

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

**Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад.  
І.С.Гулого  
Кафедра технологічного обладнання та комп'ютерних технологій  
проектування**

**«До захисту в ЕК»**  
Директор інституту(декан факультету)

\_\_\_\_\_ (підпис) \_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021р.

**«До захисту допущено»**  
Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ (підпис) \_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності \_\_\_\_\_ 133 «Галузеве машинобудування» \_\_\_\_\_  
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Обладнання переробних і харчових виробництв  
на тему «Модернізація універсального вакуумного двошнекового шприца Nava  
продуктивністю 800 кг/год »

Виконав: здобувач 5 курсу, групи 1 Карбовський Дмитро Григорович  
(прізвище та ініціали)

Керівник Люлька Дмитро Миколайович \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

Консультанти \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали) (підпис)

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній роботі немає запозичень із праць  
інших авторів без відповідних  
посилань.

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2021 р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С.Гулого  
Кафедра Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій  
проектування

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»  
(шифр і назва)

Освітня програма «Обладнання переробних і харчових виробництв»  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри ТОКТП  
проф. Мирончук В.Г.

“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

## **З А В Д А Н Н Я** **НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

Карбовський Дмитро Григорович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Модернізація універсального вакуумного  
двошнекового шприца Nava продуктивністю 800 кг/год

керівник проекту (роботи) Люлька Дмитро Миколайович, доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «09» листопада 2020 р. № 934-  
кс

2. Строк подання здобувачем роботи 01.02.2021р.

3. Вихідні дані до роботи 1. Технічний паспорт обладнання.

2. Альбом галузевого обладнання. 3. Навчальна та спеціальна література

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):  
анотація, зміст; вступ, порівняльний аналіз технічних рішень, техніко-  
економічне обґрунтування, характеристика вихідної сировини і готового  
продукту, опис запропонованого технічного рішення, принцип роботи,  
розрахункова частина, вибір конструкційних матеріалів, технологічний  
маршрут виготовлення деталі, вимоги щодо монтажу, експлуатації, ремонту,  
опис системи управління, заходи щодо охорони праці, екології; загальні висновки,  
список використаних літературних джерел, специфікація.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

Загальний вигляд обладнання – 2 аркуші; Складальні одиниці обладнання – 2  
аркуші; Технологія машинобудування – 1 аркуш.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технологія машинобудування			

7. Дата видачі завдання: 14.09.2020 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Анотація, зміст</i>	30.09.2020	
2	<i>Вступ</i>	09.10.2020	
3	<i>Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі</i>	16.10.2020	
4	<i>Техніко-економічне, соціальне обґрунтування.</i>	23.10.2020	
5	<i>Характеристика вихідної сировини і готового продукту</i>	30.10.2020	
6	<i>Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи.</i>	13.11.2020	
7	<i>Вибір конструкційних матеріалів</i>	13.11.2020	
8	<i>Розрахункова частина</i>	20.11.2020	
9	<i>Технологічний маршрут виготовлення деталі</i>	30.11.2020	
10	<i>Вимоги щодо монтажу, експлуатації та ремонту</i>	11.12.2020	
11	<i>Опис системи управління</i>	18.12.2020	
12	<i>Заходи щодо охорони праці, екології</i>	18.12.2020	
13	<i>Висновки</i>	30.12.2020	
14	<i>Графічна частина: 5 аркушів формату А3</i>	15.01.2021	
	<i>Подача кваліфікаційної роботи на кафедру</i>	01.02.2021	

Здобувач \_\_\_\_\_

( підпис )

Карбовський Д.Г.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_

( підпис )

Люлька Д.М.

(прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Об'єктом розробки даного дипломного проекту є універсальний вакуумний двошнековий шприц Nava продуктивністю 800 кг/год, який призначений для наповнення оболонок фаршем, надання форми ковбасним виробам і захисту їх від зовнішніх впливів.

В даному дипломному проекті проаналізовані технологічні аспекти виробництва сосисок, розглянуті різновиди вакуумних шприців для формування сосисок, проведений їх порівняльний аналіз, виявлені переваги та недоліки. На основі проведеного аналізу було запропоновано конструктивну схему вакуумного шприца з модернізацією вузла приводного механізму, а також вузла приставки. Суть модернізації вузла приводного механізму полягає в заміні пасової передачі на ланцюгову, оскільки, як показує практика, величина шуму при роботі значно не змінилася, а якість дозування при використанні ланцюгової передачі покращилася. Модернізація вузла формування полягає у зміні кута підтримуючого елемента, що механізує процес перекручування і зменшить затрати ручної праці.

Дипломний проект виконаний на 90 сторінках тексту, в яких приведений аналіз наявного обладнання даного типу, а також конструктивний, технологічний та кінематичний розрахунки, представлений технологічний маршрут виготовлення типової деталі та відповідні розрахунки, наведені правила експлуатації та охорони праці при роботі з даним видом обладнання та 7 листах графічної частини. Складається з 11 розділів, вступу, висновків, переліку посилань та додатків. Зміст роботи відповідає затвердженому завданню.

В графічній частині зображено креслення загального виду вакуумного шприца Nava (1 аркуш – А1), вузла перекручування (2 аркуш – А1), дозування (3 аркуш – А2), формування сосисок (аркуш 4 – А3), редуктор приводу шнеків (5 аркуш – А3) і модернізованого приводу (6 аркуш – А1), а також технологічний маршрут виготовлення деталі (7 аркуш – А1).

Ключові слова: ШПРИЦ NAVA, ШНЕКОВИЙ ВИТИСКУВАЧ, НАПОВНЕННЯ ОБОЛОНОК, ПРОЦЕС, ХАРАКТЕРИСТИКА, РОЗРАХУНОК, МОДЕРНІЗАЦІЯ ПРИВОДУ.

## **SUMMARY**

The objective of this diploma project is to develop a universal vacuum twin-screw syringe Nava with a capacity of 800 kg / h, which is designed to fill sausage casings with minced meat, to give shape to sausages and protect them from external influences.

In this diploma project the technological aspects of sausage production are analyzed, the types of vacuum syringes for sausage formation are considered, their comparative analysis is carried out, the advantages and disadvantages are revealed. Based on the analysis, a constructive scheme of a vacuum syringe with modernization of the drive mechanism unit, as well as the attachment unit, was proposed. The task of the modernization of the drive mechanism is to replace the belt drive with a chain, since the level of noise during the operation has not changed significantly, and the quality of dosing when using a chain drive has improved, as practice shows. The modernization of the forming unit involves the change in the angle of the supporting element, which mechanizes the process of grinding meat, and reduces manual labor costs.

The diploma project comprises 90 pages of the text containing the analysis of the available equipment of this type, as well as structural, technological and kinematic calculations, the technological route of manufacturing a typical component and the corresponding calculations, operating rules and labour protection regulations while working with this type of equipment, and 7 sheets of graphics. It consists of 11 sections, an introduction, conclusions, a list of references and appendices. The content of the project corresponds to the approved task.

The graphic part shows the drawings of the general view of the vacuum syringe Nava (sheet 1 - A1), twisting unit (sheet 2 - A1), dosing (sheet 3 - A2), the formation of sausages (sheet 4 - A3), auger drive reducer (sheet 5 - A3) and the modernized drive (sheet 6 - A1), and also a technological process route of a component (7 sheets - A1).

**Key words: NAVA SYRINGE, SCREW EXTRACTOR, COVER FILLING, PROCESS, CHARACTERISTICS, CALCULATION, DRIVE MODERNIZATION.**

## ЗМІСТ

ВСТУП	- 7 -
1. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПОСТАВЛЕНОЇ ЗАДАЧІ	- 9 -
2. ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНЕ, СОЦІАЛЬНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	- 20 -
3. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ І ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ	- 22 -
4. ОПИС ЗАПРОПОНОВАНОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ. БУДОВА ТА ПРИНЦИП РОБОТИ ОБЛАДНАННЯ	- 27 -
5. ВИБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ	- 30 -
6. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА	- 32 -
6.1. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК	- 32-
6.2. КІНЕМАТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК	- 34 -
6.3. КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗРАХУНОК	- 36 -
7. ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ «ПАТРОН»	- 49 -
8. ВИМОГИ ДО МОНТАЖУ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА РЕМОНТУ	- 68 -
9. ЗАХОДИ ПО ОХОРОНІ ПРАЦІ ТА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ	- 71 -
10. СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ	- 82 -
11. ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ	- 84 -
ВИСНОВКИ	- 86 -
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	- 87 -
СПЕЦИФІКАЦІЯ	

## ВСТУП

М'ясна промисловість вважається однією з найбільших галузей харчової промисловості, вона забезпечує її харчовими продуктами, є основним джерелом білків.

Кожного року реконструюються і вводяться нові м'ясопереробні підприємства для збільшення випуску м'яса і м'ясопродуктів. Крок за кроком відбувається технічне вдосконалення і оснащення підприємств м'ясної галузі АПК країни сучасним технологічним устаткуванням, інноваційною технікою, комплексно механізуються і автоматизуються виробництва. Збільшується використання ЕОМ. Постійно проводиться робота з підвищення якості, поліпшення і збагачення асортименту м'ясних продуктів.

Наслідком науково-технічного прогресу є різке зниження енерговитрат у основної маси населення як у сфері громадського виробництва, так і у сфері домашнього господарства і побуту. Впродовж кількох останніх десятиліть внаслідок механізації і автоматизації праці, скорочення тривалості робочого дня й робочого тижня, розвитку громадського й особистого транспорту, розширення комунальних послуг, енерговитрати людини знизилися в 1,5 - 2 рази.

Виробництво якісних м'ясних продуктів — це комплексне завдання, яке втілюється з допомогою вдосконалення комплексної і безвідходної технологій переробки сільськогосподарської сировини, вдосконалення автоматизації і механізації сільського господарства і переробних галузей, зниження сировинних, енергетичних і трудових витрат, підвищення трудової та виробничої дисципліни, професійного розвитку співробітників.

Оцінити нинішній стан машинобудування дуже складно, але станом на 2014 р. українськими підприємствами виробляється близько 46% типорозмірів технологічного обладнання для харчової і переробної промисловості.

Для м'ясної промисловості з 207 штук машин для первинної переробки худоби, виготовлення ковбас та інших м'ясних виробів наші підприємства серійно виробляють 150 одиниць, або 72 %. Основними виробниками – є акціонерні товариства «Полтавамаш», «Темп»(м. Черкаси), «Донецький завод Продмаш».

В нашій державі не виробляються, а закупаються імпортні шприци, вакуумні кутери, сепаратори жиру і крові, холодильне устаткування, автомати для розтину тушок і вилучення нутрощів птиці.

На сьогодні головною задачею є розробка вітчизняного обладнання та впровадження його у виробництво. Обладнання яке могло б конкурувати з імпортними аналогами в якості виробленої продукції, продуктивності обладнання, техніко-економічних показників тощо.

Тому потрібно починати з проектування, основними задачами якого є складання проектів розробки нових видів обладнання, покращення існуючого обладнання не тільки з метою конкурентноспроможності, а і з метою збільшення випуску продукції, підвищення її якості, зниження витрат на її виробництво і трудоємність.

Це абсолютно реально за допомогою впровадження в проекти найновіших досягнень науки і техніки, застосування прогресивних технологічних рішень і досвіду закордонних колег.

## **1. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПОСТАВЛЕНОЇ ЗАДАЧІ**

Шприци застосовують для примусового наповнення фаршем ковбасних оболонок, форм, тари та ін.

За принципом роботи шприци можуть бути універсальними або спеціального призначення, а за родом дії - періодичного або безперервної дії. Для шприців безперервної дії характерні більш високі коефіцієнт використання продуктивності машини і продуктивність праці.

До них висувають такі технологічні вимоги:

- збереження форми шматочків шпику і вихідних властивостей фаршу при проходженні через робочі органи машини, запобігання потрапляння в фарш повітря, мастила, частинок від деталей, що зношуються та ін.;

- скорочення шляху руху фаршу від приймального бункера до цівки;

- можливо швидке розбирання робочих деталей, повне очищення і промивка всіх ділянок, що стикаються з фаршем;

- можливість регулювання швидкості витікання фаршу в залежності від виду його та інших технологічних вимог;

- можливо повніше виключення ручних операцій із завантаження, вирівнюванню і ущільнення фаршу;

- можливість включення шприца в єдину механізовану лінію або агрегату безперервного приготування фаршу і ковбасних виробів;

- можливо високий к.к.д. передач енергії в шприці: підвищення продуктивності праці, поліпшення санітарногігієнічних умов і умови обслуговування.

Кожен шприц складається з резервуара для прийому фаршу, що витискує, фаршовідвідного пристрою, приводу і механізмів, які обслуговують витискувач, причому в шприцах періодичної дії резервуар для прийому фаршу суміщений з

витискувачем, виконаним у вигляді циліндра з поршнем. В шприцах деяких типів є пристрої для дозування фаршу, надягання оболонки і її перекручування, перетискання та ін. Вони більш зручні для включення в єдину безперервну лінію ковбасного виробництва і забезпечують найкращі санітарногігієнічні роботи. Однак застосовувані в даний час витискувачі шприців безперервного дії негативно впливають на якість фаршу.

Це обумовлено тим, що фарш із зони всмоктування в зону нагнітання передається дрібними порціями, при цьому робочі органи витискувачів за рахунок одностороннього стиснення фаршу дрібними порціями перетирають його на відміну від поршневих шприців, де фарш піддається об'ємному стиску.

Шприци, як правило, включають в себе: бункер для прийому і підтримки в ньому необхідного рівня фаршу, що виключає можливий підсос через шари фаршу повітря в робочу зону витискувача; витискувач, що забирає фарш з бункера і видає його через цівку в оболонку дозами певного або довільного обсягу: приводний механізм з пристосуваннями для зміни числа обертів двигуна до числа оборотів ротора, регулювання продуктивності або швидкості виходу фаршу в оболонку, перекриття потоку фаршу: вакуумну систему, що складається з насоса, трубопроводу, пастки і пристрої для спостереження за роботою вакуумної системи і регулювання глибини розрідження.

Шприци з роздільним роботою включають в себе вакуумний шприц-наповнювач транспортує трубу і шприц-витискувач фаршу через цівку. Між цими шприцями фарш, поданий в труби, останніми переміщається по напрямних рейках.

Для підтримки в робочій зоні машини і вакуумній системі чистоти, необхідної умовами виробництва, ці частини машини виготовляють вільно розбираються і легко доступними для огляду, мийки, чищення і подальшого складання.

За принципом роботи витискувачі поділяють на поршневі, шестерні, ексцентрикових-лопатеві, гвинтові, шнекові та відцентрові. Найпростіший шприц виконує роль насоса, а більш досконала його конструкція - дозуючого пристрою.

За будь-якого способу витиснення фаршу в нього потрапляє повітря. Структура готового продукту утворюється пористою. Тому шприци безперервної дії, як правило, працюють з використанням вакууму для видалення повітря з фаршу.

На основі вищезгаданих вимог проведемо аналіз переваг і недоліків найпоширеніших видів шприців, що входять до кожної групи.

Шприци з поршневим нагнітанням(рис. 1.1) періодичної дії можуть працювати з фаршами різної консистенції: від дуже текучих – для сосисок, до дуже в'язких – для сирокочених ковбас. Вони є універсальними машинами періодичної дії. В поршневих шприцах фарш не втрачає початкові фізичні властивості за рахунок рівномірного об'ємного стискання(нормальні напруження) і не витримує дотичних напружень та напружень зсуву. Через що зберігається просторовий розподіл включень в фарші кубиків шпиків і м'яса.

Поршневі шприци мають такі недоліки: періодичну роботу, що включає періоди витеснення (шприцювання) і завантаження тривалість яких може бути рівною або близькою за значенням.

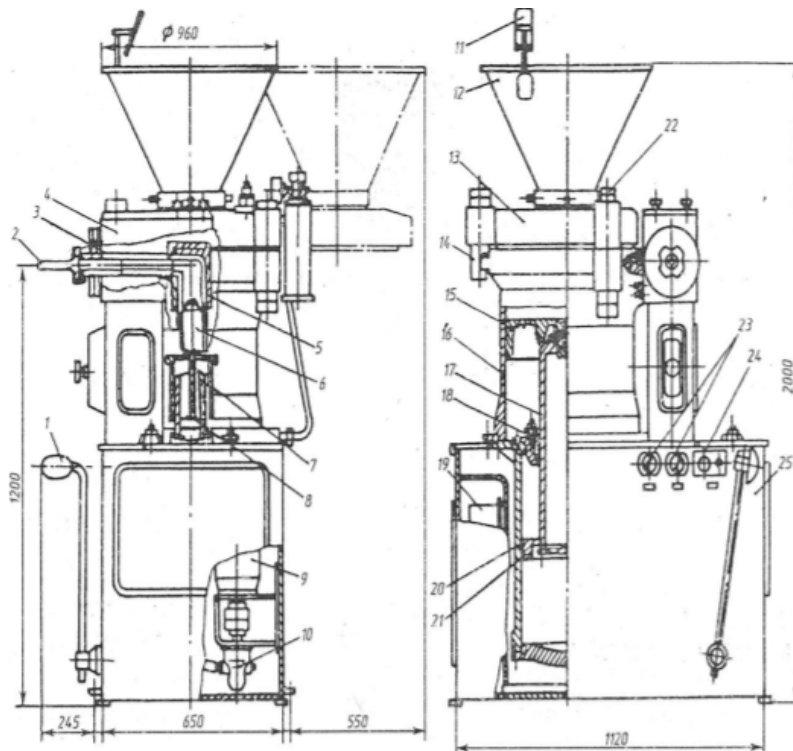


Рис. 1.1. Поршневий шприц для дозування з гідравлічним приводом Е8-ФНА: 1 – підколінний важіль; 2 – цівка; 3 – порожній вал; 4 – дозуючий пристрій; 5 – дозувальна склянка; 6 – дозуючий поршень; 7 – дозуючий гідроциліндр; 8 – поршень; 9 – електродвигун; 10 – шестеренний насос; 11 – дзеркало; 12 – бункер; 13 – кришка; 14 – затиск; 15, 21 – поршні фаршевого і гідроциліндрів; 16 – фаршевий циліндр; 17 – шток; 18 – ущільнення; 19 – шафа з електроапаратурою; 20 – гідроциліндр; 22 – вісь повороту кришки; 23, 24 – пульт керування; 25 – станина

На шприци встановлюють ручні, електромеханічні, гідравлічні і пневматичні приводи. Ручні приводи застосовують в шприцах з об'ємом до 12 л, які використовуються на підприємствах громадського харчування. Електромеханічний привід включає в себе електродвигун, редуктор і передачі. Ці шприци мають багато запчастин, які швидко зношуються, їхньому обслуговуванню треба приділяти багато уваги, в них не просто забезпечити плавність регулювання швидкості шприцювання і тиску. Шприци з пневматичним приводом найбільш прості, тому що складаються з фаршевого циліндра і поршня, під який нагнітають повітря. Поршневі шприци з гідравлічним приводом випускають з об'ємом циліндра від 12 до 70 л. Залежно від обсягу циліндра змінюється і потужність приводу від 0,75 до 3 кВт. Випускають шприци-наповнювачі, шприци дозирівщики і шприци дозувальники-перекрутчики.

Найпоширенішими є шприци з гідравлічним приводом (рис. 1.2), у яких фаршевий і гідравлічні поршені пов'язані штоком. Цей тип приводу гарантує безступінчасте регулювання тиску і витрати фаршу.

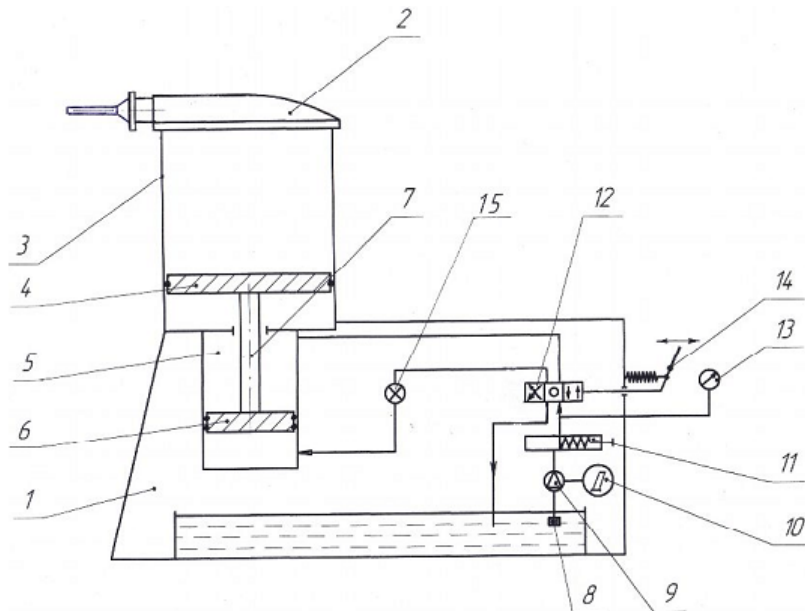


Рис. 1.2. Принципова схема поршневого циліндра з гідравлічним приводом:

1 – корпус; 2 – кришка фаршевого циліндра; 3 – фаршевий циліндр; 4 – поршень фаршевого циліндра; 5 – силовий циліндр; 6 – поршень силового циліндра; 7 – шток; 8 – масляний фільтр; 9 – шестеренчастий масляний насос; 10 – електродвигун; 11 – редукційний клапан; 12 – золотниковий пристрій; 13 – манометр; 14 – важіль управління; 15 – запобіжний клапан

Останнім часом найбільш широко застосовуються шприци з ексцентриколопатовим нагнітанням (роторні). Вони створюють в продукті нормальні, об'ємні напруження, які не впливають на фізичні властивості фаршу і не викликають перерозподіл його компонентів. Їх конструкція дозволяє працювати з різними видами фаршів.

Шприц "Робот ДП-15Ц" фірми "Фемаг" (Німеччина) має ексцентриковолопастний насос (рис. 1.3). У корпусі 1 шприца розташовані гідронасосна станція, вакуумний насос, привід ротора насосу та механізму перекрутки. Корпус насосу 7 закріплений на верхній поверхні корпусу 1, а на ньому – корпус 11 приводу подачі спіралі.

Зверху встановлений бункер 10 завантаження фаршу, в якому обертається спіраль, яка подає фарш. Фарш в бункер завантажують з візочка 15 підйомником-перекидачем 14, приєднаним до шприца. Підйомник має гідропривід. Ротор насосу та спіраль, яка подає фарш приводяться в рух від гідромотора, який дозволяє безступенево регулювати частоту обертання. Гідромотор забезпечує створення тиску витиснення до 4 МПа.

На передньому торці корпусу машини закріплений механізм перекрутки 6 з цевкою 4 і підтримує механізм 5. Шприц забезпечують різноманітними приставками, що дозволяють проводити всі види сосисок, сардельок і ковбас прямим наповненням, з перекруткою, з фасуванням по довжині, в натуральній та штучній оболонці.

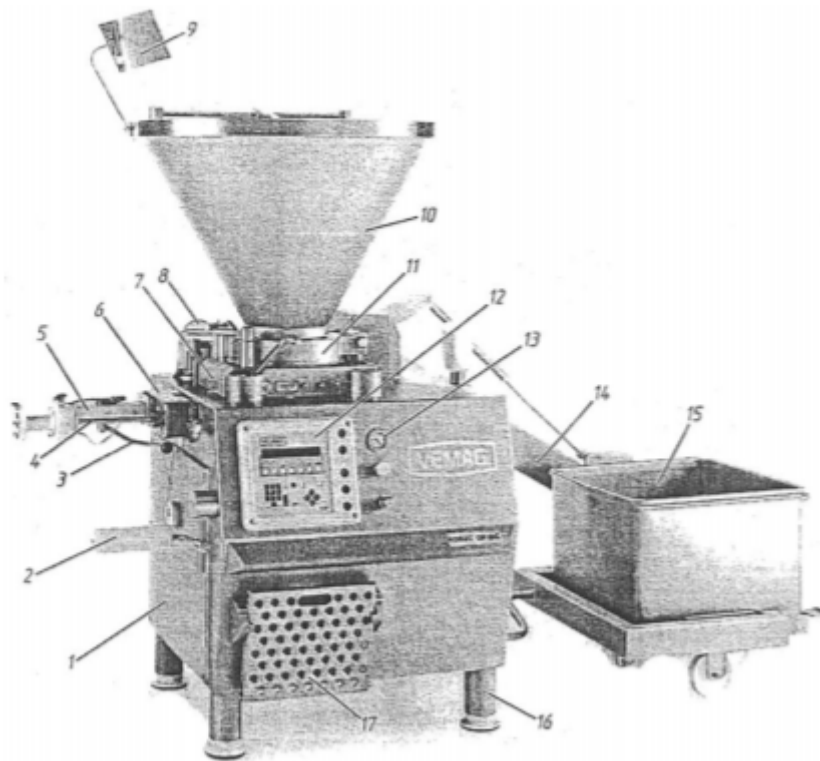


Рис. 1.3 – Шприц "Робот ДП-15Ц" фірми "Фемаг" з ексцентриковолопастевим витиснювачем: 1 – корпус; 2 – підколінна педаль; 3 – важіль; 4 – цевка; 5 – підтримуючий механізм; 6 – механізм перекрутки; 7 – корпус витиснювача; 8 – ковпак вакуумної пастки; 9 – дзеркало; 10 – бункер; 11 – корпус приводу спіралі, яка подає фарш; 12 – пульт керування; 13 – вакуумметр; 14 – підйомник-перекидач; 15 – візок; 16 – опора; 17 – відкидна площадка

Шприц може працювати спільно з автоматичним кліпсатором і навішуваючим пристосуванням. Управляється шприц з пульта 12, на якому розташовані кнопки для ручного включення механізмів і регулювання процесом, і мікропроцесор, що має 99 програм роботи. Він має дисплей, який дозволяє працювати оператору в діалоговому режимі. Програми включають всі параметри і найменування продуктів.

