування здійснено розробку технології виробництва ковбасних виробів, вибрано засоби механізації операцій технологічного процесу.

Проведено удосконалення машини для подрібнення м'яса, зокрема визначення подачі потужності, необхідної для їх приводу, а також основних конструктивних параметрів: розміри ємності, розміри і частота обертання робочих – органів.

Розроблено заходи для забезпечення життєдіяльності та охорони праці ковбасного підприємства.

Розраховано техніко-економічні показники ковбасного виробництва, зокрема рентабельність, річний економічний ефект та термін окупності капітальних вкладень.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	7
1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ	9
1.1. Характеристика оцінки якості м'ясопродуктів	9
1.2. Огляд та аналіз існуючих технологій	11
1.3. Обґрунтування теми дипломного проекту	16
2. РОЗРОБКА ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	17
2.1 Обґрунтування переліку та обсягів продукції, яка планується випускати	17
2.2 Технологічні розрахунки потоково-технологічної лінії (ПТЛ)	18
2.2.1 Визначення продуктивності ПТЛ та підбір машин і обладнання	18
2.3 Розробка технологічної схеми процесу переробки м'ясної сировини у ковбасні вироби	22
2.4 Визначення розмірів проектного підприємства	23
2.5 Розрахунки потреб води, пари та електроенергії	24
3. КОНСТРУКТОРСЬКА РОЗРОБКА	26
3.1. Аналіз існуючих машин для подрібнення сировини	26
3.2. Санітарні та технічні вимоги до подрібнювальної машини	29
3.3. Обґрунтування розроблюваної конструкції подрібнювальної машини	30
3.4. Технологічний розрахунок	34
3.4.1 Розрахунок вовчка	34
3.4.2 Розрахунок потужності електродвигуна	36
3.4.3 Кінематичний розрахунок та вибір електродвигуна	37
3.4.4 Розрахунок крутних моментів та кутових швидкостей	38

3.5. Механічний розрахунок	40
3.5.1 Розрахунок клинопасової передачі	40
3.5.2 Попередній розрахунок валів редуктора	42
3.5.3 Розрахунок на міцність шпонкового з'єднання	43
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	44
4.1. Структурно-функціональний аналіз технологічного процесу виробництва ковбасних виробів	44
4.2. Розроблення моделей травмонебезпечних ситуацій	45
4.3. Обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій стосовно безпечного перебігу виробничого процесу	46
4.3.1 Правила безпеки у цехах і обладнанні по виробництву ковбасних виробів	46
4.3.2 Розрахунок вентиляції в цеху по виробництву ковбасних виробів	47
4.3.3 Розрахунок природного і штучного освітлення	48
4.3.4 Розрахунок захисного заземлення	50
4.3.5 Протипожежні заходи	51
5. РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ	52
5.1. Визначення обсягу та структури витрат на виробництво продукції	52
5.2. Визначення рентабельності підприємства, цеху та строк окупності додаткових капіталовкладень	55
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ	57
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	58

ВСТУП

Сільськогосподарська промисловість України - одна із провідних галузей народногосподарського комплексу. За обсягом валової продукції вона посідає друге місце після машинобудування і металообробки, третє за кількістю робітників, п'яте за вартістю основних виробничих фондів. Особливістю є високий рівень матеріалоемності виробництва. В структурі собівартості харчових продуктів, витрати на сировину і матеріали складають приблизно 85-90%.

У процесі розвитку найбільший економічний ефект дадуть ті рішення, які направлені на раціональне використання сировини і матеріалів, впровадження матеріалозберігаючої техніки та технології. Головним важелем інтенсифікації народного господарства на сьогодні є кардинальне прискорення науково-технічного прогресу, широке впровадження техніки нових поколінь і нових технологій, що забезпечують високу продуктивність і ефективність виробництва.

Перехід до ринкових умов господарювання вимагає не тільки збільшення обсягу, а й зниження собівартості вироблюваної продукції для підвищення її конкурентоздатності. Основними умовами забезпечення розвитку галузі є комплексна механізація виробничих процесів, кваліфіковане обслуговування і бережливе використання машин та обладнання.

Причиною відставання вітчизняної промисловості є низький рівень концентрації виробництва. Так на даний час в Україні функціонує більше 16 тисяч підприємств переробної промисловості. Особливо багато в борошно - круп'яній, хлібній, м'ясній плодоовочевій та оліє жировій промисловості.

Тому підвищення рівня концентрації виробництва є одним з основних питань в галузі, що вирішує практично всі проблеми прискорення технічного процесу. При великих обсягах виробництва економічно ефективно комбінувати процеси, що забезпечують утилізацію відходів і комплексне використання сировини, зниження сезонності виробництва, впровадження

безвідходної технології та охорону навколишнього середовища. Переробка вторинної сировини - один із шляхів вирішення продовольчої проблеми. Другий шлях - виробництво продуктів харчування штучним способом.

Технічний процес у сільськогосподарському виробництві направлений до розробки комплексно-механізованих і автоматизованих підприємств, а також заводів-автоматів, оснащених обладнанням з високою одиничною потужністю і програмним управлінням. Це забезпечить підвищення продуктивності праці в 3-4 рази порівняно з рівнем, який є досягнутий на даний час.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ

1.1 Характеристика оцінки якості м'ясопродуктів

У сільськогосподарських підприємствах у яких відсутнє власне забійне відділення, м'ясопродукти надходять у тушах або напівтушах, а також можливо чвертях. Надалі здійснюється оцінка якості м'ясопродуктів за відповідними способами[1]:

- органолептичними, зокрема запахом, кольором, консистенцією та смаком;
- лабораторними, а саме бактеріоскопією, реакція на 5% і 10% розчин мідного купоросу; бензидиновими пробами; реакцією рН; реакція на формалін; вмісту аміноаміачного азоту.

Для здійснення лабораторних методів використовують спеціальні хімічні препарати та фахові підготовлені фахівці, а дослідження проводять у спеціалізованих лабораторіях.

Органолептичну характеристику м'ясопродуктів характеризують:

Яловичину - темно-червоного кольору малинового (молодих тварин) або вишневого відтінку (бики, старі корови.). Оцінка в розрізі характеризується грубозернистою структурою із чітко вираженою мрамурністю, консистенція м'язової тканини є пружною, жирова тканина світло-жовтого кольору має крихкуватий характер та приємний запах.

Свинина - м'язові тканини рожево-червоного кольору із м'якою консистенцією та тонкозернистою структурою, з'єднувальні тканини тонші і ніжніші, у порівнянні із яловичиною. Сира свинина (крім кастрованих самців) майже не має запаху, щодо жирових тканин (шпика або сала) молочно-білого, зокрема із рожевим відтінком, та відсутністю стороннього запаху.

Класифікацію м'ясопродуктів згідно температурного стану здійснюють[2,4,12]:

- 1) свіжина (після забою) – $t \geq 35^{\circ}\text{C}$;

- 2) вистигле – $t \leq 12^{\circ}\text{C}$;
- 3) охолоджене – $0^{\circ}\text{C} \leq t \leq 4^{\circ}\text{C}$;
- 4) підморожене – $t = -2^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$;
- 5) заморожене – $t \leq -8^{\circ}\text{C}$;
- 6) на тривалому зберіганні – $t = -18^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$.
- 7) розморожене – $t \geq 1^{\circ}\text{C}$;

Класифікація туш тварин здійснюється за рівнем вгодованості, зокрема туші ВРХ (дорослих тварин, молодняка і телят) поділяють на дві категорії:

- I-ша категорія – м'язові тканини розвинені добре, бедра та лопатки без впадин, ребра не проглядаються, підшкірного жиру багато та його чітко видно;

- II-га категорія – м'язи розвинені слабо, бедра та лопатки мають впадини, підшкірного жиру мало, або його взагалі нема, проглядають ребра.

Свиней класифікують на 5 категорій.

Свиней класифікують згідно наступних ознак:

- I-ша – беконна – м'язі тканини розвинені добре, зокрема на спині та тазі; щільний шпик, рівномірно розподілений по товщині не більше 1,5 см; довжина туші від 1-го ребра до зрощення лонних кісток більше 75 см; шкіра біла, без пігментації, поперечних складок, пухлин, пошкоджень та розрізів; маса туші від 53 до 75 кг;

- II-га – м'ясна, молодняк – згідно показників що характеризують першу групу, а маса туші від 69 до 86 кг; товщина шпика 1,5...4 см у найтовщих місцях;

- III-тя – жирна – товщина шпика більше 4 см, маса туші не категоруються;

- IV-та – промислова переробка – маса туші повинна знаходитись у межах 86 кг, а товщина шпика від 1,5 до 4 см;

- V-та – поросята – маса туші від 3 до 36 кг, шкіра згідно показників I-ї категорії, ребра та хребці не повинні виступати.

1.2 Огляд та аналіз існуючих технологій

Виробництво ковбасних виробів передбачає використання м'язових тканин отриманих після забою здорових тварин, які характеризуються високою якістю без ознак мікробного псування. На прикладі виробництва варених та варено-копчених ковбас подано технологічний процес виробництва ковбасних виробів, який складається із наступних технологічних операцій.

Сировина при виробництві ковбасних виробів надходить у охолодженому та замороженому стані тушами, пів тушами або четвертинами. При прийманні сировини здійснюється уточнення згідно відповідності властивості та стану сировини стандарту, зокрема щодо вгодованості, свіжості м'яса, стану зачищення, надалі здійснюється зважування. Щодо шпика, здійснюється зовнішній огляд, пожовтілі шари вилучають. При невідповідності стандарту сировину направляють на додатковий лабораторний аналіз.

Технологічні процеси переробка замороженого м'яса та м'ясних продуктів починається із розморожування. Процеси розморожування здійснюються згідно умов, які забезпечують одержання м'яса яке відповідає характеристикам охолодженого. Зміни хімічного складу, а інколи властивостей продукту при розмороженні можуть зумовлювати виділення тканинної рідини, втрати розчинних вітамінів, білків, мінеральних солей, азотистих екстрактивних речовин, а інколи розвиток мікробіологічних та біохімічних процесів. М'ясний сік який вивільняється у процесі розморожування м'яса призведе до зниження гідратації м'язових білків, відбудуться зміни початкового співвідношення розподілу води між структурними елементами тканин, що буду мати вплив на подальше зберігання. Використання повітряного середовища являється найпоширенішим способом розморожування м'яса у промисловості [2,11,14].

Прискорене розморожування здійснюється при температурі повітря -

20,2°C та відносній вологості повітря – 94,2%, швидкості повітря біля стегон від 0,2 до 1,0 м/с, а втрати маси м'яса при розморожуванні можуть становити від 0,5 до 3,0%.

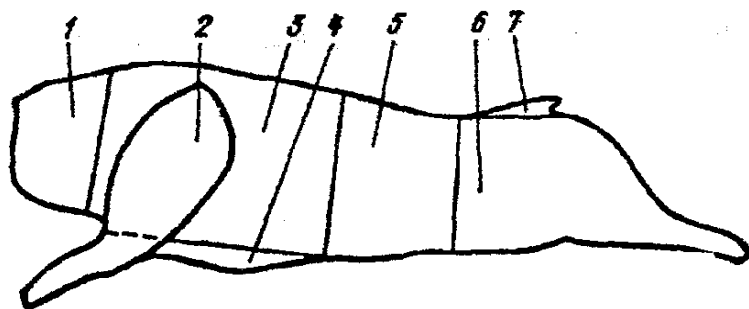
Розділення сировини здійснюється в залежності від продуктивності підприємства, зокрема сировинний цех обладнується стаціонарним або конвеєрним столами – розділення туш, пів туш або четвертин, обвалювання, жилування і сортування знежилуваного м'яса.

Для здійснення розділення використовують конвеєр РЗ-ФЖ2В, що характеризується шістьма типорозмірами різної продуктивності. Починаючи із першої секції, послідовно розміщені місця розтиральників, обвалювальників, жилувальників (сортувальників) півтуш.

Із використанням лопатей із пневматичним приводом здійснюється скидання обваленого м'яса на столи жилувальників. Для накопичування та відведення знежилуваного м'яса використовують стрічковий конвеєр.

Розділення яловичини здійснюється на підвісних шляхах, а для свинини – підвісні шляхах або горизонтальні конвеєри.

Розділення яловичих півтуш здійснюється по відповідній схемі приведений на (рис. 1.1) [18].



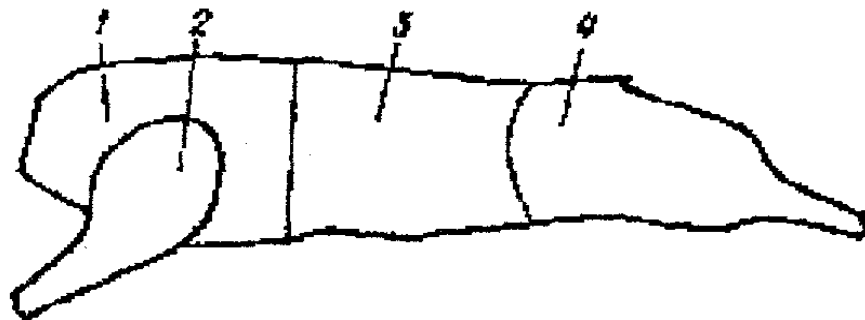
1 – шийна частина, 2 – лопатка, 3 – спинно-реберна частина, 4 – грудна частина, 5 – хребтова частина, 6 – тазостегнова частина, 7 – крижова частина.

