

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Донецький національний університет економіки і торгівлі  
імені Михайла Туган-Барановського  
Навчально-науковий інститут ресторанно-готельного бізнесу та туризму  
Кафедра загальноінженерних дисциплін та обладнання

ДОПУСКАЮ ДО ЗАХИСТУ  
Гарант освітньої програми  
«Обладнання переробної і харчової  
промисловості»  
Хорольський В.П.  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**  
на здобуття ступеня вищої освіти «Магістр»  
зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»  
за освітньою програмою «Обладнання переробної і харчової промисловості»  
на тему: **«УДОСКОНАЛЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ  
КОВБАСНИХ ВИРОБІВ»**

Виконав:  
здобувач вищої освіти Шкільна Юлія Сергіївна \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по-батькові) (підпис)

Керівник: доцент, к.п.н., Цвіркун Л.О. \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у кваліфікаційній  
роботі немає запозичень з праць інших  
авторів без відповідних посилань

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_  
(підпис)

Кривий Ріг  
2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ  
ІМЕНІ МИХАЙЛА ТУГАН-БАРАНОВСЬКОГО

Навчально-науковий інститут ресторанно-готельного бізнесу та туризму  
Кафедра загальноінженерних дисциплін та обладнання

Форма здобуття вищої освіти денна

Ступінь магістр

Галузь знань Механічна інженерія

Освітня програма Обладнання переробної і харчової промисловості

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Гарант освітньої програми «Обладнання  
переробної і харчової промисловості»  
Хорольський В.П.

«  » \_\_\_\_\_ 2023 року

**ЗАВДАННЯ**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Шкільній Юлії Сергіївні

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Удосконалення обладнання для виготовлення ковбасних виробів»

Керівник роботи к.п.н. Цвіркун Л.О.

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

Затверджено: наказом першого проректора ДонНУЕТ імені Михайла Туган-Барановського від «02» травня 2023 р. № 69-с.

2. Строк подання здобувачем ВО роботи «22» листопада 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи:

1. Технічна документація до устаткування.
2. Монографії, наукові статті, автореферати дисертацій, тези доповідей на наукові конференції.
3. Навчальна і методична література, інформація мережі Інтернет.

4. Зміст пояснювальної записки:

1. Вступ.
2. Аналітичний огляд обладнання для виготовлення ковбасних виробів.
3. Удосконалення конструктивних параметрів обладнання для виробництва ковбасних виробів.
4. Аналіз результатів досліджень.

5. Висновки.

6. Список використаних джерел.

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

Кінематичні схеми витиснювачів шприців.

Схема вакуумного ашприц безперервної дії.

Технічні характеристики вакуумного кутера СМ Т2М-Р120.

Схема серпоподібного лезового інструмента.

Схема шприца Duker REX RVF 760.

Параметрична схема процесу шприцювання фаршу.

Графіки залежності в'язкості, деформації, вологості фаршу від температури.

Графіки залежності в'язкості, деформації, вологості фаршу від тиску подачі продукту в шприц.

Графіки залежності в'язкості, деформації, вологості фаршу від вакуумування.

6. Дата видачі завдання «1» вересня 2023 р.

7. Календарний план

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи
1	Вступ	4.09-20.09.2023 р.
2	Аналітичний огляд обладнання для виготовлення ковбасних виробів	21.09-18.10.2023 р.
3	Удосконалення конструктивних параметрів обладнання для виробництва ковбасних виробів	19.10-08.11.2023 р.
4	Аналіз результатів досліджень	09.11-15.11.2023 р.
5	Висновки по роботі	16.11-22.11.2023 р.
6	Оформлення роботи і подання до захисту	23.11-26.11.2023 р.

Здобувач вищої освіти

\_\_\_\_\_

(підпис)

Шкільна Ю.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_

(підпис)

Цвіркун Л.О.

(прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Обсяг і структура магістерської роботи. Повний обсяг магістерської роботи – 50 сторінок, в тому числі основного тексту – 42 сторінки. Робота містить: 2 таблиці, 25 рисунків. Список використаних джерел складається з 15 найменувань.

Об'єкт роботи – обладнання для шприцювання ковбасних виробів (роторийний вакуумний шприц).

Предмет роботи – процес виготовлення ковбасних виробів.

Мета роботи – удосконалення процесу та обладнання для виробництва ковбасних виробів.

У процесі виконання роботи було зазначено, що основа виробничого циклу м'ясопереробних підприємств – ковбасне виробництво. Ефективність ковбасного виробництва визначається, перш за все, рівнем оснащення допоміжних процесів засобами механізації та технологічним обладнанням, їх надійністю, технічним рівнем, а також питомими економічними та технічними показниками.

Зазначено, що при виробництві ковбасних виробів основним технологічним процесом в одержанні готового продукту є подрібнення м'яса. Сучасні цехи з виробництва ковбасних виробів оснащені машинами для тонкого подрібнення, а саме кутерами. Запропоновано робочий орган машини для тонкого подрібнення м'яса сконструювати у вигляді серпоподібного лезового інструмента, що складається з двох ножів, розташованих зі зміщення 90° один щодо одного і що знаходяться на відстань 10 мм один від одного. Запропонована конструкція дозволить збільшити однорідність одержуваного готового продукту та безвідходну переробку.

Задля оптимізації показників шприцювання було використано роторийний вакуумний шприц Duker REX RVF 760. Для нього характерна: висока ефективність потужності, точність порціонування, простота переходу на інший асортимент, різноманіття можливостей роботи з різними типами кліпсаторів, високий стандарт у галузі гігієни та простота чищення.

Запропоновано параметричну схему процесу шприцювання фаршу, задля керування вхідними параметрами та контролю вихідних параметрів. Критеріями оптимальності технологічного процесу є характеристики ковбасного фаршу, а саме: в'язкість фаршу, об'ємна деформація, вологість, вихід готової продукції до маси сировини тощо. Чинниками, які впливають на вихідні параметри оптимізації є параметри технологічного процесу шприцювання, а саме: температура фаршу, тиск шприцювання, тиск вакуумування. Здійснено моделювання якісних характеристик сировини у процесі шприцювання.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** роторийний вакуумний шприц, технологічний процес, ковбасні вироби, фарш, подрібнення м'яса, кутер, робочий орган машини, тонке подрібнення м'яса, параметрична схема процесу шприцювання фаршу, в'язкість фаршу, об'ємна деформація, вологість, температура фаршу, тиск шприцювання, тиск вакуумування, моделювання.

					<b>ДонНУЕТ.133.ГМБ-22м.2023.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ.....	7
1.1 Технологія виготовлення ковбасних виробів.....	7
1.2 Шприцювання ковбасних виробів.....	7
1.3. Шприци періодичної дії.....	9
1.4 Шприци безперервної дії.....	13
РОДІЛ 2. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА КОВБАСНИХ ВИРОБІВ.....	19
2.1 Модернізація машини для тонкого подрібнення м'яса (кутер).....	19
2.2 Оптимізації показників шприцювання ковбасних виробів.....	27
РОДІЛ 3. АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	33
3.1 Моделювання якісних характеристик сировини у процесі шприцювання.....	33
ВИСНОВКИ.....	38
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	40
ДОДАТКИ.....	41

					<b>ДонНУЕТ.133.ГМБ-22м.2023.ПЗ</b>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Шкільна</i>				<b>Удосконалення обладнання для виготовлення ковбасних виробів</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Цвіркун</i>						1	50
<i>Н. Контр.</i>	<i>Омельченко</i>				<b>ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО</b>			
<i>Затверд.</i>	<i>Хорольський</i>							

## ВСТУП

**Актуальність роботи.** У роботі зазначено, що основа виробничого циклу м'ясопереробних підприємств – ковбасне виробництво. Ефективність ковбасного виробництва визначається, перш за все, рівнем оснащення допоміжних процесів засобами механізації та технологічним обладнанням, їх надійністю, технічним рівнем, а також питомими економічними та технічними показниками. Існуюче різноманітність технічних операцій процесу виготовлення ковбасних виробів на сучасних м'ясопереробних підприємствах зумовлює актуальність застосування широкої номенклатури потоково-механізованих ліній, агрегатів, пристроїв та технічних машин.

**Мета та задачі дослідження.** Метою магістерської роботи є удосконалення процесу та обладнання для виробництва ковбасних виробів.

**Практична та наукова новизна.** Здійснено удосконалення конструктивних параметрів обладнання для виробництва ковбасних виробів. Зазначено, що при виробництві ковбасних виробів основним технологічним процесом в одержанні готового продукту є подрібнення м'яса. Сучасні цехи з виробництва ковбасних виробів оснащені машинами для тонкого подрібнення, а саме кутерами. Запропоновано робочий орган машини для тонкого подрібнення м'яса сконструювати у вигляді серпоподібного лезового інструмента, що складається з двох ножів, розташованих зі зміщення 90° один щодо одного і що знаходяться на відстань 10 мм один від одного. Запропонована конструкція дозволить збільшити однорідність одержуваного готового продукту та безвідходну переробку.

Задля оптимізації показників шприцювання було використано роторний вакуумний шприц Duker REX RVF 760. Для нього характерна: висока ефективність потужності, точність порціонування, простота переходу на інший асортимент, різноманіття можливостей роботи з різними типами кліпсаторів, високий стандарт у галузі гігієни та простота чищення. Вбудований сенсорний екран REX використовується на шприцах всіх типів і забезпечує просте управління. Усі встановлені параметри постійно відстежуються і можуть бути змінені в будь-якій момент, що сприяє максимальному ККД.

Запропоновано параметричну схему процесу шприцювання фаршу, задля керування вхідними параметрами та контролю вихідних параметрів. Критеріями оптимальності технологічного процесу є характеристики ковбасного фаршу, а саме: в'язкість фаршу, об'ємна деформація, вологість, вихід готової продукції до маси сировини тощо. Чинниками, які впливають на вихідні параметри оптимізації є параметри технологічного процесу шприцювання, а саме: температура фаршу, тиск шприцювання, тиск вакуумування. Здійснено моделювання якісних характеристик сировини у процесі шприцювання.

					<b>ДонНУЕТ.133.ГМБ-22м.2023.ПЗ</b>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Шкільна</i>			<b>Удосконалення обладнання для виготовлення ковбасних виробів</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Цвіркун</i>					1	50
<i>Н. Контр.</i>		<i>Омельченко</i>				<b>ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО</b>		
<i>Затверд.</i>		<i>Хорольський</i>						

# РОЗДІЛ 1

## АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

### 1.1 Технологія виготовлення ковбасних виробів

У м'ясопереробній промисловості до фаршу відносяться напівфабрикати м'ясні, виготовлені із яловичого, свинячого або баранячого м'яса зі спеціями, прянощами та іншими компонентами.

Фарш використовують:

– як готові вироби (охолоджені напівфабрикати), призначені для реалізації у торговельній мережі та в ресторанному господарстві повинні відповідати: органолептичним, фізико-хімічним, мікробіологічним показниками та показникам безпеки;

– як напівфабрикати у виробництві ковбасних виробів в оболонці або без неї, піддають термічній обробці після чого вони готові до споживання.

Одним із процесів, що гарантують отримання високоякісної продукції, є процес формування ковбасних виробів. Перелік технологічних операцій при формуванні ковбасних виробів [2, 3, 6].

1. *Підготовка ковбасної оболонки.* Засолені натуральні оболонки звільняють від солі, промивають у холодній проточній воді. Після оболонки промивають, продувають стиснутим повітрям, калібрують, сортують і нарізають певної довжини. Для цього застосовують ванну для замочки ковбасної оболонки, стіл для в'язки або кліпсатор.

2. *Подача ковбасного фаршу для наповнення оболонки.* Транспортування фаршу в технологічних візках, подача та завантаження шприца за допомогою підйомника-завантажувача. Температура фаршу варених ковбас 12...16°C, а для напівкопчених та варено копчених ковбас 12°C. Застосовуються візки технологічні, підйомник завантаж.

3. *Дозування та наповнення (шприцювання) оболонки фаршем.* Дозування здійснюється методом об'ємного дозування. Фарш в процесі подачі в оболонку піддається деаерації. Для цього технологічного процесу застосовується шприц для наповнення ковбасної оболонки, дозатор фаршу, змінний комплект цівок.

4. *Перекручування батонів або в'язка, кліпсування (накладення металевих кліпс на кінці батонів).* Перев'язка шпагатом за спеціальними затвердженими схемами в'язки. У верхній частині батонів зі шпагату роблять петлю для навішування їх на рами. Кліпсатор, стіл для в'язання ковбасних батон.

### 1.2 Шприцювання ковбасних виробів

Ковбасні оболонки є технологічними ємностями, які надають виробам

					<b>ДонНУЕТ.133.ГМБ-22м.2023.ПЗ</b>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Шкільна</i>				<b>Удосконалення обладнання для виготовлення ковбасних виробів</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Цвіркун</i>						12	50
<i>Н. Контр.</i>	<i>Омельченко</i>					<b>ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО</b>		
<i>Затверд.</i>	<i>Хорольський</i>							

певних характеристик: певну форму, яка зручна при зберіганні та реалізації, захищають від зовнішніх факторів, від обсіменіння патогенних мікроорганізмів та окислювального псування, та все це за рахунок власної міцності, щільності, еластичності, термо-і вологостійкості, певного рівня водо-, паро-і газопроникності. Для кожного виду ковбасних виробів відповідно до технічних інструкцій підбирають оболонку певного типу, діаметра і довжини. По походженням ковбасні оболонки поділяються на натуральні та штучні.

Шприцювання – процес примусового наповнення оболонок що здійснюється шляхом витиснення фаршу із шприца через цівки, або його дозатори з подальшим запечатуванням у певну форму. Процес шприцювання характеризується величиною тиску, що залежить від виду оболонки, типу виробу його складу, фізико механічних та реологічних властивостей (в'язкості, пластичності).

На діаметр та загальний стан виробу впливає швидкість проходження ковбасного фаршу через шприц. Щоб виготовити варену ковбасу великого діаметру, необхідно дотримуватися повільного проходження фаршу. Структура самого наповнювача залишається незмінною, а продуктивність виходить досить високою. Однак термічна обробка такої ковбаси має бути глибшою, інакше фарш просто закисне. Фарш просувається швидше під час підвищення тиску, але його структура, а також інші властивості погіршуються, порівняно з подачею на невеликій швидкості. Різновид ковбасного виробу та складу суміші впливає на значення швидкості, а також тиск, який максимально підходить. Тому для кожного виду ковбасних виробів підібрано свій тиск шприцювання.

Варені ковбаси шприцюють із меншою щільністю на пневматичних шприцах під тиском від 0,4 до 0,6 МПа (0,4...0,5 МПа, 0,49...0,59 МПа, 0,5 ... 0,6 МПа, на гідравлічних - в діапазоні 0,8 ... 2,5 МПа (0,8 ... 1,0 МПа не більше 2,5 МПа), для виключення розриву оболонки, застосовується вакуум (-0,4...-0,1 МПа) або без нього. Фарш сосисок та сардельок шприцюють під тиском 0,3...0,8 МПа (0,3...0,4 МПа, 0,39 ... 0,49 МПа, 0,4 ... 0,5 МПа, 0,4 ... 0,6 МПа, 0,4 ... 0,8 МПа). Оптимальною величиною тиску шприцювання для м'ясних емульсій варених ковбас є 0,5 ... 0,6 МПа.

Фарш напівкопчених ковбас шприцюють щільніше, ніж варені ковбаси, так як обсяг батонів сильно зменшується при сушінні. Розмір тиску для пневматичних шприців становить 0,5...1,2 МПа (0,5...1,2 МПа, 0,59...0,78 МПа, 0,6 ... 0,8 МПа), для гідравлічних - 1,0 ... 1,2 МПа. Фарш варено-копчених ковбас також щільно шприцюють з використанням гідравлічних поршневих шприців при тиску 0,5...2 МПа (0,5...1,2 МПа до 0,7 ... 0,8 МПа, до 1,2 МПа, 1,3 МПа, до 2 МПа). Фарш сирокочених ковбас наповнюють щільно з використанням гідравлічних поршневих шприців при тиску 0,8...2 МПа (0,8...0,9 МПа, 1,3 МПа, 1,3 1,5 МПа, до 2 МПа) [5, 9].