Продуктивність шприца "Робот ДП-15Ц" – до 10000 кг/год, залежно від виду продукту (діаметра оболонки, фізичних властивостей фаршу і т.д.). Потужність приводу 17 кВт, маса (з підйомником) 1300 кг. Висота шприца до краю бункера 2 м, ширина 1,4 м, довжина 2,6 м.

У цих шприців, на відміну від шнекових, немає великої витрати енергії на тертя робочого органа по поверхні корпуса, а також за рахунок співвісного розміщення ротора відносно бункера з'являється можливість встановлення шнекового живильника, який буде знімати залишки фаршу із стінок останнього.

Недолік таких конструкцій полягає в складності структури і неякісній деаерації фарша, що потребує вживання вакуумних кутерів і фаршемішалок. Шприци даних конструкцій нерідко застосовуються на мясокомбінатах через малі габарити і чималу продуктивність.

На рис. 1.4 наведено принципову схему шприца з ексцентриковолопастевим витискувачем і пристроєм перекручування оболонки. На корпусі машини 14

закріплено корпус 10 витискувача, в якому встановлено ексцентрично ротор 13 і лопатки 12. Лопатки переміщуються по поверхні нерухомого кулачка 11. Фарш у витискувач поступає через горловину з бункера 9, в якому обертається подаюча спіраль 8, що забезпечує рівномірність подачі продукту. Спіраль пов'язана з зубчастим вінцем 9, що приводиться в рух через відповідну шестерню від привода витискувача.

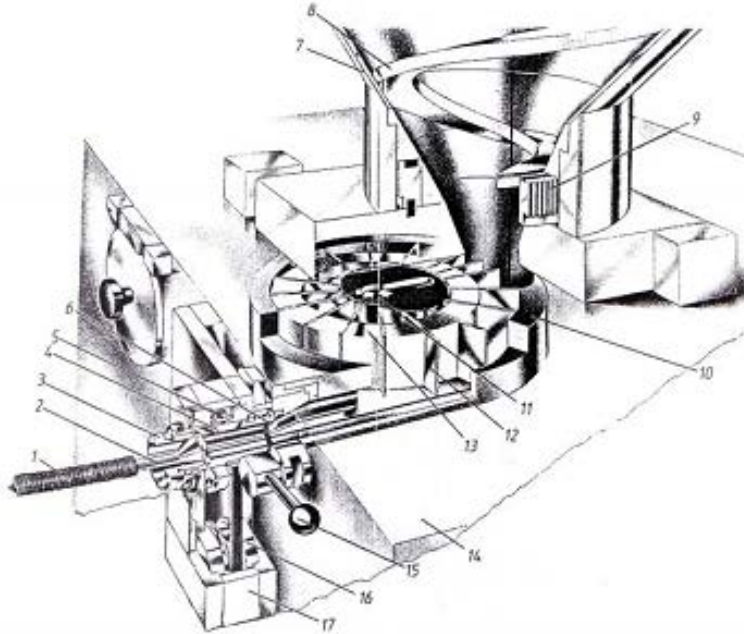


Рис. 1.4. Принципова схема шприца з ексцентрико-лопатевим витискачем:

1 – гофрована оболонка; 2 – цівка; 3 – накидна гайка; 4 – втулка; 5 – зубчастий пас; 6 – вихідний отвір; 7 – бункер; 8 – подаюча спіраль; 9 – зубчастий вінець; 10 – корпус витискача; 11 – кулачок; 12 – лопать; 13 – ротор; 14 – корпус; 15 – фіксуюча ручка; 16 – шків; 17 – корпус пристрою перекручування.

Шлях руху фаршу з витискувача до вихідного отвору 6 максимально короткий, а розміри вхідного і вихідного отворів дозволяють обережно, без перетирання, транспортувати фарш в цівку. На шприци також встановлено пристрій перекручування оболонки (при виробництві сосисок, сардельок), що має корпус 17, який фіксують на вивідному отворі рукояткою 15 зажима. В корпусі розміщена на підшипниках втулка 4, до якої накидною гайкою 3 приєднано цівку 2. Втулка з цівкою приводиться в рух зубчастим пасом 5 через шків 16, з'єднаний з сервомотором.

Витиснювач із зовнішнім зачепленням використаний в шприці-дозаторі П1-ФШТ «Донбас». На рис 1.5 показаний поперечний розріз шприца в робочих механізмах.

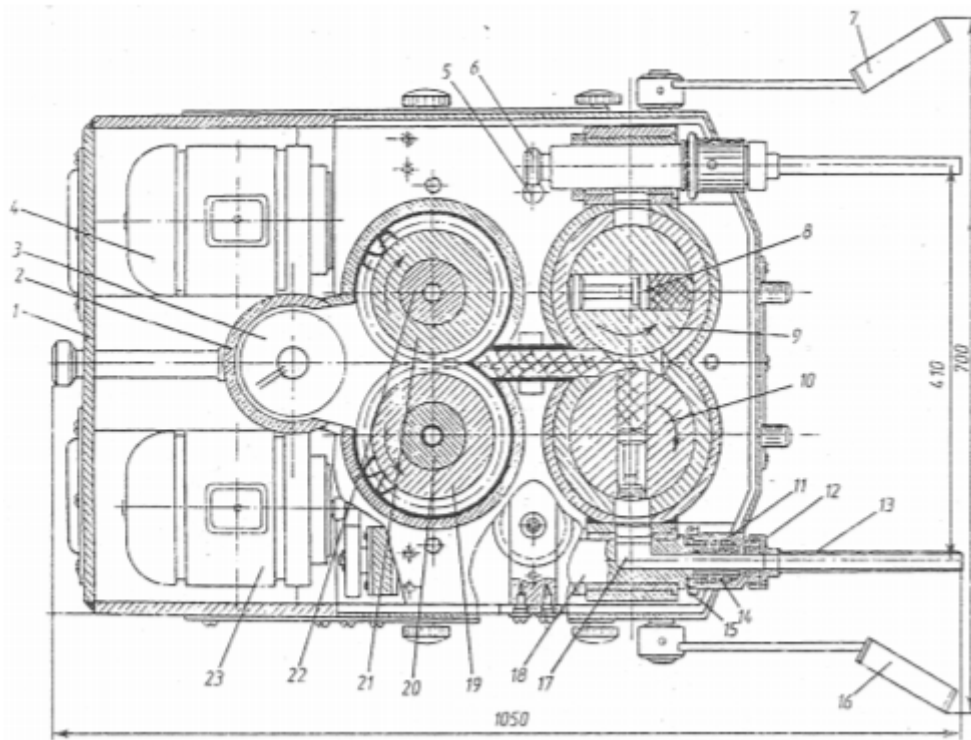


Рис. 1.5 – Розріз робочого механізму шприца ІІ-ФШТ "Донбас":

1 – станина машини; 2 – корпус; 3 – шнек, що подає фарш; 4, 23 – двигуни перекутника; 5 – рейка; 6 – зубчасте колесо; 7, 16 – педалі; 8 – поршень дозатора; 9, 10 – диски дозаторів; 11 – втулка; 12 – накидна гайка; 13 – цевка; 14 – підшипники; 15 – зубчасте колесо; 17 – радіальний отвір; 18 – вал перекутника; 19 – шестерня витиснювача; 20, 22 – вали; 21 – зубчасте колесо

Шприц складається з шестеренного витиснювача, шнека, що подає фарш, двох дозаторів, перемелювачів і цевок. Все це зібрано в зварній станині 1. Шестерня 19 і зубчасте колесо 21 витиснювача закріплені на валах 20 і 22. Вал 20 шестерні пов'язаний механічною передачею з трифазним асинхронним електродвигуном. Від цього ж електродвигуна приводиться в рух подаючий вертикальний шнек 3, що проходить у завантажувальний бункер. Насос, шнек і 14 диски 9 і 10 дозаторів встановлюють єдиний зварний корпус 2. Диски приводяться в рух від двигуна витиснювача через ряд передач.

Дозатором проводиться об'ємне дозування. Для цього в дисках просвердлені діаметричні отвори, в яких поміщають поршні 8. Поршень складається з двох частин, сполучених різьбленням, що дозволяє змінювати його довжину і відповідно об'єм фаршу в отворі. Диски дозаторів встановлюють так, щоб отвори перебували під кутом  $90^\circ$ .

Механізм перекутки складається з валів 18, в яких просвердлені осьові і радіальні 17 отвори. На задніх торцях валів закріплені зубчасті колеса 6, що входять в зачеплення з рейками 5. Рейки пов'язані тягами з важелями педалей 7 і 16.

На передній частині валів на кулькових підшипників 14 встановлені втулки 11, до яких з одного боку накидною гайкою 12 прикріплені цевки 13, а з іншого – зубчасті колеса 15. Зубчасті колеса пов'язані механічною передачею з двома автономними асинхронними електродвигунами 4 і 23.

Шприц може працювати з однією або двома цевками одночасно. Для пуску шприца натискають на одну або обидві педалі 7 і 16. При цьому включається головний привід і приводи перемелювачів. Вали 18 рейками повертаються радіальними отворами 17 убік дисків дозаторів, відкриваючи шлях фаршу.

Вертикальний шнек 3 подає фарш з бункера в зону завантаження витиснювача, де він потрапляє під западини між зубами коліс і переміщається ними вздовж бічних стінок корпусу в зону нагнітання. Зуби входять в зачеплення і витісняють фарш через патрубков до дисків дозатора. Фарш надходить в отвір одного диска і натискає на поршень 8, витісняючи фарш, який перебуває з іншого боку, в радіальний отвір вала перекутчика. Отвори дисків з'єднуються із зоною нагнітання витиснювача по черзі.

З вала 18 через центральний отвір фарш нагнітається в ковбасну оболонку, попередньо надіту на цевку. При цьому оболонку притримує руками робочий. 15 Для перекутки цевка здійснює чотири оберти на один оборот диска дозувальника. Так як дозирівщики працюють періодично, а насос – безперервно, з'являється надмірна кількість фаршу, яка через клапан і відвідний патрубок повертається в корпус шнека.

Найбільша кількість доз на кожній цевці 130 в 1 хв, величина дози від 13 до 125 г. Потужність електродвигуна головного приводу 2,8 кВт, кожного перекутчика – 0,27 кВт. Маса машини 630 кг

Розглянемо шестеренчасті витискувачі, кі прості за конструкцією та зручні у використанні, але в зоні контакту зубів утворюється великий тиск (до 12 МПа) і здійснюється перетирання продукції, тому їх використання для витискання фаршу досить обмежене.

Шприци з шнековим нагнітанням набули широкого використання. Вони забезпечують безперервність в роботі, універсальність по продукції, незначний вплив на вихідні властивості фаршів.

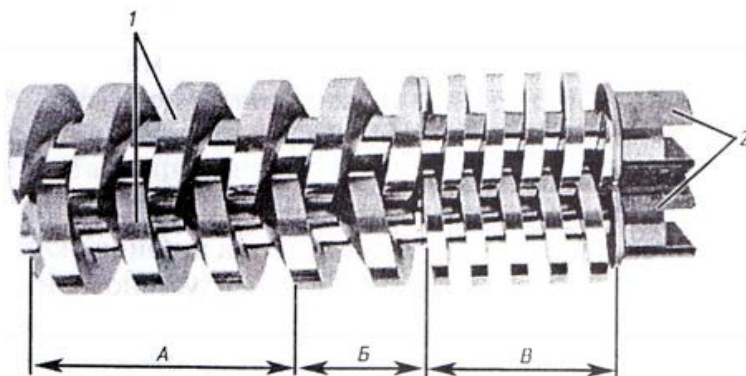


Рис. 1.6. Двошнековий витискувач:

1 – шнеки; 2 – з'єднувальні муфти

А – зона нагнітання, Б – зона завантаження, В – зона вакуумування.

В харчовій промисловості використовують витискувачі з одним або двома шнеками. Одношнекові мають цілий ряд недоліків, але вони прості за конструкцією.

Під час перемішування фаршу в циліндрі, він переміщується не лише в осьовому напрямку, а і разом зі шнеком, що призводить до небажаних змін по об'єму компонентів фаршу. Є ще один суттєвий недолік - на виході з витискувача

відбувається пульсація фаршу. В двохшнекових(двогвинтових) витискувачах(рис. 1.6) таких недоліків немає, шнеки 1 яких мають праву і ліву навивку і зпрофільовані так, що входять у взаємне зачеплення.

Шнеки мають три зони: А – нагнітання, Б – завантаження, В – вакуумування. Муфтами 2 вони сполучені з валами редуктора і приводяться в зустрічне обертання. Такий принцип роботи забезпечує чітко осьове переміщення фаршу, без пульсацій і суттєвого перетирання. Шприци зі шнековим витискувачем забезпечують мінімальне потрапляння повітря в фарш відносно інших шприців. Конструкція шнеків залежить від властивостей фаршу. Шнеки змінюються під кожний вид фаршу.

Загальний вигляд шприца із двохшнековим витискувачем показаний на рис. 1.7. Складається він із корпусу 1 з конічним бункером 6 і двох паралельних шнеків, розташованих в корпусі витискувача 5, що приводяться в обертання від двигуна з ланцюговою передачею через з'єднувальну муфту 7, що дає змогу роз'єднувати витіснювач і привід. Компресор, з'єднаний з корпусом витіснювача 5 повітроходом 8, із зони завантаження відкачує повітря, через що фарш виходить із шприца без повітряних бульбашок і пустот. Також передбачений вакуум-метр 10 для контролю величини вакууму.

Шприц вакуумний двохшнековий універсальний U-159(рис. 1.7) використовується для виробництва ковбасних виробів варених, напівкопчених (у яких немає високих вимог по мозаїці розрізу готового виробу), сосисок та сардельок.

Для механізації процесу перекручування сосисок та сардельок в штучній оболонці, шприц U-159 додатково комплектується приставкою, що дає можливість перевести шприц в розряд автоматів, поліпшити умови праці, інтенсифікувати процес виробництва і підвищити якість продукції, що випускається.

Недоліком є занадто велика довжина корпусу витискувачів, і в свою чергу - шнеків, що призводить до втрат продуктивності і підвищенні енерговитрат.

Як і шприц U-159, шприц Nava належить до універсальних двохшнекових вакуумних шприців, що працюють по одному принципу.

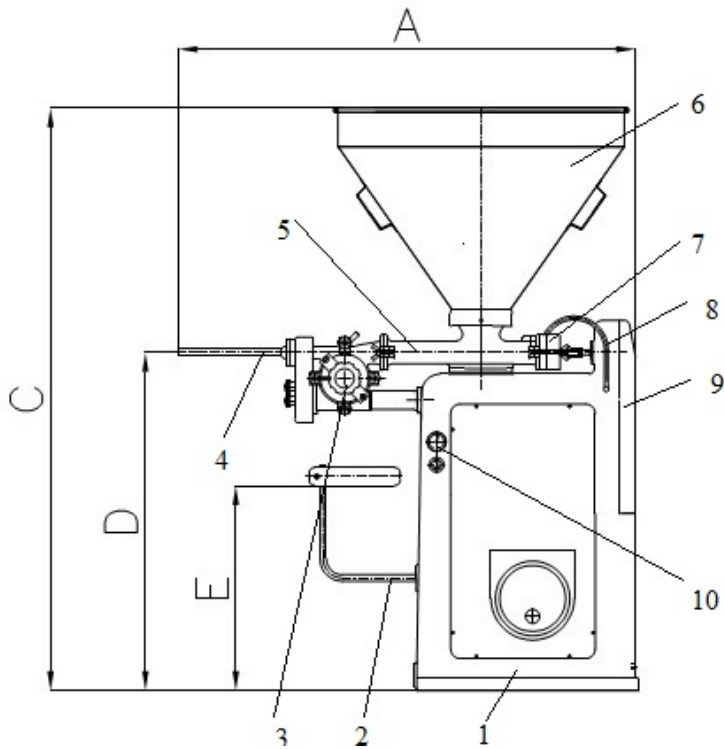


Рис. 1.7. Шприц U-159 фірми «PSS»:

1 – корпус; 2 – педаль; 3 – дозатор; 4 – цівка; 5 – корпус витискувача; 6 – бункер; 7 – з’єднувальна муфта; 8 – вакуумна трубка; 9 – корпус привода; 10 – вакуум-метр;

Даний недолік усунений в шнекових шприцах типу Nava (рис. 1.8), що покращує обслуговування, забезпечує можливість швидкого розбирання і збирання робочих деталей, очистки і промивки всіх поверхонь, що контактують з фаршем.

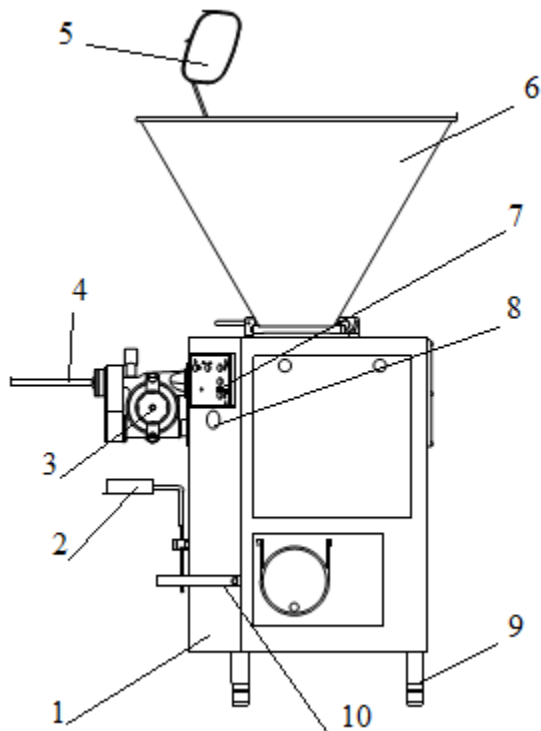


Рис. 1.8. Шприц вакуумний двохшнековий універсальний Nava:

1 – корпус; 2 – педаль; 3 – дозатор; 4 – цівка; 5 – дзеркало; 6 – бункер; 7 – пульт управління; 8 – вакуумметр; 9 – опора; 10 – відкидна площадка.

Шприц вакуумний ФШ2-ЛМ показаний на рисунку 1.9. На верхній частині станини закріплений корпус робочих шнеків, що має дві пари циліндричних

розточень. З одного торця корпусу – редуктори приводу шнеків, з іншого – конуси для кріплення двох (на рисунку показана одна) цівок. Зверху над циліндричними розточеннями встановлюються пари вакуумних голівок і бункер для фаршу. Шнеки – одноходові гвинти протилежної навивки. Один кінець шнека одягнений на консольний вал редуктора, інший вільно лежить у розточенні.

Шнеки обертаються назустріч один одному. Вакуумна система містить у собі масляний шестеренний насос, масляний бачок, вакуумну голівку, відстійники і сполучні гумові трубки. Педаль включення являють собою два поворотних важелі, закріплених на вісях. При натисканні ногою на педаль важелі включають кінцеві вимикачі і через магнітні пускачі вмикаються електродвигуни.

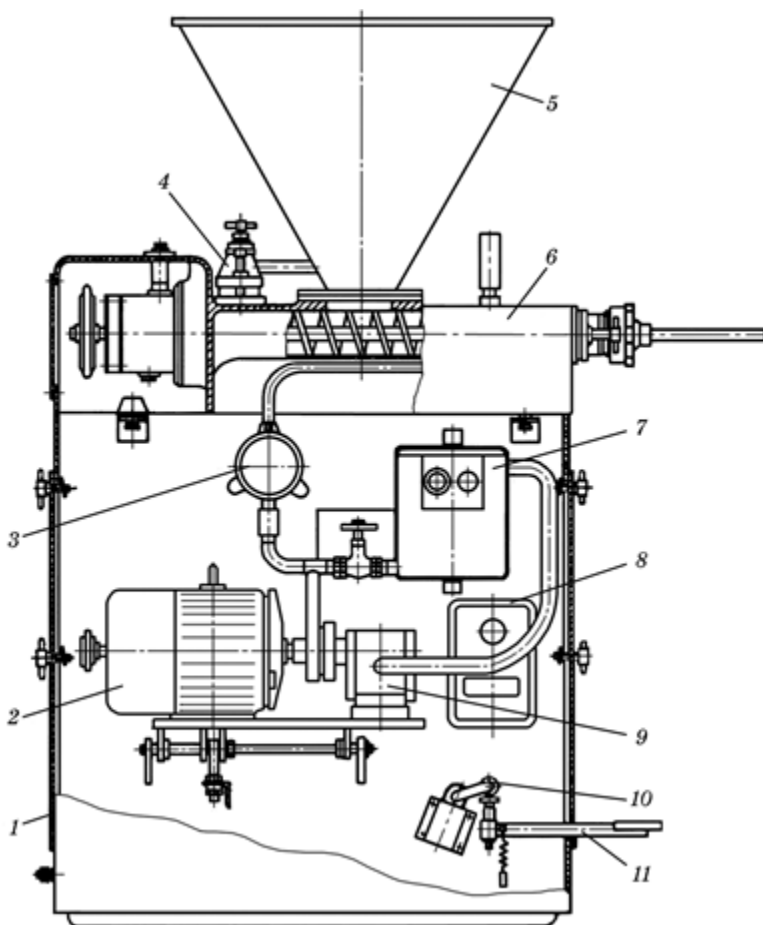


Рис. 1.9. – Шприц вакуумний двоцільковий ФШ2-ЛМ:  
1 – станина; 2 – електродвигун; 3 – відстійник; 4-вакуумна голівка; 5-бункер; 6-голівка робочих циліндрів; 7- масляний бак; 8- магнітний пускач; 9- масляний насос; 10 – вимикач; 11 –педаль

## 2. ТЕХНІКО - ЕКОНОМІЧНЕ, СОЦІАЛЬНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Враховуючи те, що останні дослідження показали, що крайні розробки шприців для виробництва ковбасних виробів на Україні проводилися в 70 – 90х роках минулого століття. На сьогодні такі розробки є застарілими і не ефективними. Тому в попередньому розділі був розглянутий різновид сучасних шприців. Такими

шприцами можна наповнювати оболонку більш рівномірно, без перетирання і забезпечувати точність дозування. Але на ряду з перевагами кожного виду шприців, були виявлені характерні недоліки, що суттєво впливають на можливість використання в залежності від потрібної структури вихідного продукту і його якості. Це зумовлює необхідність модернізації і подальшої розробки з метою їх усунення і покращення техніко-економічних показників.

В шприцах, що мають витиснювач у вигляді поршня, фарш стискається рівномірно по всьому перерізу циліндра, завдяки чому м'ясний сік майже не віджимається, подача фаршу здійснюється з постійним тиском, можливість утворення пустот у фарші, заповнених повітрям, порівняно невелика. Але недолік шприців періодичної дії – це тривалість періодів завантаження і формування, які можуть бути рівними або близькими за значенням.

За принципом роботи шприци можуть бути універсальними або спеціального призначення, а за родом дії - періодичного або безперервної дії. Для шприців безперервної дії характерні більш високі коефіцієнт використання продуктивності машини і продуктивність праці.

Вакуумні шприци роторного типу відрізняється дбайливим ставленням до набивають в ковбасну оболонку мас, відмінно зберігають структуру фаршу, що не перетирає його волокна. Шприц вакуумний роторний необхідний на виробництві варено-копчених і варених ковбас будь-якого сорту, а також інших ковбасних виробів, до зовнішнього вигляду структури на зрізі яких застосовуються особливі вимоги. Робочі деталі механізму м'яко впливають на фарш, забезпечуючи збереження його структури і гарний вигляд на зрізі.

Застосування роторних шприців неприпустимо, якщо фарш, призначений для заповнення ковбасної оболонки, містить механічні включення твердого характеру, наприклад, необроблені хрящі, подрібнені кістки і інші елементи.

Кожен шприц складається з резервуара для прийому фаршу, що витискує, фаршовідвідного пристрою, приводу і механізмів, які обслуговують витискувач, причому в шприцах періодичної дії резервуар для прийому фаршу суміщений з витискувачем, виконаним у вигляді циліндра з поршнем. В шприцах деяких типів є пристрої для дозування фаршу, надягання оболонки і її перекручування, перетискання та ін. Вони більш зручні для включення в єдину безперервну лінію ковбасного виробництва і забезпечують найкращі санітарногігієнічні роботи. Однак застосовувані в даний час витискувачі шприців безперервної дії негативно впливають на якість фаршу.

Це обумовлено тим, що фарш із зони всмоктування в зону нагнітання передається дрібними порціями, при цьому робочі органи витискувачів за рахунок одностороннього стиснення фаршу дрібними порціями перетирають його на відміну від поршневих шприців, де фарш піддається об'ємному стиску

За принципом роботи витискувачі поділяють на поршневі, шестерні, ексцентрикових-лопатеві, гвинтові, шнекові та відцентрові. Найпростіший шприц виконує роль насоса, а більш досконала його конструкція - дозуючого пристрою.