Рисунок 1.1- Розділення на частини яловичих півтуш

При процесах розділенням відокремлюють вирізку із прилеглим до

нього малим поперековим м'язом, лопаточну частину відокремлюють згідно свого контуру, по лінії, яка йде від ліктьового пагорбу до верхнього кута заднього краю лопаточної кістки, шийну - відокремлюють між останнім шийним та першим грудним хребцями, грудну частину відокремлюють по лінії сполучення хрящів із ребрами, спинно-реберна частина - від поперекової між останнім грудним та першим поперековим хребцями, а поперекова частина - від тазостегнової між останнім поперековим та першим крижовим хребцями, надалі в напрямку від маклока до колінного суглобу по лінії приєднання паховини, крижову частину відокремлюють від тазостегнової частини по місцю з'єднання між крижовим хребцем та сідничним горбом.

Свинячі півтуші згідно схеми, яка приведена на (рис. 1.2).



1 – передня частина, 2 – лопаточка частина, 3 – середня частина, 4 – тазостегнова частина.

Рисунок 1.2 - Розділення свинячих півтуш

Розділення передбачає відділення вирізки та шпика, при цьому залишки шпика на півтуші не повинні бути більшими 10мм, передня частина відокремлюють від півтуші між 4 та 5 хребцями, надалі здійснюють відділення лопаточної та шийно-підлопаточної частин. Середню частину відділяють від тазостегнової по останньому поперековому та першому крижовому хребцях, по лінії приєднання паховини, надалі від тазостегнової частини відділяють крижову частину.

Процеси обвалювання складаються із двох операцій, зокрема

зрізування із кісток основної маси та наступного вилучення їхніх залишків. Підприємства великої потужності застосовують переважно диференційоване обвалювання, яке передбачає розроблення певної частини туші працівниками, а невеликі підприємства застосовують потушне обвалювання, коли один робітник обробляє всю тушу. Поєднання організації обвалювання та жилування, усуває проміжну операцію транспортування м'яса, щч у свою чергу дає змогу підвищити продуктивність праці та покращити санітарний стан м'яса.

Процеси жилування яловичини передбачають отримання трьох сортів м'яса - вищого сорту (шматки м'язової тканини) у межах 73%, першого (знежилована односортна) не більше ніж 14% та третього (знежилована ковбасну яловичину) не більш як 12% .

Температура у цеху первинної обробки не повинна перевищувати 12⁰С а відносна вологість 80%.

Дані технологічні операції потребують застосування робочої сили, тому щоб частково механізувати ці процеси розбирання туш застосовують різні механізовані інструменти: пневмогідроножиці, пилки лучкові та дискові із електроприводом, пневмосікачі.

Процеси соління м'яса та витримування посоленого м'яса здійснюють за рахунок введення засолювальних речовин (хлорид натрію, нітритів та ін.).

При цьому здійснюються наступні операцій: попереднє подрібнення, змішування із засолювальною сумішшю або розсолем та витримування. Соління м'яса здійснюють за температури продукту та у приміщенні від 0 до 4⁰С.

Після технологічних операцій підготовки сировини - розбирання, жилування та первинного подрібнення м'ясо солять у шматках, у вигляді шроту або дрібно подрібненого розміром 2-3 мм, використовуючи на 100 кг сировини 3 кг кухонної солі, 5,0 – 7,5 г нітриту натрію у вигляді 2,5%-го розчину, надалі витримують при відповідній низькій температурі в межах 3⁰С дрібно подрібнене протягом 12 – 24 год, а шрот – 1-2 доби, шматки до 4

діб.

Процес приготування фаршу здійснюється у фаршузмішувачах. Спочатку завантажують подрібнену на 2 – 3 мм яловичину та нежирну свинину, змішують 2 – 3 хв із додаванням спецій, додають підготовленому напівжирну свинину та перемішують ще 2 – 3 хв., а жирну свинину, подрібнений шпик або грудинку розсипаючи по поверхні додають останніми та перемішують 2 – 3 хв. Загальна тривалість процесу змішування складає 6 – 10 хв до отримання однорідної маси. При цьому температурні показники фаршу не повинна перевищувати 12 -14⁰С.

Процеси наповнення фаршем оболонок здійснюють механічними (лопатевими або шнековими) та гідравлічними поршневыми наповнювачами при тиску 0,5 – 0,6 МПа - механічні та 1,0 – 1,2 МПа гідравлічні наповнювачі [16].

Наступна технологічна операція це осаджування ковбасних виробів у камерах при температурі 0...4⁰С та відносній вологості повітря 80...85% на протязі 2...4 год (залежно від діаметра батона).

Для цієї технологічної операції використовують осаджувальні камери, де здійснюється підтримка циркуляцією повітрям за допомогою повітроохолодників, щоб дещо підсушити оболонку.

Обсмажування поверхні батонів здійснюється продуктами неповного згоряння деревини листяних порід за високої температури, а варені ковбаси, сосиски і сардельки обсмажують за допомогою димових газів за високих температур (до 110⁰С) із метою оброблення поверхні батонів.

Наступна технологічна операція – варіння, яку здійснюють після обсмажування, із використанням котлів варильних. Такі технологічні операції здійснюють при виробництві варених, напівкопчених та варенокопчених ковбасних виробів. Ковбаси варять за температури 75...85, а тривалість варіння виробів залежить від батона, виду, сорту ковбаси, температури батонів перед завантаженням та становить від 15 хв для сосисок до 180 хв для ковбасних виробів у широких оболонках.

Після варіння здійснюється охолодження, для запобігання передчасному псуванню, поліпшення товарного вигляду та зниження втрат маси ковбасні вироби після варіння охолоджують до 8...15.

При виробництві копчених ковбасних виробів здійснюється їх копчення, зокрема обробка димоповітряною сумішшю за температури 35-50°C протягом 12-24 год. Для процесів копчення використовують стаціонарні та універсальні камери і авто коптильні.

Виробництво в'ялено-копчених ковбасних виробів передбачає технологічну операцію – сушіння. Сушать ковбасні вироби на рамах у сушильних камерах, які обладнані системами конденсації повітря та припливно-витяжною вентиляцією, при температурі (12 – 18°C), відносній вологості повітря 76% протягом 2-3 діб до досягнення масової частки вологи згідно з нормативними документами.

1.3 Обґрунтування теми дипломного проєкту.

Проаналізувавши економічний стан, виробничі потужності, а також попит на продукції тваринництва, зокрема ковбасні вироби, можна зробити висновок, що створення ковбасного цеху невеликої потужності є необхідним для сільськогосподарських виробників. Використання переробного цеху невеликої потужності, зокрема невеликими сільськогосподарськими виробниками, покращить збут м'ясної продукції, надасть можливість створити нові робочі місця та покращить економічний стан сільськогосподарського виробництва.

Важливим у проектуванні невеликих підприємств для переробки продукції тваринництва є розробка маловідходної та безвідходної технології із повним використанням сировини. Розвиток сільськогосподарського виробництва, надасть можливість вдосконалення існуючого обладнання, а також розробці та удосконаленню існуючого обладнання для переробки продукції тваринництва, що у свою чергу буде сприяти зменшенню втрат в технологічному процесі.

2. РОЗРОБКА ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

2.1 Обґрунтування переліку та обсягів продукції, яка планується випускати

Провівши аналіз забезпеченості ринку м'ясними виробами та виробничими потужностями малих сільськогосподарських виробництв, які займаються тваринництвом, нами запропоновано запроектувати підприємство по переробці м'ясної сировини у ковбасні вироби, для забезпечення населення у кількості 20000 чоловік. Врахуємо, що згідно норм споживання ковбасних виробів становить 0,15...0,4 кг., нами прийнято середнє значення 0,25кг [13].

Відповідно до цього, приблизна вага ковбасних виробів, яка буде споживатися за один день становить:

$$N_{\text{доб}} = n \cdot d_{\text{сер}} \cdot k \quad (2.1)$$

де, n - кількість споживачів; чол.

$d_{\text{сер}}$ – значення середньодобової норми споживання ковбасних виробів, кг/чол.

k - коефіцієнт нерівномірності споживання ($k=0,6-1$)

Відповідно до цього отримаємо:

$$N_{\text{доб}} = 20000 \cdot 0,25 \cdot 0,65 = 3250\text{кг.}$$

Отже, значення середньої ваги ковбасних виробів, що споживається за добу становить 3250 кг.

Для покращення забезпечення населення ковбасними виробами, запропоновано розробку проекту ковбасного цеху, який можливо розташувати безпосередньо на території сільськогосподарського підприємства, що у свою чергу покращить збут продукції тваринництва, спростить логістичні шляхи, а відповідно до цього економічний стан.

2.2 Технологічні розрахунки потоково-технологічної лінії (ПТЛ)

2.2.1 Визначення продуктивності ПТЛ та підбір машин і обладнання.

Визначення продуктивності ПТЛ здійснюється згідно формули:

$$Q = \frac{N_{\text{доб}} \cdot \kappa}{T_{\text{зм}} \cdot n_{\text{зм}}} \quad (2.2)$$

де $N_{\text{доб}}$ - добове забезпечення сировиною

κ -коефіцієнт змінності, $\kappa=0,7\dots0,85$

$T_{\text{зм}}$ - значення тривалості зміни, $T_{\text{зм}}=7$ год.

$n_{\text{зм}}$ - кількість змін, $n_{\text{зм}}=1$

Згідно формули проведено розрахунок:

$$Q = \frac{2500 \cdot 0.8}{1 \cdot 7} = 285 \text{ кг/год}$$

На основі розрахунків продуктивності ПТЛ здійснюємо підбір відповідної кількості та марку машини для подрібнення сировини м'ясного виробництва.

Здійснюємо визначення кількості машин для вибраної ПТЛ згідно формули:

$$n_m = \frac{Q}{n_1} \quad (2.3)$$

де Q - продуктивність ПТЛ

n_m - продуктивність машини для подрібнення, $n_m=400$ кг/год.

Здійснюємо розрахунок згідно формули, та отримаємо:

$$n_{\text{зм}} = \frac{285}{400} = 0,71 \text{ кг/год}$$

На основі цього, приймаємо одну машину для подрібнення, зокрема, для тонкого подрібнення та соління марки Я2-ФХ2Т із продуктивністю 800кг/год.

Надалі здійснюємо визначення необхідної кількості машин.

$$n = \frac{285}{800} = 0,36$$

Згідно розрахованого значення приймаємо один агрегат для тонкого подрібнення та соління.

Здійснюємо вибір машини для приготування фаршу на основі кількості сировини, а саме подрібненого м'яса. Згідно аналізу оптимально нам підходить фаршезмішувач Л5-ФМ2-У-150 із продуктивністю 1100кг/год.

Провівши розрахунок кількості машин, приймаєм один фаршузмішувач.

$$n = \frac{285}{1100} = 0,26$$

Наступною технологічною операцією є наповнення фаршем ковбасних оболонок. Здійснюємо вибір машини для наповнення, а саме нам підходить шприц-наповнювач марки Е8-ФМА-01 із продуктивністю 1000кг/год

$$n = \frac{285}{1000} = 0,29$$

Приймаємо один шприц-наповнювач.

Варіння напівфабрикатів є однією із технологічних операцій виробництва, тому здійснюємо аналіз та підбір варильних котлів. Згідно продуктивності оптимально нам підходить варильна камера Г2-ФВА із продуктивністю 400кг/год.

Визначаємо необхідну кількість машин, та вибираємо одну машину.

$$n = \frac{285}{400} = 0,71$$

Згідно аналізу по продуктивності оптимально для осідання та підсушування нам підходить шафа для термообробки ковбасних виробів "Утоки" із продуктивністю 110...450 кг/зміну. Враховувавши час на осідання та підсушування, нам потрібно 2 шафи.

Обжарювання та копчення можливо здійснювати у одній машині. На

основі аналізу, здійснюємо вибір термокамери марки Д-5 ФТГ із продуктивністю 320кг/год.

Згідно розрахунку по кількості термокамер, приймаємо - одну.

$$n = \frac{285}{320} = 0,89$$

Виробництво ковбасних виробів передбачає використання додаткових компонентів, зокрема перцю та спецій. Вибираємо млинок для подрібнення перцю та спецій Я4-ФБЦ з продуктивністю 60кг/год.

Потрібна кількість млиноків

$$n = \frac{9.5}{60} = 0,16$$

Відповідно приймаємо один перцемлинок.

У таблиці 2.1 зведено відповідне обладнання, яке необхідно для забезпечення виробництва ковбасних виробів згідно заданої продуктивності.