Фізична сутність процесу шприцювання полягає у пластичній деформації фаршу під впливом певного тиску та його закінчення через насадку шприца – цівку. Цівки – це металеві трубки з конічним розширенням, які кріпляться до патрубка шприца, мають певну довжину та діаметр. Діаметр впливає на продуктивність шприцювання (уповільнення/прискорення), щільність наповнення та попадання повітря під оболонку за рахунок не щільного

					<b>ДонНУЕТ.133.ГМБ-22м.2023.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8



прилягання оболонки до цівки, що призводить до утворення повітряних порожнин, які впливають на характеристики продукту.

При заповненні натуральних оболонок ковбасним фаршем необхідно правильно вибрати діаметр цівки. Діаметр цівки залежить від діаметра використовуваної оболонки. При великому діаметрі оболонки не можна використовувати тонку цівку, бо процес шприцювання буде сповільнюватися і під оболонку може потрапляти повітря. При великому діаметрі цівки ускладнює надягання оболонки.

### 1.3 Шприци періодичної дії

Шприцювання здійснюється під тиском у спеціальних машинах-шприцах, які працюють за принципом насосів. Шприц складається з бункера для прийому фаршу, витиснювача, цівки, приводу і механізмів, що обслуговують витискувач. В шприцах періодичної дії резервуар для прийому фаршу поєднаний з витиснювачем. У деяких конструкціях шприців є спеціальні дозувальні пристрої.

Загальна класифікація шприців:

- за принципом роботи (універсального або спеціального призначення);
- залежно від характеру циклу роботи (за принципом видачі фаршу): періодичної та безперервної дії;
- за принципом дії: пневматичні, гідравлічні та механічні шприци;
- за принципом виконання: відкритого або вакуумного типу;
- за типом витиснювача: шнекові, гвинтові, поршневі, роторні (пластинчасті, шибєрні, шестеренні, відцентрові; роторні);
- від розташування осі приводного валу: вертикальні або горизонтальні;
- за кількістю циліндрів: одноциліндрові, багатоциліндрові;
- за кількістю цевок: одно- та багатоцівкові.

До складу шприців входять механізми: витиснювальні, дозуючі, герметизуючі, приводні, завантажувальні.

*Шприци періодичної дії.* Шприци періодичної дії з поршневим витиснювачем можуть бути з механічним, пневматичним, гідравлічним та з ручним приводом.

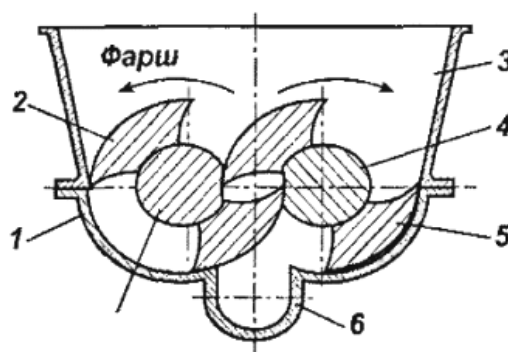


Рисунок 1.1 – Кінематична схема безперервного роторного шприца

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-22м.2023.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

На рис. 1.1 позначено: 1 – корпус; 2, 5 – ротори; 3 – бункер; 4, 7 – вали ротора; 6 – цівка.

Вони прості за конструкцією, надійні в роботі та застосовуються на невеликих виробництвах. Кінематичні схеми витиснювачів шприців наведено на рис. 1.2.

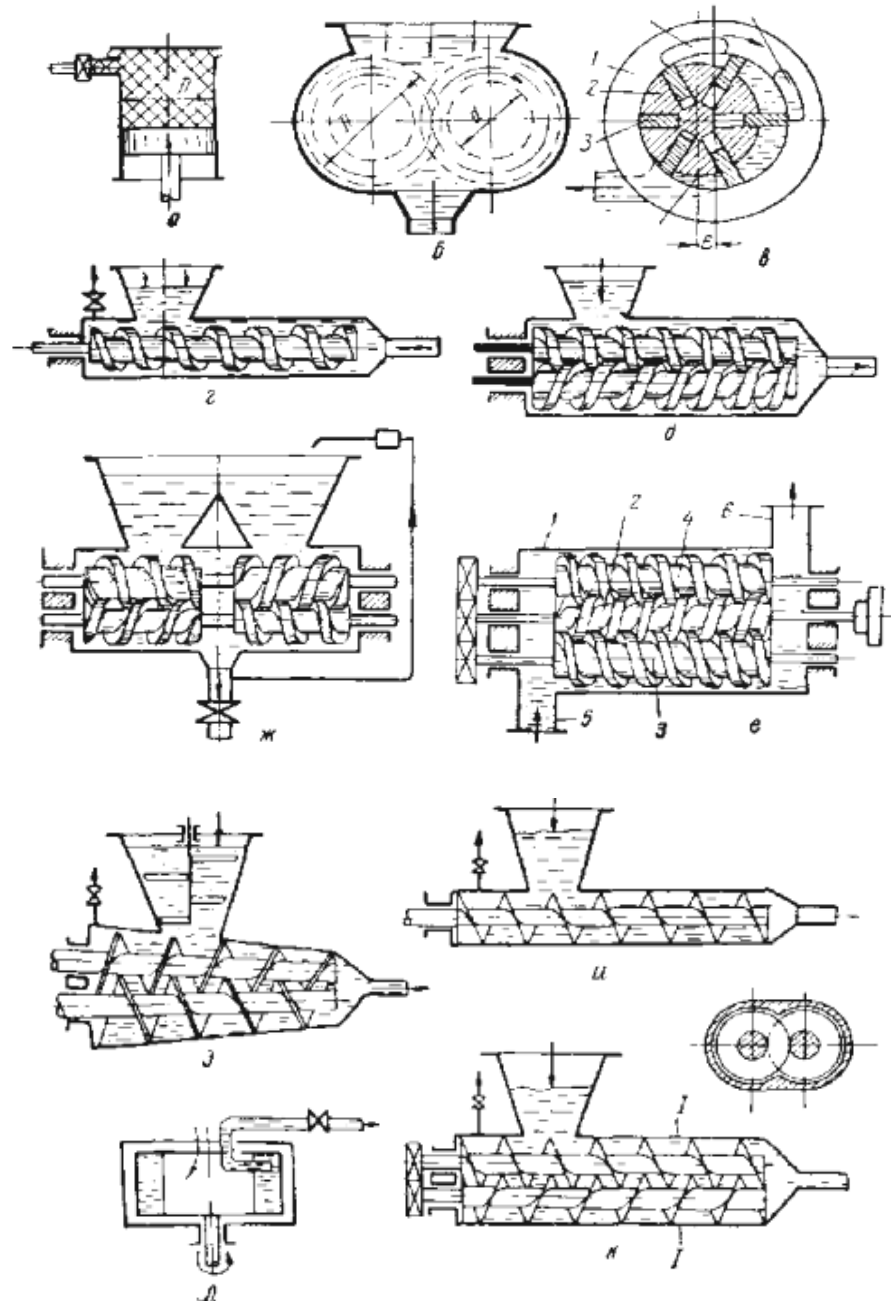


Рисунок 1.2 – Кінематичні схеми витиснювачів шприців

На рис. 1.2 представлено кінематичні схеми витиснювачів шприців: поршні; шестеренні; пластинчасті; з циліндричним гвинтом; з конічним гвинтом; одношнековий; двошнековий, центробіжний.

Шприци з ручним приводом застосовують при малій місткості циліндри (від 6 до 12 л), призначені для підприємств малої потужності, рис. 1.3. Вони

можуть бути з поворотним, висувним або вертикальним циліндром та відкидною кришкою.

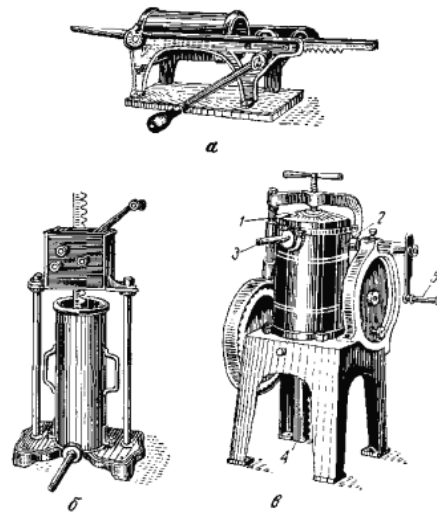


Рисунок 1.3 – Поршневі шприци з ручним приводом:  
а – з поворотним циліндром; б – з висувним; в – з вертикальним циліндром та відкидною кришкою

Поршневі механічні шприци виготовляють місткістю 0,01 ... 0,05 м<sup>3</sup> при швидкості підйому поршня від 4 до 6 мм/с. Механічний (електромеханічний) шприц складається з циліндра 1 поршня 2 з рейкою 3 та відкидної кришки 4. Робочий рух передається поршню від електродвигуна 5, через ремінну передачу 6, фрикційну муфту 7, яка включається педаллю 8, шестерні передачі 9, 10, 11 і 12 і рейкову шестерню 13, рис. 1.4.

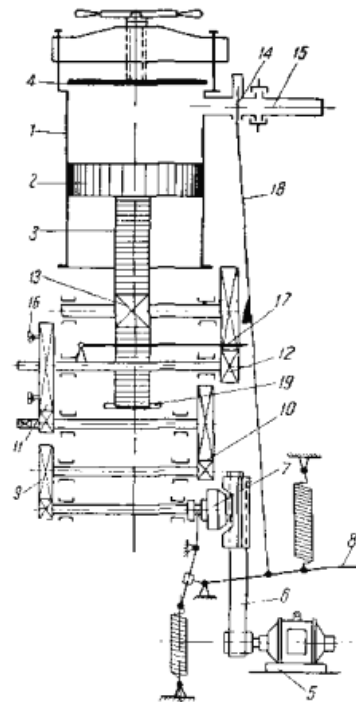


Рисунок 1.4 – Кінематична схема механічного шприца періодичної дії

					<b>ДонНУЕТ.133.ГМБ-22м.2023.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Механічні шприци мають вище ККД передачі та швидкість опускання поршня, ніж поршневі шприци з ручним приводом, але велика кількість деталей, які швидко зношуються, та необхідність опускання поршня вручну зводить нанівець їх переваги.

Поршневі гідравлічні шприци безшумні в роботі, мають мало деталей, але швидко зношуються, важче механічних і відрізняються меншим ККД передач і меншою питомою продуктивністю у порівнянні з механічними шприцами, рис. 1.5.

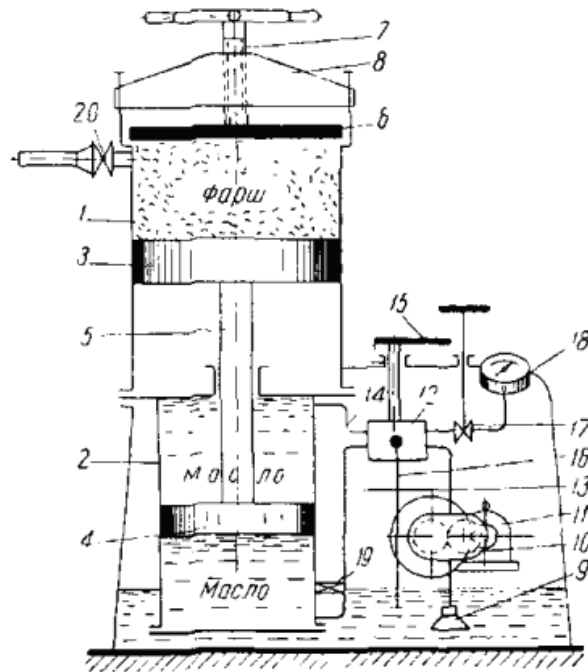


Рисунок 1.5 – Кінематична схема поршневого гідравлічного шприца періодичної дії

Гідравлічні поршневі шприци є найбільш поширеними, прості в експлуатації, надійні в роботі і забезпечують безступінчасте регулювання тиску і витрати маси, що витисняється.

Недоліки – зниження швидкості закінчення фаршу зі збільшенням числа струменів, під поршнем накопичуються частинки фаршу, забрудненого мікрофлорою.

Шприци з пневматичним приводом найбільш прості, оскільки складаються з вертикального циліндра 1, всередині якого вільно рухається поршень 2. Циліндр закривають кришкою 3, підвішеною до шпинделя 4, встановленому на траверсі 5. Місткість циліндра таких шприців не перевищує 50 л, рис. 1.6.

Переваги: універсальність – можливість використання фаршу будь-яких характеристик; завантаження може бути механізованим або ручним; можна регулювати швидкість закінчення фаршу; розбирання, складання та промивання водою виконується без особливих труднощів; ущільнення фаршу, що подається в оболонку, може здійснюватися без додаткових пристроїв в результаті чого виключається попадання повітря у фарш [3, 6, 8, 9].

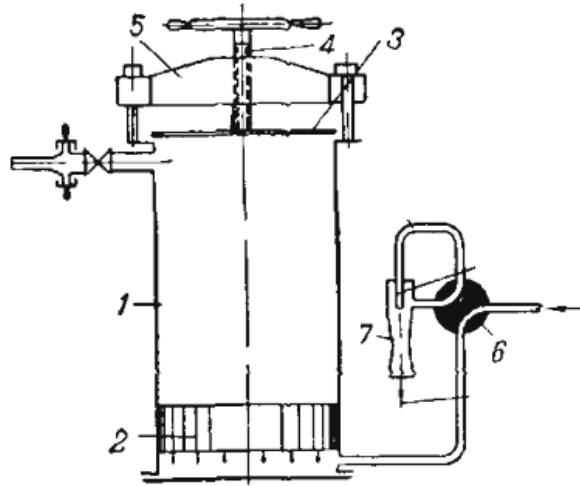


Рисунок 1.6 – Кінематична схема пневматичного поршневого шприца періодичної дії

Недоліки: періодичність роботи, необхідність повного розбирання шприца для очищення підпоршневого простору циліндра фаршу, низький ККД передачі; порівняно велика маса та великі розміри, швидкість закінчення фаршу лімітується швидкістю подачі поршня або тиском стисненого повітря.

Пневматичні та гідравлічні шприци забезпечують високий тиск витіснення, у зв'язку з чим їх застосовують переважно для формування грубоподрібнених емульсій копчених ковбас.

Таким чином, поршневі шприци є універсальними машинами періодичної дії. На них можна переробляти фарші будь-якої консистенції: від плинних до в'язких. У поршневих шприцах фарші найповніше зберігають свої первісні фізичні властивості, оскільки вони піддаються рівномірному об'ємному стиску (нормальне на напругу) і не відчувають напруги зсуву. Через зберігається і подорожній розподіл включень у фарш (кубики шпиків, м'яса).

Поршневі шприци випускають з робочим об'ємом (л) циліндра 6, 12, 15, 25, 40, 50 і 70, тиск, створюваний у фарші, становить 1,4...2,5 МПа.

До недоліків поршневих шприців слід віднести періодичну роботу, яка залежить від часу, що витрачається на виконання допоміжних та основних операцій (машинний час). Тривалість шприцювання залежить від швидкості закінчення фаршу з цівки, що, у свою чергу, залежить від тиску шприцювання та властивостей фаршу.

#### 1.4 Шприци безперервної дії

Шприци безперервної дії мають більш високу продуктивність, ніж шприци періодичної дії. Їх можна легко пристосувати для безперервно-поточної організації виробничого процесу. Найбільш поширеними шприцами безперервної дії є роторні та шнекові. За будь-якого способу витіснення фаршу в нього падає повітря, тобто структура готового продукту виходить пористою.

Для запобігання цьому дефекту шприци безперервної дії зазвичай працюють під вакуумом. Вакуумне обладнання краще застосовувати на всіх стадіях приготування фаршу: при подрібненні, змішуванні, формуванні виробів, при цьому зменшується витрата оболонки завдяки щільному заповненню.

Шприци роторні (з пластинчастим витиснювачем) знаходять широке застосування у м'ясній промисловості. Використання пластинчастого витиснювача створює в продукті нормальну об'ємну напругу, що не впливає на фізичні властивості фаршу і дозволяє обробляти всі види фаршу з не високим ступенем його перетирання, завдяки чому м'ясний сік майже не віджимається, подача фаршу здійснюється з постійним тиском і продуктивністю.