Шприци з шнековим нагнітанням працюють безперервно, забезпечують універсальність по продукції та запобігають впливу на вихідні властивості фаршів. Вони набули широкого використання. Зараз застосовуються витискувачі з одним або двома шнеками. Одношнекові мають багато недоліків, але прості за конструкцією.

Фарш в циліндрі переміщується і в осьовому напрямі та частинно обертається разом зі шнеком, що впливає на додаткове перетирання і перерозподілу по об'єму фаршу компонентів. Разом з тим на виході з витискувача з'являється пульсація фаршу. В двогвинтових витискувачах дані проблеми відсутні.

З усіх вищеперерахованих видів вакуумний шприц Nava набув широкого застосування. Даний шприц надає ряд переваг: безперервність в роботі, універсальність по продукції, майже не впливає властивості фаршів та інші переваги, що описуються нижче.

На відміну від одношнекових вакуумних шприців, в даному шприці відсутнє перетирання і перерозподіл по об'єму компонентів фаршу.

Маючи середні розміри корпусу витискувача та шнеків, забезпечує гарну продуктивність та економію енерговитрат.

Така конструкція спрощує обслуговування та дає можливість легкого розбирання і збирання робочих деталей. Що дає легко і швидко очистити поверхні і деталі від фаршу. Простота в обслуговуванні економить витрати часу при експлуатації вакуумного шприца Nava.

Для механізації процесу перекручування ковбасних виробів в штучній оболонці, шприц Nava додатково комплектується приставкою, що дає можливість інтенсифікувати процес виробництва, поліпшити умови праці і підвищити якість продукції, що випускається.

### **3. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ І ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ.**

Основною сировиною ковбасних виробів є м'ясо, від якого визначає споживчі властивості й асортимент ковбасних виробів. Основною сировиною більшості ковбасних виробів є яловичина і свинина.

Яловичина містить значну кількість повноцінних білків, що зумовлює її високу вологозв'язувальну та вологоутримувальну здатність, в'язкість та колір фаршу, утворення структури готового продукту тощо. М'ясо підбирають залежно від віку, статі тварин, кольору, анатомічного походження залежно від асортименту ковбасних виробів. М'ясо дорослих биків використовують для сирокочених і

сиров'ялених ковбас, м'ясо молодняка — для сосисок, сардельок і вищих сортів варених ковбас.

Свинина містить більше жирової тканини. Під час соління свинина має здатність накопичувати попередники смаку і аромату шинкових виробів. Додавання свинини надає фаршу й готовим ковбасним виробам ніжнішої консистенції, соковитості та смаку.

Термічний стан м'яса. М'ясо використовують у парному, охолодженому, підмороженому, замороженому і розмороженому стані.

Гарячепарне м'ясо — м'ясо не більше ніж 1,5 — 2,0 год із моменту забою, яке має температуру в товщі м'язів 35 — 38 °С. Значення рН парного м'яса 7,0 - 7,3.

У горячепарному стані використовують тільки яловичину.

Ковбаси з парного м'яса мають ніжну консистенцію і високий вихід готового продукту, хоча без вираженого аромату. Таке м'ясо рекомендується використовувати для виготовлення варених ковбас, сосисок, сардельок, а також натуральних напівфабрикатів. Використання його для виготовлення ковбасних виробів забезпечує підвищення виходу готової продукції на 2 % і більше.

Охолоджене м'ясо — основна сировина для виробництва всіх видів ковбас. Температура в товщі м'язів 0 — 4 °С, реакція слабокисла. Охолоджене м'ясо зазнає спеціального термічного оброблення в камері охолодження за температури —1 °С.

М'ясо, яке після розбирання туш охолодили до температури не вище ніж 12 °С і на його поверхні утворилася кірочка підсихання, перебуває в остиглому стані.

Використання охолодженого м'яса забезпечує добрий вихід і високу якість готової продукції.

Підморожене м'ясо на глибині 1 см має температуру —3...—5 °С, а в товщі стегна на глибині 6 см — 0...—2 °С. При зберіганні підмороженого м'яса температура вирівнюється по всьому об'єму і становить —2...—3 °С.

Заморожене м'ясо — м'ясо, яке заморожене в морозильних камерах і в процесі використання може потребувати розморожування. Температура в товщі м'язів не перевищує —8 °С.

Заморожене м'ясо, яке довго зберігалось, гірше утримує вологу і містить менше екстрактивних речовин. Таке м'ясо рекомендується використовувати для виробництва копчених ковбас.

Розморожене м'ясо — заморожене м'ясо після відтанення. У розмороженого м'яса температуру в штучно створених умовах доводять до 1 °С і вище залежно від умов розморожування і подальшого використання. Найефективнішими умовами розморожування є температура +20 °С, відносна вологість 90 — 95 % тривалість 20 — 36 год.

Сировину, яка призначена для виробництва ковбас і підлягає зберіганню в замороженому стані, доцільно заморожувати у вигляді блоків, виготовлених із знежиланого м'яса.

М'ясо у вигляді блоків використовується без розморожування і не має зв'язаних із цим втрат. Крім того, м'ясо у блоках займає меншу площу при транспортуванні і зберіганні, з ним зручніше вести вантажно-розвантажувальні роботи.

Яловичина — один із основних видів сировини та зв'язувальний компонент фаршу. Сполучна здатність фаршу ковбас зумовлена гідрофільними властивостями водо- та солерозчинних білків яловичини. Вона збільшується зі збільшенням у складі м'яса м'язової тканини і зменшується зі збільшенням кількості жиру. Кращим м'ясом для ковбасних виробів є таке, в якому 20 % білків, а жирів менше 4 %. Для виробництва ковбасних виробів доцільно направляти нежирне яловиче м'ясо (яловичину другої категорії). Воно містить найбільшу відносну кількість білкових речовин. Крім того, при жилюванні нежирного м'яса не багато жирової тканини.

Яловичина має темночервоний колір з малиновим відтінком. В розрізаному вигляді видно порівняно грубу зернистість і мармуровість. Вид готових ковбасних виробів зумовлений кольором яловичини і залежить від віку і статі худоби. Світліші м'якуші більш м'які і знаходяться в стегновій та лопаткових частинах. Темне м'ясо більш жорстке, містить більше сполучної тканини.

М'ясо бугаїв — темно-червоне, містить найменшу кількість вологи і використовується переважно для виготовлення сирокочених ковбас. М'ясо бичків і нетелей (світло-червоне) та м'ясо телят (молочно-рожеве) застосовують для виробництва варених ковбас.

Сира яловичина має слабкий специфічний запах, варена — сильний, приємний, виражений більш яскраво, ніж смак.

Жирова тканина яловичини за температури нижче за 20 °С — тверда, крихка, забарвлена в яскраво-жовтий колір різних відтінків.

Для виробництва копчених ковбас використовують м'ясо некастрованих биків, бо в ньому найкраще співвідношення білків і жиру. Потім — м'ясо молодняка, волів і, нарешті, корів. М'ясо биків має також найкращі виходи при жилюванні (у тому числі виходи вищих сортів).

Для виготовлення напівкопчених і варено-копчених ковбас використовують, як правило, м'ясо дорослої худоби, яке містить менше вологи.

Свинину в шкурі другої категорії призначена для виробництва копченостей; свинину без шкури або з частково знятою шкурою, обрізну (після видалення шпиків зі свинячих півтуш) — для виробництва ковбас. Свинина першої категорії використовується для виробництва бекону.

В молодих поросят колір м'яса молочно рожевий, а в дорослих — темно-червоний. Найсвітліше м'ясо зі стегнової і спинної частин туші.

Сира свинина (крім м'яса некастрованих самців) майже позбавлена запаху, варена має ніжний і приємний запах і смак.

Жирова тканина має молочно-білий колір, іноді з рожевим відтінком, майже без запаху.

Баранину і козлятину використовують для виготовлення спеціальних ковбасних виробів, через те що вони мають специфічний запах і смак.

Баранина має цегельно-червоний колір. Колір козлятини світліший, ніж баранини. М'ясо диких кіз темнішого кольору. Жирова тканина — тверда, щільна, але не крихка, матово-білого кольору, із сильним специфічним запахом. Кістки в тушах козлятини виступають більш чітко, ніж у баранини.

Конину використовують для виготовлення кінських ковбас. М'ясне волокно крупніше, ніж у яловичини, колір кінського жиру від білого до жовтого, жовтогарячого.

Для виготовлення ковбасних виробів використовують м'ясо курей, гусей та індиків другої категорії, а також тушки, які не відповідають стандартам щодо оброблення.

Тушки потрібно випатрати і ретельно промити. Від них відокремлюють голову, крила і ноги, знімають шкіру.

М'ясо птиці — від блідо-рожевого до темно-червоного кольору (грудна частина — м'ясо біле, на інших ділянках тіла — червоне). Внутрішньом'язова сполучна тканина не містить жирових відкладень. У водоплавної птиці м'язові волокна дещо товщі, ніж у сухопутної.

У сирому вигляді запах майже не відчувається, у вареному — приємний, із різними відтінками залежно від виду птиці.

У виробництві ковбасних виробів також використовують м'ясо кролів, рідше верблюдів, оленів та м'ясо деяких диких тварин, придатне до вживання.

Фаршировані ковбаси не слід виготовляти із розмороженого м'яса, а солені вироби, з метою попередження загару в глибині шматків у процесі соління, — із м'яса з температурою у товщі стегна понад 4 °С.

Для виробництва солених виробів та сирокочених ковбас не використовують свинину з терміном зберігання понад 3 місяці, а також м'ясо кнурів, підсвинків та супоросних маток.

У більшості готових виробів шматочки шпику повинні мати на розрізі чіткий і яскравий малюнок; початкова правильна форма шматочків не повинна змінюватися під час оброблення шпику і фаршу. Тому велике значення має твердість шпику.

За ступенем щільності свинячий шпик відносять до трьох груп: твердий, напівтвердий і м'який.

До твердого належить шпик, знятий із хребтової частини півтуш, а також із зовнішньої частини окостів і лопаток.

Напівтвердий шпик — це шпик, знятий із шиї, грудної і реберної частин туші, а також шпик, що є в грудиці. Напівтвердий шпик може містити до 20 % м'язової тканини.

М'який шпик пахвини, внутрішніх частин туші і шпик свиней, відгодованих олієвмісними кормами (макухою), має найменшу твердість.

Якщо згідно із рецептурою у складі продукту шпик повинен бути у вигляді шматочків, то вживають твердий або напівтвердий шпик.

Шпик, який використовують у ковбасному виробництві, на розрізі має бути білого кольору або з рожевим відтінком. Якщо колір пожовтілий, темного або іншого відтінку, то такий шпик непридатний до вживання. Пожовтілий поверхневий шар видаляють.

Коли згідно з рецептурою до складу виробів уводять яловичий жир, як сировину використовують підшкірний жир, сальник і білянирковий жир. Для деяких виробів уживають баранячий курдюк.

#### Характеристика готової продукції.

Ковбасні вироби – це продукти, виготовлені з м'ясного фаршу із сіллю та спеціями, в оболонці або без неї, піддані термічній обробці або ферментації до готовності до споживання.

Ковбасні вироби класифікують за такими ознаками:

- за видом сировини (м'ясні, кров'яні, субпродуктові, комбіновані);
- за видом м'яса (яловичі, свинячі, кінські, баранячі, м'яса птиці, із суміші декількох видів м'яса);
- за особливостями технології виробництва (варені, запечені, напівкопчені, варено-копчені, сирокочені, сирю в'ялені);
- за рисунком на розрізі (з однорідною структурою фаршу, з включенням шматочків сала та інших м'ясопродуктів);
- за видом оболонки (в природній, штучній оболонках та без оболонок).

Залежно від виду сировини, яку використовують, вироби із шматкового м'яса поділяють на продукти зі свинини, яловичини або баранини.

Під час виробництва продуктів сировину засолюють або використовують без витримування в посоленому стані.

За способом термічного оброблення вироби поділяють на варені, варено-копчені, сирокочені, запечені, копчено-запечені, смажені та сиросолені.

Продукти зі свинини виготовляють, використовуючи різні відруби свинячих півтуш першої, другої, третьої та четвертої категорій вгодованості здебільшого в охолодженому стані.

Якість ковбасних виробів визначається комплексом медикобіологічних вимог і санітарних норм якості продовольчої сировини й харчових продуктів. Якість харчових продуктів, у свою чергу, визначається сукупністю властивостей, що характеризуються здатністю продуктів задовольняти потреби організму людини в

харчових речовинах, органолептичними властивостями продуктів, їх безпекою для здоров'я споживача, стабільністю хімічного складу і збереженням споживчих властивостей.

#### **4. ОПИС ЗАПРОПОНОВАНОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ ПОСТАВЛЕНОЇ ЗАДАЧІ**

Універсальний двошнековий вакуумний шприц Nava застосовують для виробництва будь-яких видів ковбасних виробів.

Намітимо основні технічні рішення для даного виду обладнання. Так, для запобігання обертання фаршу в циліндрі разом зі шнеком, окрім застосування двошнековго витискувача, враховуємо те, що матеріали пари шнек-корпус повинні бути такі, щоб тертя фаршу було більше по внутрішній поверхні корпусу, ніж по лопаті шнека. Це також усуне небажане перетирання і перерозподіл компонентів по об'єму фарша. Потрібно спроектувати оптимальну довжину корпусу витискувачів, і в свою чергу - шнеків, щоб уникнути втрат продуктивності і підвищень енерговитрат.

Найбільш проблемним питанням для модернізованого шприца є точність дозування фаршу і циклічність стартів приводу нагнітача під час формування ковбасних виробів в штучну оболонку. Вузол формування і шнековий витискувач приводяться в рух від одного двовісного електродвигуна, а забезпечення відповідності частот обертання відбувається за рахунок правильно підібраних передаточних чисел передач.

На основі проведеного аналізу було запропоновано модернізацію вузла приводного механізму, яка полягає в заміні пасових передач на ланцюгові, оскільки, як показує практика, величина шуму при роботі значно не змінилася, а якість дозування покращилася.

Для механізації процесу перекручування ковбасних виробів в штучній оболонці, шприц Nava додатково доповнюється приставкою, що дає змогу інтенсифікувати перебіг виробництва, поліпшити умови праці і підвищити якість продукції, що випускається.

Загальний вигляд приведений на 1-ому аркушу креслення. Він складається із корпусу 1, що виконаний із сталевого листа обшитого навколо каркасу. Корпус 1 за допомогою регулювальних стійок 12 встановлюється на чистій підлозі. У верхній частині знаходиться конічний бункер 7, куди завантажуються фарш. До корпусу приєднаний дозуючий пристрій 6, що разом із приводом перекрутчика 4 складають вузол формування вакуумного шприца. Важіль управління 3 використовується під час вмикання і вимикання приводного двигуна шнеків і перекрутчика разом. Також

на лицевій частині корпусу розміщена панель управління 9 і вакуумметр 10, за показами якого перевіряють герметичність системи та рівень вакууму. Збоку розташований фаршезбірник 11, з якого видаляють часточки фаршу, що всмоктуються вакуумною системою. Фаршезбірник 11 призначений для запобігання попадання фаршу в компресор.

Після завантаження кінчного бункера 7 фаршем, натискають кнопку пуску на панелі управління 9. При цьому щільно закривають долонею вихідний отвір цівки 5 задля подальшого заповнення фаршем робочої зони корпусу та порожнини цівки 5. За допомогою важеля 3, включають електродвигун, що приводить в дію робочі шнеки і компресор. Як тільки фарш торкнеться долоні, яка закриває вихідний отвір цівки, важіль 3 відпускають. Потім надають облонку на цівку і знову натискають важіль 3.

Після розрідження фарш через завантажувальний отвір бункера 7 надходить на шнеки, обертаючись зі швидкістю 200 об/хв, вони подають його в простір дозатора 6(3 – й аркуш), де за допомогою рухомого диску 4, що притискається гвинтом 6, регулюється величина порції виробу, а за рахунок з'єднання робочого кулачка із черв'ячним колесом 2 перекутка (аркуш 2) кулачок робить оберт і нагнітає фарш в цівку 5. А флажок 7 повторює контури кулачка і слугає для очистки останнього від частинок фаршу. Таким чином порція складається з основного потоку, що захоплюється кулачком і додаткового, який регулюється обертовим диском.

Формування ковбасного виробу відбувається за рахунок приставки (аркуш 4), що складається із вісі 1, до якої кріпиться направляюча 5 з роликами 6, що закріплені рухомо. Перед роликами розташований патрон 3 в обертовому корпусі 2, який з'єднується з фланцем зубчастої шестерні 10 і таким чином приводиться в обертання. Черв'ячне колесо 2 приводить в рух кулачок, який постійно витискує фарш до виходу цівки, а шестерні перекутка 10, 12 і 13 приводять в рух обертовий корпус із патроном 3, який перекутає оболонку і відділяє один виріб від іншого.

Модернізований вузол приводного механізму показаний на 6 - ому аркуші. Модернізація вузла приводного механізму полягає в заміні пасової передачі на ланцюгову, оскільки, як показує практика, величина шуму при роботі значно не змінилася, а якість дозування при використанні ланцюгових передач покращилася, за рахунок відсутності проковзування, що характерно для пасової передачі і є негативним фактором для забезпечення точності дозування.

Привідний механізм шнекового витіснювача складається з редуктора 15, з'єднувальної муфти, що дає змогу роз'єднувати редуктор і передачу, дворядної ланцюгової передачі, що огинає зірочку 13 і передає рух до двовісного електродвигуна 2. Всередині гільзи 8 встановлені два шнеки, один з правим, а другий з лівим напрямком гвинтової лінії. Шнеки, виготовлені з корозійностійкої сталі, мають на одному кінці торцеві пази, в які встановлюються штифти вихідних валів редуктора і таким чином відбувається передача крутного моменту. Редуктор 15 являє

собою зубчасту циліндричну одноступеневу прямозубу передачу з передаточним числом  $n = 1$ . Редуктор 15 кріпиться до корпусної плити 14 за допомогою болтів.

З іншої сторони двовісного двигуна розміщені зірочки 10, ланцюг якої огинає зірочку компресора 3. Компресор 3 являє собою поршневий насос, що відкачує повітря із зони завантаження, через це фарш виходить із шприца без повітряних бульбашок і пор. Дворядний ланцюг, що огинає зірочку 12 передає рух до валу 6, який, в свою чергу, передає рух на вал черв'яка 3 перекутника.

#### Технічна характеристика вакуумного шприца Nava

Продуктивність машини, кг/год	200-2400
Діапазон діаметрів цівки, мм	12-22;25-40
Об'єм бункера, л	250
Габаритні розміри, мм	
довжина	600
ширина	900
висота	1935
Маса, кг	500
Компресор:	
потужність, м <sup>3</sup> /год	8-10
частота обертання, об/хв	1400
Електродвигун:	
тип	4 AR 112
потужність, кВт	1,5-2,2
частота обертання, об/хв	900-1400

## 5. ВИБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Нові підприємства м'ясної галузі оснащуються апаратами, виготовленими з високолегованих сталей, алюмінієвих, мідних і титанових сплавів. Високолеговані сталі інертні до більшості харчових продуктів, мають високу міцність та зносостійкість. У харчовому машинобудуванні використовують сталі мартенситного, мартенситно-феритного, аустенітно-мартенситного класів. Особливо важливими є аустенітні сталі, леговані хромом та нікелем. Для них характерні високі механічні властивості, підвищена корозійна стійкість, відсутність пор на полірованій поверхні.

Аустенітні сталі використовують у м'ясній галузі, з яких виготовляються теплові апарати, чани, мішалки; у молочній галузі дані види сталей застосовуються для виготовлення обладнання для збереження та стерилізації молока, сепараторів,

сироварного та маслоробного обладнання, цистерн для перевезення молока для виготовлення морозива та сухого молока; в пивоварній галузі – для виготовлення відстійних чанів, теплообмінників, апаратів для бродіння, обладнання для виробництва дріжджів; у хлібопекарній галузі – для виготовлення тістомісильних машин, робочих столів тощо. Високу стійкість до корозії та ерозії мають аустенітні чавуни, які використовуються для виготовлення насосів, вентилів, фільтрів та ін. Алюміній, який використовується для виготовлення апаратів, що контактує з харчовим середовищем, практично не повинен включати домішки (алюміній особливої чистоти).

Для виготовлення насосів, клапанів, пресів, трубопроводів використовують титан та його сплави, стійкість яких до харчових середовищ часто вища, ніж стійкість високолегованих сталей. У якості корозійностійкого металу застосовують олово.

Корпус вакуумного шприца типу Nava являє собою самонесучу конструкцію, виготовлену з високоякісного сталевого листа, що витримує всі виникаючі в ході експлуатації статичні і динамічні навантаження. Несучу частину машини утворює станина, в якій знаходиться електродвигун з передачею, вакуум-насос, привід шнеків.

Вакуумний двошнековий шприц Nava виготовлений повністю з харчової нержавіючої сталі AISI 304 і забезпечує дотримання високих вимог гігієни при роботі з обладнанням. Ідеальна герметичність і полірована округла поверхня запобігає утворенню бактерій і дозволяють дотримуватись простої і швидкої гігієни.

Сталь AISI 304 – це аустенітна сталь з низьким вмістом вуглецю (табл. 4.1). В Україні згідно ГОСТ її аналогом є сталь марки 08X18H10. Нержавіюча сталь марки AISI 304 є кислотостійкою і витримує короткострокове підняття температури до 900 градусів за Цельсієм. Завдяки своїй структурі і способу обробки сталь AISI 304 не притягує намагнічені частинки стороннього металу, гарантуючи оптимальну чистоту поверхні. Крім того, вона відноситься до харчової нержавійки, тобто відрізняється високою екологічністю.

Табл. 5.1. Хімічний склад AISI 304

Хімічний склад в % сталі AISI 304 (аналог 08X18H10)	
<b>C</b>	до 0,8
<b>Si</b>	до 0,8
<b>Mn</b>	до 0,2
<b>Ni</b>	9 – 11
<b>S</b>	до 0,02



## 6. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

### 6.1. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК

Враховуючи задану масову продуктивність вакуумного шприца  $Q = 800$  кг/год та враховуючи прийняті рішення по конструкції шнеків, знаходимо кінематичні і силові характеристики приводу.

Знайдемо частоту обертання шнеків  $n$  використавши формулу масової продуктивності шнека:

$$Q = \lambda \frac{15 \cdot \pi}{\cos \alpha} \cdot (D^2 - d^2) \cdot s \cdot K \cdot n \cdot \rho \quad (6.1)$$

Тоді

$$n = \frac{Q \cdot \cos \alpha}{\lambda \cdot 15 \cdot \pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot s \cdot K \cdot \rho} = \frac{800 \cdot \cos 18}{0,55 \cdot 15 \cdot \pi \cdot (0,058^2 - 0,01^2) \cdot 0,04 \cdot 1,075 \cdot 1050} = 200 \text{ об/хв}$$

де  $Q = 800$  кг/год - продуктивність вакуумного шприца;

$K = 1,075$  - коефіцієнт збільшення ширини впадин;

$\rho = 1050 \text{ кг/м}^3$  - густина фарша;

$\lambda = 0,5 - 0,65$  - коефіцієнт виходу фаршу.

$s = 0,04 \text{ м}$  - крок гвинта;

$D = 0,058 \text{ м}$  - зовнішній діаметр робочої частини шнека;

$d = 0,01 \text{ м}$  - внутрішній діаметр робочої частини шнека;

$\alpha = 18^\circ$  - кут підйому гвинтової лінії шнека;

Знаходимо об'ємну продуктивність шнека:

$$M = f v_0, \text{ м}^3/\text{с} \quad (6.2)$$

де  $f$  – площа вільного проходження маси через витискач,  $\text{м}^2$ ;

$v_0$  – дійсна швидкість осевого зміщення маси,  $\text{м/с}$ , до того ж

$$v_0 = \varphi \psi v_1 0,5 * 0,3 * 1 = 0,15, \text{ м/с} \quad (6.3)$$

де  $\varphi$  – коефіцієнт, що враховує перепуск фаршу через нещільності ( $\varphi = 0,3$ );

$\psi$  – коефіцієнт, що враховує відставання фаршу від максимально можливої швидкості  $v_1$ , яка формують гвинти або шнеки ( $\psi = 0,5$ );

Після детального вивчення конструкції та роботи двошнекових витискачів фаршу маємо можливість допускати, що оптимальне значення:

$$f = (1,3 \div 1,4) \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) = 1,4 * \frac{3,14}{4} * (58^2 - 10^2) * 10^{-6} = 0,0036 \text{ м}^2, \quad (6.4)$$

$D$  - зовнішній діаметр нарізки гвинта,  $\text{м}$ ;

$d$  - внутрішній діаметр нарізки гвинта,  $\text{м}$ ;

Знаходимо секундну продуктивність:

$$M = 0,0036 * 0,15 = 0,00054 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Потужність, яка витрачається витискачем:

$$N_1 = \frac{M p_0 \eta_a}{1000 \eta} = \frac{0,00054 * 0,5 * 1,2 * 10^6}{1000 * 0,25} = 1,296 \approx 1,3, \text{ кВт}, \quad (6.5)$$

де  $p_0$  – тиск напору, що створюється витискачем ( $p_0 = 0,5 \text{ МПа}$ ),  $\text{Па}$ ;

$\eta_a$  – коефіцієнт запасу потужності ( $\eta_a = 1,2$ );

$\eta$  – механічний ККД витискача (для шнекового витискача приймаємо  $\eta = 0,25$ );  
Продуктивність вакуум-насосу, що обслуговує витискач:

$$M_B = \beta_0 M_{4,63} * 0,00054 = 0,0025 \text{ м}^3/\text{с}; \quad (6.6)$$

де  $\beta_0$  – коефіцієнт, який показує співвідношення продуктивності насосу і продуктивності витискача, залежить від глибини вакууму (приймаємо  $\beta_0 = 4,63$ ).