Таблиця 2.1 - Перелік обладнання ПТЛ ковбасного виробництва

Технологічна операція	Тип обладнання, машини	Марка обладнання, машини	Продуктивність кг/год.	Потужність приводу, кВт.	Габаритні розміри, мм.		
					Довжина	Ширина	Висота
Первинна обробка	Установка для вертикального обвалювання	Я4-ФВЦ	200	1,5	1900	1260	4412
Подрібнення сирсини	Вовчок	К6-ФВП-120	2500	12,5	1600	900	1600
Соління м'яса	Солильний автомат	ФАП-3	600	12,5	1580	1100	1540
Вторинне подрібнення	Кутер	Л5-ФКМ	1200	18,5	1800	1240	1130

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Приготування фаршу	Фаршезмішувач	ФМВ-015	1000	5.2	1220	825	1510
Наповнення фаршем оболонки	Шприц одноцівочний	ЯЗ-ФША	1300	4	970	970	1200
Обжарювання	Установка термообробки	"УООКИ" Термокамера димогенератор К7-ФВВ-Е	110-450	36	1150	1100	2000
Варіння	Котел варильний	Я-10-НВ2-75	Вміст корисний 1.1м3 -	1,6	1250	1600	1900
Охолодження	Повітроохолоджувач підвісний	ШФО 1:15		1,6	1120	1560	1860
Між операційне транспортування	Ванна-візок		Вантажопідйомність 120 кг.	0,55	1900	730	1000

2.3 Розробка технологічної схеми процесу переробки м'ясної сировини у ковбасні вироби.

На основі здійсненого аналізу технологій, технологічних розрахунків та аналізу і вибору технологічного обладнання, нами здійснено розробку схеми технологічного процесу переробки м'ясної сировини у готову продукцію, яка відображена на рисунку 2.3.

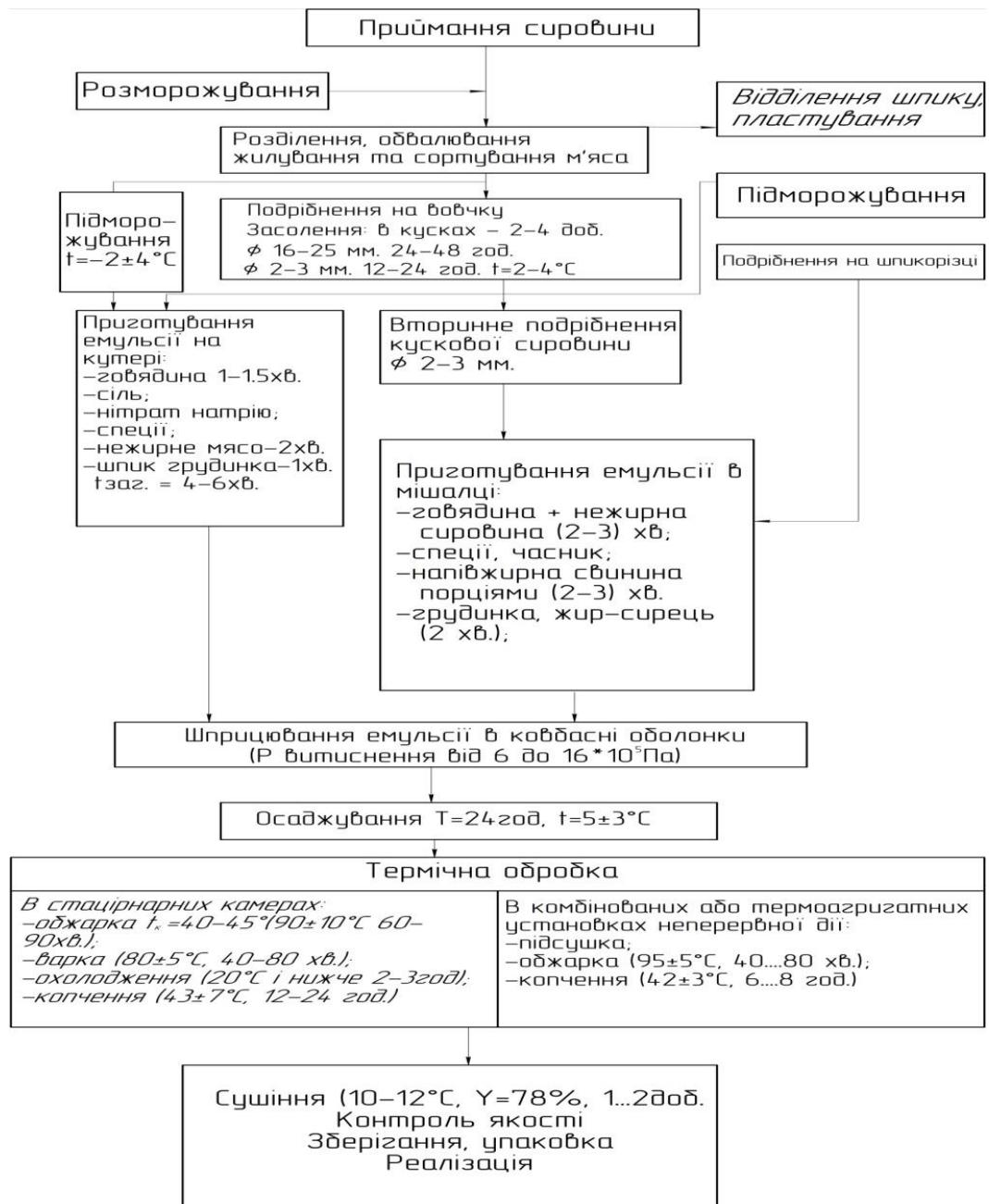


Рисунок 2.3 - Схема технологічного процесу переробки м'ясної сировини у ковбасні вироби

2.4 Визначення розмірів проектованого підприємства

Визначення площі, яка необхідна для функціонування сільськогосподарського переробного цеху необхідно застосувати розрахунковий метод.

Загальна площа сільськогосподарського переробного цеху F визначається згідно формули:

$$F = F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5 \quad (2.4)$$

де:

F_1 – площа, під основне та додаткове обладнання, m^2 ;

F_2 - площа, для роботи працюючого персоналу, m^2 ;

F_3 – площа, яка враховує проходи та проїзди між машинами, m^2 ;

F_4 – площа, відведена для допоміжних приміщень, m^2 ;

F_5 – площа, під сховища для сировини та готової продукції, m^2 ;

Сумарну площу основного та додаткового обладнання визначають:

$$F_1 = \sum_{i=1}^{n_i} f_i \quad (2.5)$$

де: f_i - площа згідно плану, відведена для i -тої машини, m^2 ;

n_m - кількість основних та додаткових машин у цеху.

$$F_1 = 2,51 + 0,8 + 5,55 + 0,45 + 0,95 + 4,5 + 3,17 + 1,39 + 0,874 + 2 = 22,194 \text{ м}^2$$

Площу F_2 визначають з урахуванням кількості робітників n_p , що задіяні одночасно на виробництві:

$$F_2 = f_p \cdot n_p \quad (2.6)$$

де: f_p – необхідні нормативні значення площі для одного робітника, $f_p = 4-5 \text{ м}^2$;

n_p - кількість робітників, які працюють одночасно.

$$F_2 = 4,5 \cdot 5 = 22,5 \text{ м}^2$$

Площу F_3 визначають згідно наступних нормам:

- значення ширини основних проходів - не менше 1,2-1,5м;
- проходи у допоміжних приміщеннях – 1,0м;
- проходи – 1,5м;
- значення відстані від машини до стінок – 0,5-0,7м.

Площа F_4 , щодо допоміжних приміщень:

- кімната відпочинку 10-15 м²;
- душова 5-7м²;
- лабораторія 7-10 м².

Площа F_5 зумовлюється кількістю накопиченої сировини та готової продукції, а також холодильних камер.

Отже, значення загальної площі виробничого приміщення буде становити:

$$F = 22,194 + 22,5 + 20 + 10 = 74 \text{ м}^2$$

2.5 Розрахунки потреб води, пари та електроенергії

Вода, при виробництві ковбасних виробів використовується для наступних операцій, таких як: миття та пропарювання м'ясної сировини, миття машин та обладнання, санітарної обробки підли, та на побутові потреби. Добові показники потребу воді V становлять:

$$V = V_k + V_{\text{п}} + V_0 + V_{\text{м}} + V_6 \quad (2.7)$$

де: V_k – значення витрат води згідно технологічних потреб;

$V_{\text{п}}$ – значення витрат води на отримання пари, кг;

V_0 та $V_{\text{м}}$ – значення витрат води на миття машин, обладнання і підлоги, кг;

V_6 – значення витрат води на побутові потреби, кг.

$$V = V_1 + V_2 + \dots + V_n = 0,22 + 1,1 + 1 = 2,32 \text{ м}^3$$

Значення усіх інших технологічних витрат води визначаються аналогічно. Витрата води на миття обладнання розраховуються за формулою:

$$V_0 = N_0 \cdot n_{\text{м}} \quad (2.8)$$

де: N_0 – значення норми витрат води на миття обладнання, $\frac{\text{л}}{\text{маш}}$.

$$V_0 = 50 \cdot 15 = 750 \text{ л.}$$

Санітарно-побутові потреби:

$$V_6 = N_6 \cdot n_p \quad (2.9)$$

де: N_6 – значення норми витрат води на санітарно-побутові потреби, $\frac{\text{л}}{\text{год}}$

$$V_6 = 60 \cdot 4 = 240 \text{ л.}$$

Витрати води на миття підлоги:

$$V_M = N_M \cdot F_1 \quad (2.10)$$

де: N_M – значення норми витрат води на миття підлоги, $\frac{\text{л}}{\text{м}^2}$

$$V_M = 10 \cdot 74 = 740 \text{ л}$$

Загальні значення витрати води будуть становити:

$$V = 2320 + 750 + 240 + 740 = 4050 \text{ л.}$$

Визначення добової потреби електроенергії E_d здійснюється згідно формули:

$$E_{d,\text{сум}} = 1,5 + 3 + 12,5 \cdot 0,24 + 30 \cdot 0,5 + 0,64 \cdot 5,2 + 0,65 \cdot 4 + 1,87 \cdot 36 + 0,55 \cdot 3 + 3 = 100,398 \text{ кВт} \quad (2.11)$$

де: N_1 – значення потужності електропривода кожної машини, кВт;

t_i – значення тривалості циклу роботи кожної машини, год;

K_d – значення кількості включень кожної машини протягом доби.

3. КОНСТРУКТОРСЬКА РОЗРОБКА

3.1 Аналіз існуючих машин для подрібнення сировини

Технологічні процес первинної переробки тваринницької сировини при виготовленні ковбасних виробів передбачають застосування машин та обладнання для подрібнення. Процеси подрібнення у машинах та обладнанні здійснюються із використанням наступних способів як: різання, витискання, удар, розрив, вклинювання, зсув, тертя.

Класифікацію машин та обладнання (рис.3.1) для подрібнення м'ясопродуктів здійснюють згідно наступних ознак:

1. Призначенням: спеціальні (шпикорізки, м'ясорубки, вовчки, кутери, дезінтегратори, кісткодробарки) та універсальні.
2. Кконструкцією подрібнювального органу: хрестовидні, молоткові, серповидні, дискові (плоскі або конічні), пластичні, стрічкові, призматичні гвинтові (циліндричні або конічні).
3. Станом подрібнювального органу або видом руху: рухомі (зворотно-поступальний, обертовий, коловий рух) та не руховмі.
4. Числом подрібнювальних органів (ножів): багато ножові та одно ножові.
5. Формою поверхні ріжучого леза: зубчасті або рифлені, гладкі.
6. Просторовим розміщенням подрібнювального органа: в даній, двох або трьох площинах.

Таблиця 3.1 - Класифікація машин для подрібнення сировини ковбасного виробництва

Машина	Сировина	Ступінь подрібнення
1	2	3
Дробарки	М'язові, кісткові, сполучні тканини, технічні субпродукти	Грубе

Продовження таблиці 3.1

1	2	3
Вовчки та м'ясорубки	Жирові та м'язові і тканини	Грубе або тонке
Шпикорізки	Нарізання шпика на частини правильної геометричної форми, 2-12мм	Грубе
Відцентрові подрібнювачі, кутери та дезінтегратори	Повторне подрібнення жирових та м'язових тканин	Тонке
Колоїдні млинки та гомогенізатори	Повторне подрібнення Жирових та м'язових тканин	Тонке

Кутер Л5-ФКБ використовується для тонкого подрібнення м'ясної сировини, а при виробництві варених ковбасних виробів, сосисок, серделюк та паштетів також і для приготування фаршу. Складається поданий тип кутера із станини 1, приводу ножового вала 2 та подрібнювальної чаші 3, ножового вала 4, захисної кришки 5, механізмів завантаження і вивантаження сировини 6, та пультом керування 7.