При застосуванні вакуумної системи у роторних шприцах виключається утворення порожнеч у фарші. Пластинчастий витискувач складається з корпусу, ексцентрично встановленого в ньому барабана з радіальними пазами, в яких встановлені лопатки, які спеціальним механізмом притискаються до внутрішньої поверхні корпусу, ковзаючи його пазами, обертаючись разом із барабаном, рис. 1.7. Барабани за розташуванням осі можуть бути вертикальні та горизонтальні; за кількістю оборотів – тихохідними, швидкохідними; за кількістю циклів – одноразової, подвійної та багаторазової дії [7, 9].

У машинах одноразової дії за один оборот валу відбувається один повний цикл роботи, включає процес всмоктування та процес нагнітання. У машинах подвійної дії за один оборот валу відбуваються два повні цикли роботи, в машинах потрійної дії – три цикли тощо.

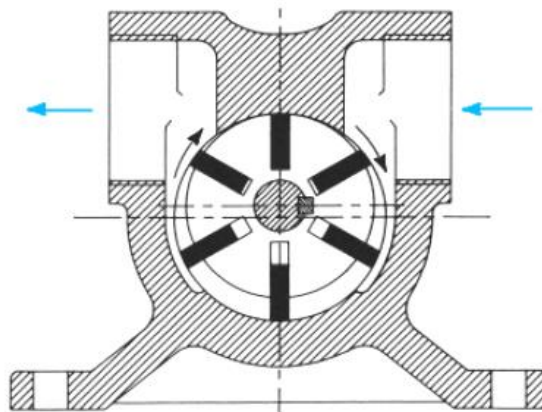


Рисунок 1.7 – Пластинчастий витискувач

При обертанні ротора в кожній камері насоса послідовно відбуваються наступні робочі процеси:

1. Процес всмоктування робочої рідини відбувається зі збільшенням об'єму камер, причому всмоктування робочої рідини визначається розрідженням, що виникає при збільшенні обсягу камери (мається на увазі робота насоса при його установці вище за рівень робочої рідини в баку).

2. Процес перенесення робочої рідини в камері з порожнини всмоктування порожнину нагнітання, коли об'єм робочої рідини в камері спочатку ізолюється від порожнини всмоктування, а потім з'єднується з порожниною нагнітання; при цьому пластини переміщуються ділянкою профілю статора, відповідного великому постійному радіусу.

3. Процес нагнітання робочої рідини відбувається при зменшенні об'єму камер.

4. Процес перенесення робочої рідини в камері з порожнини нагнітання порожнину всмоктування, коли об'єм робочої рідини в камері спочатку ізолюється від порожнини нагнітання, а потім з'єднується з порожниною всмоктування; при цьому пластини переміщуються ділянкою профілю статора, відповідного малому постійному радіусу.

Зазначені значною мірою викликають нерівномірність подачі та шум під час роботи насоса. Основні переваги роторних шприців: низька питома енергота металоємність при високій якості одержуваного готового продукту; велика продуктивність за відносно невеликих габаритів; можливість вертикального виконання, що виключає наявність застійних зон; застосування різних типів кулачків; тривала робота без продукту порівняно з іншими видами; можливість регулювання продуктивності шприца шляхом зміни числа оборотів; легке розбирання механізму для миття та чищення; високі коефіцієнти подачі та корисної дії.

У порівнянні з шестерним, пластинчасті насоси забезпечують більш рівномірну подачу, а в порівнянні з поршневыми - простіше за конструкцією, дешевше, менше за габаритами. Основні недоліки: всі характеристики залежать від ступеня зносу робочих органів витіснювача та змінюються в процесі роботи; пластини витіснювача повідомляються з корпусом по невеликих поверхнях при суттєвій величині проміжку, і зумовлюють незадовільну роботу насоса області високих тисків; значне тертя лопатей по внутрішній поверхні корпусу, нагрівання їх і зношування, внаслідок чого утворюється металевий пил, який може потрапити у фарш; можливе перетирання фаршу; застосування лише у поєднанні з вакуумним куттером.

Шестеренні витискувачі подаючи фарш у цівку майже рівномірно, забезпечують безперервний цикл роботи шприців, тому видачу фаршу можна регулювати шляхом зміни числа обертів шестерень. Застосовують витискувачі із зовнішнім та внутрішнім зачепленням зубчастих коліс. Шестеренні витискувачі прості і надійні але в зоні контакту зубів виникають високі тиски, які призводять до деформації, перетирання і нагрівання фаршу, це обумовлено тим, що розрідження, створюваного робочими шестернями, вкрай мале при значних площах тертя. Шестеренні витискувачі характеризуються досить низькими коефіцієнтами подачі та корисної дії, тому цей тип витискувачів отримав у шприцах обмежене застосування.

Шнекові витіснювачі широко використовують у шприцах. В якості робочої частини мають один або два шнеки, які встановлені в кожух. Фарш просувається по шнеку за рахунок значної в'язкості його і достатньої кількості витків шнека. Шнеки з великим кроком нарізки не використовуються, оскільки

										Арк.
										15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДонНУЕТ.133.ГМБ-22м.2023.ПЗ					

в них розвивається зворотний потік, який піддає фарш додатковим деформаціям, знижує його якість та збільшує потрібну потужність системи.

Шнекові шприци в основному призначені для роботи з м'ясними емульсіями варених ковбас, сосисок та сарделенок.

Їх основні переваги: мають компактність; безперервним характером роботи; універсальністю застосування; високими експлуатаційними показниками; надають незначний вплив на початкові властивості фаршів.

У шнекових вакуумних шприцах фарш подається в оболонку через робочий циліндр зі шнеком 7. Фарш завантажують у шприц через бункер 6. Шнеком фарш нагнітається в цівку 9. Шприц забезпечений вакуум-насосом, який створює розрідження в робочому циліндрі, завдяки чому фарш виходить без пустот, рис. 1.8.

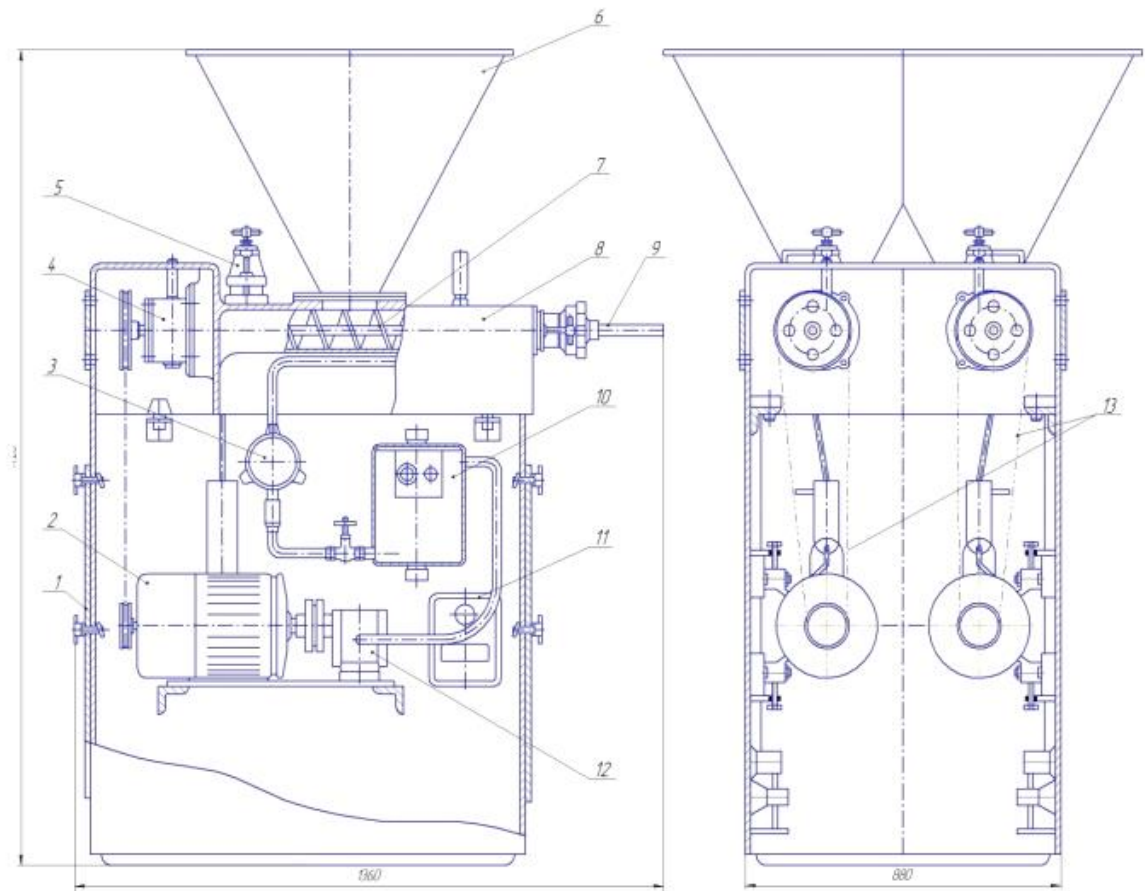


Рисунок 1.8 – Вакуумний шприц безперервної дії

На рис. 1.8 позначено: 1 – станина; 2 – електродвигун; 3 – відстійник; 4 – редуктор; 5 – вакуумна головка; 6 – бункер; 7 – шнек; 8 – головка робочих циліндрів; 9 – цівка; 10 – масляний бак; 11 – магнітний пускач; 12 – масляний насос; 13 – ланцюгова передача.

Вакуумні шнекові шприци мають переваги: високу продуктивність; можливість видаляти повітряні порожнечі з фаршу; які запобігають утворенню набряків; зменшують витрати оболонки завдяки щільному заповненню.



Гвинтові витиснювачі можуть складатися з одного, двох, трьох або чотирьох циліндричних гвинтів з прямокутним різьбленням, що знаходяться в корпусі витиснювача. Процес подачі фаршу полягає у відсіканні гвинтом або парою гвинтів певної порції фаршу та просування її до виходу в цівці. При поєднанні гвинтових поверхонь з прямокутним різьбленням створюється негерметичне зачеплення, при якому маса фаршу, що транспортується частково проходить між витками.

Рідина, що засмоктується, надходить у порожнини, утворені між нарізками гвинтів і обоймою. Обертанням гвинтів продукція переміщається в камеру нагнітання. Тиск, що створюється насосом, дорівнює тиску в нагнітальній системі. Насос працює безшумно та відрізняється достатньою надійністю. Основні переваги гвинтових шприців: прості в обслуговуванні, використовуються для шприцювання фаршу з включеннями (м'ясний фарш з грибами, зеленим горошком, шинкою, маслинами).

Шприци з відцентровими витиснювачами, що працюють під тиском маси, що знаходиться в зоні дії відцентрових сил. Сучасні шприци повинні відповідати таким вимогам:

- зберігати структуру та якість фаршу (не перетирати м'ясну) емульсію, особливо жировий компонент, що призводить до розшарування продукту, появи пухкості та бульйонно-жирових набряків);

- не нагрівати фарш у процесі наповнення;

- регулювати тиск та швидкість закінчення фаршу, а також забезпечити відносно рівномірний тиск по перерізу струменя при витисненні емульсії. Наявність різниці тисків у периферичній та центральній зонах супроводжується зміщенням шарів емульсії щодо друг друга, що викликає появу дефектів.

- не вносити повітря в м'ясну емульсію, а також мастило, мікро частинки від деталей, що зношуються. Наявність повітря викликає утворення пор і порожнин, що погіршує консистенцію і текстуру готового виробу, що призводить до зміни кольору, окиснення жиру;

- мати систему вакуумування, що дозволить усунути пористість ковбас та подальшу освіту набряків, покращити їх колір;

- мати в оснащенні набори з кількох цівок, що порційно-дозують пристрої (за масою, обсягом або довжиною), пристрої для навішування ковбасних батонів на транспортні засоби;

- мати можливість включення шприца в єдину механізовану лінію або агрегат безперервного приготування фаршу та ковбасних виробів;

- мати високу продуктивність та невеликі питомі витрати потужності;

- мати надійну конструкцію;

- мати легкість при розбиранні робочих деталей та доступність для повного очищення та промивання всіх ділянок (санітарно-гігієнічні умови, які стикаються з фаршем;

- забезпечити повне виключення ручних операцій із завантаження, вирівнювання та ущільнення фаршу;

- мати безпеку в обслуговуванні.

					<b>ДонНУЕТ.133.ГМБ-22м.2023.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Фарш з витіснювача в оболонку надходить через цівки – металеву насадку у вигляді трубки. Цівка повинна мати допустимо коротку довжину (довга цівка стискає масу ковбаси протягом процесу набивання) і мати найбільшу ширину, так як це призводить до природного закінчення ковбасної маси та запобігає ризику відділення води та жиру.

Зазвичай використовують одну або дві цівки, що працюють одночасно. Шприцювання сосисок і сардельок може бути значною мірою механізовано за допомогою спеціального пристосування – дозатора, з'єданого зі шприц. Шприц-дозатор дозує обсяг фаршу відповідно до встановленого розміром сосиски або сардельки, витісняє фарш в оболонку та закручує її.

Дуже важливо виключити попадання повітря у фарш при набиванні оболонки, тому в останніх конструкціях шприців застосували пристрій для відсмоктування повітря із циліндра шприца за допомогою вакуум-насоса.

Вибір типу шприца обумовлений необхідною продуктивністю, видом та властивостями фаршу, що формується, типом використовуваної оболонки, необхідної точністю дозування, бажаним рівнем механізації.

					<b>ДонНУЕТ.133.ГМБ-22м.2023.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

## РОЗДІЛ 2 УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА КОВБАСНИХ ВИРОБІВ

### 2.1 Модернізація машини для тонкого подрібнення м'яса (кутер)

Основа виробничого циклу м'ясопереробних підприємств – ковбасне виробництво. Ефективність ковбасного виробництва визначається, перш за все, рівнем оснащення допоміжних процесів засобами механізації та технологічним обладнанням, їх надійністю, технічним рівнем, а також питомими економічними та технічними показниками. Існуюче різноманітність технічних операцій процесу виготовлення ковбасних виробів на сучасних м'ясопереробних підприємствах зумовлює актуальність застосування широкої номенклатури потоково-механізованих ліній, агрегатів, пристроїв та технічних машин.

При виробництві ковбасних виробів основним технологічним процесом в одержанні готового продукту є подрібнення м'яса. Для подрібнення застосовують машини різного типу. Сучасні цехи з виробництва ковбасних виробів оснащені машинами для тонкого подрібнення, а саме кутерами, в структурному складі якого присутній корпус, чаша, ножова головка з кришкою, вузол фіксації та серповидні ножі, рис. 2.1, табл. 2.1.



Рисунок 2.1 – Вакуумні кутери

					<b>ДонНУЕТ.133.ГМБ-22м.2023.ПЗ</b>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>	<i>Шкільна</i>				<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Цвіркун</i>					14	50
<i>Н. Контр.</i>	<i>Омельченко</i>				<b>ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО</b>		
<i>Затверд.</i>	<i>Хорольський</i>						
<b>Удосконалення обладнання для виготовлення ковбасних виробів</b>							

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики вакуумного куттера  
СМ Т2М-Р120

Ємність чаші, л	125
Швидкість обертів ножа, об/хв	2150/4300 (4800)
Швидкість обертів чаші, об/хв	10/20 (7 – 22)
Потужність головного двигуна, кВт	28/35 (37)
Потужність двигуна чаші, кВт	1,5
Габаритні розміри, мм	2570*1775*1800
вага, кг	2200

Чашкові куттери із серповидними ножами мають деякі недоліки. Після кожного заточування ножа потрібно регулювати зазор між ним і чашею у зв'язку зі зменшенням діаметра ножа. Таке регулювання проводиться раз на зміну.



Рисунок 2.2 – Серповидний ніж куттера

Дисковий ніж, який застосовується у роботі куттера схематично показаний на рис. 2.3. Він складається з таких елементів:

- серпоподібна пластина (№1) з ріжучою кромкою (№2) та отвором (№3) для посадки на вал;
- система (№4) для регулювання зазору між кутерним ножем та чашею (№5);
- отвори (№6) для фіксування дискового ножа (№7), жорстко закріпленого на серповидній пластині так, що ріжуча кромка (№2) серповидної пластини і дискового ножа спрямовані в зустрічному напрямку, утворюючи клин.