Потужність двигуна насосу:

$$N_2 = \frac{1,24M_B}{1000\eta} = \frac{1,2*45000*0,0025}{1000*0,8} = 0,17 \text{ кВт}; \quad (6.7)$$

Потужність, що витрачається на перекручування оболонки:

$$N_3 = (0,4 \div 0,6)N_1 = 0,5 * 1,3 = 0,65 \text{ кВт}; \quad (6.8)$$

Сумарна потужність:

$$N = N_1 + N_2 + N_3 = 1,3 + 0,17 + 0,65 = 2,12 \text{ кВт}; \quad (6.9)$$

Знайшовши сумарну потужність приводу з каталогу вибираємо електродвигун марки 4 А 112, який має наступні характеристики:

потужність  $N = 2,2$  кВт, частота обертання на вихідному валу  $n = 700$  об/хв.

## 6.2. КІНЕМАТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК

Розрахунок приводу починаємо зі складання кінематичної схеми, визначення загальних: коефіцієнту корисної дії, передаточного числа приводу та розділення загального передаточного числа по окремих ступенях.

Початковими даними нашого розрахунку будуть частота обертання шнеків  $n = 220$  об/хв і потужність  $N = 2,2$  кВт і частота обертання  $n = 700$  об/хв обраного двигуна.

Знаходимо загальне передаточне число приводу шнеків

$$U_{\text{заг}} = \frac{n_{\text{дв}}}{n_{\text{вих}}} = \frac{700}{200} = 3,5 \quad (6.10)$$

де  $n_{\text{вих}}$  – частота обертання шнеків, об/хв

Зробимо розбивку передаточного числа складових приводу

$$U_{\text{заг}} = U_{\text{п.м}} \cdot U_{\text{л.п}} \quad (6.11)$$

де  $U_{\text{п.м.}} = 1$  – передаточне число роздаточного механізму (тому що частоти обертання шнеків мають бути);

$U_{\text{л.п.}}$  – передаточне число ланцюгової передачі;

Звідси визначимо передаточне число ланцюгової передачі для подальшого конструювання, яке буде рівним  $U_{\text{л.п.}} = 3,5$

Кутова швидкість на валу двигуна буде рівна:

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_{\text{дв}}}{30} = \frac{\pi \cdot 700}{30} = 73,3 \text{ рад/с} \quad (6.12)$$

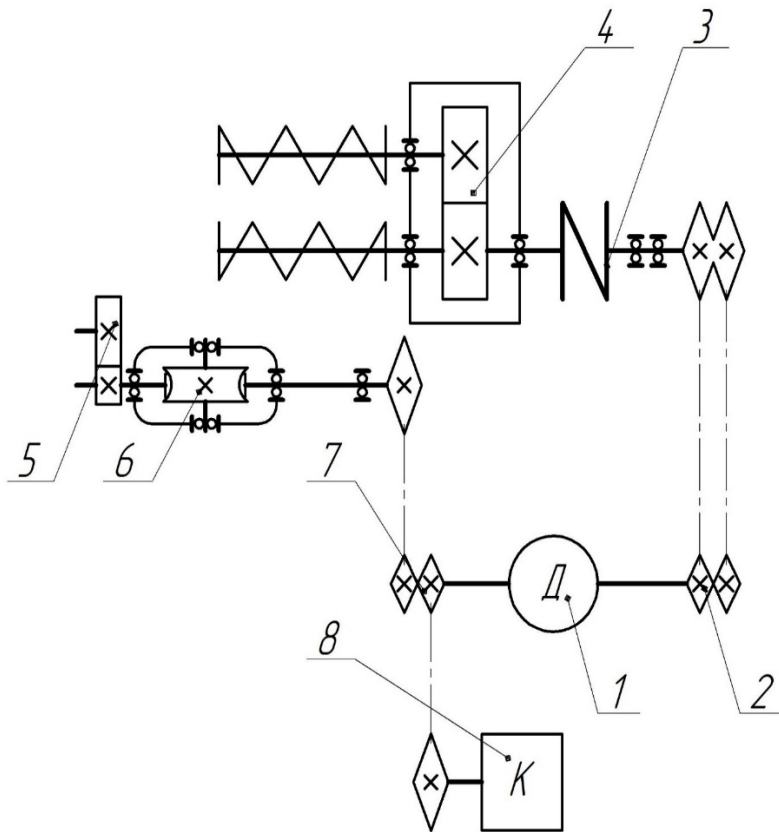


Рис. 6.1. Кінематична схема

1 – двигун; 2 – двохрядна ланцюгова передача; 3 – муфта; 4 – роздаточний механізм; 5 – зубчаста передача; 6 – черв'ячний редуктор; 7 – ланцюгова передача; 8 – компресор.

Знаходимо кутову швидкість на валах шнеків

$$\omega_2 = \frac{\pi \cdot n_{\text{ш}}}{30} = \frac{\pi \cdot 200}{30} = 21 \text{ рад/с} \quad (6.13)$$

Отже потужність на веденому валу ланцюгової передачі визначемо за формулою:

$$N_2 = N_1 \cdot \eta_{\text{л.п.}} \cdot \eta_{\text{п.п.}} = 1,3 \cdot 0,92 \cdot 0,992 = 1,186 \text{ кВт} \quad (6.14)$$

де  $\eta_{\text{л.п.}} = 0,92$  – к.к.д. ланцюгової передачі;

$\eta_{\text{п.п.}} = 0,992$  – к.к.д. пари підшипників;

Вирахуємо потужність на валах шнеків

$$N_{\text{ш}} = N_2 \cdot \eta_{\text{м}} \cdot \eta_{\text{в.п.}} = 1,186 \cdot 0,99 \cdot 0,97 = 1,138 \text{ кВт} \quad (6.15)$$

$\eta_{м.} = 0,99$  - к.к.д. муфти;

$\eta_{з.п.} = 0,97$  - к.к.д. закритої зубчастої передачі.

Обчислюємо крутний момент на валу ведучої зірочки ланцюгової передачі

$$T_1 = \frac{N_1}{\omega_1} = \frac{1,3 \cdot 10^3}{73,3} = 17,7 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (6.16)$$

Вираховуємо крутний момент на валу веденої зірочки ланцюгової передачі

$$T_2 = \frac{N_2}{\omega_2} = \frac{1,186 \cdot 10^3}{21} = 51,47 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (6.17)$$

### 6.3. КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗРАХУНОК

Прорахуємо ланцюгову передачу із роликівим ланцюгом від двигуна до роздаточного механізму по таким даним:

Потужність на валу ведучої зірочки  $N = 1,3$  кВт;

Крутний момент  $T_1 = 17,7$  Н·м;

Частота обертання  $n = 700$  об/хв;

Передаточне число  $U = 3,23$ .

Згідно з умовам експлуатації передачі приймаємо:

$K_1 = 1,0$  - характер навантаження спокійний;

$K_2 = 1,25$  – нерухомі опори;

$K_3 = 1$  - з урахуванням залежності  $a=(30..50)t$  ;

$K_4 = 1,25$  - нахил лінії центрів зірочок перпендикулярно до горизонту;

$K_5 = 1,5$  - при крапельному або внутрішньосхарнірному(регулярному) способі змащування;

$K_6 = 1,0$  - при однозмінній протяжності роботи.

Звідси коефіцієнт експлуатації передачі:

$$K_e = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 = 1,0 \cdot 1,25 \cdot 1,0 \cdot 1,25 \cdot 1,5 \cdot 1,0 = 2,35 \quad (6.18)$$

Коефіцієнт  $S_t = 0,28$  – для ланцюгів типу 2ПР по ГОСТ 13568 – 75(ст. 42). По табл. 2.26 [7] при  $n = 700$  об/хв попередньо вибираємо крок ланцюга  $t = 25,4$  мм.

По кроку  $t = 25,4$  мм та  $n = 700$  об/хв допустимий питомий тиск в шарнірах із табл. 2.28 [7] приймаємо  $[p] = 23,6$  МПа

По табл. 2.25 [7] при передаточному числі передачі  $u = 3,5$  приймаємо число зубців ведучої зірочки  $z_1 = 24$ .

Коефіцієнт, що враховує число рядів ланцюга  $K_m = 1,7$  (при числі рядів  $z_p = 2$ ).

Розрахунковий крок ланцюга:

$$t = 183 \cdot \sqrt[3]{\frac{N_3 \cdot K_e \cdot 10}{S_t \cdot [p] \cdot z_1 \cdot n_3 \cdot K_m}} = 183 \cdot \sqrt[3]{\frac{1,3 \cdot 2,35 \cdot 10}{0,28 \cdot 23,6 \cdot 24 \cdot 700 \cdot 1,7}} = 9,97 \text{ мм} \quad (6.19)$$

Схвалюємо ланцюг типу 2ПР – 12,7 - 3180 з кроком  $t = 12,7$  мм ;  $Q_p = 31800$  Н ;  $S_{оп} = 90$  мм<sup>2</sup>; вага 1 м ланцюга  $q = 1,4$  кг.(див. дод., табл. 6[7])

Перевіряємо умову  $n \leq n_{max}$  . По табл. 2.26 [7] при  $t = 12,7$  мм, допустима частота  $n_{max} = 2550$  об/хв, отже умова виконана.

Знаходимо колову швидкість ланцюга:

$$v = \frac{z_1 \cdot n_3 \cdot t}{60 \cdot 1000} = \frac{24 \cdot 700 \cdot 12,7}{60000} = 3,6 \text{ м / с.} \quad (6.20)$$

Колове зусилля, яке передається ланцюгом буде дорівнювати:

$$F_t = \frac{1000 \cdot N}{v} = \frac{1000 \cdot 1,3}{3,6} = 361 \text{ Н} \quad (6.21)$$

Отже, середній питомий тиск в шарнірах ланцюга:

$$p = \frac{F_t}{S_{оп}} = \frac{361}{90} = 4 \text{ МПа} \quad , \quad (6.22)$$

що менше допустимого питомого тиску  $[p] = 23,6$  МПа, прийнятого для частоти обертання  $n = 700$  об/хв.

Обчислимо термін роботи ланцюга:

$$T = 5200 \cdot \frac{\Delta t \cdot K_c \cdot \sqrt{z_1} \cdot \sqrt[3]{a_t \cdot u}}{p^3 \cdot v \cdot K_e} = 5200 \cdot \frac{2 \cdot 0,84 \cdot \sqrt{24} \cdot \sqrt[3]{40 \cdot 3,5}}{15,8 \cdot \sqrt[3]{3,6 \cdot 2,35}} = 4356 \text{ год} \quad , \quad (6.23)$$

де  $\Delta t = 2\%$  - допустиме збільшення кроку ланцюга(ст. 43 [7]);

$K_c$  – коефіцієнт змащування ланцюга визначаємо за формулою:

$$K_c = \frac{K_{сп}}{\sqrt{v}} = \frac{1,6}{\sqrt{3,6}} = 0,84; \quad (6.24)$$

тут  $k_{сп} = 1,6$  - при консистентному внутрішньошарнірному змащ.(кожні 15 год);

$a_t = \frac{40t}{t} = 40$ - міжосьова відстань, яка виражена у кроках;

## Розрахунок навантажень ланцюгової передачі

Натяг від провисання веденої вітки під своєю вагою:

$$F_f = K_f \cdot q \cdot g \cdot a = 3 \cdot 1,4 \cdot 9,81 \cdot 0,508 = 21[\text{H}] \quad (6.25)$$

де  $K_f = 3$  – коефіцієнт провисання(ст. 41 [7]);

$$a = 40 \cdot t = 40 \cdot 12,7 = 508\text{мм} \quad (6.26)$$

Натягом від відцентрових сил при швидкості ланцюга  $\leq 12\text{м/с}$  знехтуємо.

Сумарний натяг ведучої ланки :

$$F_{\Sigma B} = F_f + F_t \cdot k_1 = 21 + 361 \cdot 1 = 382\text{H} \quad (6.27)$$

де  $k_1 = 1$  - коеф., який враховує характер навантаження, що передається 4. Навантаження, яке діє на вали визначаємо за формулою:

$$R \cong (1.15 \dots 1.2) \cdot F_t = 1,2 \cdot 361 = 433\text{H} \quad (6.28)$$

Перевіряємо ланцюг по запасу міцності  $n = \frac{Q_p}{F_{\Sigma B}} = \frac{31800}{382} = 73$ , що перевищує

допустиме  $[n] = 7,0$ .(табл. 2.30)

## Геометричний розрахунок передачі

Число зубців веденої зірочки визначаємо за формулою:

$$z_2 = z_1 \cdot u = 24 \cdot 3,5 = 84 \quad (6.29)$$

вираховуємо за формулою довжину ланцюга, виражену в кроках:

$$L_t = \frac{2a}{t} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \left( \frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2 \cdot \frac{t}{a} = \frac{2 \cdot 508}{12,7} + \frac{24 + 84}{2} + \left( \frac{84 - 24}{2 \cdot 3,14} \right)^2 \cdot \frac{12,7}{508} = 133,96 \quad (6.30)$$

Кількість звен ланцюга заокруглюємо до парного числа  $L_t = 134$ , щоб запобігти використанню перехідного з'єднувального звена.

Знаходимо міжосьову відстань за формулою:

$$a_p = \frac{t}{4} \cdot \left( L_t - \frac{z_1 + z_2}{2} + \sqrt{\left( L_t - \frac{z_1 + z_2}{2} \right)^2 - 8 \cdot \left( \frac{z_2 - z_1}{2 \cdot \pi} \right)^2} \right) = \quad (6.31)$$
$$= \frac{12,7}{4} \cdot \left( 134 - \frac{24 + 84}{2} + \sqrt{\left( 134 - \frac{24 + 84}{2} \right)^2 - 8 \cdot \left( \frac{84 - 24}{2 \cdot 3,14} \right)^2} \right) = 360\text{мм}$$

Визначаємо ділильні діаметри ведучої і веденої зірочок за формулою:

$$d_{d1} = \frac{t}{\sin \frac{180^\circ}{z_1}} = \frac{12,7}{\sin \frac{180^\circ}{24}} = 72 \text{ мм} \quad d_{d2} = \frac{t}{\sin \frac{180^\circ}{z_2}} = \frac{12,7}{\sin \frac{180^\circ}{84}} = 252 \text{ мм} \quad (6.32)$$

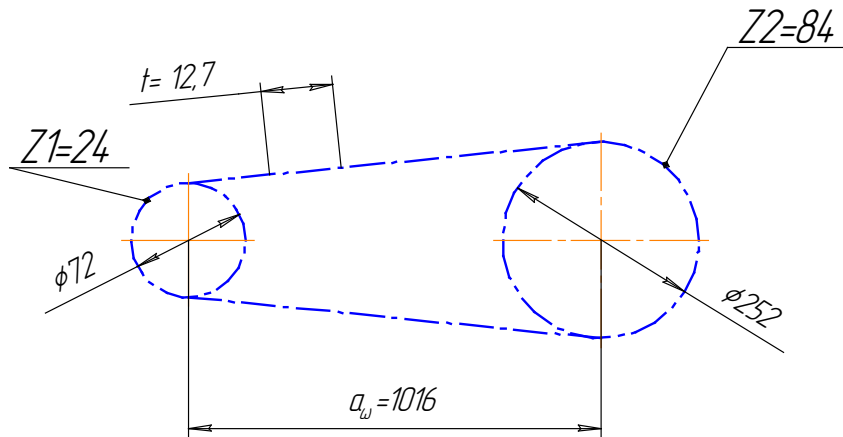


Рис. 6.2. Ескіз ланцюгової передачі

Розрахунок витискувача

Зробимо розрахунок та проектування шнека, якщо його:

Продуктивність  $\Pi = 800$  кг/год;

Максимальний тиск  $p_{\max} = 0,5$  МПа;

Коефіцієнт внутрішнього тертя продукту  $f = 0,34$ ;

Густина продукту  $\rho = 1050$  кг/м<sup>3</sup>.

Зовнішній діаметр шнека приймаємо  $D = 58$  мм, а крок

$$H = 0,7 * 58 = 40 \text{ мм.} \quad (6.33)$$

Граничний діаметр вала шнека визначимо за формулою:

$$d_{np} = \frac{H}{\pi} \cdot \tan \varphi \frac{40}{3,14} \cdot 0,3 = 3,82 \text{ мм,} \quad (6.34)$$

де  $f = \operatorname{tg}\varphi$  – коефіцієнт тертя ( $\varphi$  – кут тертя).

Приймаємо  $d_{\text{пр}} = 10$  мм.

Щоб спрогнозувати розрахунки достатньо прийняти середнє арифметичне значення кутів підйому гвинтових ліній на периферії  $\alpha_D$  та біля вала  $\alpha_d$ , тобто

$$\alpha_{\text{cp}} = \frac{\alpha_D + \alpha_d}{2}; \quad (6.35)$$

$$\alpha_D = \operatorname{arc\,tan} \frac{H}{\pi D} \operatorname{arc\,tan} \frac{40}{3.14 \cdot 10} = \operatorname{arc\,tan} 1.2739 = 51.87^\circ; \quad (6.36)$$

$$\alpha_d = \operatorname{arc\,tan} \frac{40}{3.14 \cdot 58} = \operatorname{arc\,tan} 0.2196 = 12.39^\circ;$$

Звідси:

$$\alpha_{\text{cp}} = \frac{12.39 + 51.87}{2} = 32.13^\circ.$$

Врахуємо коефіцієнт відставання через зниження переміщення часточок продукту в осьовому напрямі:

$$K_0 = 1 - (\cos^2 \alpha_{\text{cp}} - 0.5f \sin 2\alpha_{\text{cp}}) = 1 - (\cos^2 32.13^\circ - 0.5f \sin 64.26^\circ) = 0.418; \quad (6.37)$$

Врахуємо найбільший згинальний момент на внутрішньому контурі шнеку, припустивши, що один виток шнеку можна представити як кільцеву пластину, защемлену по внутрішньому контуру у тілі вала шнека, виконану зі сталі:

$$M_{32} = \frac{p_{\text{max}} D^2}{32} \cdot \frac{1.9 - 0.7a^{-4} - 1.2a^{-2} - 5.2 \ln a}{1.3 + 0.7a^{-2}}, \quad (6.38)$$

де  $a = D/d$  – відношення діаметрів шнека та вала (приймаємо  $a = 5.8$ ).

$$\begin{aligned} M_{32} &= \frac{0.5 \cdot 10^6 \cdot 0.058^2}{32} \cdot \frac{1.9 - 0.7 \cdot 5.8^{-4} - 1.2 \cdot 5.8^{-2} - 5.2 \ln 5.8}{1.3 + 0.7 \cdot 5.8^{-2}} \\ &= -289.62 \frac{H \cdot M}{M} \end{aligned}$$

Шнек треба розробити зі спеціальної легованої нержавіючої сталі, яка використовується у харчовому машинобудуванні, а саме – сталь AISI 304. Для даної сталі допустиме напруження при згині можна прийняти рівним допустимому напруженню при розтягу, тобто 196 МПа. Тоді товщина витка шнека визначатиметься:

$$\delta = \sqrt{\frac{\pm 6M_{32}}{[\sigma_{32}]}} = \sqrt{\frac{-6 * 289,62}{196}} = 2,97 \text{ мм.} \quad (6.39)$$

Приймаємо  $\delta = 3 \text{ мм}$ .

Вирахуємо площі внутрішньої циліндричної поверхні корпусу шнекового пристрою та однієї сторони поверхні шнекового витка на довжині одного кроку шнека:

$$F_g = \pi D(H - d), \text{ м}^2; \quad (6.40)$$

$$F_{ш} = \frac{1}{4\pi} (\pi DL - \pi dl + H^2 \ln \frac{D+2L}{d+2l}), \text{ м}^2, \quad (6.41)$$

де  $L$  та  $l$  – розвертки гвинтових ліній, які відповідають діаметрам шнека та вала, за формулами:

$$L = \sqrt{H^2 + (\pi D)^2}; \quad (6.42)$$

$$l = \sqrt{H^2 + (\pi d)^2}. \quad (6.43)$$

Отже:

$$L = \sqrt{0,04^2 + (3,14 * 0,058)^2} = 0,186 \text{ м};$$

$$l = \sqrt{0,04^2 + (3,14 * 0,01)^2} = 0,051 \text{ м};$$

$$F_g = 3,14 * 0,058 * (0,04 - 0,002) = 0,00674 \text{ м}^2;$$

$$F_{ш} = \frac{1}{4 * 3,14} (3,14 * 0,058 * 0,186 - 3,14 * 0,01 * 0,051 + 0,04^2 \ln \frac{0,058 + 2 * 0,186}{0,01 + 2 * 0,051}) = 0,00274 \text{ , м}^2.$$

Визначимо крутний момент на валу шнека та осьове зусилля:

$$M_{кр} = 0.131np_{max}(D^3 - d^3) \tan \alpha_{cp}; \quad (6.44)$$

$$S = 0.392n(D^2 - d^2)p_{max}, H * \text{ м}, \quad (6.45)$$

де  $n$  – кількість робочих витків шнека.

Звідси:

$$M_{кр} = 0.131 * 2 * 0,5 * 10^6(0,058^3 - 0,01^3) \tan 32,13^\circ = 16 \text{ Н * м};$$

$$S = 0.392 * 2(0,058^2 - 0,01^2) * 0,5 * 10^6 = 1279,5 \text{ Н}.$$

Визначивши крутний момент на валу шнека та осьове зусилля, прорахуємо відповідні їм нормальне та дотичне напруження в небезпечному перерізі вала шнека у зоні живлення:

$$\sigma_{зжс} = \frac{S}{F} = \frac{4S}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 1279,5}{3,14 \cdot 0,01^2} = 16,3 \text{ МПа}; \quad (6.46)$$

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_p} = \frac{16M_{кр}}{\pi d^3} = \frac{16 \cdot 16}{3,14 \cdot 0,01^3} = 81,53 \text{ МПа}. \quad (6.47)$$

де  $F$  – площа поперечного перерізу вала,  $\text{м}^2$ ;

$W_p$  – полярний момент опору поперечного перерізу вала шнека,  $\text{м}^3$ .

Еквівалентне напруження по теорії найбільших дотичних напружень визначимо за формулою:

$$\sigma_{екв} = \sqrt{\sigma_{зжс}^2 + 4\tau^2} \leq [\sigma]; \quad (6.48)$$

$$\sigma_{екв} = \sqrt{16,3 + 4 \cdot 81,53} = 163,9 \text{ МПа} < [\sigma] = 196 \text{ МПа}$$

Еквівалентне напруження перебуває у межах допустимого напруження для матеріалу вала шнека.

Визначимо кутову швидкість шнеку, приймаючи коефіцієнт заповнення рівним одиниці та знаючи його продуктивність:

$$\omega = \frac{\Pi}{0,125(D^2 - d^2)(H - \delta)(1 - K_0)\rho\psi'} \quad (6.49)$$

де  $\psi$  – коефіцієнт заповнення міжвиткового простору.

$$\omega = \frac{0,222}{0,125 \cdot (0,058^2 - 0,01^2) \cdot (0,04 - 0,003) \cdot (1 - 0,418) \cdot 1050 \cdot 1} = 24 \text{ рад/с} \\ = 229 \text{ об/с}.$$

Тепер визначимо розміри заготовок, витків та їх число. Нехай довжина шнека дорівнює  $L_{ш} = H \cdot z = 40 \cdot 11 = 440 \text{ мм}$ .

де  $z = 11$  шт – кількість витків.

Знайдемо ширина витків:

$$b = 0,5(D - d) = 0,5(0,058 - 0,01) = 0,024 \text{ м} = 24 \text{ мм}; \quad (6.50)$$

Кут вирізу в кільці-заготовці

$$\alpha_0 = 2\pi - \frac{L-l}{b} = 2 * 3,14 - \frac{0,186-0,051}{0,024} = 0,655 \text{ рад} = 37,55^\circ; \quad (6.51)$$

Діаметри кілець визначаємо по формулам:

$$D_0 = \frac{2L}{2\pi - \alpha_0} = \frac{2 * 0,186}{2 * 3,14 - 0,655} = 0,0447 \text{ м}; \quad (6.52)$$

$$d_0 = \frac{2l}{2\pi - \alpha_0} = \frac{2 * 0,051}{2 * 3,14 - 0,655} = 0,0181 \text{ м}. \quad (6.53)$$

При виготовленні кільця-заготовки без кутового вирізу, воно знаходитиметься на довжині шнека, яка визначається так:

$$H' = H \left( 1 + \frac{\alpha_0}{2\pi - \alpha_0} \right) = 0,04 \left( 1 + \frac{0,655}{2 * 3,14 - 0,655} \right) = 0,0447 \text{ м}; \quad (6.54)$$

Кількість кілець-заготовок без кутового вирізу потрібно  $0,45 / 0,0446 = 10$ .  
Прийmemo 10 шт.