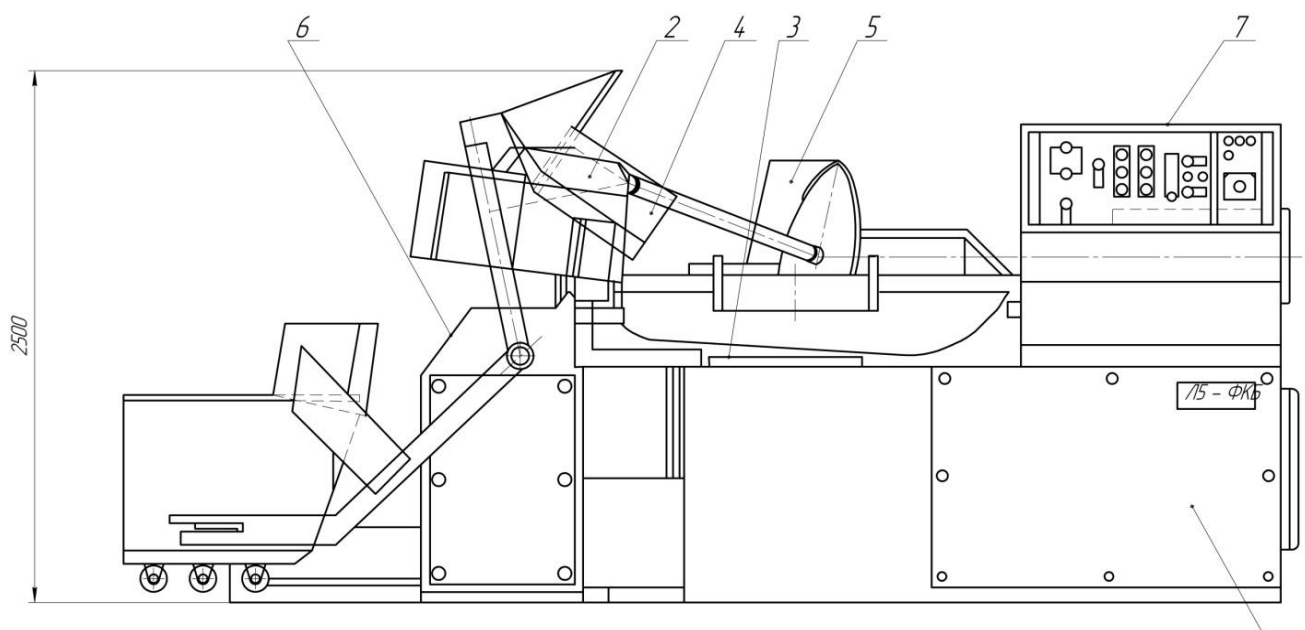


Рисунок 3.1 - Схема кутера Л5-ФКБ

Машина для подрібнення м'ясної сировини ЯЗ-ФІБ призначена для тонкого подрібнення, після грубого подрібнення із використанням вовчка із діаметром отворів сит 0,3 мм, Даний тип машин використовується для виробництва сосисок, варених ковбасних виробів, сардельок та паштетів.

Подана машина для подрібнення ЯЗ-ФІБ складається із 1 захисної кришки, 2 затискного зажиму, 3 приймального бункера, 4 корпусу, 5 пульта керування, 6 електродвигуна, 7 захисного кожуха, 8 станини та 9 патрубкока.

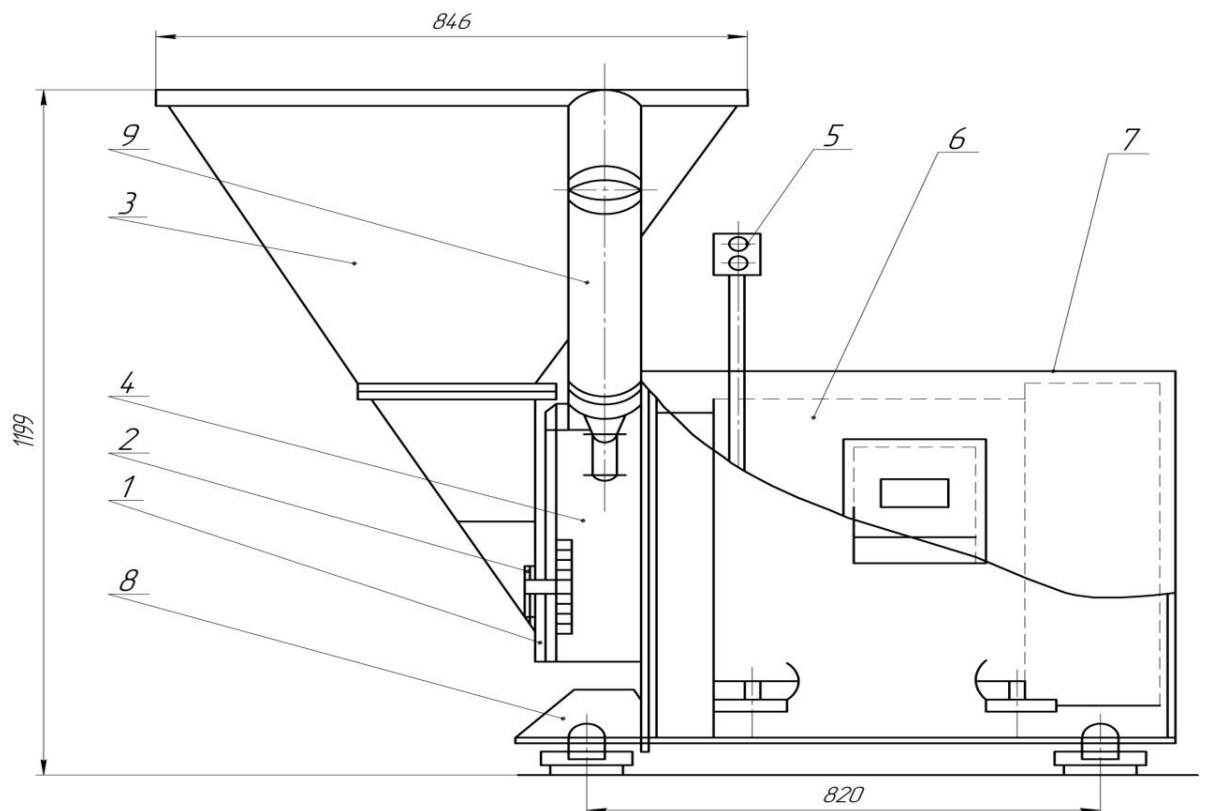


Рисунок 3.2 - Схема подрібнювана м'яса ЯЗ-ФІБ

Вовчок В2-ФД2-Б використовується для подрібнення м'ясної сировини розмірами кусків до 700 мм. для грубого та тонкого подрібнення, при виробництві варених, варено-копчених, копчених та в'ялених ковбасних виробів.

Поданий тип вовчка В2-ФД2-Б складається із 1 подрібнювального пристрою, 2 рами, 3 шнека, 4 редуктора, 5 електродвигуна, 6 клинопасової передачі, 7 кожуха, 8 захисної кришки, 9 бункера.

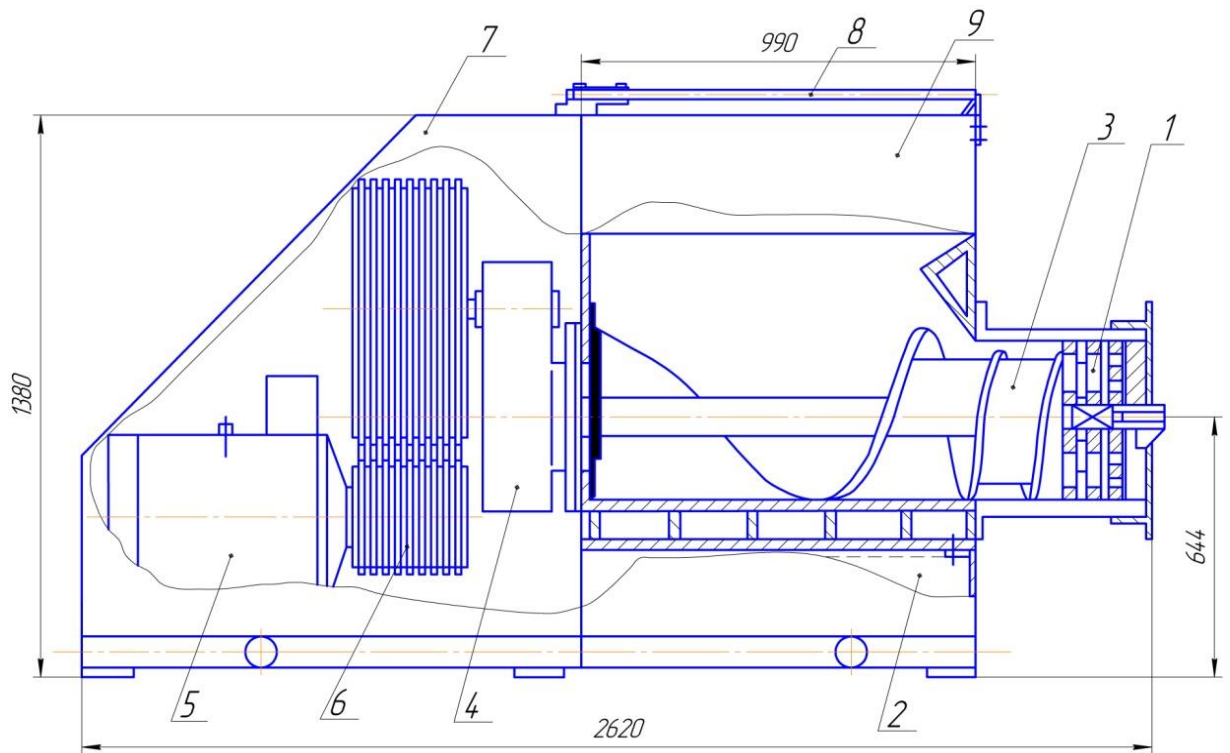


Рисунок 3.3 - Схема вовчка В2-ФД2-Б

3.2 Санітарні та технічні вимоги до подрібнювальної машини

До машин які використовуються у технологічних процесах подрібнення м'ясної сировини висуваються наступні вимоги:

- виконання механізмів подрібнення повинні максимальний ступінь подрібнення;
- повинні зберігатись харчових та смакові якості сировини;
- мінімізовані втрати сировини при подрібненні;
- мінімальні зусиллями стиску, які б призвели до втрат м'ясного соку;
- температура подрібнення не повинна бути вищою допустимої по дійсній технології;
- недопустиме попадання у робочу зону змащувального масла, ржавчини, окалини та металевих домішок від зносу деталей;
- конструкція робочого механізму повинна легко розбиратись та збиратись;
- легкодоступність для санітарної обробки та видалення останків

сировини або продукції;

- електродвигуни та електроапарати повинні бути надійно заземлені;
- для безпечної експлуатації машини необхідно передбачати захисні огорожі та блокувальні пристрої.

Довговічність та експлуатаційна надійність машин для подрібнення сировини ковбасного виробництва визначаються рядом факторів, які поділяються на технологічні, конструкційні та експлуатаційні.

Технологічні факторами включають: застосування ріжучих інструментів та деталей, технологічне одержання заготовки, способи поверхневого зміцнення та ін.

Конструкційні - форму та конструкцію ріжучих інструментів і деталей механізму подрібнення, кінематику та динаміку машин, жорсткість всієї конструкції та окремих її вузлів, посадка та класи шорсткості, ступінь точності.

Експлуатаційні - дотримання правил та вимог при встановленні машини на місце експлуатації, правильність монтажу окремих машин та обладнання, налагодка механізмів та засобів, наявність вібрації, періодичність технічного обслуговування та ремонту, кваліфікації обслуговуючого та ремонтного персоналу та ін.

3.3 Обґрунтування розроблюваної конструкції подрібнювальної машини

Подрібнення у вовчках відбувається із отриманням подрібненого м'яса середнього та дрібного розмірів. Вовчки у порівнянні із іншими типами машин для подрібнення мають наступні переваги:

- достатньо високі показники по продуктивності;
- характеризуються простотою конструкцією основних механізмів;
- швидкою можливістю розбирання та збирання при санітарній обробці та подальшій роботі;

- наявність передавальних механізмів на запобіжні пристрої при перевантаженні;
- зручністю у обслуговуванні та експлуатації;
- надійністю у роботі та можливістю залучення у ПТЛ.

Вовчки складаються із основних трьох механізмів:

- подачі;
- подрібнення;
- приводу.

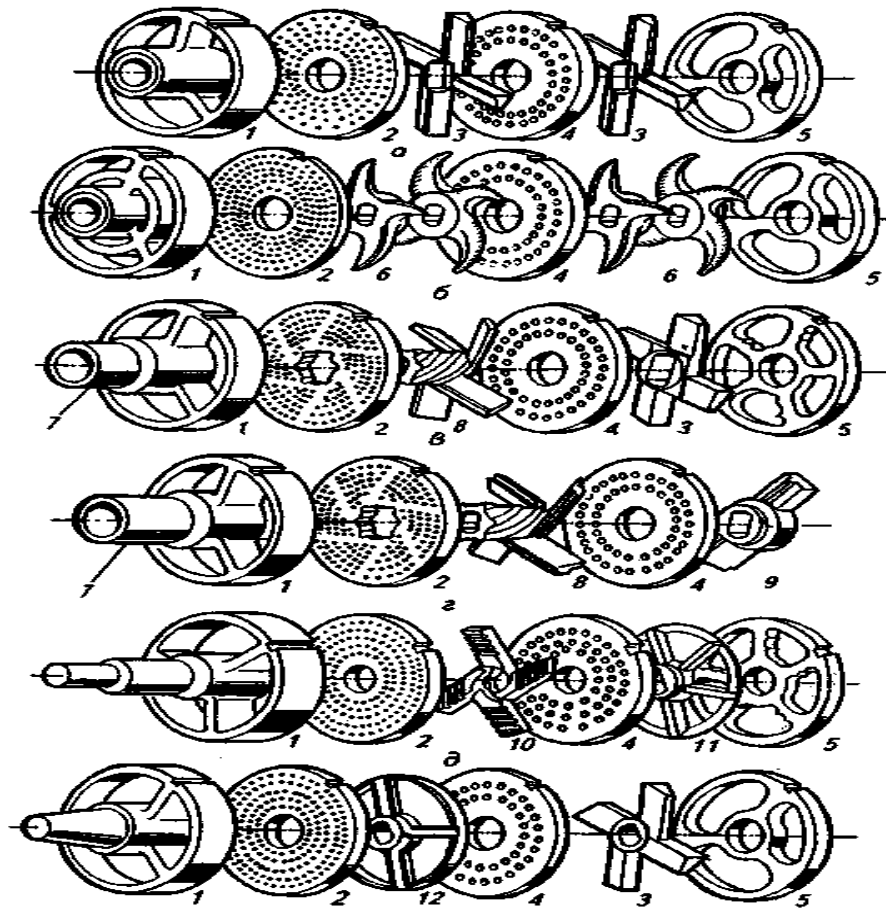
Механізм подачі складається із завантажувального бункера, який містить живильник (спіральний, одно- і двошнековий, пальцьовий, лопатевий,), або без нього. Розміщення живильника відносно механізму подачі може бути бічним паралельним, верхнім паралельним або перпендикулярним, кутовим та осьовим.