При цьому сам дисковий ніж виходить за межі пластини У дисковому ножі є отвір (№9) для встановлення на виступ (№10) серповидної пластини та шість додаткових отворів. Ці отвори необхідні для проходу гвинтів з метою закріплення дискового ножа на серповидній пластині. Головний отвір є багатограничним.

Встановлення дискового ножа здійснюється таким чином, щоб була забезпечена можливість його обертання навколо виступу (№10).

					<b>ДонНУЕТ.133.ГМБ-22м.2023.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

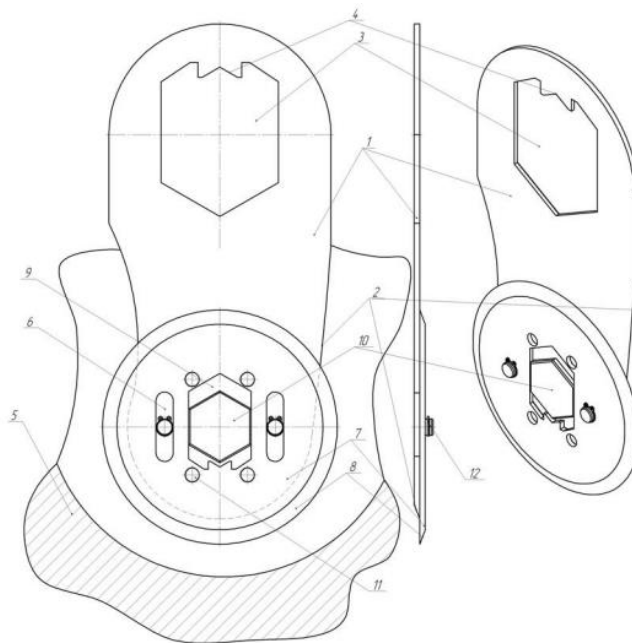


Рисунок 2.3 – Дісковий ніж кутера

Розглянемо принцип роботи ножа кутера. У чашу (№5) завантажується сировина, яка перед завантаженням подрібнюється з використанням дзиги. Кутерний ніж з за допомогою системи (№4) для регулювання зазору між ножем і чашею встановлюється в необхідне положення. Потім кутер переводиться в режим роботи. М'ясо потрапляє в зазор між ножем кутера і чашею, внаслідок чого відбувається його подрібнення. Якщо дисковий ніж (№7) затупився, його розгортають на 1/6 частину, оскільки виступ виконаний у вигляді шестигранника. Розгорнути дисковий ніж можна ще 6 разів. Потім ніж заточують, регулюючи зазор між ним і чашею. Зазор між ножем кутера і чашею регулюється за допомогою переміщення виступу (№10) вздовж радіусу пластини (№1). Фіксування дискового ножа здійснюється за допомогою виступу (№10), а також гвинтів (№12) та отворів у дисковому та кутерному ножі.



Рисунок 2.4 – Ножі кутерів



Рисунок 2.5 – Типи ножів (для варених ковбас, для сухої ковбаси)

Як правило, матеріалом для ножа є сплав 65Х13. Він застосовується для виготовлення ріжучого інструменту, кухонних ножів, пилок, знімних лез, скальпелів, лез для бритв.

На фаску леза діє сила  $N$ , яка є сумою проєкцій сил на напрямок нормалі:

$$N = P_{сж} \cdot \sin\beta_1 + P_{обж} \cdot \cos\beta_1$$

Сила, що обтискає фаску, визначається як:

$$P_{обж} = \mu \cdot \frac{E}{2} \cdot \Delta l \cdot \frac{h_{сж}^2}{h}$$

де  $P_{обж}$  – сили обтискання матеріалом, що мають горизонтальний напрямок і діючі на бічні грані леза;

$P_{сж}$  – опір шару стисненню фаскою леза, спрямоване вгору

$E$  – модуль деформації, кгс/мм, коефіцієнт Пуассона  $\mu = 0,06$

$$P_{обж} = 0,06 \cdot \frac{34,3}{2} \cdot 1 \cdot \frac{1,5^2}{30 \cdot 10^{-3}} = 77,2 \text{ Н}$$

Визначимо силу стиснення матеріалу:

$$P_{сж} = \frac{1}{2} \frac{E}{h} \cdot h_{сж}^2 \cdot \Delta l \cdot \operatorname{tg}\beta_1 = \frac{1}{2} \cdot \frac{34,3}{30 \cdot 10^{-3}} \cdot 1,5^2 \cdot 1 \cdot \operatorname{tg}7^\circ 38' = 171,6 \text{ Н}$$

Отримаємо

$$N = 171,6 \cdot \sin 7^\circ 38' + 77,2 \cdot \cos 7^\circ 38' = 99,2 \text{ Н}$$

					<b>ДонНУЕТ.133.ГМБ-22м.2023.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Від нормальної сили  $N$  на фасці леза виникає сила тертя

$$T_2 = N \cdot f = 99,2 \cdot 0,47 = 46,6 \text{ Н}$$

де  $f = 0,47$  – коефіцієнт тертя маси про матеріал леза.

Аналогічна сила тертя  $T_1$  виникає на іншій межі леза від сили  $P_{\text{заг}}$ :

$$T_1 = P_{\text{обжс}} \cdot f = 77,2 \cdot 0,47 = 36,3 \text{ Н}$$

Сила  $T_1$  спрямована вертикально нагору, а  $T_2$  під кутом  $\beta$  нахилу фаски. Вертикальна проекція сили  $T_2$  дорівнює

$$T_2' = T_2 \cdot \cos\beta_1 = 46,6 \cdot \cos 7^\circ 38' = 46,2 \text{ Н}$$

Силу  $P_{\text{різ}}$  можна визначити як добуток площі кромки леза  $F_{\text{кр}}$  на руйнівну контактну напругу  $\sigma_p$ :

$$P_{\text{рез}} = \delta \cdot \Delta l \cdot \sigma_p = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,25 = 0,250 \text{ Н}$$

де  $\delta$  – товщина леза;

$\sigma_p = 0,25 \text{ Н/мм}^2$  – руйнівна контактна напруга.

У момент початку різання критична сила  $P_{\text{кр}}$ , прикладена до ножа, має подолати суму всіх сил, що діють у вертикальному напрямку, тобто.

$$P_{\text{кр}} = P_{\text{рез}} + P_{\text{сжс}} + T_1 + T_2' = 250 + 171,6 + 36,3 + 46,2 = 504,1$$

Враховуючи похиле різання та зниження сил, що діють у нормальному напрямі визначимо силу, що діє в нормальному та тангенціальному напрямку:

$$P_n = \frac{P_{\text{кр}}}{\varepsilon} = \frac{504,1}{1,75} = 288,0 \text{ Н}$$

Сила тертя внаслідок різання

$$F_{\text{тр}} = P_n \cdot \sin\tau \cdot f = 288,0 \cdot \sin 60 \cdot 0,47 = 117,2 \text{ Н}$$

Розглянемо сили, що діють на ніж  $l$ .

Сила різання розраховується за формулою

$$P = P_n + P_{\text{тр}} + N$$

					<b>ДонНУЕТ.133.ГМБ-22м.2023.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Сила різання визначаємо за такою формулою:

$$P_{n1} = P_n l_1 = 288 \cdot 71 \cdot 10^{-3} = 20,4 \text{ Н}$$

Сила тертя, що діє на ніж:

$$P_{тр1} = P_{тр} \cdot l_1 = 117,2 \cdot 71 \cdot 10^{-3} = 8,3 \text{ Н}$$

Сила  $N$ , що діє на ніж:

$$N_1 = N \cdot l_1 \cdot \cos \beta_1 - P_{обж} \cdot l_1$$
$$N_1 = 99,2 \cdot l_1 \cdot \cos 7^\circ 38' - 77,2 \cdot 71 \cdot 10^{-3} = 1,5 \text{ Н}$$

Спроекуємо силу різання на осі  $x$  та  $y$ .

Позначимо ріжучі кромки ножа  $l$ , а і  $b$ .

$$P_{ax} = P_{n1} + P_{тр} \cdot \sin \tau = 20,4 + 8,3 \cdot \sin 60 = 27,6 \text{ Н}$$

$$P_{ay} = -P_{тр1} \cdot \cos \tau = -8,3 \cdot \cos 60^\circ = -4,2 \text{ Н}$$

$$P_{bx} = P_{n1} + P_{тр1} \cdot \sin \tau = -20,4 - 8,3 \cdot \sin 60 = -27,6 \text{ Н}$$

$$P_{by} = P_{тр1} \cdot \cos \tau = 8,3 \cdot \cos 60^\circ = 4,2 \text{ Н}$$

тоді сила різання

$$P_1 = \sqrt{P_x^2 + P_y^2 + N_1^2} = \sqrt{27,6^2 + 4,2^2 + 1,5^2} = 27,95 \text{ Н}$$

Сили, що діють ніж 2.

Сила різання визначаємо за такою формулою:

$$P_{n2} = P_n l_2 = 288 \cdot 38 \cdot 10^{-3} = 10,9 \text{ Н}$$

Сила тертя, що діє на ніж:

$$P_{тр2} = P_{тр} \cdot l_2 = 117,2 \cdot 38 \cdot 10^{-3} = 4,5 \text{ Н}$$

Сила  $N$ , що діє на ніж

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-22м.2023.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24



$$N_2 = N \cdot l_2 \cdot \cos \beta_1 - P_{обж} \cdot l_2$$

$$N_2 = 99,2 \cdot 38 \cdot 10^{-3} \cdot \cos 7^\circ 38' - 77,2 \cdot 38 \cdot 10^{-3} = 0,8 \text{ Н}$$

Схему розташування сил зображено на рис. 2.6, рис. 2.7.

Спроекуємо силу різання на осі  $x$  та  $y$ .

Позначимо ріжучі кромки ножа  $c$  і  $d$

$$P_{cy} = P_{n2} + P_{tp2} \cdot \sin \tau = -10,9 - 4,5 \cdot \sin 60 = -14,8 \text{ Н}$$

$$P_{cx} = P_{tp2} \cdot \cos \tau = -4,5 \cdot \cos 60^\circ = -2,3 \text{ Н}$$

$$P_{dy} = P_{n2} + P_{tp2} \cdot \sin \tau = 13,7 + 5,6 \cdot \sin 60 = 14,8 \text{ Н}$$

$$P_{dx} = P_{tp2} \cdot \cos \tau = 5,6 \cdot \cos 60^\circ = 2,3 \text{ Н}$$

тоді сила різання

$$P_2 = \sqrt{P_x^2 + P_y^2 + N_2^2} = \sqrt{2,3^2 + 14,8^2 + 0,8^2} = 15,0 \text{ Н}$$

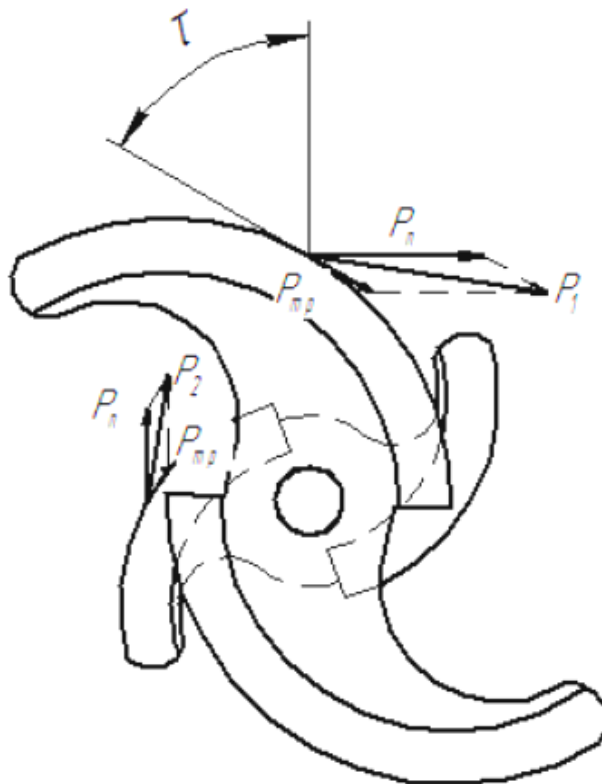


Рисунок 2.6 – Сили, що діють на ніж

					<b>ДонНУЕТ.133.ГМБ-22м.2023.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

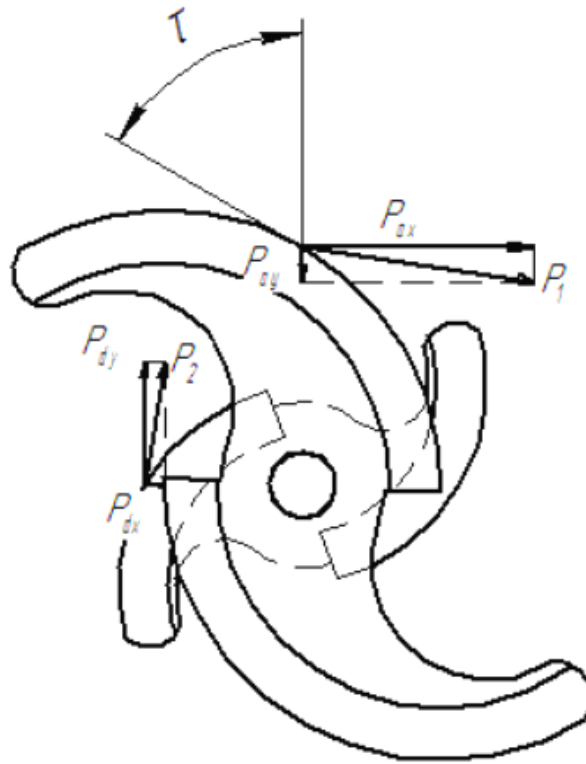


Рисунок 2.7 – Проекція сил, що діють на ножі, на осі x та y

Запропоновано робочий орган машини для тонкого подрібнення м'яса (кутер) зробити у вигляді серпоподібного лезового інструмента, що складається з двох ножів, розташованих зі зміщення 90° один щодо одного і що знаходяться на відстань 10 мм один від одного. Запропонована конструкція дозволить збільшити дисперсність одержуваного готового продукту та безвідходну переробку.

Лезо є пластиною з перетином у вигляді прямокутника. На ніж діють рівномірне розподілене навантаження  $N$  і  $P_{кр} \cos 60^\circ$  двох взаємно перпендикулярних площин.

$$N = 21,1 \text{ Н}$$

$$P = P_{кр} \cdot \cos 60^\circ = 50401 \cdot \cos 60^\circ = 252,1 \text{ Н}$$

Схема сил діючих на ніж та епюри згинальних моментів представлені рис. 2.8.

Умова міцності у небезпечному перерізі

$$\sigma_{\text{екв}} = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq [\sigma]$$

Осьові моменти інерції для цього перерізу

$$W_x = \frac{\delta^2 \cdot b}{6} = \frac{1^2 \cdot 20,5}{6} = 3,42 \text{ м}^3$$

$$W_y = \frac{b^2 \cdot \delta}{6} = \frac{20,5^2 \cdot 1}{6} = 70,0 \text{ м}^3$$

Для сплаву 65Х13  $[\sigma] = 670 \text{ Н/мм}$

$$\sigma_{\text{екв}} = \frac{53}{3,42} + \frac{635}{70} = 24,6 \leq 670 \text{ Н/мм}$$

Умова міцності виконується.