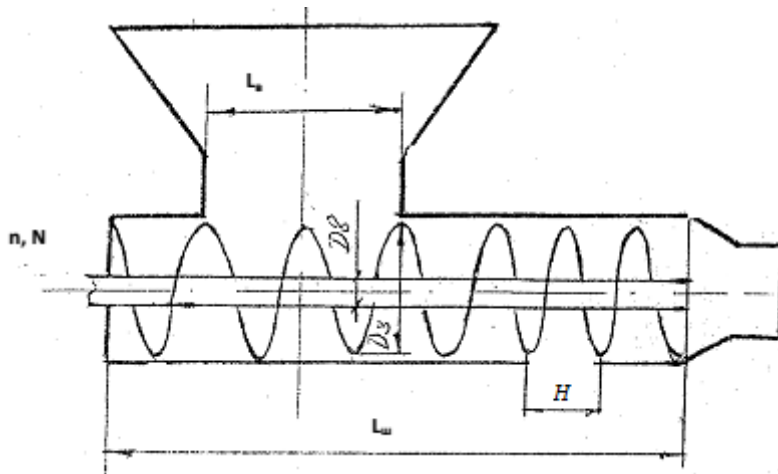


Рис. 6.3. Ескіз шнекового витискувача

Розрахуємо параметри роздаточного механізму, що представляє зубчасту передачу з передаточним відношенням  $U=1$ , шестерні виготовлені зі сталі 45, термообробка – покращення  $HV_1 = HV_2 = 230$ .

Допустимі контактні напруження для шестерень знайдемо з формули:

$$[\sigma_{H1}] = [\sigma_{H2}] = \frac{\sigma_{Hlim1}}{S_{H1}} \cdot Z_R \cdot Z_o \quad (6.55)$$

де  $\sigma_{Hlim1}$  - границя контактної стійкості поверхні зубів, що дорівнює еквівалентному числу циклів зміни напружень

$$\sigma_{Hlim1} = \sigma_{Hlimb1} \cdot K_{HL1}, \quad (6.56)$$

тут  $\sigma_{Hlimb1} = 2HB_1 + 70 = 2 \cdot 230 + 70 = 560 \text{ МПа}$  - границя контактної витривалості, що відповідає базовому числу циклів змін напружень

$K_{HL1} = 0,9$  - коефіцієнт довговічності;

Тоді  $\sigma_{Hlim1} = 560 \cdot 0,9 = 504 \text{ МПа}$ ;

$S_{H1}$  - коефіцієнт безпеки для зубів з односторонньою структурою матеріалу (див.ст.75) [3]:  $S_{H1} = 1,1$ ;

$Z_R$  - коефіцієнт, що включає шорсткість спряжених поверхонь (табл. 3.18) [3]:  $Z_R = 0,95$

$Z_v$  - коефіцієнт, що враховує колову швидкість див.ст.75, [3]:  $Z_v = 1,0$ .

Тоді  $[\sigma_{H1}] = [\sigma_{H2}] = \frac{509}{1,1} \cdot 0,95 \cdot 1,0 = 440 \text{ МПа}$ .

Допустиме контактне напруження передачі:

$$\sigma_H = 0,45 \cdot ([\sigma_{H1}] + [\sigma_{H2}]) = 396 \text{ МПа} \quad (6.57)$$

Вираховуємо допустиме напруження згину:

$$[\sigma_F] = \frac{\sigma_{Flim1}}{S_F} \cdot Y_S \cdot Y_R \quad (6.58)$$

де  $\sigma_{Flim1}$  - границя витривалості зубів при згині, що відповідає еквівалентному числу циклів змін напружень (формула 3.52)[3]

$$\sigma_{Flim1} = \sigma_{Flimb1} \cdot K_{FC} \cdot K_{FL1} \quad (6.59)$$

де  $\sigma_{Flimb1} = 1,8HB_1 = 1,8 \cdot 230 = 414 \text{ МПа}$  - границя витривалості при згині, що відповідає базовому числу циклів зміни напружень;

$K_{FC} = 1$  - коефіцієнт, що враховує вплив двохстороннього навантаження, при односторонньому навантаженні;

$K_{FL1} = 1$  - коефіцієнт довговічності [3]

Звідси,

$$\sigma_{F_{lim1}} = 414 \cdot 1 \cdot 1 = 414 \text{ МПа}$$

$S_F$  - коефіцієнт безпеки [3]:

$$S_F = S'_F \cdot S''_F = 1,75 \cdot 1,0 = 1,75 \quad (6.60)$$

де  $S'_F = 1,75$  - коефіцієнт, який враховує неоднорідність матеріалу [3],

$S''_F = 1$  - коефіцієнт, який враховує спосіб отримання заготовки і умови експлуатації передачі [3]

$Y_S$  - коефіцієнт, який враховує чутливість матеріалу до концентрації напружень [3]. При проектному розрахунку  $Y_S = 1$ ;

$Y_R = 1$  - коефіцієнт, що враховує шорсткість перехідної поверхні зуба в залежності від методу обробки [3]. Для зубофреззування з шорсткістю не більше Rz 40.

Звідси,

$$[\sigma_F] = \frac{414}{1,75} \cdot 1 \cdot 1 = 237 \text{ МПа}$$

Визначаємо міжосьову відстань, виходячи з умови контактної міцності зуба

$$a_{\omega} = K_a (U+1) \cdot \sqrt[3]{\frac{T \cdot K_{H\beta}}{\Psi_{ba} \cdot [\sigma_H]^2 \cdot U^2}} = 450(1+1) \cdot \sqrt[3]{\frac{25,74 \cdot 1,4}{0,5 \cdot 396^2 \cdot 1^2}} = 69,45 \text{ мм} \quad (6.61)$$

де  $K_a = 450$  – коефіцієнт міжосьової відстані для сталевих прямозубих коліс  
 $U = 1$  – передаточне число;

$T = 51,47/2$  Н·м – загальний крутний момент розподіляється на два шнеки;

$K_{H\beta} = 1,4$  - коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу навантаження по довжині контактної лінії;

$\Psi_{ba} = 0,5$  – коефіцієнт ширини зуба при симетричному розміщенні опор.

Приймаємо міжосьову відстань  $a_{\omega} = 0,07$  м.

Для забезпечення рівної витривалості зубців на згин мінімальне значення модуля визначаємо із умови витривалості на згин:

$$m \geq \frac{K_m \cdot T \cdot (U+1)}{a_{\omega} \cdot b \cdot [\sigma_F]} = \frac{6800 \cdot 25,74 \cdot (1+1)}{70 \cdot 35 \cdot 237} = 0,53 \text{ мм} \quad (6.62)$$

де  $K_m = 6800$  – коефіцієнт модуля для сталевих прямозубих коліс;

$U = 1$  – передаточне число;

$T = 51,47/2$  Н·м – загальний крутний момент ділиться на два шнеки;

$b = \Psi_{ba} \cdot a_o = 0,5 \cdot 70 = 35$  мм - ширина вінця.

Нехай модуль зачеплення  $m = 1,5$

Знаходимо число зубців шестерень

$$z_1 = z_2 = \frac{2 \cdot a_o}{(U+1) \cdot m} = \frac{2 \cdot 70}{(1+1) \cdot 1,5} = 46,6 \quad (6.63)$$

Уточнюємо міжосьову відстань

$$a_o = \frac{m \cdot (z_1 + z_2)}{2} = \frac{1,5 \cdot (46,6 + 46,6)}{2} = 69,9 \text{ мм} \quad (6.64)$$

Визначаємо геометричні розміри шестерень:

- ділительний діаметр

$$d_1 = d_2 = m \cdot z_1 = 1,5 \cdot 46,6 = 69,9 \text{ мм} \quad (6.65)$$

- діаметр вершин зубців шестерень

$$d_{a1} = d_{a2} = d_1 + 2m = 69,9 + 2 \cdot 1,5 = 72,9 \text{ мм} \quad (6.66)$$

- діаметр западин зубців

$$d_{f1} = d_{f2} = d_1 - 2,5m = 69,9 - 2,5 \cdot 1,5 = 66,15 \text{ мм} \quad (6.67)$$

Виразуємо сили:

- колова сила

$$F_t = \frac{2 \cdot T}{d_1} = \frac{2 \cdot 25,74}{69,9 \cdot 10^{-3}} = 736,5 \text{ Н} \quad (6.68)$$

- радіальна сила

$$F_r = F_t \cdot \text{tg} \alpha_o = 736,5 \cdot \text{tg} 20^\circ = 268 \text{ Н} \quad (6.69)$$

- нормальна сила (повне зусилля в зачепленні)

$$F_n = \frac{F_r}{\cos \alpha_{\omega}} = \frac{268}{\cos 20^{\circ}} = 285 \text{Н} \quad (6.70)$$

Проводимо перевірочний розрахунок передачі на контактну витривалість

$$\sigma_H = Z_E \cdot Z_{\varepsilon} \cdot Z_H \cdot \sqrt[3]{\frac{F_t \cdot K_{HL} \cdot (U+1)}{d_1 \cdot b \cdot U}} \leq [\sigma_H], \text{МПа} \quad (6.71)$$

$Z_E = 190 \text{ МПа}^{1/2}$  – коефіцієнт, що враховує механічні властивості матеріалів(сталі) спряжених зубчастих колес;

$Z_{\varepsilon} = \sqrt{(4-\varepsilon)/3} = \sqrt{(4-1,75)/3} = 0,75$  – коефіцієнт, що враховує сумарну довжину контактних ліній;

де  $\varepsilon$  – коефіцієнт торцевого перекриття:

$$\varepsilon \approx \left[ 1,88 - 3,2 \left( 1/z_1 + 1/z_2 \right) \cos \beta \right] \approx \left[ 1,88 - 3,2 \left( 1/46,6 + 1/46,6 \right) \cos 0^{\circ} \right] = 1,75 \quad (6.72)$$

$Z_H = 2,49$  – коефіцієнт, що враховує форму спряжених поверхонь зубців в полюсі зачеплення;

$K_H$  – коефіцієнт навантаження;

$$K_H = K_{Hv} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{H\alpha} = 1,06 \cdot 1,02 \cdot 1,1 = 1,18 \quad (6.73)$$

де  $K_{Hv} = 1,06$  - коефіцієнт, що враховує динамічне навантаження, що виникає в зачепленні;

$K_{H\beta} = 1,02$  коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілення навантаження по довжині контактних ліній;

$K_{H\alpha} = 1,1$  – коефіцієнт розподілення навантаження між зубцями.

Звідки:

$$\sigma_H = 190 \cdot 0,75 \cdot 2,49 \cdot \sqrt[3]{\frac{736,5 \cdot 1,18 \cdot (1+1)}{69,9 \cdot 35 \cdot 1}} = 317 \text{МПа} \leq [\sigma_H]$$

Ми бачимо, що умова виконується, отже контактні напруження, які з'являються в передачі не перевищують допустимі.

## 7. ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ «ПАТРОН»

### 7.1. Визначення величин загальних припусків

Припуски на підрізку торців становлять  $2 \times 2 = 4$  мм. Отже, заготовка з прокату являє собою стержень  $\varnothing 50$  і довжиною  $L = 43$  мм.

Розрахунок загального припуску заготовки проводити не будемо, оскільки заданий розмір  $\varnothing 50$  з квалітетом точності 12 йде як вихідний розмір прокату і не потребує додаткових операцій, тому проведемо розрахунок припуску за найточнішим зовнішнім розміром  $\varnothing 44h9$  на довжині  $L = 31$  мм.

Спосіб установки — в трьохкулачковому патроні. Сумарна величини  $Rz$  і  $T(h)$ , яка характеризує якість поверхні заготовки прокату, складає 200 мкм і 300 мкм (табл. Д.3.1), [7].

Просторове відхилення — результат короблення прокату. Гранична величина короблення  $\Delta_K = 0,8$  мкм/мм (табл. Д.3.3), що на довжині  $L = 31$  мм дає загальну величину короблення  $(\Delta)\rho = \Delta_K \cdot L = 0,8 \cdot 31 = 25$  мкм.

Величина залишкової просторової похибки

$$(\Delta_{\text{зал}})\rho_{\text{зал}} = K_y \cdot \rho_{\text{заг}} (\Delta_{\text{заг}}).$$

Значення коефіцієнта  $K_y$  визначаються за табл. Д.3.4.

Після чорнового точіння  $\rho_{\text{чорн}} (\Delta_{\text{чорн}}) = 0,06 \cdot \rho_{\text{заг}} (\Delta_{\text{заг}}) = 0,06 \cdot 25 = 1,5$  мкм.

Після напівчистового точіння  $\rho_{\text{напівчист}} (\Delta_{\text{напівчист}}) = 0,05 \cdot \rho_{\text{заг}} (\Delta_{\text{заг}}) = 0,05 \cdot 25 = 1,25$  мкм.

Після чистового точіння  $\rho_{\text{чист}} (\Delta_{\text{чист}}) = 0,04 \cdot \rho_{\text{заг}} (\Delta_{\text{заг}}) = 0,04 \cdot 25 = 1,0$  мкм.

Похибка базування в патроні  $\varepsilon_\delta = 70$ .

Величина розрахункового припуску визначається за формулою:

$$2Z_{\min} = 2 \left( R_{Z_{i-1}} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{\Delta_{i-1}}^2 + \varepsilon_i^2} \right).$$

Значення  $2Z_{\min}$  по операціям (переходам) обробки складає:

- точіння чорнове:  $2Z_{\min} = 2 \left( 200 + 300 + \sqrt{25^2 + 70^2} \right) = 2 \cdot 574$  мкм;
- точіння напівчистове:  $2Z_{\min} = 2 \left( 50 + 50 + \sqrt{1,5^2 + 70^2} \right) = 2 \cdot 170$  мкм.
- точіння чистове:  $2Z_{\min} = 2 \left( 30 + 50 + \sqrt{1,0^2 + 70^2} \right) = 2 \cdot 150$  мкм.

Розрахунковий розмір  $d_p$  заповнюємо починаючи з останнього (в даному випадку із креслення) розміру послідовним відніманням розрахункового мінімального припуску кожного технологічного переходу.

Таким чином, маючи розрахунковий (із креслення) розмір, після останнього переходу (в нашому випадку чистового точіння  $\varnothing 44-0,062 = 43,938$  мм) для решти переходів механічної обробки отримуємо:

- точіння чистове —  $43,938 + 0,3 = 44,238$  мм;
- точіння напівчистове —  $44,238 + 0,34 = 44,578$  мм;
- точіння чорнове —  $44,578 + 1,148 = 45,726$  мм;

Номинальний (розрахунковий) операційний припуск

$$Z_{i\text{ном}} = Z_{i\text{мін}} + TA_{i-1},$$

де  $TA_{i-1}$  — допуск на обробку заготовки на попередній операції.

Тоді номінальні (розрахункові) припуски на:

- 1) точіння чистове —  $2Z_{\text{ном.точ.чист}} = 0,3 + 0,062 = 0,362$  мм;
- 2) точіння напівчистове —  $2Z_{\text{ном.точ.чист}} = 0,34 + 0,16 = 0,5$  мм;
- 3) точіння чорнове —  $2Z_{\text{ном.точ.чорн}} = 1,148 + 0,25 = 1,398$  мм

Загальний номінальний припуск 2,26 мм.

Значення допуску  $TA_{i-1}$  кожного переходу приймають за таблицями Д.1.1 у відповідності з квалітетом того чи іншого виду обробки. Так, для чистового точіння значення допуску складає 62 мкм оскільки 9 квалітет точності (розмір із креслення); для напівчистового  $TA = 160$  мкм – 11 квалітет ; для чорнового точіння  $TA = 250$  мкм – 12 квалітет;

Розрахунковий(номінальний) розмір  $d_{\text{ном. заг.}} = 44 + 2,26 = 46,26$  мм.

## 7.2. Технологічний маршрут виготовлення деталі «Патрон»

Таблиця 7.1. Технологічний маршрут

№	Назва операції, переходу	Технологічне обладнання, інструмент оброблюваний, контрольний
1	2	3
10	Заготівельна (УЗЗ)	Верстат відрізний
10.1	Відрізати заготовку з прокату Ø 50, довжиною L=43 мм.	
20	Токарна (УЗЗ)	Токарно-гвинторізний верстат 16К20, 3-бох кулачковий патрон, піноль задньої бабки.
20.1	Торцювати в розмір 41 мм. Пов.(1)	Різець підрізний правий Т15К6, В×Н×L=16×25×140мм, $\alpha=8^\circ$ , $\gamma=10^\circ$ , $\varphi=15^\circ$ ШЦ1
20.2	Свердлити отв. Ø23 на L=41 мм. Пов.(2)	Свердло Ø20, Р6М5, ШЦ1
20.3	Розточити Ø 34,5 під М36 на довжину L=39 мм. Пов.(3)	Різець розточний правий для глухих отворів, Т15К6, В×Н×L=16×25×140мм, $\alpha=3^\circ$ , $\gamma=10^\circ$ , $\lambda=10^\circ$
20.4	Розточити Ø 36,7 під проточку на довжину L=4 мм. Пов.(4)	Різець розточний правий для глухих отворів, Т15К6, В×Н×L=16×25×140мм, $\alpha=3^\circ$ , $\gamma=10^\circ$ , $\lambda=10^\circ$
20.5	Точити фаску 1,5x45°. Пов.(5)	Різець прохідний відігнути правий, Т15К6, В×Н×L=16×25×140мм, $\alpha=8^\circ$ , $\varphi=45^\circ$ , $\varphi_1=45^\circ$ , $\lambda=10^\circ$

1	2	3
20.6	Нарізати різьбу М36х1,5 на довжину L=16мм. Пов.(6)	Різець різьбовий Т15К6, $\beta=60^{\circ}, \alpha=3^{\circ}$ , В×Н×L=16×25×140мм, ШЦ1, різьбовий калібр
30	Токарна (УЗЗ)	Токарно-гвинторізний верстат 16К20, 3-ьох кулачковий патрон.
30.1	Торцювати в розмір 39 мм. Пов.(7)	Різець підрізний правий Т15К6, В×Н×L=16×25×140мм, $\alpha=8^{\circ}, \gamma=10^{\circ}, \varphi=15^{\circ}$ ШЦ1
30.2	Точити $\varnothing 44h9$ на довжину L=31мм в два проходи. Пов.(8)	Різець прохідний упорний правий Т15К6, В×Н×L=16×25×140мм, $\alpha=7^{\circ}, \gamma=10^{\circ}, \varphi=90^{\circ}$ ШЦ1
30.3	Точити фаску 2х45°. Пов.(9)	Різець прохідний відігнутий правий, Т15К6, В×Н×L=16×25×140мм, $\alpha=8^{\circ}, \varphi=45^{\circ}, \varphi_1=45^{\circ}, \lambda=10^{\circ}$
40	Фрезерна (УЗЗ)	Вертикально-фрезерний верстат 6М12П. Лещата. Призма.
40.1	Фрезерувати пов.10	Фасонна фреза $\varnothing 50$ , Р6М5, ШЦ1-1
60	Мийна	Мийна машина
60.1	Промити деталь	
70	Слюсарна	Верстак

1	2	3
70.1	Зняти задирки і притупити гострі кромки	
80	Контрольна	Контрольний стіл

### 7.3. Визначення поперційних режимів різання і норм часу

#### Токарна 20.

**Перехід 20.1** Торцювати пов. 1 заготовки Ø50 на токарно-гвинторізному верстаті 16К20. Припуск на оброблення(на сторону)  $z = 2$  мм. Матеріал заготовки АД 1.

1. Вибираємо глибину різання, виходячи з виду обробки поверхні, діаметра заготовки припуску на оброблення та інструменту.

Глибина різання при цьому  $t = z = 2,0$  мм.

2. По нормативним даним вибираємо подачу в залежності від діаметру заготовки, прийнятої глибини різання, розмірів тіла різця, оброблюваного матеріалу.

При зовнішньому обробленні деталей діаметром до 50 мм з глибиною різання до 3 мм та перетином тіла різця 16×25 мм подача повинна бути в інтервалі  $S=0,4\dots0,7$  мм/об (табл. Д.1.1). За паспортним даним верстата токарно-гвинторізного верстата 16К20 приймаємо подачу  $S_b=0,6$  мм/об, що знаходиться у відповідному інтервалі.

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання, яка визначається по емпіричній формулі:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,35}};$$

де  $T$  – середнє значення періоду стійкості, дискретна величина і можна приймати в межах 60 - 90 хв для різців зі швидкорізальної сталі і 90 – 120 хв для різця із тврдосплавною різальною пластинкою;

$C_v$  – постійна для даних режимів різання (табл. Д.1.4).

$$V = \frac{175}{120^{0,2} 2,0^{0,15} 0,6^{0,35}} = 70 \text{ м / хв}$$

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 70}{\pi \cdot 50} = 445 \text{ об / хв}$$

де  $D_{заг}$  – діаметр заготовки, м;

5. Розрахункова кількість обертів  $n_p$  порівнюється з наявними на верстаті значеннями згідно його паспортних даних. Якщо розрахункова частота не збігається з одним із положень, то для подальших розрахунків приймається те положення коробки

швидкостей верстата ( $n_e$ ), що є найближчим меншим за  $n_p$ , тобто повинна витримуватися умова  $n_e < n_p$ .

Із ряду обертів шпинделя верстату (табл. Д.1.5) вибираємо ближче менше значення  $n_e=500$  об/хв

6. За прийнятим значенням  $n_e$  визначається фактична швидкість різання:

$$V_\partial = \frac{\pi \cdot D_{заг} \cdot n_e}{1000} = \frac{\pi \cdot 50 \cdot 500}{1000} = 78,4 \text{ м / хв}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_\partial + L_1 + L_2 + L_3;$$

$$L_\partial = \frac{D_{заг}}{2} = \frac{50}{2} = 25 \text{ мм} - \text{довжина оброблюваної поверхні};$$

$L_1 = 2$  мм – величина підводу різця;

$L_2 = t \cdot \text{ctg}\varphi = 2,0 \cdot \text{ctg}45^\circ = 2,0$  мм – врізання різця в заготовку, мм;

$L_3 = 2$  мм – величина перебігу різця.

$$L_p = 25 + 2 + 2 + 2 = 31 \text{ мм}$$

8. Основний час на виконання переходу  $t_{01} = \frac{L_p}{n_e \cdot S_e} = \frac{31}{500 \cdot 0,5} = 0,124 \text{ хв}$

9. Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{\partial on1} = t_{вст} + t_{пер} + t_{зм} + t_{к} = 0,17 + 0,6 = 0,77,$$

$t_{вст} = 0,17$  хв – допоміжний час, пов'язаний з встановленням в патрон без ручної вивірки;

$t_{зм} = 0$  хв – допоміжний час на заміну частоти обертів шпинделя і подачі;

$t_{к} = 0,6$  хв – допоміжний час на контрольні вимірювання;

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

## **Перехід 20.2** Свердлити отвір $\varnothing 23$ довжиною $l=39$ мм, пов. 2

1. Визначаємо глибину свердління, виходячи з діаметра свердла:

$$t = \frac{D_{св}}{2} = \frac{23}{2} = 11,5 \text{ мм}$$

2. По нормативним даним вибираємо подачу в залежності від діаметру свердлильного отвору та міцнісних характеристик оброблювального матеріалу. При свердлінні деталей подача повинна бути в інтервалі  $S=0,26..0,32$  мм/об. За паспортними даними токарно-гвинторізного верстата приймаємо подачу  $S_B=0,3$  мм/об, що знаходиться у відповідному інтервалі.

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання, яка визначається в залежності від діаметру свердла і його матеріалу, інтервалу подачі та оброблювального матеріалу по емпіричній формулі:

$$V_c = \frac{5 \cdot d_{св}^{0,4}}{T^{0,2} \cdot S^{0,4}} = \frac{5 \cdot 23^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,3^{0,7}} = 17,4 \text{ м / хв}$$

де  $T = 45 \text{ хв}$  – середнє значення періоду стійкості свердла (табл. Д.3.6)

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_e}{\pi \cdot d_{св}} = \frac{1000 \cdot 17,4}{\pi \cdot 23} = 240 \text{ об / хв}$$

5. Із ряду обертів верстату вибираємо ближче значення  $n_e = 250 \text{ об/хв}$ .

6. Прийняте значення  $n_e$  значно не відрізняється від розрахункового, тому фактична швидкість різання така сама.

7. Розрахункова довжина обробки,

$$L_p = L_d + L_1 + L_2 + L_3 = 39 + 2 + 5 = 46 \text{ мм};$$

де  $L_d = 35 \text{ мм}$  – глибина свердління;

$L_1 = 2 \dots 3 \text{ мм}$  – підвід інструменту;

$L_2, L_3 = L_2 + L_3 = 5 \text{ мм}$  – врізання і перебіг свердла;

8. Основний час на свердління отвору

$$t_{05} = \frac{L_3}{S_e \cdot n_e} = \frac{46}{0,3 \cdot 250} = 0,53 \text{ хв}$$

9. Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{дон1} = t_{вст} + t_{пер} + t_{зм} + t_{к} = 0,25 + 0,6 + 0,11 = 0,96 \text{ хв},$$

$t_{вст} = 0 \text{ хв}$  – деталь встановлена і затиснута;

$t_{зм} = 0,05 + 0,12 \text{ хв}$  – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі,

а також на встановлення свердла в задню бабку;

$t_{к} = 0,6 \text{ хв}$  – допоміжний час на контрольні вимірювання;

$t_{пер} = 0,11 \text{ хв}$  – допоміжний час, пов'язаний з роботою інструментом,

встановленим в задній бабці.