Механізм подрібнення може бути циліндричним, конічним, та плоским, найбільшого поширення набув останній. У цьому механізмі можливо здійснювати ступінчасте подрібнення. Крім цього цей механізм вирізняється виготовлення та надійністю роботи, зокрема його виконання у вигляді послідовного чергування нерухомих решіток та обертаючих ножів (рис. 3.4).

Вовчки обладнуються електромеханічним приводом, як загальним так і роздільним для різних механізмів, а також одно або багато швидкісним.

Основним фактором технічної характеристики вовчків являється діаметр решіток. Найбільш широко застосовуються у процесах подрібнення решітки із діаметром - 82, 114, 120, 160 та 200 мм.

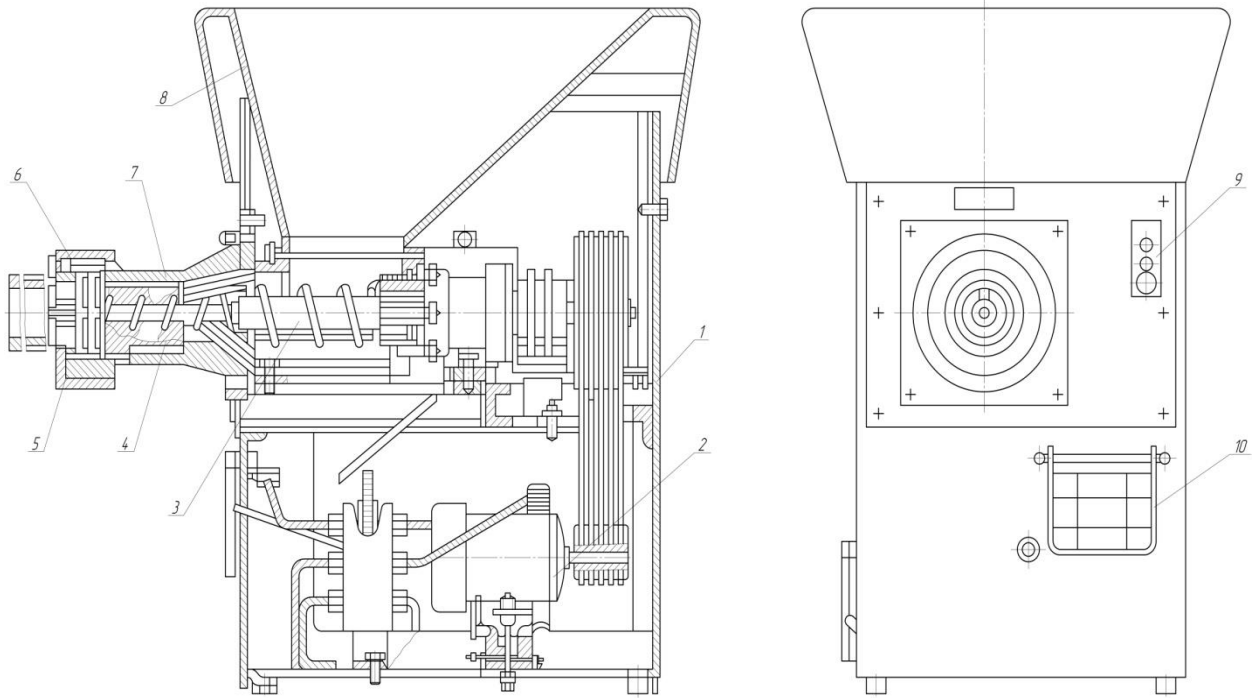
Сучасні машини для подрібнення м'ясної сировини суміщають також і інші технологічні операції такі як змішування, жилювання, посол, наповнення фаршем оболонок. Виконання суміжних технологічних операцій передбачає використання додаткового обладнання, яке дозволить виконувати ту чи іншу операцію.



1 — підпирне кільце; 2—основна решітка; 3 —ніж; 4— проміжна решітка; 5—підрізна решітка; 6 —ніж; 7—трубчата насадка; 8, 10, 12 — чотирьохзубні ножі; 9 — двозубий ніж; 11 — багатозубий ніж із обмеженим кільцем

Рисунок 3.4 – Порівняльна схема ріжучих механізмів вовчків: а — К6-ФВЗП-200; б— К6-ФВП-160-2; в, г - фірми «Seydelmann» (Німеччина); а - фірми «Laska» (Угорщина); е - фірми «Kramer + Grebe» (Німеччина);

Подрібнювальна машина вовчок К6-ФВП-120 (рис.3.5) використовується для неперервного процесу подрібнення сировини ковбасного виробництва для виробництва фаршу. Даний тип машин виготовляють двох типів: без завантажувального пристрою та із завантажувальним пристроєм.



1- корпус; 2 – привід; 3 – шнек для подачі; 4 – шнек робочий; 5 – механізм ріжучий; 6 – пристрій прижимний; 7 – циліндр; 8 – завантажувальний бункер; 9 – пульт керування; 10 – площадка відкидна.

Рисунок 3.5 – Загальний вигляд вовчка К6-ФВП-120

Механізм подачі м'ясної сировини складається із робочого шнека, допоміжного шнека, який здійснює подачу до робочого шнека та робочого циліндра із внутрішніми ребрами. До різального механізму відносяться ножі які розміщуються на хвостовику робочого шнека, ножові решітки та затискний пристрій. Призначення відкидного столу - санітарна обробка ріжучого механізму, а відкидна площадка дозволяє здійснювати якісне обслуговування.

Принцип роботи даного вовчка полягає у тому, щоб жилована м'ясна сировина кусками (маса до 0,5 кг) подавалась у бункер, надалі із використанням робочого та допоміжного шнеків направляється у зону ріжучих механізмів. Після проходження через підрізну решітку та систему ножів, виходить через решітку відповідного діаметру, що забезпечить відповідну ступінь подрібнення.

3.4 Технологічний розрахунок

3.4.1 Розрахунок вовчка

Здійснюємо визначення продуктивності вовчка згідно пропускної здатності:

$$Q = 60 \cdot \alpha \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) \cdot n \cdot t \cdot \rho \quad (3.1)$$

де: α - коефіцієнт подачі.

D – значення зовнішнього діаметра шнека, $D = 90 \text{ мм} = 0,09 \text{ м}$.

d – значення діаметра валу шнека, $d = 45 \text{ мм} = 0,045 \text{ м}$.

Значення $\alpha = 0,25 - 0,35$; вибираємо $\alpha = 0,25$.

t – значення кроку шнека, м.

n - число обертів шнека за хвилину, $n = 280 \text{ об/мин}$.

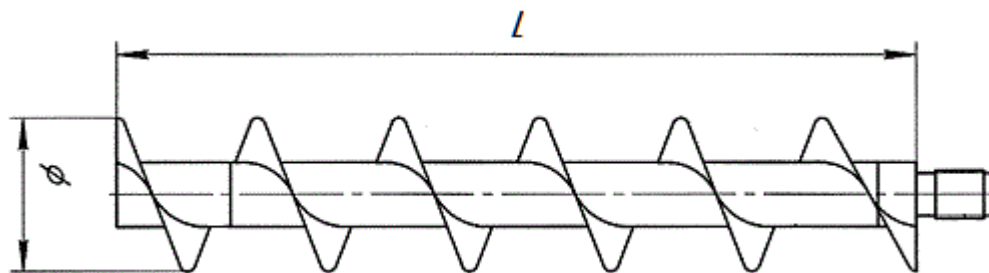


Рисунок 3.6 – Загальний вигляд шнека.

Виконання шнека здійснено із змінним кроком та містить шість витків.

Відповідно до цього кроки витків шнека приймаються:

$$t_1 = 40 \text{ мм} = 0,04 \text{ м}$$

$$t_2 = 56 \text{ мм} = 0,056 \text{ м}$$

$$t_3 = 72 \text{ мм} = 0,072 \text{ м}$$

$$t_4 = 96 \text{ мм} = 0,096 \text{ м}$$

$$t_5 = 112 \text{ мм} = 0,112 \text{ м}$$

$$t_6 = 132 \text{ мм} = 0,132 \text{ м}$$

Використання цього кроку на $3/4$ довжини, а саме:

$$t_6 = \frac{132 \cdot 3}{4} = 99 \text{ мм} = 0,099 \text{ м}$$

Знайдемо значення середнього кроку, та який прийматимемо при розрахунку:

$$t_{cp} = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6}{6} \quad (3.2)$$

$$t_{cp} = \frac{40 + 56 + 72 + 96 + 112 + 99}{6} = 72.6 \text{ мм} \approx 0,073 \text{ м.}$$

$$Q = 60 \cdot 0.25 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0.09^2 - 0.045^2) \cdot 280 \cdot 0.073 \cdot 1030 = 1512.2 \text{ кг/год}$$

Відповідно $Q = 1500 \text{ кг/ч.}$

Визначення продуктивності вовчка по ріжучій здатності:

$$Q = \frac{60 \cdot 280 \cdot \frac{\pi \cdot 0.114^2}{4 \cdot (0.598 \cdot 4 + 0.355 \cdot 4 + 0.327 \cdot 4)}}{0.7} = 1570 \frac{\text{Кг}}{\text{ГОд}} \quad (3.3)$$

$\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ - коефіцієнт використання площі решітки,

$$\varphi = \frac{n_1 d_0^2}{D^2} \quad (3.4)$$

D – значення діаметра решітки,

n_1 – значення числа отворів у решітках,

k_1, k_2, k_3 – значення кількості лез ножа,

d_0 – значення діаметру отворів,

F – значення поверхні продукта після подрібнення, м^2 .

Значення F якщо діаметр отворів на останній решітці 2 - 3 мм дорівнює буде становити 1,2 - 0,8 $\text{м} / \text{кг}$.

Конструктивно можна прийняти таку схему розміщення решіток та ножів.

Перша решітка - приймальня решітка із отворами діаметром 36 мм (6 шт.) $d_1 = 36 \text{ мм.}$, надалі ніж зі двосторонніми ріжучими крайками та із чотирма лезами, після цього встановлюється друга решітка із діаметром отворів 16 мм (18 шт.) $d_2 = 16 \text{ мм.}$, надалі встановлюють ніж із двосторонніми ріжучими крайками та чотирма лезами, а останньою розміщують решітку із діаметром отворів 3 мм (472 шт.) $d_3 = 3 \text{ мм.}$

Здійснимо визначення коефіцієнта використання площі решіток

різального механізму.

а) перша пара - діаметр решітки: $D_1=14$ мм.

$$\varphi_1 =$$

$d_1=36$; $n_1=6$ шт.;

б) друга пара – діаметр решітки: $D_2=14$ мм; $d_2=16$ мм; $n_2=18$ шт.

$$\varphi_1 = \frac{18 \cdot 16^2}{114^2} = 0.355$$

в) третя пара - діаметр решітки: $D_3=14$ мм; $d_3=16$ мм; $n_3=18$ шт.

$$\varphi_1 = \frac{18 \cdot 16^2}{114^2} = 0.355$$

г) четверта пара - діаметр решітки: $D_4=14$ мм; $d_4=3$ мм; $n_4=472$ шт.

$$\varphi_1 = \frac{72 \cdot 3^2}{114^2} = 0.327$$

$k_1=k_2=4$ шт.

При значенні $F = 0,7$.

$$Q = \frac{60 \cdot 280 \cdot \frac{\pi \cdot 0.114^2}{4(0.598 \cdot 4 + 0.355 \cdot 4 + 0.327 \cdot 4)}}{0.7} = 1570 \frac{\text{Кг}}{\text{ГОд}}$$

Приймаємо $Q = 1500$ кг/год.

3.4.2 Розрахунок потужності електродвигуна.

Здійснимо визначення практично необхідної потужності згідно формули:

$$N_{\text{рт}} = n \quad (3.5)$$

де: g – значення питомої витрати електроенергії відносно сталої роботи вовчка.

Якщо діаметр отворів решітки 2-3 мм, то $g=3,5 - 4,5$ кВт/т.

Приймаємо $g=3,9$ кВт/т.

Q – відповідне значення продуктивності вовчка ($Q=1500$ кг/ч).

η - КПД привідного механізму вовчка.

ККД клинопасової передачі $\eta_{\text{кл}}=0,96$, $\eta_{\text{ц}}=0,97$.