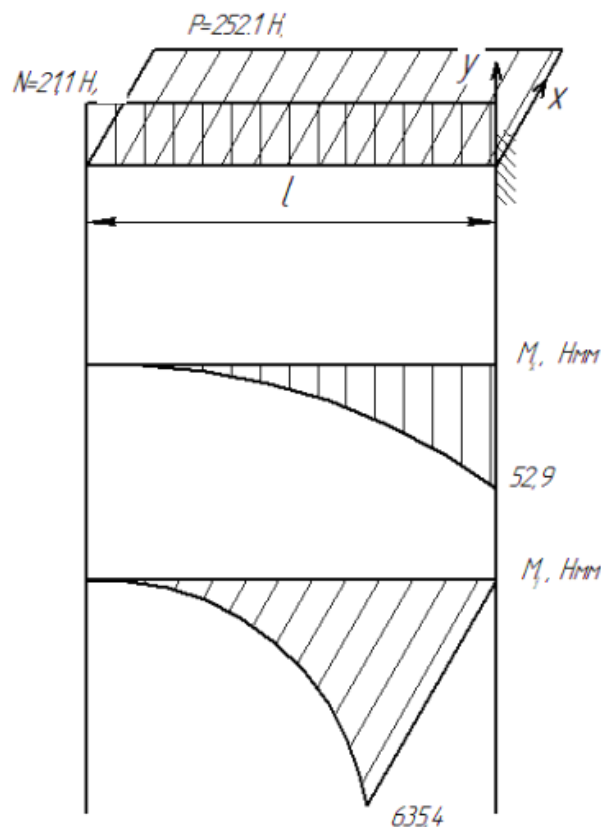


Рисунок 2.8 – Епюри згинальних моментів ножа

## 2.2 Оптимізації показників шприцювання ковбасних виробів

Задля оптимізації показників шприцювання використовувався роторний вакуумний шприц Duker REX RVF 760, що дало можливість моделювати процес шприцювання ковбасного фаршу та керувати вхідними параметрами, контролюючими вихідними параметрами.

Продуктивність ротаційних шприців визначають виходячи з обсягу займаного фаршу у вільному просторі між ротором, який обертається і корпусом, а також швидкістю обертання ротора. Якщо нехтувати товщиною лопатей ротора, то продуктивність ротаційно-лопатєвого шприца буде дорівнює:

					ДонНУЕТ.133.ГМБ-22м.2023.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

$$Q = 60\alpha \frac{\pi(D^2 - D_1^2)}{4} L n \rho$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт подачі фаршу в шприц ( $\alpha = 0,5-0,8$ )

$D$  – внутрішній діаметр корпусу шприца, м;

$D_1$  – зовнішній діаметр ротора, м;

$L$  – ширина (довжина) ротора, м;

$n$  – число обертів ротора за хвилину;

$\rho$  – густина продукту, кг/м<sup>3</sup>.

Для визначення продуктивності ексцентриково-лопатевого шприца

$$M_0 = 60\varphi\varphi_0\varepsilon(\pi D + \pi d - 2\tilde{n}z)bn$$

де  $M_0$  – максимальна можлива об'ємна продуктивність, м<sup>3</sup>/година;

$\varphi$  – коефіцієнт подачі;

$\varphi_0$  – коефіцієнт зменшення об'єму за рахунок стиснення фаршу під тиском нагнітання;

$\varepsilon$  – величина ексцентриситету установки барабана, м;

$D$  – діаметр виточення в корпусі, м;

$d$  – діаметр барабана, м;

$c$  – товщина лопаті, м;

$z$  – число лопатей;

$b$  – ширина лопаті, м;

$n$  – кількість обертів барабана за хвилину.

При застосуванні вакуумної системи у роторних шприцах виключається утворення пустот у фарші.

Роторний вакуумний шприц Duker REX RVF 760 представлено на рис. 2.9, технічні характеристики табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Технічна характеристика вакуумного шприца  
Duker REX RVF 760

Продуктивність наповнення, кг/год	4000
Швидкість порціонування, хв	450, 650
Номінальна потужність електродвигунів, кВт	9,1
Розмір бункера, л	250, 350
Габаритні розміри, мм, не більше:	
– довжина	1215
– ширина	1215
– висота	1955 – 2015
Тиск наповнення, бар	45, 70
Маса, кг	1400кг
Мінімальна температура фаршу, °С	–4

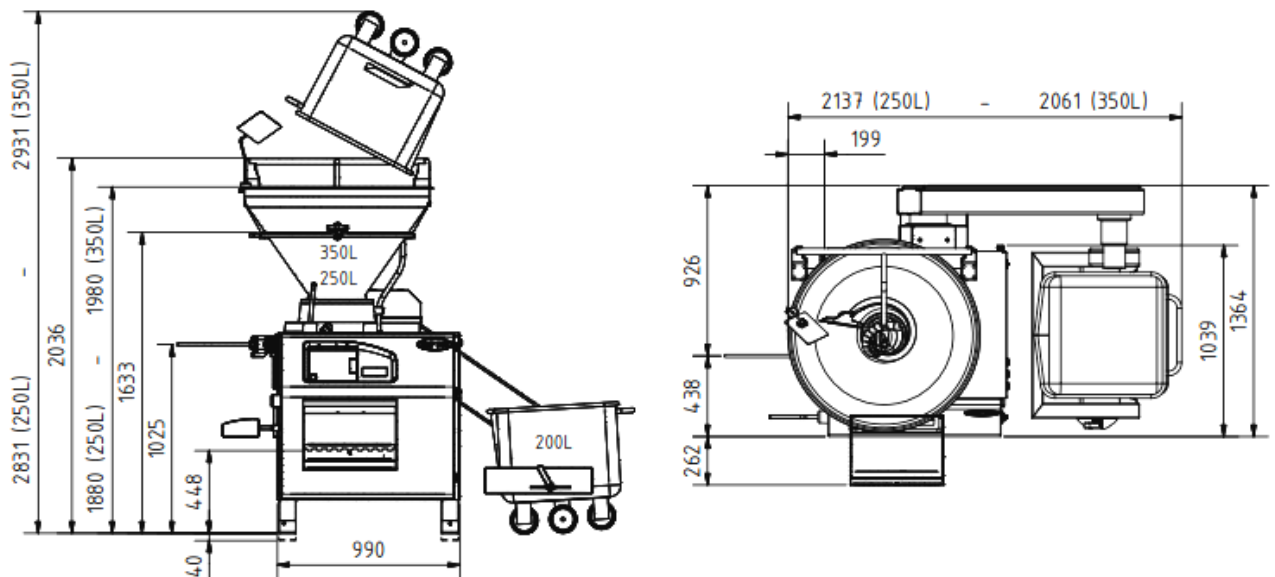


Рисунок 2.9 – Шприц Duker REX RVF 760

Шприц Duker REX RVF 760 складається з бункера; транспортної вагонетки; підйомного перевертального пристрою; сенсорного дисплея; набивної цевки. Для нього характерна:

- висока ефективність потужності;
- точність порціонування;
- простота переходу на інший асортимент;
- різноманіття можливостей роботи з різними типами кліпсаторів та інших приставок;
- високий стандарт у галузі гігієни та простота чищення.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Роторні механізми подачі гарантують точність порціонування при максимальній тривалості роботи. При цьому наповнювана сировина подається в щадному режимі, тобто, без передавлювання, перетиску або розриву волокон. Батон на зрізі має рівний малюнок, а включення залишків повітря мінімальні. механізми, що подають ротора оснащуються набором з 14, 12 або 8 шиберів, при цьому набори з 14 і 12 шиберів – комбінації із пластинами-заглушками.

Завдяки підйомно-перекидному пристрою воронка шприців серії RVF 700 (250 або 350 літрів) завантажується швидко та без втрат. Збільшений розмір опори на серії RVF 760 дозволяє встановити привід приставки-дзиги.

До складових компонентів шприца Duker REX RVF 760 входить [1, 6, 9, 15]: тримач оболонок 320/400, шиберний барабан, нерухомий тримач оболонок, дзига-насадка, цівка для прямого набивання, відкидна воронка на 250 або 350 літрів.



тримач оболонок 320/400



шиберний барабан



нерухомий тримач оболонок



дзига-насадка

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



цівка для прямого набивання



відкидна воронка на 250 або 350 літрів

Вбудований сенсорний екран REX використовується на шприцах всіх типів і забезпечує просте управління. Усі встановлені параметри постійно відстежуються і можуть бути змінені в будь-який момент, що сприяє максимальному ККД [1, 7, 9, 10]. Система звертає увагу оператора на необхідність дотримання інтервалів техобслуговування, а наявні інтерфейси (для зв'язку за модемом або Ethernet) уможливають пряму комунікацію блоку управління шприца, внутрішньої системи контролю стосів на виробництві та дистанційну діагностику зовнішніх сервісних служб. Додаткова захисна кришка, яка входить до стандартного оснащення шприців, що забезпечує оптимальний захист панелі керування.



Рисунок 2.10 – Складові компоненти Шприц Duker REX RVF 760

Одним з основних завдань є встановлення закономірностей між вхідними параметрами  $x_i$  і виходять  $y_i$  параметрами оптимізації для подальшого використання в управлінні досліджуваними процесами, рис. 2.11.

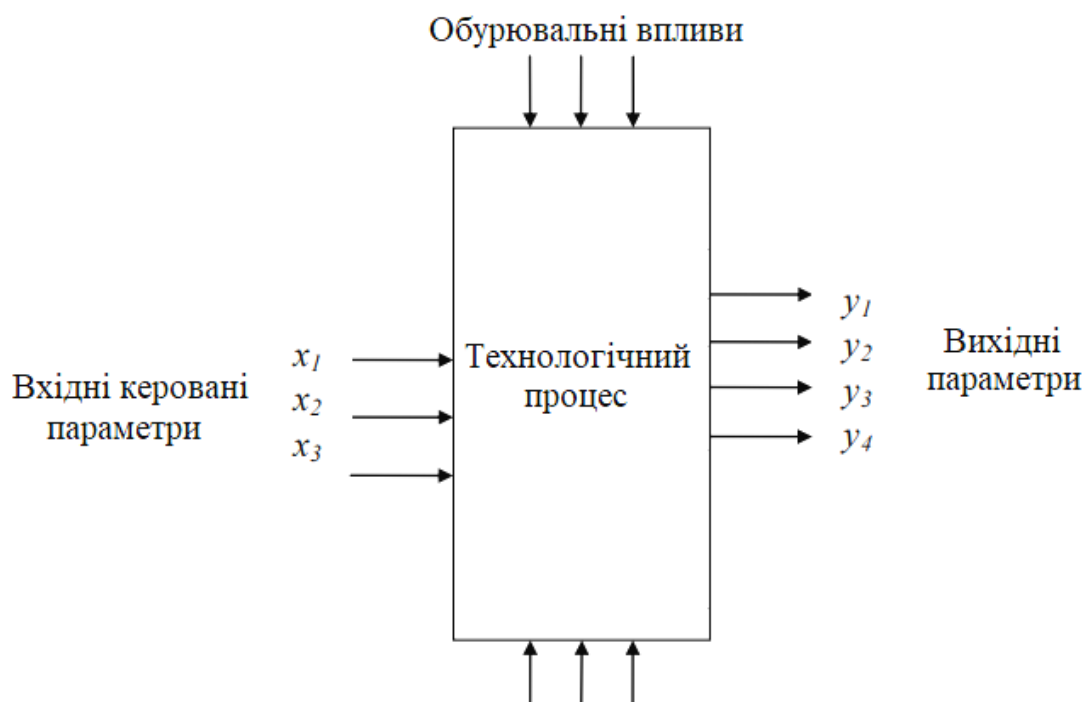


Рисунок 2.11 – Параметрична схема процесу шприцювання фаршу

Критеріями оптимальності технологічного процесу  $y_i$  є характеристики ковбасного фаршу, а саме:

- $y_1$  – в'язкість фаршу;
- $y_2$  – об'ємна деформація;
- $y_3$  – вологість;
- $y_4$  – вихід готової продукції до сировини тощо.

Чинниками – аргументами  $x_i$ , які впливають на вихідні параметри оптимізації  $y_i$  служать, параметри технологічного процесу шприцювання:

- $x_1$  – тиск шприцювання (МПа);
- $x_2$  – тиск вакуумування (МПа);
- $x_3$  – температура фаршу (К).



## РОЗДІЛ 3 АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 3.1 Моделювання якісних характеристик сировини у процесі шприцювання

**Температура фаршу.** У процесі шприцювання фарш нагрівається від +0,2 до +0,6°C залежно від низки факторів (початкової температури фаршу, тиску шприцювання та тиску вакуумування). Діапазон температури було обрано експериментально. Результати отриманих досліджень показали, що при зміні різниці температури в три Кельвіна у фарші спостерігаються хоч і не значні, але зміни в структурно-механічних характеристиках, технологічних показниках, фізико-хімічних показниках. Такий діапазон дає можливість більш точно підібрати необхідну температуру фаршу.

На рис. 3.1 наведено залежності характеристик ковбасного фаршу (ефективна в'язкість, об'ємна деформації) від температури.

На основі отриманих даних, можна констатувати, що ефективна в'язкість і гранична напруга зсуву фаршу мають максимальне значення в такому інтервалі температур – від 276 до 285 К. Об'ємна деформація фаршу збільшується при підвищенні температури [6, 9].

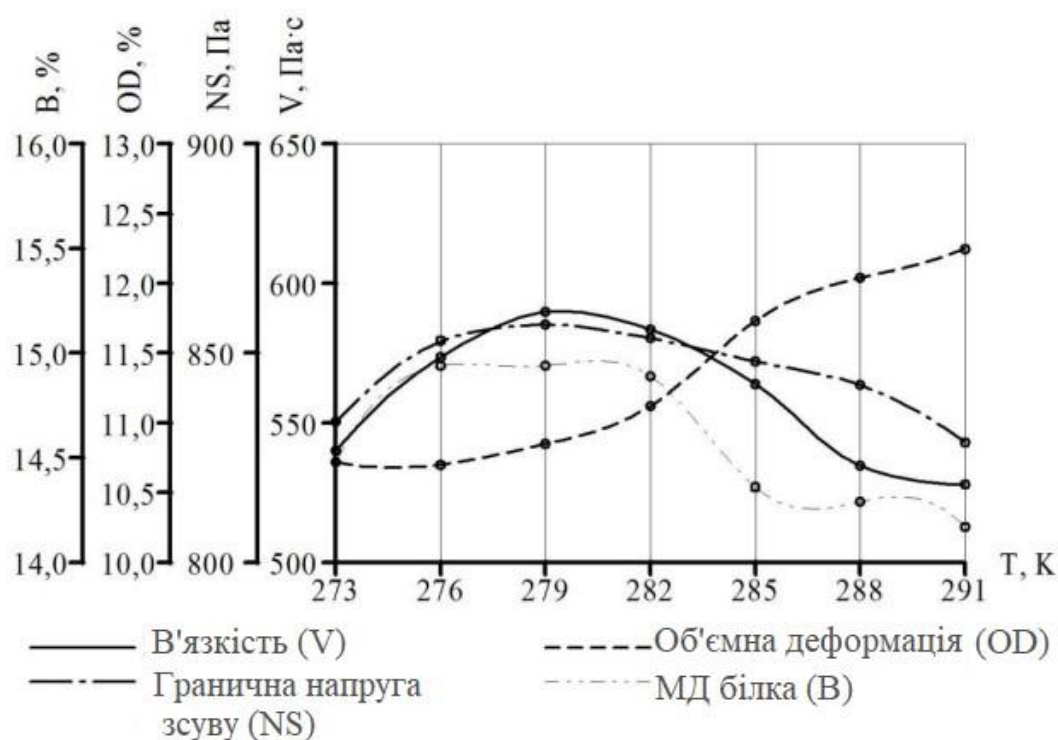


Рисунок 3.1 – Графіки залежності в'язкості, деформації фаршу від температури

<b>ДонНУЕТ.133.ГМБ-22м.2023.ПЗ</b>				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Шкільна		
Перевір.		Цвіркун		
Н. Контр.		Омельченко		
Затверд.		Хорольський		
<b>Удосконалення обладнання для виготовлення ковбасних виробів</b>				
		Літ.	Арк.	Аркушів
			5	50
<b>ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО</b>				

Масова частка білка із середнім рівнем, достовірності 0,74 має максимальні значення в інтервалі 276 ... 282 К.

На рис. 3.2 наведено залежності МД вологи продукту та вихід готової продукції до маси сировини від температури фаршу. Масова частка вологи набуває мінімального значення, в інтервалі 279 ... 282 К.