**Перехід 20.3.1.** Точити пов. 3 начорно  $\varnothing 34,5$ ;  $l = 39 \text{ мм}$ .

1. Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні

$$t = \frac{34,5 - 23}{2} = 5,75 \text{ мм}$$

Для чорнової обробки поверхні приймаємо глибину різання  $t = 5 \text{ мм}$ , оскільки на чистову обробку залишається  $t = 0,75 \text{ мм}$  з умови, що 9 квалітет точності відповідає шорсткості  $Ra = 3,6$  і рекомендуємо глибину різання  $t = 0,2 \div 0,27 \text{ мм}$ .

2. Приймаємо подачу  $S_B = 0,5 \text{ мм/об}$ .

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання, яка розраховується по емпіричній формулі:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,35}} = \frac{170}{120^{0,2} 5^{0,15} 0,5^{0,35}} = 65 \text{ м / хв}$$

де  $C_v = 170$  - оскільки вибраний прямий упорний різець з кутом ріжучої кромки  $\varphi = 30^\circ$

4. Визначити розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 65}{\pi \cdot 23} = 899 \text{ об / хв}$$

де  $D_{заг}$  – діаметр заготовки, мм;

5. Із ряду обертів шпинделя верстату (табл.Д.1.5) вибираємо найближче менше значення  $n_6 = 800$  об/хв.

6. За прийнятим значенням  $n_6$  визначається фактична швидкість різання:

$$V_0 = \frac{\pi \cdot D_{заг} \cdot n_6}{1000} = \frac{\pi \cdot 23 \cdot 800}{1000} = 58 \text{ м / хв}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_0 + L_1 + L_2 + L_3;$$

$L_0 = 39$  мм – довжина оброблюваної поверхні;

$L_1 = 2$  мм – величина підводу різця;

$L_2 = 5$  мм – величина врізання;

$L_3 = 0$  мм – величина перебігу різця.

$$L_p = 39 + 2 + 5 + 0 = 46 \text{ мм}$$

8. Основний час на виконання переходу  $t_{02} = \frac{L_p}{n_6 \cdot S_6} = \frac{46}{800 \cdot 0,5} = 0,1 \text{ хв}$

9. Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{дон1} = t_{вст} + t_{пер} + t_{зм} + t_{к} = 0,05 + 0,6 + 0,6 = 1,25,$$

$t_{вст} = 0$  хв – деталь уже встановлена і затиснута;

$t_{зм} = 0,05$  хв – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі;

$t_{к} = 0,6$  хв – допоміжний час на контрольні вимірювання;

$t_{пер} = 0,6$  хв - допоміжний час на зміну різця

**Перехід 20.3.2.** Точити пов. 3 начисто  $\varnothing 34,5\text{H9}$ ;  $l = 39$  мм.

1. Глибина різання при чистовій обробці становить  $t = 0,75$  мм.

2. Вибираємо подачу (з табл. Д.1.3) при чистовому точінні із шорсткістю  $Ra = 3,2$  що відповідає 9 квалітету точності та радіусу при вершині різця  $r = 0,4$  мм, яка повинна бути в інтервалі подач  $S = 0,2 \div 0,27$  мм/об. За паспортними даними верстата приймаємо  $S_B = 0,2$  мм/об.

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання, яка розраховується по емпіричній формулі:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,3} t^{0,15} S^{0,35}} = \frac{200}{120^{0,3} 0,75^{0,15} 0,2^{0,35}} = 96 \text{ м / хв}$$

4. Визначити розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 96}{\pi \cdot 23} = 1010 \text{ об / хв}$$

де  $D_{заг}$  – діаметр заготовки, м;

5. Із ряду обертів шпинделя верстату ( табл. Д.1.5) вибираємо найближче менше значення  $n_6 = 1000$  об/хв.

6. За прийнятим значенням  $n_6$  визначається фактична швидкість різання:

$$V_d = \frac{\pi \cdot D_{заг} \cdot n_6}{1000} = \frac{\pi \cdot 23 \cdot 1000}{1000} = 72 \text{ м / хв}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_d + L_1 + L_2 + L_3;$$

$L_d = 39$  мм – довжина оброблюваної поверхні;

$L_1 = 2$  мм – величина підводу різця;

$L_2 = 0,75$  мм – величина врізання;

$L_3 = 0$  мм – величина перебігу різця.

$$L_p = 8 + 2 + 0,75 + 0 = 10,75 \text{ мм}$$

8. Основний час на виконання переходу  $t_{03} = \frac{L_p}{n_6 \cdot S_6} = \frac{10,75}{1000 \cdot 0,2} = 0,51 \text{ хв}$

9. Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{дон1} = t_{вст} + t_{пер} + t_{зм} + t_{к} = 0,05 + 0,9 + 0,16 = 1,11,$$

$t_{вст} = 0$  хв – деталь уже встановлена і затиснута;

$t_{зм} = 0,05$  хв – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі;

$t_{к} = 0,6 + 0,3$  хв – допоміжний час на контрольні вимірювання (ШЦ-1);

$t_{пер} = 0,16$  хв - допоміжний час на чистове обточування з ручним переміщенням

супорта

**Перехід 20.4.** Точити пов. 4 начорно  $\varnothing 36,7$ ;  $l = 4$  мм.

1. Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні

$$t = \frac{36,7 - 34,5}{2} = 1,1 \text{ мм}$$

Для чорнової обробки поверхні приймаємо глибину різання  $t = 1,1$  мм.

2. Приймаємо подачу  $S_v = 0,5$  мм/об.

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання, яка розраховується по емпіричній формулі:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,35}} = \frac{170}{120^{0,2} 1,1^{0,15} 0,5^{0,35}} = 82 \text{ м / хв}$$

де  $C_v = 170$  - оскільки вибраний прямий упорний різець з кутом ріжучої кромки  $\varphi = 30^\circ$

4. Визначити розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 82}{\pi \cdot 34,5} = 756 \text{ об / хв}$$

де  $D_{заг}$  – діаметр заготовки, мм;

5. Із ряду обертів шпинделя верстату (табл.Д.1.5) вибираємо найближче менше значення  $n_6=630$  об/хв.

6. За прийнятим значенням  $n_6$  визначається фактична швидкість різання:

$$V_0 = \frac{\pi \cdot D_{заг} \cdot n_6}{1000} = \frac{\pi \cdot 34,5 \cdot 630}{1000} = 68,8 \text{ м / хв}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_0 + L_1 + L_2 + L_3;$$

$L_0 = 4$  мм – довжина оброблюваної поверхні;

$L_1 = 17$  мм – величина підводу різця;

$L_2 = 1$  мм – величина врізання;

$L_3 = 0$  мм – величина перебігу різця.

$$L_p = 4 + 17 + 1 + 0 = 22 \text{ мм}$$

8. Основний час на виконання переходу  $t_{02} = \frac{L_p}{n_6 \cdot S_6} = \frac{22}{630 \cdot 0,5} = 0,06 \text{ хв}$

9. Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{дон1} = t_{вст} + t_{пер} + t_{зм} + t_k = 0,05 + 0,6 + 0,6 = 1,25,$$

$t_{вст} = 0$  хв – деталь уже встановлена і затиснута;

$t_{зм} = 0,05$  хв – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі;

$t_k = 0,6$  хв – допоміжний час на контрольні вимірювання;

$t_{пер} = 0,6$  хв - допоміжний час на зміну різця

**Перехід 20.5.** Точити фаску  $1,5 \times 45^\circ$  пов. 5

1. Оберти шпинделя вибираємо 125 об/хв. Затрачений час на виконання галтелей, зняття фасок визначається за табл. Д. 6.14 і приймається як основний час  $t_{06} = 0,18$  хв.

2. Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{дон1} = t_{вст} + t_{пер} + t_{зм} + t_k = 0,05 + 0,6 + 0,6 = 1,25,$$

$t_{вст} = 0$  хв – деталь уже встановлена і затиснута;

$t_{зм} = 0,05$  хв – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі;

$t_k = 0,6$  хв – допоміжний час на контрольні вимірювання;

$t_{пер} = 0,6$  хв - допоміжний час на зміну різця

**Перехід 20.6.** Нарізати різьбу М36Х1,5-7Н пов. 6 на довжину  $l = 16$  мм

1. Визначаємо швидкість різання за формулою:

$$V = \frac{158 \cdot i^{0,23}}{T^{0,2} \cdot S^{0,23}} = \frac{158 \cdot 5^{0,23}}{120^{0,2} \cdot 1,5^{0,23}} = 33,4 \text{ м / хв}$$

де  $T = 120$  - середня стійкість різця(для різців із швидкоріжучої сталі табл. Д. 6.39);

$S = 1,5$  мм - крок різьби;

$i = 5$  - число проходів різця(табл. Д. 6.38).

Оскільки при нарізанні внутрішньої різьби швидкість потрібно зменшити на 20%, то фактична швидкість різання буде  $V_{\phi} = 26,72$  м/хв.

2. Визначаємо частоту обертання шпинделя токарно-гвинторізного верстата:

$$n_B = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d_M} = \frac{1000 \cdot 26,72}{\pi \cdot 36} = 236 \text{ об / хв}$$

3. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо найближче менше значення:  $n_e = 200$  об/хв.

4. За прийнятим значенням  $n_e$  визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d_M \cdot n_e}{1000} = \frac{\pi \cdot 36 \cdot 200}{1000} = 23 \text{ м / хв}$$

5. Основний час на виконання переходу :

$$t_{06} = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{27}{200 \cdot 0,3} = 2,25 \text{ хв}$$

де  $L$  — розрахункова довжина оброблення для переходу

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3 = 16 + 2 + 5 = 27 \text{ мм ,}$$

де  $l = 16$  мм — глибина різання;

$l_1 = 2$  мм — величина на підведення різця з механічною подачею;

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

6. Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{\text{дон1}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}} = 0,65 + 0,11 + 0,4 = 1,16 \text{ хв,}$$

$t_{\text{вст}} = 0$  хв – деталь встановлена і зтиснута в трикулачковому патроні;

$t_{\text{зм}} = 0,05 + 0,6$  хв – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі, а

також різця;

$t_{\text{к}} = 0,11$  хв – допоміжний час на контрольні вимірювання;

$t_{\text{пер}} = 0,4$  хв - допоміжний час, пов'язаний з п'ятиразовим точінням різьбовим

різцем.

## Визначення норм часу на виконання токарної операції 20

1. Визначаємо оперативний час за формулою:

$$t_{\text{он1}} = \sum_{i=1}^n t_i + \sum_{i=1}^n t_{\text{дон}} = (0,12 + 0,53 + 0,1 + 0,51 + 0,06 + 0,18 + 2,25) + (0,23 + 0,96 + 1,25 + 1,11 + 1,25 + 1,25 + 1,16) = 10,96 \text{ хв}$$

2. Час на технічне та організаційне обслуговування робочого місця:

$$t_{\text{обсл}} = t_{\text{тех}} + t_{\text{орг}} = 0,274 + 0,153 = 0,427 \text{ хв}$$

де  $t_{mex} = t_{on} \cdot \left(\frac{\alpha}{100}\right) = 10,96 \cdot \left(\frac{2,5}{100}\right) = 0,274xв$  - час на технічне обслуговування робочого місця(табл. Д.6.45)

$t_{орг} = t_{on} \cdot \left(\frac{\beta}{100}\right) = 10,96 \cdot \left(\frac{1,4}{100}\right) = 0,153xв$  - час на організаційне обслуговування робочого місця.

3. Визначаємо час на відпочинок та на природні потреби:

$$t_{відн} = t_{on} \cdot \left(\frac{\alpha_{o.n}}{100}\right) = 10,96 \cdot \left(\frac{1,6}{100}\right) = 1,175xв$$

4. Визначаємо штучний час за формулою

$$t_{ум} = \sum_{i=1}^n t_i + \sum_{i=1}^n t_{дон} + t_{обс} + t_{відн} = 10,96 + 0,427 + 1,175 = 12,562xв$$

5. Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою:

$$t_{ум.к} = t_{ум} + \frac{t_{п.з.}}{n} = 12,56 + \frac{9}{2} = 17xв,$$

де  $t_{п.з.} = 9xв$  - підготовчо - завершувальний час згідно табл. Д 6.46

$n$  – кількість деталей у партії (серії).

Норма виробітку за 1 год становить  $N = \frac{60}{t_{ум.к}} = \frac{60}{17} \cong 4$  дет/год

**Перехід 30.1.** Торцювати пов. 7 заготовки Ø50 на токарно-гвинторізному верстаті 16К20. Припуск на оброблення(на сторону)  $z = 2$  мм.

1. Вибираємо глибину різання, виходячи з виду обробки поверхні, діаметра заготовки припуску на оброблення та інструменту. Глибина різання при цьому  $t = z = 2,0$  мм.

2. По нормативним даним вибираємо подачу в залежності від діаметру заготовки, прийнятої глибини різання, розмірів тіла різця, оброблюваного матеріалу.

При зовнішньому обробленні деталей діаметром до 50 мм з глибиною різання до 3 мм та перетином тіла різця 16×25 мм подача повинна бути в інтервалі  $S=0,4\dots0,7$  мм/об (табл. Д.1.1). За паспортним даним верстата токарно-гвинторізного верстата 16К20 приймаємо подачу  $S_b=0,6$  мм/об, що знаходиться у відповідному інтервалі.

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання, яка визначається по емпіричній формулі:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,35}};$$

де  $T$  – середнє значення періоду стійкості, дискретна величина і можна приймати в межах 60 - 90 хв для різців зі швидкорізальної сталі і 90 – 120 хв для різця із тврдоспавною різальною пластинкою;

$C_v$  – постійна для даних режимів різання (табл. Д.1.4).

$$V = \frac{175}{120^{0,2} \cdot 2,0^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} = 70 \text{ м / хв}$$

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 70}{\pi \cdot 50} = 445 \text{ об / хв}$$

де  $D_{заг}$  – діаметр заготовки, м;

5. Розрахункова кількість обертів  $n_p$  порівнюється з наявними на верстаті значеннями згідно його паспортних даних. Якщо розрахункова частота не збігається з одним із положень, то для подальших розрахунків приймається те положення

коробки швидкостей верстата ( $n_e$ ), що є найближчим меншим за  $n_p$ , тобто повинна витримуватися умова  $n_e < n_p$ . Із ряду обертів шпинделя верстату (табл. Д.1.5) вибираємо ближче менше значення  $n_e = 500$  об/хв

6. За прийнятим значенням  $n_e$  визначається фактична швидкість різання:

$$V_d = \frac{\pi \cdot D_{заг} \cdot n_e}{1000} = \frac{\pi \cdot 50 \cdot 500}{1000} = 78,5 \text{ м / хв}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_d + L_1 + L_2 + L_3;$$

$$L_d = \frac{D_{заг}}{2} = \frac{50}{2} = 25 \text{ мм} - \text{довжина оброблюваної поверхні};$$

$L_1 = 2$  мм – величина підводу різця;

$L_2 = t \cdot \text{ctg}\varphi = 2,0 \cdot \text{ctg}45^\circ = 2,0$  мм – врізання різця в заготовку, мм;

$L_3 = 2$  мм – величина перебігу різця.

$$L_p = 25 + 2 + 2 + 2 = 31 \text{ мм}$$

8. Основний час на виконання переходу  $t_{01} = \frac{L_p}{n_e \cdot S_e} = \frac{31}{500 \cdot 0,5} = 0,12 \text{ хв}$

9. Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{дон1} = t_{вст} + t_{пер} + t_{зм} + t_{к} = 0,17 + 0,6 = 0,23,$$

$t_{вст} = 0,17$  хв – допоміжний час, пов'язаний з встановленням в патрон без ручної вивірки;

$t_{зм} = 0$  хв – допоміжний час на заміну частоти обертів шпинделя і подачі;

$t_{к} = 0,6$  хв – допоміжний час на контрольні вимірювання;

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

**Перехід 30.2.1.** Точити пов. 8 начорно  $\varnothing 44$ ;  $l = 31$  мм.

1. Загальна глибина різання при обробці заданої поверхні

$$t = \frac{50 - 44}{2} = 3 \text{ мм}$$

Для чорнової обробки поверхні приймаємо глибину різання  $t = 2$  мм, оскільки на чистову обробку залишається  $t = 1$  мм з умови, що 9 квалітет точності відповідає шорсткості  $Ra = 3,6$  і рекомендуємо глибину різання  $t = 0,2 \div 0,27$  мм.

2. Приймаємо подачу  $S_B = 0,5$  мм/об.

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання, яка розраховується по емпіричній формулі:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,35}} = \frac{170}{120^{0,2} 2^{0,15} 0,5^{0,35}} = 75 \text{ м / хв}$$

де  $C_v = 170$  - оскільки вибраний прямий упорний різець з кутом ріжучої кромки  $\varphi = 30^\circ$

4. Визначити розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 75}{\pi \cdot 50} = 477 \text{ об / хв}$$

де  $D_{заг}$  - діаметр заготовки, мм;

5. Із ряду обертів шпинделя верстату (табл.Д.1.5) вибираємо найближче менше значення  $n_e = 400$  об/хв.

6. За прийнятим значенням  $n_e$  визначається фактична швидкість різання:

$$V_o = \frac{\pi \cdot D_{заг} \cdot n_e}{1000} = \frac{\pi \cdot 50 \cdot 400}{1000} = 63 \text{ м / хв}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_o + L_1 + L_2 + L_3;$$

$L_o = 31$  мм - довжина оброблюваної поверхні;

$L_1 = 2$  мм - величина підводу різця;

$L_2 = 2$  мм - величина врізання;

$L_3 = 0$  мм - величина перебігу різця.

$$L_p = 31 + 2 + 2 + 0 = 35 \text{ мм}$$

8. Основний час на виконання переходу  $t_{o2} = \frac{L_p}{n_e \cdot S_g} = \frac{35}{400 \cdot 0,5} = 0,175 \text{ хв}$

9. Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{дон1} = t_{ест} + t_{пер} + t_{зм} + t_{к} = 0,05 + 0,6 + 0,6 = 1,25,$$

$t_{ест} = 0$  хв - деталь уже встановлена і затиснута;

$t_{зм} = 0,05$  хв - допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі;

$t_{к} = 0,6$  хв - допоміжний час на контрольні вимірювання;

$t_{пер} = 0,6$  хв - допоміжний час на зміну різця.

**Перехід 30.2.2.** Точити пов. 8 начисто  $\varnothing 44h9$ ;  $l = 39$  мм.

1. Глибина різання при чистовій обробці становить  $t = 1$  мм.

2. Вибираємо подачу (з табл. Д.1.3) при чистовому точінні із шорсткістю  $Ra=3,2$  що відповідає 9 квалітету точності та радіусу при вершині різця  $r=0,4$ мм, яка повинна бути в інтервалі подач  $S=0,2 \div 0,27$  мм/об. За паспортними даними верстата приймаємо  $S_B=0,2$  мм/об.

3. Визначаємо розрахункову швидкість різання, яка розраховується по емпіричній формулі:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,3} t^{0,15} S^{0,35}} = \frac{200}{120^{0,3} 1^{0,15} 0,2^{0,35}} = 84 \text{ м / хв}$$

4. Визначити розрахункову частоту обертання шпинделя верстата:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_{заг}} = \frac{1000 \cdot 84}{\pi \cdot 45} = 594 \text{ об / хв}$$

де  $D_{заг}$  – діаметр заготовки, м;

5. Із ряду обертів шпинделя верстату ( табл. Д.1.5) вибираємо найближче менше значення  $n_e=600$  об/хв.

6. За прийнятим значенням  $n_e$  визначається фактична швидкість різання:

$$V_o = \frac{\pi \cdot D_{заг} \cdot n_e}{1000} = \frac{\pi \cdot 45 \cdot 600}{1000} = 85 \text{ м / хв}$$

7. Визначаємо розрахункову довжину обробки:

$$L_p = L_o + L_1 + L_2 + L_3;$$

$L_o = 31$  мм – довжина оброблюваної поверхні;

$L_1 = 2$  мм – величина підводу різця;

$L_2 = 1$  мм – величина врізання;

$L_3 = 0$  мм – величина перебігу різця.

$$L_p = 31 + 2 + 1 + 0 = 34 \text{ мм}$$

8. Основний час на виконання переходу  $t_{03} = \frac{L_p}{n_e \cdot S_e} = \frac{34}{1000 \cdot 0,2} = 0,17 \text{ хв}$

9. Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{дон1} = t_{вст} + t_{пер} + t_{зм} + t_{к} = 0,05 + 0,9 + 0,16 = 1,11,$$

$t_{вст} = 0$  хв – деталь уже встановлена і затиснута;

$t_{зм} = 0,05$  хв – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі;

$t_{к} = 0,6 + 0,3$  хв – допоміжний час на контрольні вимірювання (ШЦ-1);

$t_{пер} = 0,16$  хв - допоміжний час на чистове обточування з ручним переміщенням

супорта

**Перехід 30.3.** Точити фаску  $2 \times 45^\circ$  пов. 9

1. Оберти шпинделя вибираємо 125 об/хв. Затрачений час на виконання галтелей, зняття фасок визначається за табл. Д. 6.14 і приймається як основний час  $t_{06} = 0,18$  хв.

## 2. Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{\text{дон1}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}} = 0,05 + 0,6 + 0,6 = 1,25,$$

$t_{\text{вст}} = 0$  хв – деталь уже встановлена і затиснута;

$t_{\text{зм}} = 0,05$  хв – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі;

$t_{\text{к}} = 0,6$  хв – допоміжний час на контрольні вимірювання;

$t_{\text{пер}} = 0,6$  хв - допоміжний час на зміну різця

## Визначення норм часу на виконання токарної операції 30

1. Визначаємо оперативний час за формулою:

$$t_{\text{он1}} = \sum_{i=1}^n t_i + \sum_{i=1}^n t_{\text{дон}} = (0,12 + 0,175 + 0,17 + 0,18) + (0,23 + 1,25 + 1,11 + 1,25) = 4,48 \text{ хв}$$

2. Час на технічне та організаційне обслуговування робочого місця:

$$t_{\text{обсл}} = t_{\text{тех}} + t_{\text{орг}} = 0,112 + 0,06 = 0,172 \text{ хв}$$

де  $t_{\text{тех}} = t_{\text{он}} \cdot \left( \frac{\alpha}{100} \right) = 4,48 \cdot \left( \frac{2,5}{100} \right) = 0,112 \text{ хв}$  - час на технічне обслуговування

робочого місця (табл. Д.6.45)

$t_{\text{орг}} = t_{\text{он}} \cdot \left( \frac{\beta}{100} \right) = 4,48 \cdot \left( \frac{1,4}{100} \right) = 0,06 \text{ хв}$  - час на організаційне обслуговування

робочого місця.

3. Визначаємо час на відпочинок та на природні потреби:

$$t_{\text{відн}} = t_{\text{он}} \cdot \left( \frac{\alpha_{\text{о.п}}}{100} \right) = 4,48 \cdot \left( \frac{1,6}{100} \right) = 0,07 \text{ хв}$$

4. Визначаємо штучний час за формулою

$$t_{\text{ум}} = \sum_{i=1}^n t_i + \sum_{i=1}^n t_{\text{дон}} + t_{\text{обсл}} + t_{\text{відн}} = 4,48 + 0,172 + 0,07 = 4,713 \text{ хв}$$

5. Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою:

$$t_{\text{ум.к}} = t_{\text{ум}} + \frac{t_{\text{п.з.}}}{n} = 4,713 + \frac{9}{2} = 10,213 \text{ хв},$$

де  $t_{\text{п.з.}} = 9 \text{ хв}$  - підготовчо - завершувальний час згідно табл. Д 6.46

$n$  – кількість деталей у партії (серії).

Норма виробітку за 1 год становить  $N = \frac{60}{t_{\text{ум.к}}} = \frac{60}{10} \cong 6$  дет/год

## 40. Фрезерна

**Перехід 40.1** Фрезерувати пов. 10

1. Визначаємо глибину фрезерування. Глибина різання  $t = 6$  мм, ширина  $b = 4$  мм.

2. Вибираємо фасонну фрезу із швидкорізальної сталі Р6М5 діаметром  $D_{\phi} = 30$

мм.

3. Призначаємо повздовжню подачу на зуб фрези  $S_z = 0,03-0,04$  мм/зуб, приймаємо  $S_z = 0,04$  мм/зуб.

4. Визначаємо розрахункову швидкість різання за формулою:

$$V_p = \frac{13,6 \cdot D_\phi^{0,3}}{T^{0,26} \cdot t^{0,3} \cdot S_z^{0,25}} = \frac{13,6 \cdot 4^{0,3}}{120^{0,26} \cdot 6^{0,3} \cdot 0,04^{0,25}} = 7,75 \text{ м / хв}$$

де  $T = 90$  хв – стійкість фрези (табл. Д. 2.10)

5. Розрахункова частота обертання шпинделя верстата:

$$n = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D_\phi} = \frac{1000 \cdot 7,75}{3,14 \cdot 30} = 86 \text{ об / хв}$$

6. Із ряду частот шпинделя верстата приймаємо  $n_b = 100$  об/хв.

7. За вибраним значенням  $n_b$  визначаємо фактичну швидкість

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D_\phi \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 100}{1000} = 94,2 \text{ м / хв}$$

8. Визначаємо подачу на один оберт фрези

$$S_{\text{об.фр}} = S_z \cdot z = 0,04 \cdot 6 = 0,24 \text{ мм/хв}$$

9. Визначаємо хвилинну(поперечну) подачу:

$$S_{\text{хв}} = S_{\text{об.фр}} \cdot n = 0,24 \cdot 100 = 24 \text{ мм / хв}$$

10. Із ряду подач вертикально-фрезерного верстата приймаємо ближче значення  $S_{\text{хв}} = 35$  мм/хв.