Значення коефіцієнта корисної дії приводу

$$\eta = \eta_{\text{кл}} \cdot \eta_{\text{р}} \cdot \eta_{\text{ц}} = 0,96 \cdot 0,96 \cdot 0,97 = 0,89$$

n - значення коефіцієнту запасу потужності, $n=1,2$.

Значення необхідної потужності:

$$N_{\text{рт}} = 1,2 \frac{3,9 \cdot 1500}{1000 \cdot 0,89} = 7,08, \text{кВт}$$

3.4.3 Кінематичний розрахунок та вибір електродвигуна

Із врахуванням необхідної потужності $N_{\text{м}} = 7,08$ кВт по каталогу здійснюємо вибір електродвигун марки АНР 13254 із потужністю $N_{\text{дв}}=7,5$ кВт та числом обертів $n_{\text{дв}} = 1455$ об/хв.

Для вовчка застосуємо кінематичну схему.

Здійснимо визначення передавального відношення числа приводу. Знайдемо значення загального передавального відношення числа приводу робочого шнека.

(3.6)

$$i = \frac{1455}{280} = 5,19$$

Значення передаточного числа приводу допоміжного шнека:

(3.7)

$$i = \frac{1455}{37} = 39,32$$

Значення передаточного числа першої ступені редуктора:

(3.8)

$$i_3 = \frac{5,19}{2} = 2,59$$

де: $i_{\text{к.л.}}$ - передавальне число клиноремінною передачі ($i_{\text{к.л.}} = 2$).

Значення передаточного числа другого ступеня редуктора:

$$i_3 = \frac{1455}{37} = 39,32 \quad (3.9)$$

де: i_u - передавальне число ланцюгової передачі ($i_u = 2.83$).

Значення передаточного числа редуктора:

$$i_p = i_3 \cdot i_3 \quad (3.10)$$

$$i_p = 2,59 \cdot 3,25 = 8,41$$

3.4.4 Розрахунок крутних моментів та кутових швидкостей

Здійснимо визначення крутних моментів на валах приводу та їх кутові швидкості. На валу електродвигуна:

(3.11)

$$M_1 = \frac{9.55 \cdot 7.5 \cdot 10^3}{1455} = 0.05 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

(3.12)

$$\omega_1 = \frac{3.14 \cdot 1455}{30} = 152.3 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

На швидкохідному валу редуктора:

$$M_2 = M_1 \cdot i_{\text{кл}} \cdot \eta_{\text{кл}} \quad (3.13)$$

$$M_2 = 0.05 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 0.96 = 0.096 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_2}{30} \quad (3.12)$$

$$\omega_1 = \frac{3.14 \cdot 727.5}{30} = 76.15 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

(3.13)

$$n_2 = \frac{1455}{2} = 727.5 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

Значення на проміжному валу редуктора:

$$M_3 = M_2 \cdot i_3 \cdot \eta_3 \quad (3.14)$$

$$M_3 = 0.96 \cdot 10^3 \cdot 2.59 \cdot 0.98 = 0.24 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

де: $\eta_3 = 0.98$ - ККД зубчастої пари.

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_2}{30} \quad (3.15)$$

$$\omega_1 = \frac{3.14 \cdot 280.89}{30} = 29.39 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

$$n_3 = \frac{n_2}{i_3} \quad (3.16)$$

$$n_3 = \frac{72.5}{2.59} = 280.9 \frac{\text{Об}}{\text{Хв}}$$

Значення на тихохідному валу редуктора:

$$M_4 = M_3 \cdot i_3 \cdot \eta_3 \quad (3.17)$$

$$M_4 = 0.24 \cdot 10^3 \cdot 3.25 \cdot 0.98 = 0.76 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\omega_4 = \frac{\pi \cdot n_4}{30} \quad (3.18)$$

$$\omega_4 = \frac{3.14 \cdot 86.43}{30} = 9.05 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

де:

$$n_4 = \frac{n_3}{i_3} \quad (3.19)$$

$$n_4 = \frac{280.9}{3.25} = 86.43 \frac{\text{Об}}{\text{Хв}}$$

Значення на валу допоміжного шнека:

$$M_5 = M_4 \cdot i_4 \cdot \eta_4 \quad (3.20)$$

$$M_5 = 0.76 \cdot 10^3 \cdot 2.33 \cdot 0.97 = 1.72 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\omega_5 = \frac{\pi \cdot n_5}{30} \quad (3.21)$$

$$\omega_5 = \frac{3.14 \cdot 37}{30} = 3.88 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

де:

$$n_5 = \frac{n_4}{i_4} \quad (3.22)$$

$$n_5 = \frac{86.43}{2.33} = 37.1 \frac{\text{Об}}{\text{Хв}}$$

3.5 Механічний розрахунок

3.5.1 Розрахунок клинопасової передачі

Здійснюємо вибір перетину пасу, згідно номінального обертаючого моменту $M_1 = 0.05 \cdot 10^3$ Н.м. та кутової швидкості $\omega_1 = 152.3$ рад./с. Рекомендовано перетин із площею поперечного перерізу $F=138\text{мм}^2$. Надалі здійснюємо вибір діаметру ведучого шнека, $d_1=125$ мм.

Здійснюємо визначення швидкості пасу:

$$V = \frac{\omega_1 \cdot d_1}{2 \cdot 1000} \quad (3.23)$$

$$V = \frac{152.3 \cdot 125}{2 \cdot 1000} = 9.5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Здійснюємо визначення діаметра веденого шківів:

$$d_2 = d_1 \cdot i_{rk} \quad (3.24)$$

$$d_2 = 125 \cdot 2 = 250 \text{ мм.}$$

Здійснюємо орієнтовне визначення міжцентрової відстані. Зокрема значення мінімальної міжцентрової відстані:

$$a_{\min} = 0.55(d_1 + d_2) + h \quad (3.25)$$

$$a_{\min} = 0.55(125 + 250) + 10.5 = 216.75 \text{ мм.}$$

Здійснюємо визначення максимальної міжцентрової відстані:

$$a_{\max} = 2(d_1 + d_2) \quad (3.26)$$

$$a_{\max} = 2(125 + 250) = 750 \text{ мм.}$$

Конструктивно допустимо приймаємо $a = 320$ мм. Здійснюємо визначення довжини пасу:

$$L = 2a + \frac{\pi}{2}(d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a} \quad (3.27)$$

$$L = 2 \cdot 320 + \frac{3.14}{2} (125 + 250) + \frac{(250 - 125)^2}{4 \cdot 320} =$$

1240 мм

Найближче стандартне значення 1250 мм.

Здійснюємо визначення кінцевого значення міжцентрової відстані:

$$a = 0.25((L-\Delta_1)+\sqrt{(L-\Delta_1)^2 - 8\Delta_2}) \quad (3.28)$$

$$a = 0.25((1250-588.75)+\sqrt{(1250-588.75)^2 - 8 \cdot 3906.25}) = 324.6 \text{ мм}$$

де:

$$\Delta_1 = 0.5\pi(d_2+d_1) \quad (3.29)$$

$$\Delta_1 = 0.5 \cdot 3.14(250+125) = 588.75 \text{ мм}$$

$$\Delta_2 = 0.25(d_2-d_1)^2 \quad (3.30)$$

$$\Delta_2 = 0.25(250-125)^2 = 3906.25 \text{ мм}$$

Допускаємо що міжцентрова відстань зменшиться при надяганні паса.

$$a = 0.01L \quad (3.31)$$

$$a = 0.01 \cdot 1250 = 12.5 \text{ мм}$$

та відповідно збільшення для натягу паса:

$$a = 0.25L \quad (3.31)$$

$$a = 0.25 \cdot 1250 = 31.25 \text{ мм}$$

Значення вихідної потужності переданої одним пасом приймаємо:

$$P_0 = 2.26 \text{ кВт.}$$

Здійснимо визначення числа пасів передач:

$$z = \frac{P}{\{p\}} \quad (3.32)$$

де: $\{p\}$ – значення допустимої потужності на один пас,

$$\{p\} = P_0 \cdot C_a \cdot C_p \quad (3.33)$$

C_a - коефіцієнт, який враховує вплив на тягову здатність кута обхвату:

$$a = 180 - \frac{60(d_1 - d_2)}{a} \quad (3.34)$$

$$a = 180 - \frac{60(250 - 125)}{924.6} = 157^\circ$$

При значенні кута обхвату: $C_a = 0.92$.

C_p - коефіцієнт режиму роботи при $V = 9.5 \text{ м/с}$, $C_p = 1$.

Тоді $\{p\} = 2.26 \cdot 0.92 \cdot 1 = 2.08$ кВт.

Значення числа пасів: шт. $z = \frac{7.08}{2.08} = 3.4$ шт.

Приймають $z=4$ шт.

Здійснюємо визначення сили попереднього натягу одного пасу:

$$T_0 = \frac{780 \cdot P}{V \cdot C_a \cdot C_p \cdot z} + q \cdot V^2 \quad (3.35)$$

$$T_0 = \frac{780 \cdot 7.5}{9.5 \cdot 0.92 \cdot 1 \cdot 4} + 0.18 \cdot 9.5^2 = 184 \text{ Н}$$

де: $q=0.18$ кг/м – значення маси однієї 1 м довжини пасу.

Значення сили що діє на вали:

$$Q = 2T_0 \cdot z \cdot \sin \frac{\alpha}{2} \quad (3.36)$$

$$Q = 2 \cdot 84 \cdot 4 \cdot \sin \frac{157}{2} = 1443 \text{ Н}$$

3.5.2 Попередній розрахунок валів редуктора

Здійснення попереднього розрахунку проводимо на крутіння згідно зниження допустимого напруження. Швидкохідний вал редуктора:

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{16M_2}{\pi\{\tau\}}} \quad (3.37)$$

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 96 \cdot 10^3}{3.14 \cdot 25}} = 26.9 \text{ мм.}$$

де: $\{\tau\}=25$ Н/мм² – значення допустимого напруження.

$M_2=96 \cdot 10^3$ Н/мм.

Приймаємо діаметр підшипника $d_{n2}=33$ мм.

Приймаємо проміжний вал редуктора:

$$d_3 = \sqrt[3]{\frac{16M_3}{\pi\{\tau\}}} \quad (3.38)$$

$$d_3 = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 240 \cdot 10^3}{3.14 \cdot 25}} = 36.5 \text{ мм.}$$

Приймаємо $d_4 = 38$ мм.

Значення діаметра під підшипники приймаємо $d_{пз}=40$ мм

Тихохідний вал редуктора:

$$d_4 = \sqrt[3]{\frac{16M_4}{\pi[\tau]}} \quad (3.39)$$

$$d_4 = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 760 \cdot 10^3}{3.14 \cdot 25}} = 53.7 \text{ мм.}$$

Приймаємо $d_4 = 55$ мм.

Приймаємо діаметр під підшипники $d_{пз} = 60$ мм.

Значення діаметрів решти ділянок валів вибираєм згідно із конструктивними міркуваннями.

3.5.3 Розрахунок на міцність шпонкового з'єднання

Найбільш навантаженою сполукою є шпонкові з'єднання тихохідного вала редуктора, відповідно і їх здійснюється розрахунок.

З'єднання вала із зірочкою ланцюгової передачі здійснюється призматичною шпонкою, виготовленою із сталі $\sigma_d > 590$ НУмм .

Здійснимо розрахунок перевірки шпонки на зминання вузьких граней, яка повинна задовольняють умову:

$$\sigma_{зм} = \frac{2M_u}{d_4(h-t_1)l_p} \leq [\sigma_{зм}] \quad (3.40)$$

де: $M_u = 760 \cdot 10^3$ Н·мм, $d = 55$ мм.

згідно цього діаметру перерізу шпонки $b \cdot h = 16 \cdot 10$, $t_1 = 6$ мм.

l_p – значення робочої довжини шпонки

$$l_p = l_{шп} - b \quad (3.41)$$

$$l_p = 80 - 16 = 64 \text{ мм.}$$

$$l_{шп} = L_{ст} - 5$$

$$L_{ст} = 1,5 \cdot d_4 \quad (3.42)$$

$$L_{ст} = 1,5 \cdot 54 = 81 \text{ мм.}$$

Відповідно $L_{ст} = 85$ мм. Із цього $l_{шп} = 85 - 5 = 80$ мм.

$$\sigma_{зм} = \text{Н/мм}^2$$

Умови міцності дотримуються.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Структурно-функціональний аналіз технологічного процесу виробництва ковбасних виробів

Процес виробництва ковбасних виробів запроєктований у такій послідовності операцій: приймання сировини, подрібнення, змішування компонентів, наповнення ковбасних оболонок, термічна обробка.

В технологічній лінії виробництва ковбасних виробів застосовуються різнопрофільні машини та технологічне обладнання, невміле чи необережне використання якого може спричинити небезпеку для обслуговуючого персоналу.

Для запобігання виникненню травмонебезпечних ситуацій необхідним є дотримання правил техніки безпеки та досконале виконання всіх операцій згідно інструкцій.