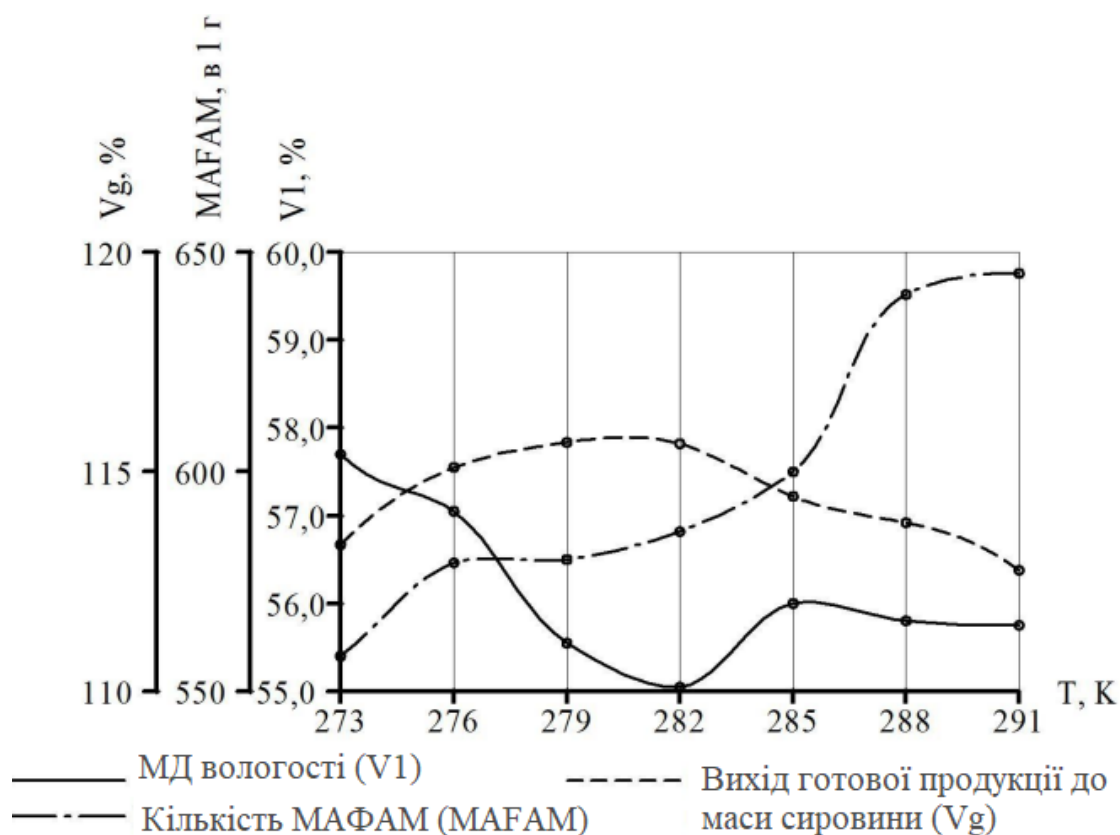


Рисунок 3.2 – Графіки залежності МД вологи від температури фаршу

**Тиск шприцювання.** Тиск подачі фаршу в шприц було вибрано згідно з технічними вимогами шприца. На рис. 3.3 наведено залежності характеристик ковбасного фаршу (ефективна в'язкість, об'ємна деформації) від тиску подачі продукту в шприц. Максимальне значення ефективна в'язкість набуває в інтервалі від 1,50 МПа до 2,25 МПа, а потім спостерігається різкий спад [6, 9, 10]. Гранична напруга зсуву фаршу має максимальне значення у великому інтервалі тиску від 0,75 МПа до 4,25 МПа. У об'ємної деформації спостерігається різкий спад при тиск подачі 1,50 МПа, а потім зі збільшенням тиску до 3,00 МПа різко зростає, за подальшого збільшення тиску відбувається поступовий спад.

Масова частка білка (МД) набуває максимального значення практично при початкових параметрах тиску від 0,75 ... 2,25 МПа. Далі зі збільшенням тиску відбувається хвилеподібні зміни.

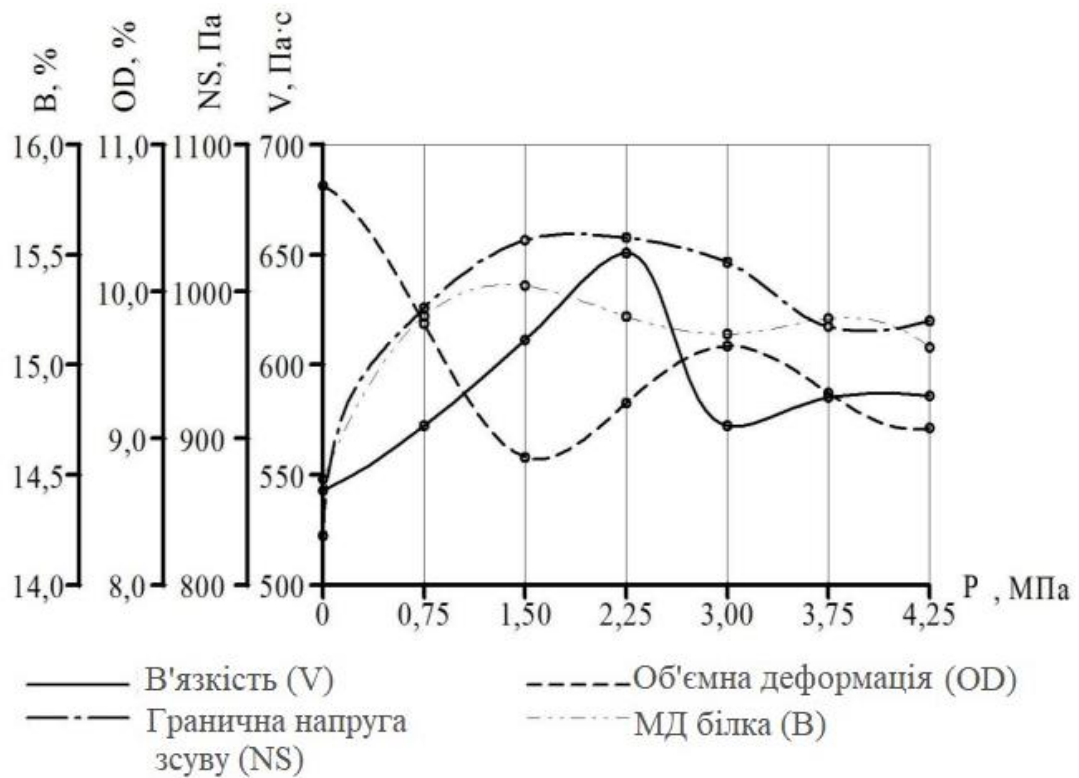


Рисунок 3.3 – Графіки залежності в'язкості, деформації фаршу від тиску подачі продукту ( $P$ ) у шприц

На рис. 3.4 наведено залежності МД вологи сировини від тиску подачі продукту ( $P$ ).

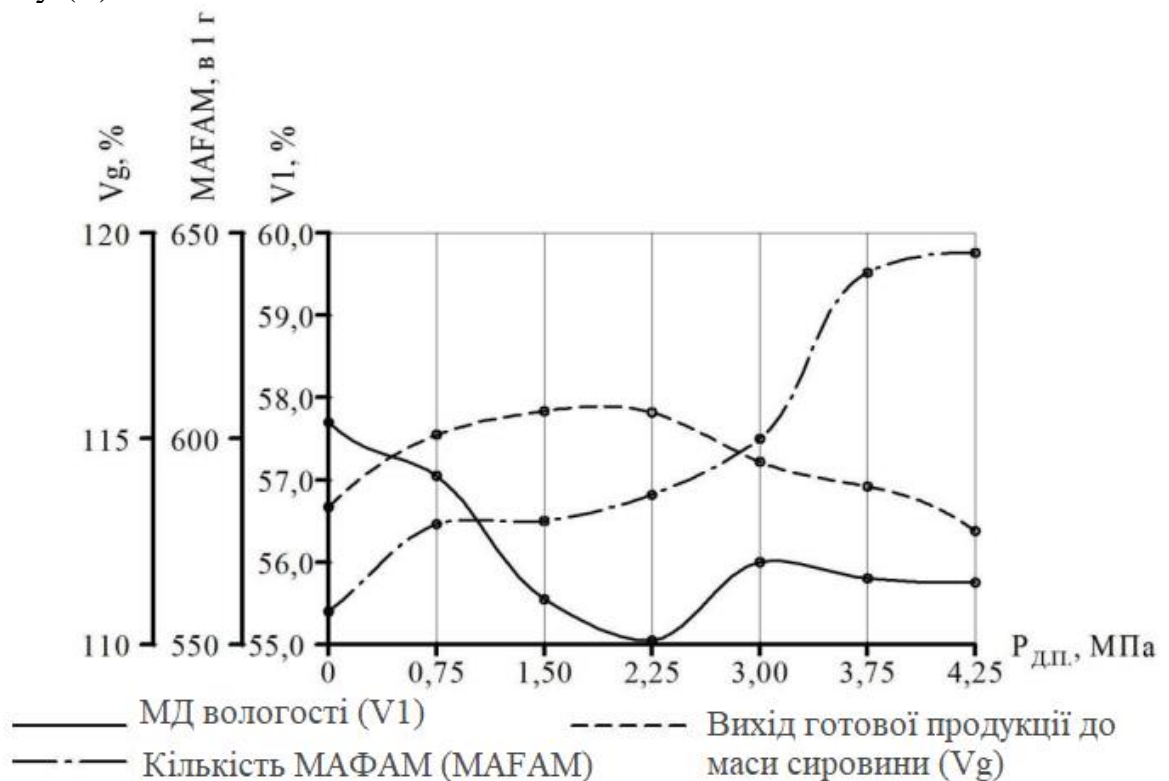


Рисунок 3.4 – Графіки залежності МД вологи від тиску подачі продукту ( $P$ ) у шприц

Масова частка вологи (МД) при зниженому тиску 0,75 МПа досягає максимального значення, а при тиску подачі від 1,50 МПа до 2,25 МПа починає знижуватися, а потім стрибкоподібно підвищуватися або знижуватися. Кількість МАФАНМ фаршу збільшується з підвищенням тиску подачі. Вихід готової продукції максимальний у діапазоні 0,75 ...3,00 МПа [6, 9, 10, 15].

Узагальнюючи отримані результати для вимірних характеристик, слід констатувати, що найбільш прийнятні їх значення відповідають діапазону тиску, з яким продукт надходить на шприцювання, із середнім максимальним значенням 2,252 МПа та середнім мінімальним значенням 0,454 МПа.

**Тиск вакуумування.** На рис. 3.5 наведено залежності характеристик ковбасного фаршу (ефективна в'язкість, об'ємна деформація) та МД білка від тиску вакуумування.

Структурно-механічні характеристики ефективна в'язкість і об'ємна деформація досягають свого максимального діапазону при тиску вакуумування від -0,32 МПа до -0,80 МПа, а ефективна в'язкість при збільшенні тиску зменшується [5, 9]. Гранична напруга зсуву починає зростати зі збільшенням залишкового тиску від -0,32 МПа і свого максимального значення досягає при тиску вакуумування -0,80 МПа. Масова частка білка при збільшенні вакууму порівняно з ефективною в'язкістю практично тримається одному рівні.

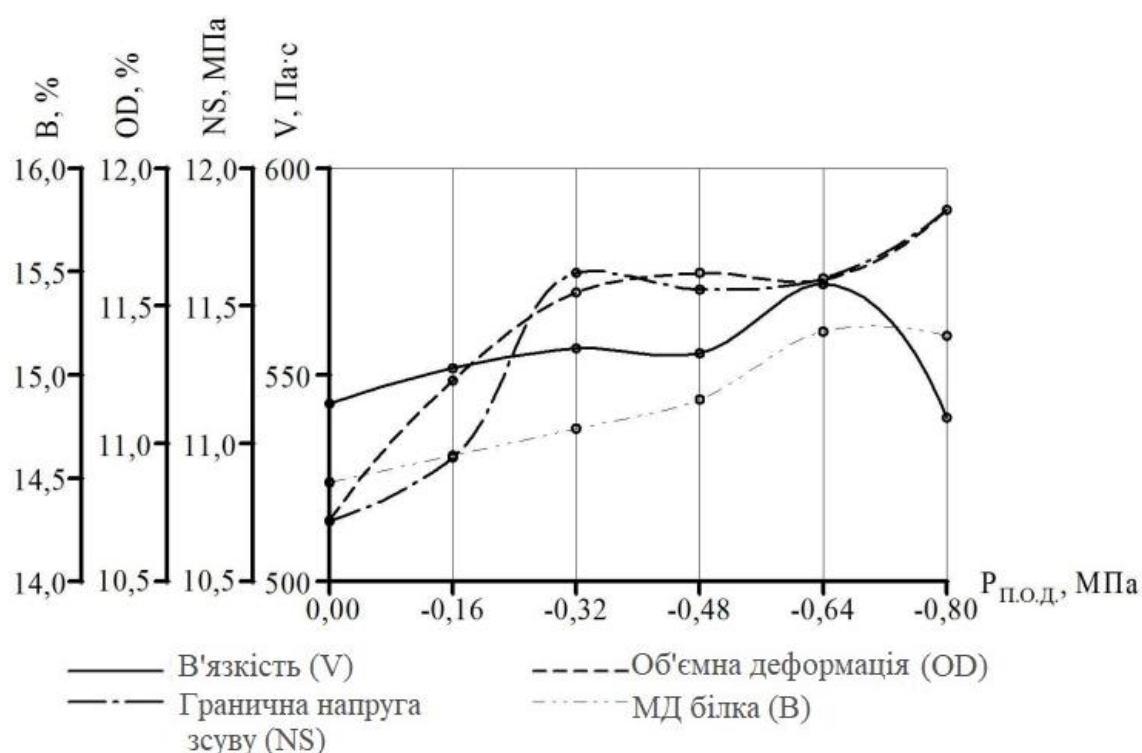


Рисунок 3.5 – Графіки залежності в'язкості, деформації фаршу від тиску вакуумування

На рис. 3.6 наведено залежності МД вологи продукту та вихід готової продукції до маси сировини від тиску вакуумування (Р). За отриманими графіками залежності можна дійти висновку, що підвищення тиску вакуумування позитивно впливає всі три показника, тобто МД вологи зменшується, а вихід готової продукції збільшується.

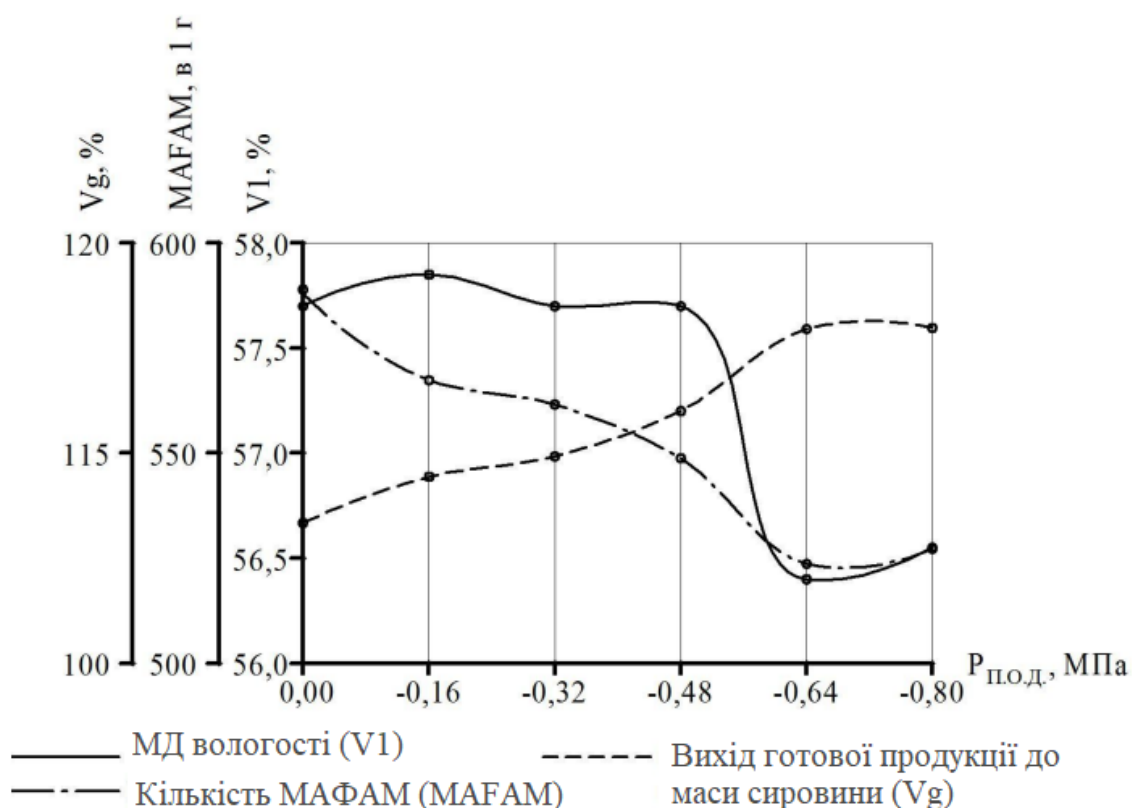


Рисунок 3.6 – Графіки залежності МД вологи від тиску вакуумування

## ВИСНОВКИ

Магістерська робота присвячена удосконаленню обладнання для виготовлення ковбасних виробів. У роботі зазначено, що основа виробничого циклу м'ясопереробних підприємств – ковбасне виробництво. Ефективність ковбасного виробництва визначається, перш за все, рівнем оснащення допоміжних процесів засобами механізації та технологічним обладнанням, їх надійністю, технічним рівнем, а також питомими економічними та технічними показниками. Існуюче різноманітність технічних операцій процесу виготовлення ковбасних виробів на сучасних м'ясопереробних підприємствах зумовлює актуальність застосування широкої номенклатури потоково-механізованих ліній, агрегатів, пристроїв та технічних машин.