11. Розрахункова довжина обробки

$$L_p = L_d + L_1 + L_2 + L_3 = 8 + 2 + 2 + 2 = 14 \text{ мм}$$

де  $L_d = 8$  мм - довжина фрезерування;

$L_1 = 2$  мм – відстань підведення інструмента до заготовки;

$L_2, L_3 = 2$  мм – величина врізання і перебігу фрез.

12. Основний час на перехід  $t_{06} = \frac{L}{S_{\text{зуб}} \cdot z \cdot n_{\text{хв}}} + \frac{h}{S_{\text{збн}}} = \frac{14}{24} + \frac{4}{0,24 \cdot 2} = 9 \text{ хв}$

13. Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{\text{доп}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{квп}} = 0,36 + 0,48 + 0,30 = 1,14 \text{ хв}$$

де  $t_{\text{вст}} = 0,36$  хв - час, пов'язаний із встановленням заготовки;

$t_{\text{пер}} = 0,48$  хв - час, пов'язаний із переходом;

$t_{\text{зм}} = 0$  хв - час, що необхідний для зміни режимів різання;

$t_{\text{квп}} = 0,30$  хв - час на контрольні вимірювання.

14. Визначаємо оперативний час по операції фрезерування за формулою:

$$t_{\text{он2}} = \sum_{i=1}^n t_{06} + \sum_{i=1}^n t_{\text{доп}} = 9 + 1,14 = 10,14 \text{ хв}$$

15. Час на технічне та організаційне обслуговування робочого місця:

$$t_{\text{обсл}} = t_{\text{тех}} + t_{\text{орг}} = 0,2 + 0,14 = 0,34 \text{ хв}$$

де  $t_{\text{тех}} = t_{\text{он}} \cdot \left(\frac{\alpha}{100}\right) = 10,14 \cdot \left(\frac{2,0}{100}\right) = 0,2 \text{ хв}$  - час на технічне обслуговування робочого місця (табл. Д.6.45)

$t_{\text{орг}} = t_{\text{он}} \cdot \left(\frac{\beta}{100}\right) = 10,14 \cdot \left(\frac{1,4}{100}\right) = 0,14 \text{ хв}$  - час на організаційне обслуговування робочого місця.

16. Визначаємо час на відпочинок та на природні потреби:

$$t_{\text{відп}} = t_{\text{он}} \cdot \left(\frac{\alpha_{\text{о.п.}}}{100}\right) = 10,14 \cdot \left(\frac{4,4}{100}\right) = 0,45 \text{ хв}$$

17. Визначаємо штучний час за формулою

$$t_{\text{ум}} = \sum_{i=1}^n t_i + \sum_{i=1}^n t_{\text{доп}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{відп}} = 10,14 + 0,34 + 0,45 = 10,93 \text{ хв}$$

18. Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою:

$$t_{\text{ум.к}} = t_{\text{ум}} + \frac{t_{\text{п.з.}}}{n} = 10,93 + \frac{16}{4} = 14,93 \text{ хв},$$

де  $t_{\text{п.з.}} = 16 \text{ хв}$  - підготовчо - завершувальний час при налагодженні верстата у спеціальному пристрої вручну, згідно табл. Д 6.46

Норма виробітку за 1 год становить  $N = \frac{60}{t_{\text{ум.к}}} = \frac{60}{14,93} \cong 4 \text{ дет/год}$

## 8. ВИМОГИ ДО МОНТАЖУ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА РЕМОНТУ

Ефективність роботи устаткування забезпечується комплексом організаційних та технічних засобів, серед яких важливе значення має якісний монтаж, кваліфіковане технічне обслуговування та своєчасний і якісний ремонт.

Під монтажем розуміють комплекс операцій, які включають збирання обладнання, установку на фундаменті, фарбування, пуск, регулювання та обкатку машин.

На теперішній час широко застосовується індустріалізація монтажних робіт. Особлива увага при цьому надається комплексній механізації та автоматизації.

Монтаж обладнання здійснюють згідно з проектом організації монтажних робіт, який містить всі рішення з об'єкту монтажу. В склад документації проекту входять:

1. Лінійний та сітвовий графіки виконання робіт.
2. Графік надходження обладнання, конструкцій та деталей.
3. Графік надходження робочої сили.
4. Генеральний план будмайданчика з позначенням транспортних шляхів, схем.
5. Технологічні карти на монтаж особливо складного обладнання.

6. Стисла пояснювальна записка, яка містить обґрунтування заходів з техніки безпеки, пов'язаних з монтажем обладнання.

В нашому випадку обладнання для подрібнення м'яса і м'ясопродуктів, перемішування, дозування і формування із заводів поступає в зібраному вигляді та не потребує додаткових збиральних операцій при монтажу. Шприці встановлюють на чистій підлозі без кріплення за рівнем горизонтально. Перед випробуванням шприців на холостому ходу перевіряють правильність зачеплення зубчастих передач, натяг ланцюгових і клиноремінних передач, щільність в з'єднаннях бункера з шнековою камерою, в масляний бачок і редуктор заливають масло індустріальне-20. При випробуванні шприца на холостому ходу всі механізми повинні працювати плавно, без посиленних вібрацій і поштовхів. Нагрів підшипників не повинен перевищувати 50° С.

Вакумний шприц встановлюється на ділянці виробництва ковбас. Місце монтажу шприца має бути зручним для обслуговування, використання та ремонту. Цех, в якому буде встановлюватися шприц, має бути обладнаний електричною проводкою із заземленням і повітряною магістраллю.

Приймають обладнання по зовнішньому огляді без розбірки його на вузли чи деталі. При цьому перевіряють: відповідність обладнання кресленням проекту; комплектність по заводським специфікаціям чи упаковочним відомостям; відсутність поломок, пошкоджень і інших видимих дефектів; наявність і повноту технічної документації заводів-виробників, необхідної для виробництва монтажних робіт; наявність спеціальних пристосувань інструменту, що поставляються заводом-виробником.

Встановлення вакуумного шприца розпочинають з монтажу, попередньо знятих при транспортуванні, частин шприца на місці установки. При транспортуванні шприца зі знятим бункером - бункер встановлюється робітниками ремонтно-механічних майстерень підприємства.

З'єднання шафи управління з комунікаціями електроживлення цеху, а також двигунами здійснюється відповідно до схеми з'єднань надісланих підприємством - виробником. Дроти траси, необхідної для підключення, повинні бути прокладені в сталевих трубах.

Після встановлення, корпус вакуумного шприца заземляють і виміряють опір заземлення, яке повинно бути не більше 4,0 Ом. Перевіряють опір обмоток електродвигуна і підключають шприц до мережі відповідно до "Правил будови електроустановок" (ПУЕ). При подальшій роботі зі шприцом перед доступом до затискачів живлення, всі ланцюги живлення повинні бути відключені.

Лише працівники, які мають досвід роботи, знають правила використання шприцата та пройшли інструктаж, допускаються до роботи на шприці.

Після завантаження бункеру фаршем, в системі регулюють вакуум. В залежності від густини фаршу, підбирають рівень розрідження. Для варених ковбас, сосисок, сардельок рівень розрідження виставляється в межах мінус 0,2-0,6 кгс/см<sup>2</sup>, для варенокопчених ковбас - в межах мінус 0,4-0,8 кгс/см<sup>2</sup>.

Рівень фарша в бункері має бути не менше 150-200 мм від робочих шнеків, щоб запобігання потрапляння атмосферного повітря через фарш. виконують за допомогою спеціального пристрою або вручну. Встановлюють цівки потрібного розміру.

Після запуску шприца в роботу щільно закривають долонею вихідний отвір цівки для подальшого заповнення фаршем робочого простору корпусу і порожнини цівки. Важелем включається компресор вакуумний і мотор редуктора. Важіль відпускають після того як фарш доторкнеться до долоні. Потім одягають оболонку на цівку і натискають важіль. Починається подача фаршу в оболонку. В процесі наповнення її підтримують рукою, перевіряючи щільність набивання. Після наповнення оболонки важіль відпускають і процес повторюється.

За показниками мановакуумметра, під час роботи шприців, перевіряють герметичність в з'єднанні бункера з корпусом робочих шнеків, вакуумної головки, посадки резинових з'єднувальних трубок на штуцерах, а також стан трубопроводів вакуумної системи. Рівень залишкового тиску повинен бути не більше мінус 0,8 кгс/см<sup>2</sup>. Примітка - протягом однієї хвилини рівень залишкового тиску не повинен падати більш 10%.

Герметичність з'єднань перевіряють запаленим сірником або на слух. Якщо було виявлено місце підсосу необхідно підтягнути затяжні болти або замінити прокладку.

В разі виявлення втрат вакуума в наслідок підсосу повітря через сальники редукторів - замінюють сальники. Заміна мастила проводиться раз у пів року.

Після закінчення робочої зміни проводиться розбирання деталей вакуумного шприца, які контактують з фаршем. Для цього спочатку вимикають живлення шприца зовнішнім автоматичним вимикачем, потім проводять знімання накидної гайки, корпуса витіснювача, виймаються шнеки і відкидається бункер. З бункера і корпуса видаляються залишки фаршу і проводять промивку гарячою водою (60-80 °C). Знежирюють розбірні поверхні в спеціальних ваннах за допомогою миючих розчинів і подальшим ополіскуванням чистою водою. Після мийки обладнання насухо витирають

## **9. ЗАХОДИ ПО ОХОРОНІ ПРАЦІ ТА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ**

### **9.1. ВСТУП**

Законодавство про охорону праці складається з закону України про охорону праці, прийнятого 14 жовтня 1992 року, кодексу законів про працю та інших нормативних актів. Ці закони обов'язкові для всіх підприємств незалежно від їх відомчої належності і є загальнодержавними.

Умови та безпека праці, їх стан та покращення – самостійна і важлива задача соціальної політики будь-якої сучасної промислово розвинутої держави, яку вирішує така невід'ємна складова БЖД, як охорона праці.

Рівень безпеки будь-яких робіт у суспільному виробництві значною мірою залежить від рівня правового забезпечення цих питань, тобто від якості та повноти викладення відповідних вимог в законах та інших нормативно-правових актах.

Для вирішення існуючих проблем в сфері охорони праці необхідна ефективна взаємодія всіх органів державної влади та громадськості, а також реалізація як на державному, так і на місцевих рівнях відповідних програм, спрямованих на корінне покращення умов і охорони праці.

Реалізація цих програм дозволить розробити і впровадити науково обґрунтовану державну систему наглядової, навчально-методичної та контрольної діяльності у сфері охорони праці; адаптувати нормативно-правову базу з питань охорони праці до вимог директив Європейського Союзу; вирішити питання науково-методичного та інформаційного забезпечення з питань охорони праці на національному та регіональному рівнях та багато іншого, що дозволить здійснити комплексне вирішення задач охорони праці, забезпечити пріоритет життя і здоров'я працюючих по відношенню до результатів виробничої діяльності і створити безпечні та здорові умови праці на підприємствах і в організаціях усіх форм власності.

Основними загальнодержавними правилами, в яких є вимоги до забезпечення безпеки праці при проектуванні та експлуатації об'єктів виробничого призначення. До загальнодержавної нормативно-технічної документації належать державні стандарти РСБП.

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувальнопрофілактичних заходів та засобів, направлених на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

## 9.2. СЛУЖБА ОХОРОНИ ПРАЦІ НА ПІДПРИЄМСТВІ

На підприємстві з кількістю працюючих 50 і більше осіб роботодавець створює службу охорони праці відповідно до "Типового положення про службу охорони праці" НПАОП 0.00-4.35-04, затвердженого наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці (Держпраці) від 15.11. 2004 р. №255, зареєстрованому в Міністерстві Юстиції України 01.12. 2004 р. за №1526/10125.

Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо роботодавцю. Керівники та спеціалісти служби охорони праці за своєю посадою і заробітною платою прирівнюються до керівників і спеціалістів основних виробничотехнічних служб.

Ліквідація служби охорони праці допускається тільки у разі ліквідації підприємства чи припинення використання найманої праці фізичною особою.

Згідно Типового положення про службу охорони праці ця служба виконує такі основні функції:

- опрацьовує ефективну цілісну систему управління охороною праці, сприяє удосконаленню діяльності у цьому напрямку кожного структурного підрозділу і кожної посадової особи;

- проводить оперативно-методичне керівництво роботою з охорони праці;

- складає разом зі структурними підрозділами підприємства комплексні заходи щодо досягнення встановлених нормативів безпеки, гігієни праці та виробничого середовища (або підвищення існуючого рівня охорони праці, якщо встановлені норми досягнуті), а також розділ "Охорона праці" у колективному договорі;

- проводить для працівників вступний інструктаж з питань охорони праці;

- організовує: забезпечення працюючих нормативними актами з охорони праці; паспортизацію цехів, діляниць та атестацію робочих місць щодо їх 11 відповідності вимогам охорони праці; облік, аналіз нещасних випадків, професійних захворювань і аварій, а також шкоди від цих подій; підготовку статистичних звітів підприємства з питань охорони праці; розробку перспективних та поточних планів роботи підприємства щодо створення безпечних та нешкідливих умов праці; підвищення кваліфікації і перевірку знань посадових осіб з питань охорони праці;

- бере участь у: розслідуванні нещасних випадків та аварій; роботі комісії з питань охорони праці підприємства; роботі комісій по введенню в дію, реконструкції або технічного переозброєння об'єктів виробничого та соціального призначення, відремонтованого або модернізованого устаткування; розробці положень, інструкцій, інших нормативних актів про охорону праці, що діють в межах підприємства;

- сприяє впровадженню у виробництво досягнень науки і техніки, сучасних засобів колективного та індивідуального захисту працюючих;

- розглядає листи, заяви та скарги працюючих з питань охорони праці;

- надає методичну допомогу керівникам структурних підрозділів підприємства у розробці заходів з питань охорони праці;

- готує проекти наказів та розпоряджень з питань охорони праці, загальних для всього підприємства;

- контролює: дотримання чинного законодавства, міжгалузевих, галузевих та інших нормативних актів, виконання працівниками посадових інструкцій з питань охорони праці; виконання приписів органів державного нагляду, пропозицій уповноважених трудових колективів і профспілок з питань охорони праці; використання за призначенням коштів фонду охорони праці; відповідність нормативним актам про охорону праці машин, механізмів, устаткування, транспортних засобів, технологічних процесів, засобів протиаварійного, колективного та індивідуального захисту працюючих; наявність технологічної документації на робочих місцях; своєчасне проведення навчання та інструктажів працюючих, атестації та переатестації з питань безпеки праці посадових осіб та осіб, які виконують роботи підвищеної небезпеки, а також дотримання вимог безпеки при виконанні цих робіт; забезпечення працюючих засобами індивідуального захисту, надання працівникам пільг і компенсацій, пов'язаних з важкими та шкідливими умовами праці; проходження медичних оглядів; виконання заходів, наказів, розпоряджень з питань охорони праці, а також заходів щодо усунення причин нещасних випадків і аварій, які визначені у актах розслідування тощо;

- здійснює зв'язок з медичними закладами, з науковими та іншими організаціями з питань охорони праці, організовує впровадження їх рекомендацій.

### **9.3. АНАЛІЗ ШКІДЛИВИХ І НЕБЕЗПЕЧНИХ ФАКТОРІВ**

Здоров'я працюючого населення формується під впливом цілого комплексу факторів, серед яких умови праці, економічні умови, спосіб та якість життя – провідні, що визначають рівень здоров'я популяції та трудовий потенціал будь-якої країни.

Важливе місце у структурі факторів, що формують стан здоров'я працюючих, належить умовам праці. На сучасному етапі розвитку харчового виробництва надзвичайно повільно відбувається заміна старого технологічного обладнання та впровадження новітніх технологій. Це породжує низку гострих гігієнічних проблем, і залишається суттєвим вплив небезпечних та шкідливих факторів виробничого середовища виробництва на здоров'я працюючих.

Небезпечні і шкідливі виробничі фактори є головними причинами виникнення реальних потенційних небезпек на підприємстві. Умови праці в харчовому виробництві характеризуються шкідливим мікрокліматом, інтенсивним тепловим випромінюванням, різкими температурними перепадами, електричний струм та інтенсивним шумом.

Повне виключення небезпечних і шкідливих виробничих факторів в умовах виробництва неможливе, але зниження їх негативного впливу абсолютно необхідне та досягне завдання, яке слід вирішувати шляхом розробки і застосування відповідних заходів та засобів.

Проаналізуємо роботу вакуумного двохшнекового шприца Nava в ковбасному цеху, для виявлення наявності шкідливих і небезпечних чинників. У процесах шприцювання фаршем і формування ковбасних виробів можлива дія таких небезпечних і шкідливих виробничих факторів:

- рухомі і обертові частини шприців, конвеєрних столів, а також приводів машин;
- занижена температура сировини; підвищений рівень шуму на робочих місцях;
- підвищена вологість і швидкість руху повітря;
- підвищені значення напруги в електричному колі, замикання якого може статися через тіло людини;
- недостатність і відсутність природного освітлення.

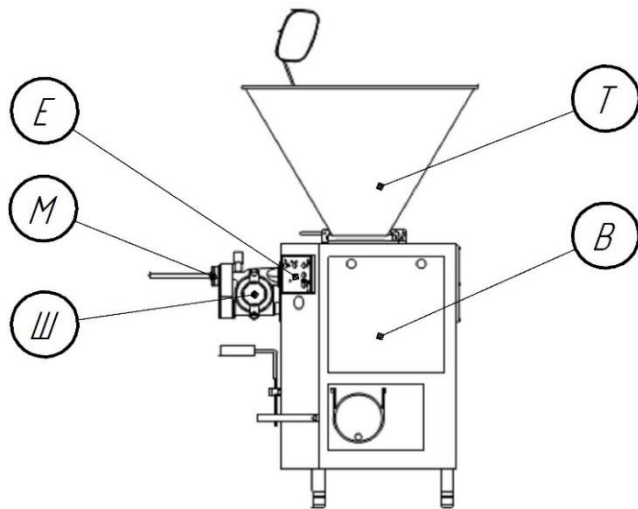


Рис. 9.1. Схема двохшнекового вакуумного шприца Nava

Умовні позначення, що нанесені на схему(рис. 9.1), означають наступні фактори впливу на людину:

- Е – ураження струмом через електроприлади;
- М – механічні ураження від обертових деталей;
- Ш – шум від механічних передач;
- Т – занижена температура сировини;
- В – вібрація.

#### 9.4. ШУМ І ВІБРАЦІЯ

Виробничий шум – це сукупність різних за гучністю і тоном звуків, які з’являються у повітряному середовищі.

Під час роботи шприца NAVA основними джерелами шуму є двигун, компресор та закриті механічні передачі і ланцюгові передачі. Але рівень шуму та вібрації, створюваний шприцом на робочому місці у виробничому приміщенні, не перевищує 75 дБ по ГОСТ 12.1.003-83 та не перевищує 100 дБ (віброшвидкість не перевищує 92 дБ) по ГОСТ 12.1.012-90. Тому проведення спеціальних заходів для зменшення рівня шуму і вібрації не вимагається. Примітка: управління вакуумним шприцом слід здійснювати, перебуваючи на ізолюючій підставці.

## 9.5. ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА

Вхідний кабель шприца має бути підк'єднаний до напруги 3N ~ 50Гц, 380В. Напруга повинна подаватися через зовнішній автоматичний вимикач з номінальним струмом 5А.

Гранична межа напруженості електричного поля, що створюється шприцом на робочому місці у виробничому приміщенні, не перевищує 5 кВ/м згідно ГОСТ 12.1.002-84. «Санітарні норми і правила виконання робіт в умовах впливу електричних полів промислової частоти (50 Гц)».

Заземлення Nava має бути виконано шляхом підключення гвинта заземлення до контуру гнучким мідним оголеним дротом перерізом не менше 4 мм<sup>2</sup> по ГОСТ Р МЭК 60204-1-07. За для уникнення ураження електричним струмом, слід електропроводку до шприца прокласти в трубах, а труби попередньо закласти в підлозі.

Періодично, не рідше двох разів на рік, контролюють електробезпеку шприца шляхом перевірки опору між заземлювальним гвинтом і будь-якої відкритої для дотику металевої неструмопровідної деталі шприца, яка може виявитися під напругою. Опір повинен бути менше 4 Ом.

Проведемо обчислення захисного заземлення для визначення кількості електродів заземлення, які задовільнить відповідну норму опору заземлення. Норма опору захисного заземлення має бути нижче 4 Ом для ґрунтів з питомим електричним опором до  $\rho = 120$  Ом·м. Для забезпечення цієї норми використовуються поодинокі заземлюючі прилади з кутової сталі діаметром  $d_b = 50$  мм, перетином  $b = 5 \times 50$  мм і довжиною  $l_b = 5$  м. Глибину занурення вертикального електрода приймемо  $H_0 = 90$  мм. Багатоелектродний заземлювач слід використовувати, якщо опір одиночного заземлювача перевищує норму.

### Обчислення

Для визначення опору заземлювального пристрою знайдемо опір одиничного заземлювача:

$$R_b = \frac{0,16 \cdot \rho}{l_b} \left( \ln \frac{2 \cdot l_b}{d_b} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot H_b + l_b}{4 \cdot H_b - l_b} \right) = \frac{0,16 \cdot 120}{5} \left( \ln \frac{2 \cdot 5}{0,05} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 3,4 + 5}{4 \cdot 3,4 - 5} \right) = 21,83 \text{ Ом} \quad (9.1)$$

де  $H_b = (l_b/2) + H_0 = (5/2) + 0,9 = 3,4$  м – відстань від поверхні землі до середини електрода.

Визначимо наближене число вертикальних електродів без врахування опору сполучної смуги:

$$n_b = \frac{R_b}{R_n \cdot \eta_b} = \frac{21,83}{4 \cdot 0,85} \approx 6 \quad (9.2)$$

де  $R_n = 4$  Ом - нормативний опір розтіканню струму;

$\eta_b = 0,85$  – коефіцієнт використання вертикальних електродів.

Знайдемо загальну довжину горизонтальної сполучної смуги, що з'єднує вертикальні електроди:

$$l_r = a_b \cdot (n_b - 1) = 1 \cdot (6 - 1) = 5 \text{ м} \quad (9.3)$$

де  $a_b = 1 \text{ м}$  – відстань між вертикальними електродними смугами.

Знайдемо опір заземлювача зі сталевих смуг прямокутного перерізу, прокладеної горизонтально:

$$R_r = \frac{0,16 \cdot \rho}{l_r} \cdot \ln \frac{l_r^2}{b_r \cdot H_r} = \frac{0,16 \cdot 120}{5} \cdot \ln \frac{5^2}{0,025 \cdot 0,9} = 26,9 \text{ Ом} \quad (9.4)$$

де  $b_r = 0,5 \cdot 0,05 = 0,025 \text{ м}$  – ширина горизонтальної смуги;

$H_r = H_0 = 0,9 \text{ м}$  – глибина занурення горизонтального електрода.

Визначимо спільний опір заземлюючого пристрою розтіканню струму:

$$R_3 = \frac{R_b \cdot R_r}{R_b \cdot \eta_r + R_r \cdot \eta_b \cdot n_b} = \frac{21,83 \cdot 26,9}{21,83 \cdot 0,8 + 26,9 \cdot 0,85 \cdot 6} = 3,79 \text{ Ом} \quad (9.5)$$

$\eta_r = 0,8$  – коефіцієнт використання горизонтальних електродів.

Спільний опір контуру  $R_3$  не є більшим нормованого значення  $R_H$  (4 Ом), а отже проєктований об'єкт є безпечним для обслуговуючого персоналу.

## 9.6. ОСВІТЛЕННЯ

Освітленням називають використання світлової енергії сонця і штучних джерел світла для забезпечення зорового сприйняття довкілля. Освітлення дає сприятливий психофізіологічний ефект, впливає на працездатність людини і на безпеку праці. Раціональне освітлення в цехах промислових підприємств є показником естетики виробництва й високого рівня культури праці. Освітлення є важливим стимулятором організму людини, і тому недостатній рівень його підвищує втому зорового аналізатора у процесі виконання роботи, чим сприяє травматизму.

В умовах виробництва застосовують природне, штучне і комбіноване.

Природне освітлення зумовлюють прямі сонячні промені й дифузне світло небосхилу. Природне освітлення поділяється на: бокове (одно – або двостороннє), його потрапляння відбувається через вікна в зовнішніх стінах; верхнє – через ліхтарі та отвори в дахах і перекриттях; комбіноване – поєднання верхнього та бокового освітлення.

Штучне освітлення може бути загальним та комбінованим. Загальним називають освітлення, при якому світильники розміщуються не нижче 2,5 м над підлогою називають загальним.

Комбіноване освітлення включає в себе і загальне, і місцеве. Воно потрібне при роботах з високої точності, або коли необхідно створити певний чи змінний в процесі роботи напрямок світла. Для місцевого освітлення робочих місць слід використовувати світильники з непросвічуючими відбивачами. Світильники повинні

розташовуватися так, щоб їх елементи, які світяться, не влучали в поле зору працюючих на освітленому робочому місці і на інших робочих місцях. Застосування лише місцевого освітлення не допускається з огляду на небезпеку виробничого травматизму та професійних захворювань.