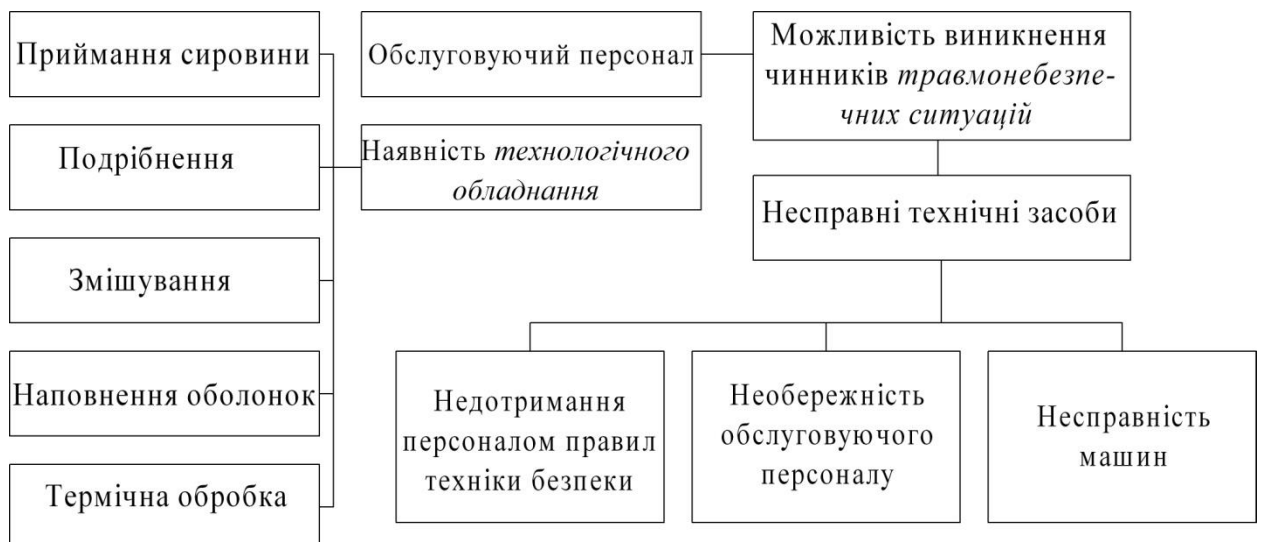


Рис. 4.1. Структурно-функціональна схема процесу виробництва ковбасних виробів

4.2 Розроблення моделей травмонебезпечних ситуацій

На виникнення виробничого травматизму впливають багато різноманітних чинників. Суттєво підвищує імовірність травматизму забруднення приміщення, тобто підлоги, тощо. Несправність чи відсутність огорожень поряд з рухомими частинами обладнання може призвести до травмування працівників.

Недостатня освітленість спричиняє втому зору і, як результат, сповільнення реакції. Швидка втома може розвинутиись при незручному положенні при виконанні операцій.

Недостатня вентиляція та невідповідна температура у приміщенні можуть призвести до захворювань органів дихання.

Високий рівень небезпеки може створюватись виробниче обладнання.

Основними причинами пожежі на цехах по виробництву ковбасних виробів є:

- порушення правил ведення технологічного процесу та правил технологічної експлуатації технологічного обладнання;
- порушення герметичності обладнання, що виділяє пар, неправильне розташування, будова, несправності та порушення експлуатації опалювальних приладів та котелень;
- необережне поводження з вогнем (використання відкритого вогню у виробничих приміщеннях, паління у невстановлених місцях, залишання без нагляду нагрівальних приладів), порушення правил монтажу та експлуатації електрообладнання;
- проведення зварювальних робіт у вибухо та пожежонебезпечних приміщеннях, несправність систем блискавкозахисту, тощо.

Таблиця 4.1- Аналіз формування та виникнення травмонебезпечних ситуацій при виробництві ковбасних виробів. Моделювання травмонебезпечних та аварійних ситуацій.

Вид робіт, обладнання	Виробнича безпека			Наслідки	Запобігання
	НУ	НД	НС		
1.Подрібнення сировини	1.1.Ненадійне кріплення елементів НУ-1 Відсутність захисних огорож НУ-2	Знаходження оператора поблизу подрібнювальної машини НД	Можливе руйнування елементів машини НС	Травма Аварія	Перевірка надійності кріплення, обладнання захисними огорожами
модель процесу:	<pre> graph LR NU1[НУ-1] --> ND[НД] ND --> A[А] A --> T[Т] NU2[НУ-2] --> NS[НС] NS --> A A --> T </pre>				
2.Наповнення оболонок	1.2.Несправність захисного заземлення НУ	Дотик до працюючого обладнання НД	Враження електричним струмом НС	Травма	Перевірка опору заземлення. ізоляція
модель процесу:	<pre> graph LR NU[НУ] --> NS[НС] NS --> T[Т] ND[НД] --> NS </pre>				
3.Термічна обробка	Відсутня захисна огорожа машини для термічної обробки НУ	Перебування робітника в зоні роботи машини НД	Випадкове збільшення температури НС	Травма	Обладнання захисними огороженнями 1 попереджувальними знаками
модель процесу:	<pre> graph LR NU[НУ] --> NS[НС] NS --> T[Т] ND[НД] --> NS </pre>				

4.3 Обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій стосовно безпечного перебігу виробничого процесу

4.3.1 Правила безпеки у цехах і обладнанні по виробництву ковбасних виробів

Обладнання по виробництву ковбасних виробів при встановленні вимірюють і надійно фіксують на спеціальних місцях, станинах, фундаментах.

Під час експлуатації, обслуговування чи ремонту обладнання потрібно дотримуватись вимог техніки безпеки, виробничої санітарії та спеціальних інструкцій. В технологічному процесі повинно використовуватись лише справне обладнання, повинні бути наявні заземлення та захисні огороження. Елементи конструкцій обладнання не повинні мати гострих кутів та дефектів.

Розміщення і конструкція органів керування повинні виключати можливість самовільного чи випадкового увімкнення обладнання. На органах керування повинен бути напис згідно їх призначення, вони повинні бути легкодоступними для працівників. Аварійні вимикачі червоного кольору повинні бути в зоні прямої видимості. Для своєчасного виявлення дефектів і контролю якості виконання операцій за обладнанням та машинами повинен вестись регулярний нагляд.

Недопустимим є залишення працюючого обладнання без нагляду на тривалий час.

При неякісному виконанні операцій чи несправності обладнання повинно бути виведене з робочого процесу до повного усунення несправності.

4.3.2 Розрахунок вентиляції в цеху по виробництву ковбасних виробів

При розрахунку повітрообміну величину витрати повітря в приміщенні визначаємо за формулою:

$$W = n_p \cdot W_0 \quad (4.1)$$

де, n_p - кількість робітників, чол. ($n_p=2$);

W_0 - нормована величина витрати повітря на одного працівника, м³/Год
($W_0=20$ м³/Год)

$$W_0 = 2 \cdot 20 = 40 \text{ м}^3/\text{Год}$$

Перепад тиску для забезпечення руху повітря визначаємо за формулою:

$$H_m = 9.8 \cdot h(\rho_{зп} - \rho_{вп}) \quad (4.2)$$

де, h - висота труби, м ($h=4$ м);

$\rho_{\text{зп}}$ - густина повітря ззовні приміщення, кг/м^3 ($\rho_{\text{зп}} = 1.26 \text{ кг/м}^3$);

$\rho_{\text{вп}}$ - густина повітря в середині приміщення, кг/м^3 ($\rho_{\text{вп}} = 1,23 \text{ кг/м}^3$).

Підставивши відомі величини у формулу маємо:

$$H_m = 9,8 \cdot 4(1.26 - 1.23) = 1,176 \text{ Па}$$

Швидкість повітряного потоку в аераційному каналі визначаємо за формулою:

$$V = 1.42 \cdot \psi_c \sqrt{\frac{H_m}{\rho_{\text{зп}}}} \quad (4.3)$$

де, ψ_c - коефіцієнт, що враховує опір повітря в аераційному каналі ($\psi_c = 0,5$).

Підставивши відомі величини у формулу, отримаємо:

$$V = 1.42 \cdot 0.5 \sqrt{\frac{1.176}{1.26}} = 0.686 \text{ м/с}$$

Сумарну площу витяжних каналів визначаємо за формулою:

$$S_{\text{вк}} = \frac{W}{3600 \cdot v} \quad (4.4)$$

$$S_{\text{вк}} = \frac{40}{3600 \cdot 0.686} = 0.016 \text{ м}^2$$

Кількість вентиляційних пристроїв:

$$n_{\text{в}} = \frac{S_{\text{вк}}}{f_0} \quad (4.5)$$

$$n_{\text{в}} = \frac{0.016}{0.04} \approx 0.4 \approx 1$$

де, f_0 - площа поперечного перерізу витяжного каналу, м^2 ($f_0 = 0,04 \text{ м}^2$)

Відповідно до розрахунків в ковбасному цеху буде один вентиляційний канал, розташований збоку приміщення, розмірами згідно стандарту $20 \times 20 \text{ см}$. Потужність двигуна - $0,55 \text{ кВт}$.

4.3.3 Розрахунок природного і штучного освітлення

Виходячи з величини площі цеху 74 м^2 за площею вікна за стандартом ($4,18 \text{ м}^2$) розраховуємо природне освітлення.

За умови, що стандартна плита перекриття має довжину 6 м , з врахуванням товщини стін приміщення має корисну ширину 5 м . В цьому

випадку довжину приміщення обчислимо:

$$b = \frac{S}{d} = \frac{74}{6} = 12\text{м} \quad (4.6)$$

За коефіцієнтом природного освітлення визначаємо сумарну площу вікон:

$$\begin{aligned} \sum F_b &= F_n \cdot \alpha \\ \sum F_b &= 74 \cdot 0.4 = 30 \end{aligned} \quad (4.7)$$

де,

α - коефіцієнт природного освітлення ($\alpha = 0,4$);

F_n - площа підлоги в приміщенні, м^2 ($F_n = 74\text{м}^2$).

Кількість вікон визначаємо:

$$N_b = \frac{\sum F_b}{F_b} \quad (4.8)$$

де,

F_b - площа одного вікна, м^2 ($F_b = 4,18\text{м}^2$)

Отже:

$$N_b = \frac{30}{4.18} = 7.17$$

Приймаємо кількість вікон $N_b = 7$.

Використовуючи метод питомої потужності знаходимо загальну потужність і обраховуємо необхідну кількість світильників:

$$P_{\text{заг}} = W \cdot F_n \quad (4.9)$$

де, W - питома потужність, $\text{Вт}/\text{м}^2$ ($W = 20 \text{Вт}/\text{м}^2$)

$$P_{\text{заг}} = 20 \cdot 74 = 1480 \text{Вт}$$

Кількість світильників визначаємо за формулою:

$$n_c = \frac{P_{\text{заг}}}{P_{\text{св}}} \quad (4.10)$$

де, $P_{\text{св}}$ - потужність приймального світильника, Вт ($P_{\text{св}} = 100\text{Вт}$).

Тоді:

$$n_c = \frac{1480}{100} = 15 \text{шт}$$

Приймаємо для штучного освітлення приміщення борошномельного цеху 12 світильників потужністю 100Вт кожен.

4.3.4 Розрахунок захисного заземлення

Для заземлення машин і обладнання використовуємо заземлювачі у вигляді трубчатих стержнів одиночного типу.

Опір розтіканню такого заземлювача, розміщеного біля поверхні ґрунту визначаємо за формулою:

$$R_o = 0.366 \frac{\rho}{l} \cdot \lg \frac{4l}{d} \quad (4.11)$$

де,

R_o - опір розтікання одиночного трубчастого заземлювача, Ом;

ρ - розрахунковий питомий опір ґрунту, Ом·см ($\rho=0,50$ Ом·см);

l - довжина труби, см ($l=300$ см);

d - діаметр труби, см ($d = 5$ см).

$$R_o = 0.366 \frac{0.5}{300} \cdot \lg \frac{4 \cdot 300}{5} = 1.45 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}$$

Необхідну кількість заземлювачів визначаємо за формулою:

$$n = \frac{R_o}{R_a \cdot \eta_c}$$

де,

R_a - допустимий опір заземлювача проектного об'єкта ($R_a=5$ Ом)

η_c - коефіцієнт використання заземлювачів ($\eta_c=0,87$).

$$n = \frac{1.45 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 0.87} = 0.333 \cdot 10^{-3}$$

Кількість заземлювачів приймаємо $n=1$.

Для забезпечення заземлення достатньо одного заземлювача, отже, приймаємо для більш надійного заземлення одноелектродний заземлювач без штаби, розрахунковий опір якого визначаємо за формулою:

$$R_{\text{сер}} = \frac{R_o}{\eta \cdot \eta_c} \quad (4.13)$$

$$R_{\text{сер}} = \frac{1.45 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 0.87} = 1.67 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}$$

$R_{\text{сер}} < 100$ Ом, що задовольняє вимоги правил техніки безпеки.

4.3.5 Протипожежні заходи

Під час роботи у цехах по виробництву ковбасних виробів необхідним є застосування засобів пожежної сигналізації і вибирають необхідні первинні засоби пожежегасіння.

Світильники у виробничих приміщеннях повинні відповідати протипожежним вимогам, вимикачі - внесені за межі приміщення. Відкриття дверей повинно здійснюватись назовні, підходи до них повинні бути безперешкодними.

Забороняється користуватись відкритим вогнем у приміщеннях. Про це повинні нагадувати спеціальні написи. Вентиляційні канали повинні обладнуватись люками для очищення від пилу.