У першому розділі здійснено аналіз обладнання для виготовлення ковбасних виробів. Розглянуто технологічний процес виготовлення ковбасних виробів. Зазначено, що у м'ясопереробній промисловості до фаршу відносяться напівфабрикати м'ясні, виготовлені із яловичого, свинячого або баранячого м'яса зі спеціями, прянощами та іншими компонентами. Фарш використовують: як готові вироби (охолоджені напівфабрикати), призначені для реалізації у торговельній мережі та в ресторанному господарстві повинні відповідати: органолептичним, фізико-хімічним, мікробіологічним показниками та показникам безпеки та як напівфабрикати у виробництві ковбасних виробів в оболонці або без неї, піддають термічній обробці після чого вони готові до споживання. Одним із процесів, що гарантують отримання високоякісної продукції, є процес формування ковбасних виробів.

Акцентовано увагу, що одним із головний процесів у виготовленні ковбасних виробів є шприцювання, а саме процес примусового наповнення оболонок що здійснюється шляхом витиснення фаршу із шприца через цівки, або його дозатори з подальшим запечатуванням у певну форму. Процес шприцювання характеризується величиною тиску, що залежить від виду оболонки, типу виробу його складу, фізико-механічних та реологічних властивостей (в'язкості, пластичності).

Другий розділ присвячено удосконалення конструктивних параметрів обладнання для виробництва ковбасних виробів. Зазначено, що при виробництві ковбасних виробів основним технологічним процесом в одержанні готового продукту є подрібнення м'яса. Для подрібнення застосовують машини різного типу. Сучасні цехи з виробництва ковбасних виробів оснащені машинами для тонкого подрібнення, а саме кутерами. Запропоновано робочий орган машини для тонкого подрібнення м'яса конструювати у вигляді серпоподібного лезового інструмента, що складається з двох ножів, розташованих зі зміщення 90° один щодо одного і що знаходяться на відстань 10 мм один від одного.

					<b>ДонНУЕТ.133.ГМБ-22м.2023.ПЗ</b>		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Шкільна				Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Цвіркун						
Н. Контр.	Омельченко				<b>ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО</b>		
Затверд.	Хорольський						

Запропонована конструкція дозволить збільшити однорідність одержуваного готового продукту та безвідходну переробку.

Задля оптимізації показників шприцювання використовувався роторний вакуумний шприц Duker REX RVF 760, що дало можливість моделювати процес шприцювання ковбасного фаршу та керувати вхідними параметрами, контролюючими вихідними параметрами. Для нього характерна: висока ефективність потужності, точність порціонування, простота переходу на інший асортимент, різноманіття можливостей роботи з різними типами кліпсаторів та інших приставок, високий стандарт у галузі гігієни та простота чищення.

Роторні механізми подачі гарантують точність порціонування при максимальній тривалості роботи. При цьому наповнювана сировина подається в щадному режимі, тобто, без передавлювання, перетиску або розриву волокон. Батон на зрізі має рівний малюнок, а включення залишків повітря мінімальні. механізми, що подають ротора оснащуються набором з 14, 12 або 8 шиберів, при цьому набори з 14 і 12 шиберів – комбінації із пластинами-заглушками.

Завдяки підйомно-перекидному пристрою воронка шприців серії RVF 700 (250 або 350 літрів) завантажується швидко та без втрат. Збільшений розмір опори на серії RVF 760 дозволяє встановити привід приставки-дзиги.

До складових компонентів шприца Duker REX RVF 760 входить: тримач оболонок 320/400, шиберний барабан, нерухомий тримач оболонок, дзига-насадка, цівка для прямого набивання, відкидна воронка на 250 або 350 літрів.

Вбудований сенсорний екран REX використовується на шприцах всіх типів і забезпечує просте управління. Усі встановлені параметри постійно відстежуються і можуть бути змінені в будь-якій момент, що сприяє максимальному ККД. Система звертає увагу оператора на необхідність дотримання інтервалів техобслуговування, а наявні інтерфейси уможливають пряму комунікацію блоку управління шприца, внутрішньої системи контролю стосів на виробництві та дистанційну діагностику зовнішніх сервісних служб. Додаткова захисна кришка, яка входить до стандартного оснащення шприців, що забезпечує оптимальний захист панелі керування.

Запропоновано параметричну схему процесу шприцювання фаршу. Критеріями оптимальності технологічного процесу є характеристики ковбасного фаршу, а саме: в'язкість фаршу, об'ємна деформація, вологість, вихід готової продукції до сировини тощо. Чинниками, які впливають на вихідні параметри оптимізації є параметри технологічного процесу шприцювання, а саме: тиск шприцювання, тиск вакуумування, температура фаршу. Здійснено моделювання якісних характеристик сировини у процесі шприцювання.

					<b>ДонНУЕТ.133.ГМБ-22м.2023.ПЗ</b>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

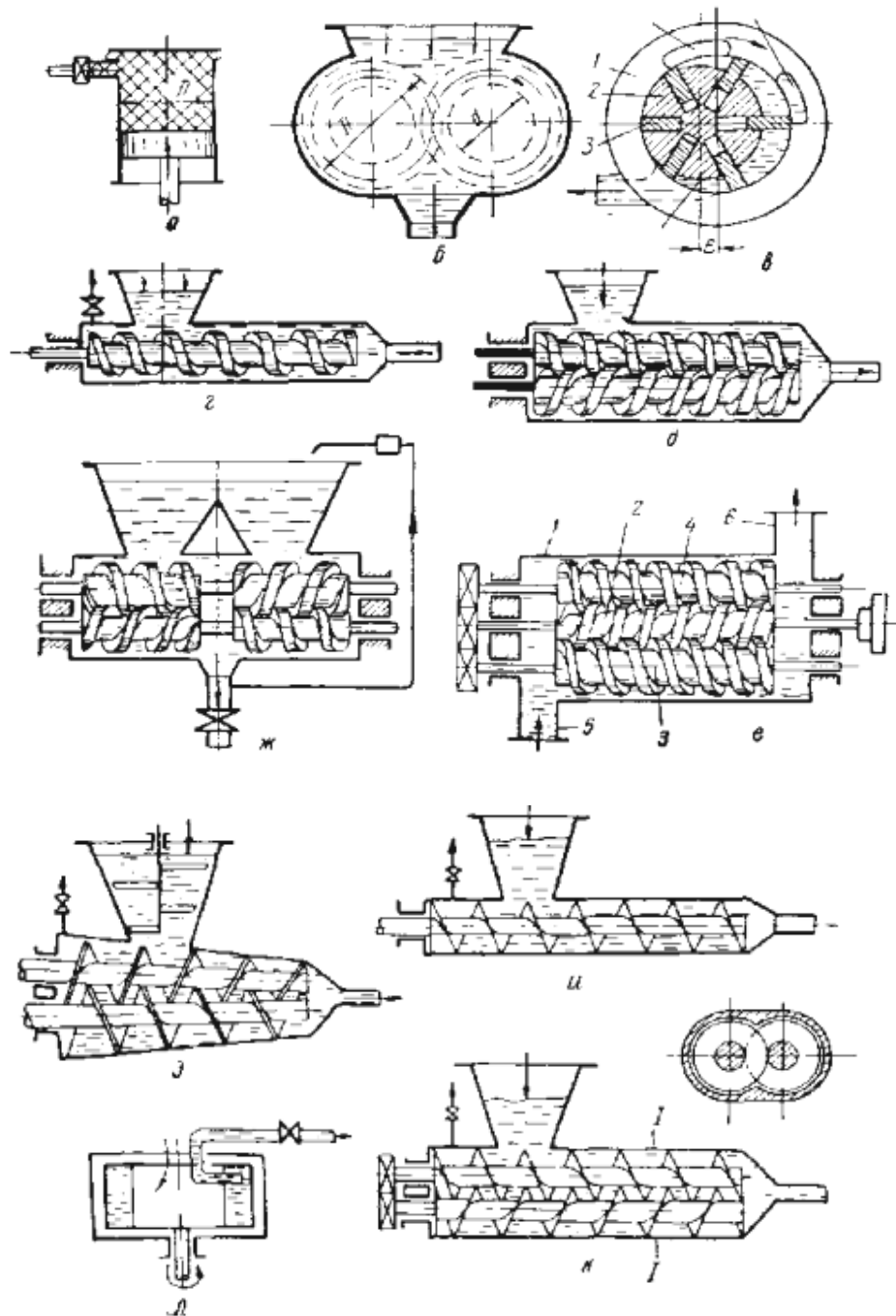
## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. RVF 760 – Vacuum filler. URL: <https://www.rex-technologie.com/en/products/details/rvf760>.
2. Essien E. Sausage manufacture. Principles and practice. Effiong Essien. Cambridge. Woodhead Publishing & Boca Raton, CRC Press, 2003. 93 p.
3. Plewa M., Ristau R.K. Continual vacuumized filling/stuffing equipment. Fleischerei. 1984. №35(12). P. 7-8.
4. Віннікова Л.Г. Практика переробки м'яса. Ізмаїл : СМІЛ, 2012. 172 с.
5. Доцяк В.С. Технологія виробництва м'ясних напівфабрикатів. Львів: Оріяна-Нова, 2010. 476 с.
6. Клименко М.М., Віннікова Л.Г. Технологія м'яса та м'ясних продуктів. К.: Вища освіта, 2006. 682 с.
7. Nollet Leo M.L. Advanced technologies for meat processing. Boca Raton; London; New York, Taylor & Francis Group, 2006. 483 p.
8. Nollet Leo M.L. Handbook of meat, poultry and seafood quality. Ames; Oxford; Carlton, Blackwell Publishing, 2007. 719 p.
9. Саєнко Н.П., Волошенко Т.Д. Устаткування підприємств громадського харчування. К.: ТОВ «ЛДЛ», 2005. 320 с.
10. Бублик Г.А. Механічне устаткування. К.: КДТЕУ, 2001. 140 с.
11. Brune P., Cremer I., Dorrenboom I.I., Witte H.M. Automatische Kohlensaureme Dosieranlage Brauwelt, Ig.114(1974). № 67. P.1430-1431.
12. Гвоздев О.В. Технологія і механізація виробництва м'яса і м'ясопродуктів. Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2012. 532 с.
13. Сухенко В.Ю. Моделювання технологічних процесів обладнання переробних підприємств АПК: Монографія. К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2017. 520 с.
14. Хомик Н.І., Довбуш А.Д., Олексюк В.П. Машини та обладнання для тваринництва. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021. 246 с.
15. Довбуш А.Д. Прикладна механіка і основи конструювання: навчально-методичний посібник до розрахунково-графічної роботи. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2015. 116 с.

					<b>ДонНУЕТ.133.ГМБ-22м.2023.ПЗ</b>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Шкільна</i>				<b>Удосконалення обладнання для виготовлення ковбасних виробів</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Цвіркун</i>						1	50
<i>Н. Контр.</i>	<i>Омельченко</i>				<b>ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО</b>			
<i>Затверд.</i>	<i>Хорольський</i>							

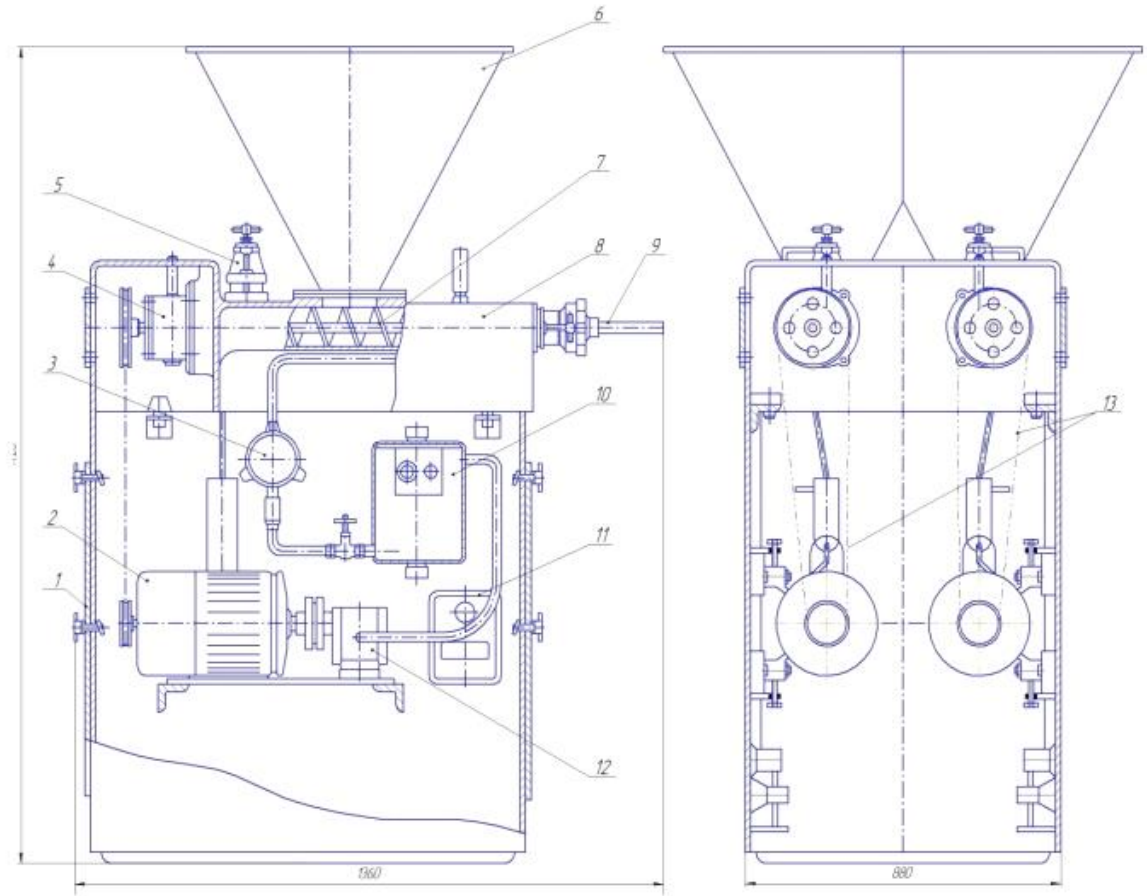


**Додаток А**  
Кінематичні схеми витиснювачів шприців



<b>ДонНУЕТ.133.ГМБ-22м.2023.ПЗ</b>				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.	Шкільна			
Перевір.	Цвіркун			
Н. Контр.	Омельченко			
Затверд.	Хорольський			
<b>Кінематичні схеми витиснювачів шприців</b>			Літ.	Арк.
				1
			<b>ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО</b>	
			Аркушів	50

**Додаток Б**  
**Схема вакуумного шприца безперервної дії**



- 1 – станина;
- 2 – електродвигун;
- 3 – відстійник;
- 4 – редуктор;
- 5 – вакуумна головка;
- 6 – бункер;
- 7 – шнек;
- 8 – головка робочих циліндрів;
- 9 – цівка;
- 10 – масляний бак;
- 11 – магнітний пускач;
- 12 – масляний насос;
- 13 – ланцюгова передача.