Норми освітлення залежать від параметрів, які передбачено роботою. Відстань від очей до предмета праці повинна бути визначена в кожному окремому випадку. Що менше відношення діаметра деталі до відстані від очей, то інтенсивнішим повинно бути освітлення. При цьому необхідно ураховувати й здатність поверхні відбивати світло. Спектр джерел світла повинен максимально наближатися до спектра сонячного випромінювання. Важливо також захистити очі робітники від сліпучого світла. Усі системи освітлення повинні забезпечувати правильне сприйняття відтінків світла, аби в робочих приміщеннях було рівномірне освітлення. Тому слід подбати про загальне та місцеве. Освітлювальні пристрої мають забезпечувати гігієнічні вимоги: освітлення, якого було б достатньо для виконання певної роботи без напруження зору; рівномірність освітлення, без тіней, у межах робочої поверхні, рівень освітлення проходів; захист очей від блиску; виконання вимог безпеки (шляхом обладнання в окремих випадках аварійного освітлення).

Нормативні величини освітленості робочих місць для різних видів робіт та відповідних зорових навантажень визначаються ДБН Б.2.5.-28-2006 «Природне і штучне освітлення». Для роз'яснення зазначимо, що робоча поверхня - головний об'єкт при встановленні регламентованих норм освітлення. Під робочою поверхнею, як об'єкта для нормування рівнів освітленості, розуміють поверхню робочого столу, верстака, частини обладнання, або інструмента, на якій проводиться робота та для якої нормується або на якій вимірюється освітленість.

## **9.7. ОСНОВИ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ**

Протипожежна безпека на підприємстві в Україні – невіддільна частина організації робочого простору і процесів згідно з нормами чинного законодавства.

Зокрема, цю сферу регламентують Правила пожежної безпеки в Україні, затверджені наказом Міністерства внутрішніх справ України, зі змінами, які періодично вносяться відповідними наказами.

Зафіксовані на законодавчому рівні вимоги пожежної безпеки зобов'язані виконувати – незалежно від приналежності та розміру статутного капіталу, обороту, кількості співробітників, форми власності, кодів ЗЕД, сфери роботи та інших аспектів – будь-які суб'єкти, що ведуть свою господарську діяльність на українській території.

Тому необхідно бути в курсі цих змін і коригувати організаційну роботу в даному секторі на виробництвах і в компаніях.

А для цього слід регулярно проводити моніторинг нормативної бази та проходити відповідне навчання, щоб оновити не лише теоретичну базу, а й практичні навички співробітників.

Пожежна безпека входить в комплекс заходів з охорони праці, і організаційна робота в цій сфері на об'єктах господарювання включає широкий спектр заходів, а саме:

- створення умов для безпечної праці,
- мінімізації ризику виникнення пожеж,
- своєчасне і повноцінне забезпечення технічними засобами для запобігання займання та усунення самих пожеж та їх наслідків,
- контроль дотримання протипожежних вимог і норм законодавства,
- розробка і впровадження регламентів по гасінню пожеж, евакуації та порятунку з місць пожежі й задимлення людей і майна (матеріальних цінностей),
- внутрішнє і зовнішнє навчання співробітників.

У разі, якщо підприємство орендує площі в іншої особи, сторони повинні в письмовій формі домовитися про те, хто з них і на яких умовах здійснює ці роботи.

Вимоги до пожежної безпеки на підприємстві неухильно повинен дотримуватися кожен співробітник, а організаційна складова при цьому покладається на посадових осіб за відповідним рішенням керівництва і прописується в посадових інструкціях і положеннях по структурним підрозділам.

Зокрема, вказуються конкретні території, ділянки, зони, об'єкти, цілі будівлі і їх частини, поверхи, на яких відповідального співробітника повинне проводити такі організаційні роботи.

Відповідальні особи зобов'язуються розробити, впровадити та підтримувати в певному інструкцією і положенням на ввірених їм об'єктах протипожежний режим і інструкції відповідно до вимог, викладених в нормативних актах.

Передбачено також створення підрозділу добровільної пожежної охорони та пожежно-рятувальної команди в його складі.

## **9.8. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВАКУУМНОГО ШПРИЦА NAVA**

Звісно Вакуумний шприц NAVA має обслуговувати кваліфікований працівник, що призначається адміністрацією цеху, ознайомленим з конструкцією.

До виконання робіт допускаються особи:

Не молодше 18 років;

Які пройшли медичний огляд;

Пройшли вступний інструктаж з охорони праці, а також інструктаж з охорони праці на робочому місці;

Які пройшли навчання безпечним прийомом праці на робочому місці по виконуваний роботі.

Робочий зобов'язаний:

Виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку.

Виконувати вимоги інструкції;

Мати при собі посвідчення про перевірку знань безпечних методів і прийомів виконання робіт з основної та суміжних професій. Періодично не рідше 1 разу на рік проходити чергову перевірку знань з охорони праці згідно із затвердженим графіком;

Знати будову та умови безпечної експлуатації устаткування, на якому йому доводиться працювати;

Повідомляти керівника робіт про несправності, при яких неможливо безпечно проведення робіт;

Користуватися спец одягом і індивідуальними засобами захисту, передбаченими нормами, затвердженими керівником підприємства.

Не допускати присутності на робочому місці сторонніх осіб;

Вміти надавати першу допомогу і при необхідності надавати її потерпілим при нещасних випадках на виробництві, по можливості зберігши обстановку на місці події без зміни і повідомивши про те, що трапилося керівнику;

Виконувати вимоги протипожежної безпеки не розводити відкритий вогонь без спеціального на те дозволу керівника робіт;

Періодично проходити медичний огляд в терміни, передбачені для даної професії.

Робітник повинен знати небезпечні і шкідливі виробничі фактори, присутні на даному робочому місці:

Можливість травмування електричним струмом при відсутності або несправності заземлюючих пристроїв;

При пересуванні по місту по дорозі на роботу і з роботи працівник зобов'язаний дотримуватися правил дорожнього руху в частині, що стосується пішоходів, а при доставці на роботу на транспорті в частині що стосується пасажирів.

Роботник при виконанні будь-якої роботи повинен володіти здоровим почуттям небезпеки і керуватися здоровим глуздом. При відсутності даних якостей він до самостійної роботи не допускається.

Перед пуском у роботу вакуумного шприца необхідно перевірити:

- справність заземлення шприца і шафи управління
- рівень масла в масляному контурі вакуумної системи.
- на холостому ходу роботу електродвигунів, вакуумної системи. Напрямок руху повинен співпадати з напрямом стрілки масляного насоса.

- справність блокувального пристрою бункера шприца, відповідних контрольно-вимірювальних приладів і захисних огорожень;

Під час роботи на шприцах необхідно стежити за стрілкою показань вакуумметра. Вакуум не повинен перевищувати максимально допустимий.

- за своєчасне спорожнення фаршезбірника
- взаємне положення склянки і кришки фаршезбірника після його спорожнення (мітка склянки повинна збігатися з пазом кришки)

- категорично забороняється штовхати фарш руками, для цього потрібно застосовувати дерев'яні штовхачі.

Після закінчення роботи працівник зобов'язаний виконати наступне:

- Прибрати робоче місце;
- Прибрати інструмент і пристосування в спеціально відведені для цього місця зберігання;
- Про всі помічені несправності і відхилення від нормального стану повідомити керівника робіт;
- Привести робоче місце у відповідність до вимог пожежної безпеки;
- Спец одяг і спец взуття залишити в "брудній" роздягальні, помитися і переодягтися.
- Після закінчення роботи потрібно проводити санітарну обробку шприца. санітарній обробці піддаються всі деталі, вузли і поверхні, що стикаються з фаршем і зовнішні поверхні шприца.

У разі виникнення аварійної ситуації (самочинної зупинки або неправильної дії механізмів і елементів устаткування, появи й машині сторонніх шумів і стуків, за дотику до корпусів і вузлів машини і відчутті дії струму або розрядів статичної електрики тощо) технологічний процес повинен бути зупинений і вжиті заходи щодо її ліквідації. Запуск обладнання дозволяється проводити тільки після остаточного усунення неполадки.

## **9.9. ВИСНОВКИ**

При модернізації універсального двошнекового вакуумного шприца Nava були проаналізовані небезпечні та шкідливі фактори в робочій зоні обладнання. Також були впроваджені технічні засоби безпеки для усунення або зменшення дії цих факторів на працівників.

Проведені відповідні розрахунки захисного заземлення, для забезпечення відповідної норми опору заземлення і кількості електродів заземлення. Для зменшення кількості пожежонебезпечних ситуацій надані інструкції щодо запровадження комплексу заходів пожежної безпеки.

Наведені вимоги до якісного проведення монтажних робіт, правила експлуатації та інструкції з техніки безпеки, для забезпечення безпечних умов праці.

## 10. СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ

На сучасному рівні розвитку виробничих процесів до систем автоматизації в харчовій галузі ставляться досить високі вимоги. Окрім своєї основної функції — контролю і управління технологічним процесом, система повинна мати можливість масштабування та бути інтегрованою до корпоративної мережі обміну даними. Тому для рішення цієї задачі необхідно застосовувати комплексний підхід, який охоплює усі рівні функціонально-організаційної структури підприємства.

Інноваційні технології дозволяють об'єднати в одній системі рішення, які охоплюють майже всі сегменти сучасного підприємства: рівень виробництва, збору даних, рівень диспетчерського контролю, управління виробництвом.

Шприц повинен працювати під наглядом оператора, який контролює ввімкнення, завантаження і обслуговування машини. В шприцах автоматизацію забезпечують тільки системи безпеки і протиаварійні схеми, які спрацьовують на потрапляння частин тіл людини в машину або на перевантаження двигуна. Це забезпечує безпечну роботу та збільшує термін придатності машини.

### Система керування вакуумного шприца NAVA

На машині встановлене наступне електрообладнання:

- електродвигуни – дозуючого пристрою, шнеків, компресора;
- кінцеві вимикачі;
- пульт керування із кнопками керування і сигнальною арматурою;
- клемна коробка для з'єднання електродвигуна і машиною.

Електрошафа з пусковою та захисною арматурою розмінюється окремо від машини. Затискачі апаратів, змонтовані в електрошафі, які підлягають з'єднанню з однойменними затискачами клемної коробки на машині, виведені на клемники і замаркіровані.

Електросистема машини виконана для роботи від електромережі  $U=380\text{В}$ ,  $f=50\text{Гц}$ . Ланцюги керування живляться зниженою напругою  $U=36\text{В}$ , що забезпечує безпеку керування машиною.

Загальне підключення машини до електромережі автоматичним вимикачем, розмішеним на боковій стінці електрошафи. При цьому на шафі загорається сигнальна лампа, що сигналізує про наявність електроенергії в електрошафі і системна лампа на пульті керування, яка сигналізує про наявність напруги в ланцюгах пускової апаратури.

Для керування двигунами шприца необхідно включити автомати в середині електрошафи. Пуск та зупинка електродвигуна здійснюється натисканням на пускові та стопорні кнопки пульта керування. При роботі того чи іншого електродвигуна на пульті загоряється відповідна лампа. Для аварійної

зупинки машини на пульті керування передбачена кнопка із грибовидним штовхачем червоного кольору, при натисканні на яку двигуни зупиняються.

На машині передбачені наступні блокування:

- двері машини при роботі повинні бути закриті, при відкриті дверей контакт кінцевого вимикача розмикається, ланцюги керування знеструмлюються;
- при натисненні на запобіжну рамку фаршесбірнику кінцевий вимикач розмикає ланцюг пускача, електродвигун привода шнеків відключається;
- при відкритій кришці кінцевий вимикач розімкнутий і запуск електродвигуна привода шприца неможливий.

Пуск і зупинка двигунів насосної станції здійснюється від кінцевих вимикачів.

Прокладання дротів від електрошафи до машини необхідно виконати в трубках. В станині шприца передбачені два отвори для введення труб. Шафа підключається до силового ланцюга згідно до монтажною електричною схемою.

Ручки пульта гідросистем, призначені для керування золотниками гідросистеми в положенні «Вимкнено» повинні знаходитись ближче до поверхні пульта. При вмиканні – ручки рухати до себе.

Кожна ручка включає тільки один пристрій системи. Призначення кожної ручки вказано на поверхні пульта.

## **11. ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ**

Охорона довкілля - система заходів щодо раціонального використання природних ресурсів, збереження особливо цінних та унікальних природних комплексів і забезпечення екологічної безпеки.

В останні десятиліття проблема охорони природи стала актуальною на всій планеті. Люди все більше почали усвідомлювати, що у світі, де так багато негараздів та стан довкілля надалі погіршується, неможливі здорове суспільство та економіка.

У містах для життя людини є все необхідне: житло, робота, транспорт, можливості для освіти. Проте природне середовище міста істотно змінене, що шкідливо відбивається на здоров'ї та самопочутті людей. Промисловість щороку викидає в атмосферу мільйони тонн твердих та газоподібних речовин. Стан атмосфери значно погіршується викидами в повітря великої кількості продуктів неповного згоряння палива з двигунів автотранспорту. Загалом, за даними ВООЗ, майже 700 млн. людей живе в умовах, де забруднення повітря небезпечно для здоров'я. Звідси і виникає потреба подихати свіжим тонізуючим повітрям, якого людині потрібно 15-20 кг на добу.

Актуальна для міст та промислових центрів ще одна проблема – шумове забруднення середовища. Боротьба з гуркотом, скреготом, свистом є тепер серйозним

екологічним та соціальним питанням. Шум природного середовища – шелест дерев, дзюрчання струмка, спів птахів, звуки дощу – позитивно впливає на нервову систему, залози внутрішньої секреції, м'язи.

Найбільш активно поглинає звукові хвилі та знижує рівень шуму ліс. Він шкідливих для людини звуків не продукує, а навпаки, благотворно впливає на її слуховий апарат і психіку.

Загалом відпочинок серед природи компенсує багато негативних факторів міського середовища. Адже є тільки один спосіб співіснувати з природою – це пізнавати її закони і узгоджувати з ними свої дії. У протилежному випадку суспільству врешті загрожує глобальна екологічна катастрофа. Від розв'язання проблем екології та обґрунтованого і ефективного природокористування залежать темпи економічного розвитку нашої держави та нашого міста зокрема. Концепція стабілізації розвитку вимагає витрати частину суспільної праці на підтримку параметрів навколишнього середовища і на зміну виробничих процесів, які спричиняють негативний вплив на навколишнє середовище.

До головних завдань в організації природоохоронної діяльності підприємств відноситься :

- аналіз кількісних і якісних показників діяльності підприємства, які здійснюють вплив на довкілля, ефективності запровадження заходів з охорони довкілля і раціонального використання природних ресурсів за відповідний період;

- розробка перспективних та поточних заходів природоохоронної діяльності з обґрунтуванням потреби щодо обсягів їх фінансування, визначення термінів виконання.

Природоохоронні заходи, що запроваджуються підприємством, повинні повністю компенсувати шкідливий вплив виробництва на навколишнє природне середовище і відповідати за напрямками постанові Кабінету міністрів України від 17 вересня 1996 року № 1147 (зі змінами) «Про затвердження переліку видів діяльності, що належать до природоохоронних заходів».

План підприємств з питань охорони навколишнього природного середовища і раціонального використання природних ресурсів складається з таких розділів:

- охорона і раціональне використання водних ресурсів;
- охорона повітряного басейну;
- охорона і раціональне використання земель;
- охорона і раціональне використання мінеральних ресурсів;
- організаційно-просвітницькі заходи.

У розділі «Охорона і раціональне використання водних ресурсів», передбачається комплекс заходів, що забезпечує скорочення витрат питної води, припинення скидів неочищених стоків в поверхневі водні об'єкти, недопущення в скидах стічних вод перевищення нормативних показників забруднюючих речовин. Реалізація забезпечується розробкою заходів по вдосконаленню технологічних процесів виробництва та обладнання, будівництва споруд для очищення стічних вод, створення оборотних систем виробничого водопостачання, впровадження енерго- та ресурсозберігаючих технологій тощо. Крім того, у цьому розділі визначаються обсяги водоспоживання, водовідведення та скидів стічних вод всіх категорій, що використовуються підприємством.

## **ВИСНОВКИ**

В дипломному проекті було вивченоно і вдосконалено: «Модернізацію універсального вакуумного двошнекового шприца Nava продуктивністю 800 кг/год». Проведені роботи:

- виконана модернізація привідного вузла, що забезпечить точніше дозування і якість продукції;
- розроблено порівняльний аналіз конструкцій представлених у проекті;
- виконано модернізацію приставки, що забезпечить механізацію процесу перекручування сосисок та сардельок в штучній оболонці і полегшить процес обслуговування, адже без даної приставки перекручування відбувається вручну;
- наведені правила експлуатації та техніки безпеки;
- виконано розрахунки основних конструктивних елементів деталей шприца, проведений кінематичний розрахунок і визначена потужність машини.

## **Список використаних літературних джерел**

1. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості: підруч. для студентів ВНЗ / Мирончук В.Г., Гулий І.С., Пушанко М.М. та ін. — Вінниця: Нова книга, 2007. — 648с.
2. 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.
3. Монтаж та технічний сервіс обладнання. Практикум: навч. посіб. / за ред. В.Г. Мирончука. – К.: НУХТ, 2017. – 162с.
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. Чепелюк, О.О. Гігієнічні вимоги до проектування обладнання харчових виробництв: підруч. / О.О.Чепелюк, О.А.Єщенко, Ю.Ю.Доломакін. – К.: НУХТ, 2017. – 311с.

6. 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.

7. Загальні технології харчових виробництв: підручник / В.А.Домарецький, П.Л.Шиян, М.М.Калакура, Л.Ф. Романенко. – К. : Университет "Україна", НУХТ, 2010. – 814 с.

8. Соколенко, А.И. Справочник механика пищевой промышленности / А.И. Соколенко, А.И. Украинец, В.Л Яровой и др. Под ред. А.И. Соколенко – К.: Арт Эк. 2004 – 304 с.

9. Гребенюк, С.М. Технологическое оборудование сахарных заводов. / С.М.Гребенюк – М.: Пищевая промышленность, 2007. – 580 с.

10. Мирончук, В.Г. Вибір та розрахунок обладнання цукробурякових заводів. / Мирончук В.Г., Лагода В.А., Пушанко М.М. – Київ, УДУХТ, 1999, 56 с.

11. Механічні процеси і обладнання переробного та харчового виробництва: навч. посібник / П.С.Берник, З.А.Стоцько, І.П.Паламарчук, В.В.Яськов. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2004. – 336 с.

12. Антипов, С.Т. Машины и аппараты пищевых производств : учебник для вузов : в 2-х кн. / под ред. акад. РАСХН В.А. Панфилова. – М.: Высшая школа, 2001. – 1383 с.

13. Соколенко, А.І. Інтенсифікація масообмінних процесів в харчових і мікробіологічних технологіях / А.І.Соколенко, О.Ю.Шевченко, В.А.Піддубний – Київ,"Люксар", 2008. – 443 с.

14. Фокин, В.М. Основы энергосбережения в вопросах теплообмена. / В.М.Фокин, Г.П.Бойков, Ю.В.Видин – М.: «Издательство Машиностроение-1», 2005. – 192 с.

15. Соколенко, А.І. Інтенсифікація тепло- масообмінних процесів в харчових технологіях / А.І.Соколенко, А.А.Мазаракі, О.Ю.Шевченко, В.А.Піддубний, В.О.Сукманов – К.: Фенікс, 2011. – 536 с.

16. Пушанко, М.М. Центрифугування цукрових утфелів / М.М.Пушанко, В.А.Лагода – К.: Вища школа, 2010. – 380с.

17. Современное свеклосахарное оборудование свекло-сахарного производства. В 2-х частях. Ч.1 / В.О.Штангеев, Л.Г.Белостоцкий, В.Т.,Кобер и др.: под ред. В.О. Штангеева. – К.: Цукор України, 2003. – 352 с.

18. Хоменко М.Д. Сучасні схеми та обладнання для переробки цукрових буряків. Транспортування, очищення, отримання стружки і дифузійного соку.:

Навч. посібник. – К.: ПДО НУХТ, 2006. – 65 с.

19. Зайчик, Ц.Р. Введение в специальность. Машины и аппараты пищевых производств. Пищевая инженерия малых предприятий / Ц.Р. Зайчик. – М.: ДеЛи принт, 2006. – 448 с.

20. Пищевая инженерия: справочник с примерами расчетов / К.Дж.Валентас, С.Ротштейн, Р.П.Сингх. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 848 с.

21. Теплообмінні процеси та обладнання переробного та харчового виробництва: навчальний посібник / І.П.Паламарчук, П.С.Берник, З.А.Стоцько, В.В.Яськов. – Львів: Бескид Біт, 2006. – 368 с.

22. Рвачов, В.В. Технологічне обладнання харчових виробництв. Механічне обладнання: навчальний посібник для студентів механічних фахів / В.В.Рвачов. – Одеса: Астропринт, 2001. – 320 с.

23. Тимингс, Р. Л. Справочник инженера-механика / Р. Л. Тимингс / под ред. Ю. И. Шкадиной; пер. с англ. – М. : Техносфера, 2008. – 632 с.

24. Товажнянський, Л.Л. Харчові технології у прикладах і задачах: підручник / Л.Л.Товажнянський, С.І.Бухкало, П.О.Капустенко, О.П.Арсеньєва, Є.І.Орлова. – К.: ЦУЛ, 2008. – 576 с.

25. Остриков, А.Н. Расчет и конструирование машин и аппаратов пищевых производств: учебник / А.Н.Остриков, О.В.Абрамов. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 352 с.

26. Обладнання для харчової промисловості. Вимоги щодо безпеки і гігієни. Частина 2. Вимоги щодо гігієни: ДСТУ EN 1672–2–2001. – [Чинний від 2003–01–01]. – К.: Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2002. – 32 с. – (Національний стандарт України).

27. EHEDG Document No.8, Second Edition. Hygienic equipment design criteria. / G. Hauser, G.J. Curiel, H.-W. Bellin at al. – 2004. – 14 p.

28. Система управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги : ДСТУ 4161 – 2003. – [Чинний від 2003-07-01.]. – К.: PELTA.ORG, 2003. – 13 с. – (Національний стандарт України)

29. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-яких організацій харчового ланцюга : ДСТУ ISO 22000:2007. – [Чинний від 2007–08–01.]. – К.: PELTA.ORG, 2007. – 30 с. – (Національний стандарт України).

30. Кодекс Алиментариус. Гигиена пищевых продуктов [Пер. с англ.]. – М.: Весь Мир, 2007. – 123 с.

31. Hygiene in food processing / H.L.M. Lelieveld, M.A. Mostert, J. Holah, B.White at al. – Boston: CRC Press, 2003. – 389 p.

32. García L.A. Cleaning in Place / L.A. García, M. Díaz // Comprehensive Biotechnology (Second Edition). Volume 2: Engineering Fundamentals of Biotechnology, 2011. – P. 983–997.

33. Валентас Кеннет Дж. Пищевая инженерия. Справочник с примерами

расчетов / Кеннет Дж. Валентас, Энрик Ротштейн, Р. Пол Сингх; пер. с англ. под общ. науч. ред. А. Л. Ишевского. – СПб.: Профессия, 2004. – 848с.

34. Ванін, В.В. Комп'ютерна інженерна графіка в середовищі AutoCAD / В.В. Ванін, В.В. Перевертун, Т.М. Надкернична. – К.: Каравелла, 2006.–334 с.

35. Ганин, Н. Проектирование в системе КОМПАС–3D/ Н. Ганин. – СПб.: Питер, 2008. – 448 с.

36. Гліненко, Л.К. Основи моделювання технічних систем / Л.К.Гліненко, О.Г.Сухоносів – Львів: Бескид Біт, 2003. – 176 с.

37. Мартиненко, М.А. Математичне програмування: Підручник / М.А.Мартиненко, О.М.Нещадим, В.М.Сафонов– К.: Четверта хвиля, 2009.– 308с.

38. Томашевський, В.М. Моделювання систем / В.М.Томашевський – К.: Видавнича група ВНУ, 2005. – 352 с.

39. Пальчевський, Б.О. Дослідження технологічних систем (моделювання, проектування, оптимізація) / Б.О.Пальчевський – Львів: Світ, 2001. – 232 с.

40. Советов, Б.Я. Моделирование систем: Учеб. для вузов / Б.Я. Советов, С.А. Яковлев. – М.: Высшая школа, 2001. – 343 с.

41. Гультьяев, А. Визуальное моделирование в среде MATLAB / А.Гультьяев – С.Пб.: Питер, 2000. – 432 с.

42. Механічні процеси і обладнання переробного та харчового виробництва / П.С.Берник, З.А.Стоцько, І.П. Паламарчук, В.В.Яськов – Львів: Вид-во. Нац. ун-т Львівська політехніка, 2004. – 336 с.

43. Самарський, А.А. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. – М.: Физматлит, 2001. – 320 с.

44. Федоткин, И.М.. Математическое моделирование технологических процессов / И.М.Федоткин, И.Ю.Бурляй, Н.А.Рюмшин – К.: Техніка, 2002. – 407 с.

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

46. Богомолів О.В. Курсове та дипломне проектування обладнання переробних та харчових виробництв: навч.посібник. / О.В.Богомолів, П.В.Гурський, В.П.Богомолів – Харків: Еспада, 2005. – 432 с.

47. Бабанов Г.І. Монтаж, експлуатація, діагностика та ремонт обладнання м'ясопереробних підприємств – Бабанов І.Г., Гавва О.М., Бабанова О.І., Чепелюк О.М., Беседа С.Д. – К.: Сталь, 2015 – 600 с.