Обладнання, що споживає електричну енергію повинно мати надійні кріплення контактів для запобігання іскроутворенню.

Згідно технологічних вимог, на основі встановлених стандартів приміщення цеху повинно бути обладнане вогнегасниками з розрахунку 1 вогнегасник на 100 м² площі підлоги. Приймаємо 1 вогнегасник. Вогнегасник повинен бути розташований в легкодоступному місці посередині приміщення.

Витрати води на зовнішнє і внутрішнє пожежегасіння знаходимо за формулою:

$$Q_n = 3.6 \cdot g \cdot T_n \cdot n \quad (4.14)$$

де, g - питома витрата води на пожежегасіння ($g = 5 \text{ л/с}$);

T_n - тривалість пожежі, год. (приймаємо $T_n = 3$ год.);

n - кількість одночасних пожеж ($n = 1$).

Отже:

$$Q_n = 3.6 \cdot 5 \cdot 3 \cdot 1 = 54 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Об'єм пожежної водойми розраховуємо:

$$W = Q_n \cdot T \cdot n \quad (4.15)$$

Приймаємо об'єм пожежної водойми 180 м³ із двома забірними пристроями. Відстань до виробничого приміщення 30 м.

5. РОЗРАХУНОК ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ

5.1 Визначення обсягу та структури витрат на виробництво продукції

Розрахунок техніко-економічних показників базується на визначенні показників: строку окупності капіталовкладень, річного економічного ефекту, рівня рентабельності виробництва, прибутку, економії затрат праці, рівня механізації, собівартості продукції, експлуатаційних і виробничих затрат.

Одним із основних критеріїв економічної оцінки технологічного рішення є строк окупності, який визначається як відношення сумарних капітальних витрат K_{kap} (грн.) до річного прибутку Π (грн.):

$$T = \frac{K_{\text{kap}}}{\Pi} \quad (5.1)$$

Наступним показником, який може характеризувати економічну ефективність виробництва заданого виду продукції є рівень рентабельності. Він характеризує прибутковість підприємства. Рентабельність визначається відношенням прибутку Π до загальних затрат на виробництво продукції Z :

$$P_p = \frac{\Pi}{Z} \cdot 100 \quad (5.2)$$

Прибуток визначається як різниця грошових надходжень Γ_n і загальних затрат на виробництво продукції Z :

$$\Pi = \Gamma_n - Z \quad (5.3)$$

Грошові надходження від реалізації виробленої продукції визначаються як добуток кількості виробленої продукції Q_{np} (т) на її ціну C_{np} (грн./т):

$$\Gamma_n = \sum Q_{np} \cdot C_{np} \quad (5.4)$$

Грошові надходження від реалізації продукції різного гатунку (якості) визначатимуться як:

$$Г_{н1г} = Q_{н1г} \cdot Ц_{н1г} \quad (5.5)$$

$$Г_{н1г} = 812,5 * 150000 = 121875000 \text{ грн.}$$

Загальні затрати на виробництво продукції визначаються за формулою:

$$З = З_n + З_н \quad (5.6)$$

де $З_n$ - прямі затрати на виробництво продукції, грн.;

$З_н$ - непрямі затрати на виробництво продукції, грн.

Прямі затрати на виробництво продукції визначаються як

$$З_n = З_e + A_б + A_o + B_c + B_m \quad (5.7)$$

де $З_e$ - експлуатаційні затрати на виробництво продукції, грн. (вибирається з технологічної карти);

$A_б$ - амортизаційні відрахування на будівлі і споруди, грн.;

A_o - амортизаційні відрахування на відновлення і ремонт обладнання, що не ввійшло в технологічну карту, грн.;

B_c - вартість сировини, що необхідна для виробництва продукції, грн.;

B_m - вартість тари, що необхідна для пакування виробництва продукції, грн.

Амортизаційні відрахування на будівлі визначаються за формулою:

$$A_б = \frac{B_б}{T_e} \quad (5.8)$$

де $B_б$ - балансова вартість будівлі, грн.;

T_e - строк експлуатації будівлі, років (приймається 50 років).

Балансова вартість будівлі вибирається з довідників, нормативних документів, або розраховується за формулою:

$$B_{\bar{o}} = V_{\bar{o}} \cdot Z_{\bar{o}} \quad (5.9)$$

де $V_{\bar{o}}$ - будівельний об'єм, м³;

$Z_{\bar{o}}$ - будівельні затрати на 1 м³.

$$B_{\bar{o}} = 399,6 * 30000 = 11988000 \text{ грн.}$$

Тоді

$$A_{\bar{o}} = \frac{11988000}{50} = 239760 \text{ грн.}$$

Вартість сировини, яка використовується для виробництва продукції визначається за формулою:

$$B_c = \sum W_c \cdot C_c \quad (5.10)$$

де W_c - кількість кожного компонента в загальній рецептурі, кг;

C_c - вартість кожного компонента рецептури, грн/кг.

$$B_c = 812,5 * 120000 = 97500000 \text{ грн.}$$

$$B_m = N_m \cdot C_m \quad (5.11)$$

Тоді прямі затрати будуть становити

$$Z_n = 141804,49 + 239760 + 2229,936 + 97500000 = 97883794,43 \text{ грн.}$$

Непрямі затрати на виробництво продукції становлять 10 % від прямих, тому їх розмір визначатиметься за формулою:

$$Z_n = 0,1 \cdot Z_n \quad (5.12)$$

$$Z_n = 0,1 * 97883794,43 = 9788379,44 \text{ грн.}$$

Загальні затрати на виробництво продукції будуть становити

$$Z = 97883794,43 + 9788379,44 = 107672173,87 \text{ грн.}$$

Тоді прибуток від реалізації виробленої продукції буде рівним

$$П = 121875000 - 107672173,87 = 14202826,13 \text{ грн.}$$

Собівартість одиниці продукції визначається за формулою:

$$C_{np} = \frac{3}{Q_{np}} \quad (5.13)$$

$$C_{np} = \frac{107672173,87}{812,5} = 132519,60 \text{ грн/т.}$$

5.2 Визначення рентабельності підприємства, цеху та строк окупності додаткових капіталовкладень

За умови відомих значень прибутку і загальних затрат на виробництво продукції можна визначити рівень рентабельності виробництва.

$$P_p = \frac{14202826,13 * 100}{107672173,87} = 13,19 \%$$

Для визначення строку окупності капітальних вкладень необхідно визначити їх розмір за формулою

$$K_{kap} = B_o + B_{\bar{o}} \quad (6.14)$$

де B_o - вартість технологічного обладнання, грн.

$$K_{kap} = 62820 + 11988000 = 12050820 \text{ грн.}$$

Тоді строк окупності капітальних вкладень буде становити

$$T_{ок} = \frac{12050820,00}{14202826,13} = 0,85 \text{ років.}$$

Таблиця 5.1 - Економічні показники запропонованої технології виробництва продукції

Показник	Умовні позначення	Одиниці виміру	Параметр
Експлуатаційні затрати	Ze	грн.	141804,49
в.т. числі:			

заробітна плата	<i>Зп</i>	грн.	141880,2
амортизація машин	<i>Ам</i>	грн.	21770,86
поточний ремонт машин	<i>Апр</i>	грн.	36540,45
вартість паливо-мастильних матеріалів	<i>Впмм</i>	грн.	89600
вартість електроенергії	<i>Ве</i>	грн.	83742,34
вартість роботи автотранспорту	<i>Ват</i>	грн.	16275,6
Амортизаційні відрахування на будівлі	<i>Аб</i>	грн.	239760,00
Вартість сировини	<i>Вс</i>	грн.	97500000,00
Собівартість 1 т продукції	<i>Спр</i>	грн.	132519,60
Реалізаційна ціна 1 т продукції	<i>Цпр</i>	грн.	150000,00
Прибуток	<i>П</i>	грн.	14202826,13
Рівень рентабельності	<i>Рр</i>	%	13,19
Строк окупності капіталовкладень	<i>Ток</i>	років	0,85

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Виходячи аналіз господарської діяльності сільськогосподарських підприємств, зокрема по напрямку тваринництва, наявності сировинної бази та сформований попит на готові вироби, є доцільність для проектування цеху по переробці м'ясної сировини у ковбасних виробів у відповідності із описаним технологічним процесом виробництва.

Даний дипломний проєкт передбачав проведення аналізу існуючих технологій по переробці м'ясної сировини у ковбасні вироби. Згідно технологічних особливостей здійснено розрахунки продуктивності, підбір машини та обладнання, на основі чого сформовано потоково-технологічну лінію. Здійснено розрахунки у потребах води та електроенергії.

Проведено аналіз існуючих машин для подрібнення м'яса, санітарних та технічних вимог до машини для подрібнення, зокрема вовчка, проаналізовано та проведено розрахунки.

Запропоновано використання вдосконаленої конструкції вовчка для збільшення продуктивності та ефективності процесу подрібнення м'ясної сировини.

Здійснено розрахунки техніко-економічної оцінку даного проєкту, згідно із якими ми бачимо що запроєктоване підприємство буде рентабельним.

Бібліографічний список

1. Берник І. М., Новгородська Н. В., Соломон А. М., Овсієнко С. М., Бондар М. М. Інноваційні технології харчових виробництв: монографія. Вінниця: Видавець ФОП Кушнір Ю. В., 2022. 300 с.
2. Баль-Прилипко Л.В. Технологія зберігання, консервування та переробки м'яса. Київ, 2010. 469 с.
3. Василенко Г., Дорофєєва О., Голуб Б., Миронюк Г. Посібник для малих та середніх підприємств м'ясопереробної галузі з підготовки та впровадження системи управління безпечністю харчових продуктів на основі концепції НАССР. Видання перше. К.: IFSQ, AMP США, 2011. 236 с.
4. ДСТУ 4436:2005. Ковбаси варені, сосиски, сардельки, хліби м'ясні. Технічні умови [Чинний від 2015-01-01]. Вид. офіц. Київ,: Держпозживстандарт України. 2005. 15 с.
5. Харчова промисловість України: стан та перспективи / За ред. акад. НАН України І. Р. Юхновського. – К. : ФАДА, ЛТД, 2001. – 197 с.
6. Посібник для підготовки наладчика обладнання переробних виробництв: Навчальний посібник/В.Ф. Ялпачик, Ф.Ю. Ялпачик, С.Ф. Буденко, В.Г. Циб, А.А. Пупинін. Мелітополь.: Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2016. 500с.
7. Практикум з ремонту обладнання переробних і харчових виробництв: Навчальний посібник. /В.Ф.Ялпачик, Ф.Ю. Ялпачик, С.Ф. Буденко, В.Г. Циб. Мелітополь : Видавничий будинок Меліт.міської друкарні, 2015.235с.
8. Пешук Л. Якість варених ковбасних виробів з добавкою "Рекорд–75" / Л. Пешук // Товари і ринки. – 2019. – № 1. – С. 104–108.

9. Монтаж, експлуатація і ремонт машин та обладнання переробних підприємств: Навчальний посібник./В.Ф. Ялпачик, О.П.Ломейко, В.Г. Циб, Ф.Ю. Ялпачик та ін./Мелітополь: Видавничий будинок міської друкарні, 2014. 235с.
10. Тимченко А.А. Основи системного проектування та системного аналізу об'єктів. Основи системного підходу та системного аналізу об'єктів нової техніки: Навч. посібник/За ред. Ю.Г.Леги. – К.:Либідь, 2004. – 288с.
11. Гречкосій В.Д. Основи проектування технологічних процесів / В.Д.Гречкосій, Р.В.Шатров, В.І.Василюк, Л.О.Шейко // Ніжин: МІЛАНІК, 2009. -111 с.
12. Тимченко А.А. Основи системного проектування та системного аналізу складних об'єктів: Підручник для студентів вищих закладів освіти/За ред.В.І.Бикова – К.:Либідь, 2000. – 270с.
13. Теорія технічних систем / В.С. Ловейкін, Ю.О. Ромасевич. – К.: ЦП „КОМПРИНТ”, 2017. – 291 с. Харчова промисловість України: стан та перспективи / За ред. акад. НАН України І. Р. Юхновського. – К. : ФАДА, ЛТД, 2001. – 197 с.
14. Клименко М.М., Пасічний В.М., Масліков М.М. Технологія проектування м'ясо-жирових підприємств м'ясної промисловості/ За редакцією Клименка М.М./ Навчальний посібник. –Вінниця: Нова Книга, 2005. -384с.
15. Мирончук В.Г. Розрахунок обладнання підприємств переробної і харчової промисловості [Текст] / В.Г. Мирончук, Л.О. Орлов, Л.О. Пушанко та ін. Вінниця.: Нова книга. 2004. – 288 с.
16. Технологічний інжиніринг підприємств харчової галузі [Текст] : навч. посіб. / за ред. Я.Г. Верхівкера; Одес. нац. акад. харч. технологій, Нац. ун-т харч. технологій. – Одеса : Освіта України, 2017. – 144 с.
17. Мерко, І.Т. Наукові основи і технологія переробки зерна. / І.Т. Мерко, В.О. Моргун. – Одеса: Друк, 2001. – 360 с.

18. Камінський В.Д., Бабич М.Б. Переробка та зберігання сільськогосподарської продукції. Навчальний посібник. – Одеса: Аспект, 2000. – 460с.