					<b>ДонНУЕТ.133.ГМБ-22м.2023.ПЗ</b>		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Шкільна			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Цвіркун				1	50
Н. Контр.		Омельченко			<b>ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО</b>		
Затверд.		Хорольський					

**Схема вакуумного шприца  
абезперервної дії**

**Додаток В**  
**Технічні характеристики вакуумного кутера СМ Т2М-R120**

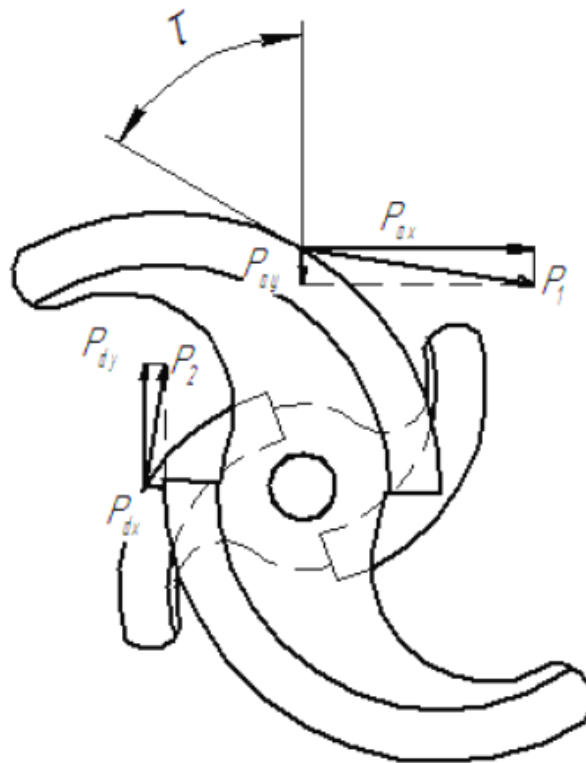
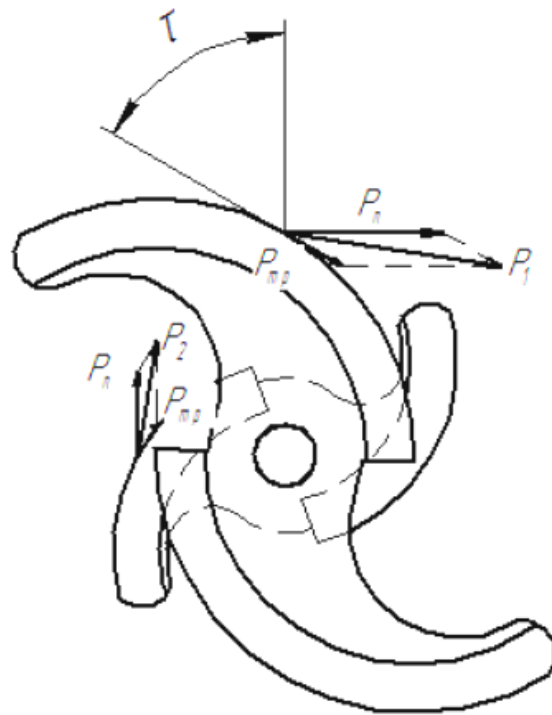


Ємність чаші, л	125
Швидкість обертів ножа, об/хв	2150/4300 (4800)
Швидкість обертів чаші, об/хв	10/20 (7 – 22)
Потужність головного двигуна, кВт	28/35 (37)
Потужність двигуна чаші, кВт	1,5
Габаритні розміри, мм	2570*1775*1800
вага, кг	2200



					<b>ДонНУЕТ.133.ГМБ-22м.2023.ПЗ</b>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Шкільна</i>				<b>Технічні характеристики вакуумного кутера СМ Т2М- R120</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Цвіркун</i>						1	50
<i>Н. Контр.</i>	<i>Омельченко</i>				<b>ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО</b>			
<i>Затверд.</i>	<i>Хорольський</i>							

**Додаток Г**  
**Схема серпоподібного лезового інструмента**



					<b>ДонНУЕТ.133.ГМБ-22м.2023.ПЗ</b>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<b>Схема сил, що діє на ніж</b>		
<i>Розроб.</i>	<i>Шкільна</i>						
<i>Перевір.</i>	<i>Цвіркун</i>				<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
						1	50
<i>Н. Контр.</i>	<i>Омельченко</i>				<b>ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО</b>		
<i>Затверд.</i>	<i>Хорольський</i>						

**Додаток Д**  
**Схема шприца Duker REX RVF 760**



тримач оболонок 320/400



шиберний барабан



нерухомий тримач оболонок



дзига-насадка

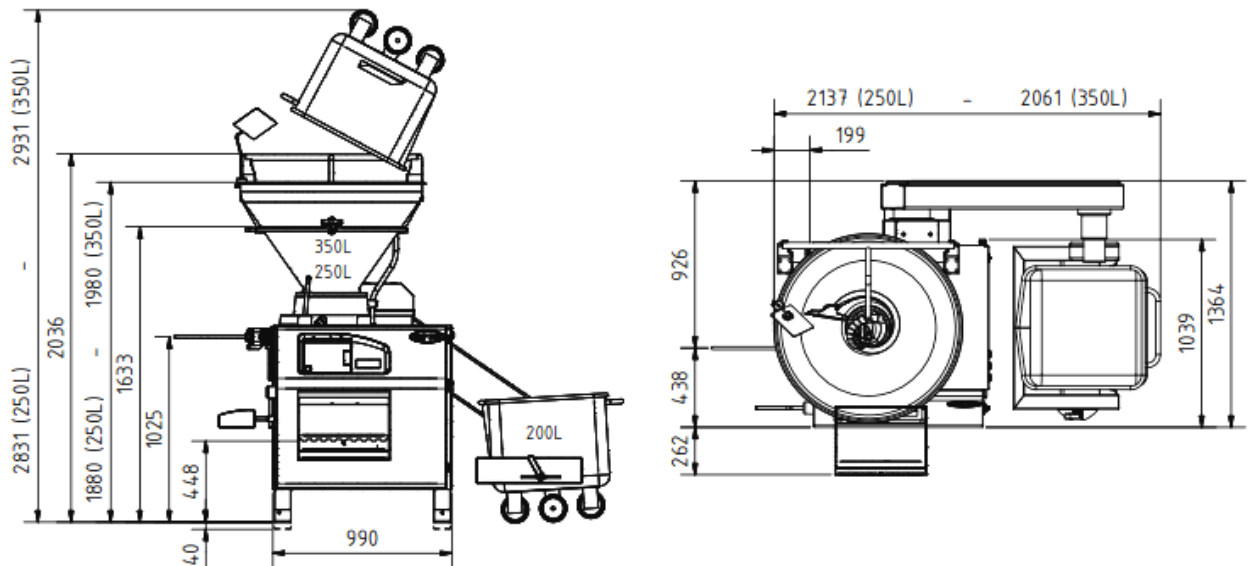
					<b>ДонНУЕТ.133.ГМБ-22м.2023.ПЗ</b>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>	<i>Шкільна</i>				<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Цвіркун</i>					2	50
<i>Н. Контр.</i>	<i>Омельченко</i>				<b>ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО</b>		
<i>Затверд.</i>	<i>Хорольський</i>				<b>Схема шприца Duker REX RVF 760</b>		



цівка для прямого набивання



відкидна воронка на 250 або 350 літрів



Продуктивність наповнення, кг/год	4000
Швидкість порціонування, хв	450, 650
Номінальна потужність електродвигунів, кВт	9,1
Розмір бункера, л	250, 350
Габаритні розміри, мм, не більше:	
– довжина	1215
– ширина	1215
– висота	1955 – 2015
Тиск наповнення, бар	45, 70
Маса, кг	1400кг
Мінімальна температура фаршу, °С	-4

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

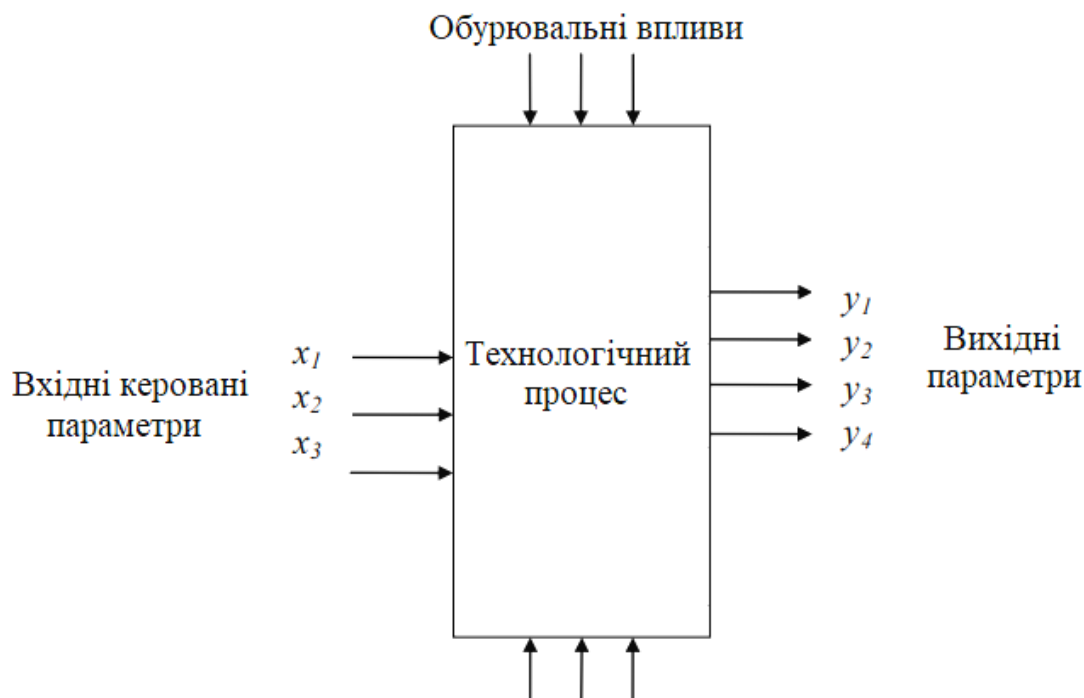
ДонНУЕТ.133.ГМБ-22м.2023.ПЗ

Арк.

46

## Додаток Е

### Параметрична схема процесу шприцювання фаршу



Критеріями оптимальності технологічного процесу  $y_i$  є характеристики ковбасного фаршу, а саме:

- $y_1$  – в'язкість фаршу;
- $y_2$  – об'ємна деформація;
- $y_3$  – вологість;
- $y_4$  – вихід готової продукції до сировини тощо.

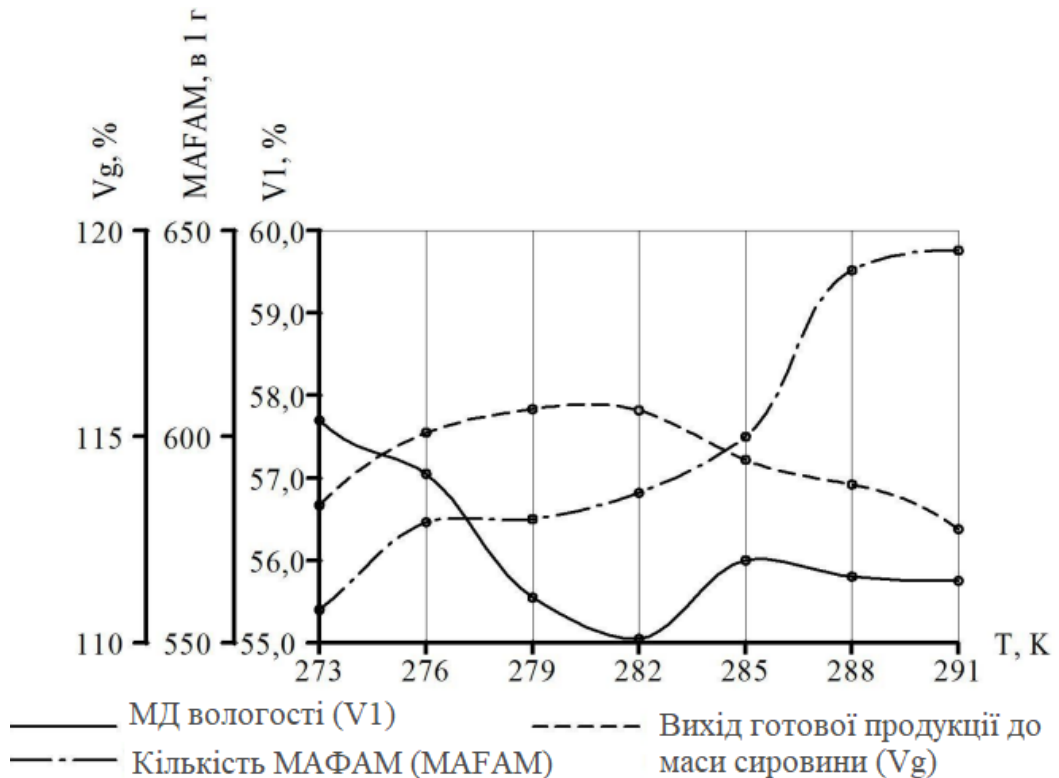
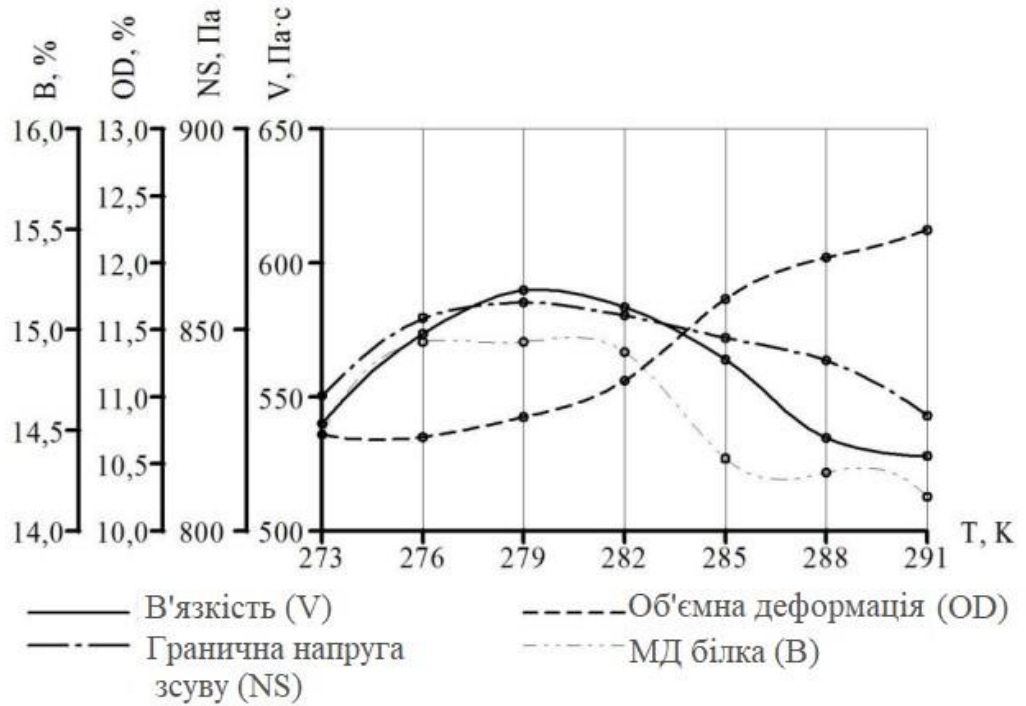
Чинниками – аргументами  $x_i$ , які впливають на вихідні параметри оптимізації  $y_i$  служать, параметри технологічного процесу шприцювання:

- $x_1$  – тиск шприцювання (МПа);
- $x_2$  – тиск вакуумування (МПа);
- $x_3$  – температура фаршу (К).

<b>ДонНУЕТ.133.ГМБ-22м.2023.ПЗ</b>				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Шкільна		
Перевір.		Цвіркун		
Н. Контр.		Омельченко		
Затверд.		Хорольський		
<b>Параметрична схема процесу шприцювання фаршу</b>			Літ.	Арк.
			1	50
<b>ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО</b>				

## Додаток Ж

Графіки залежності в'язкості, деформації, вологості фаршу від температури

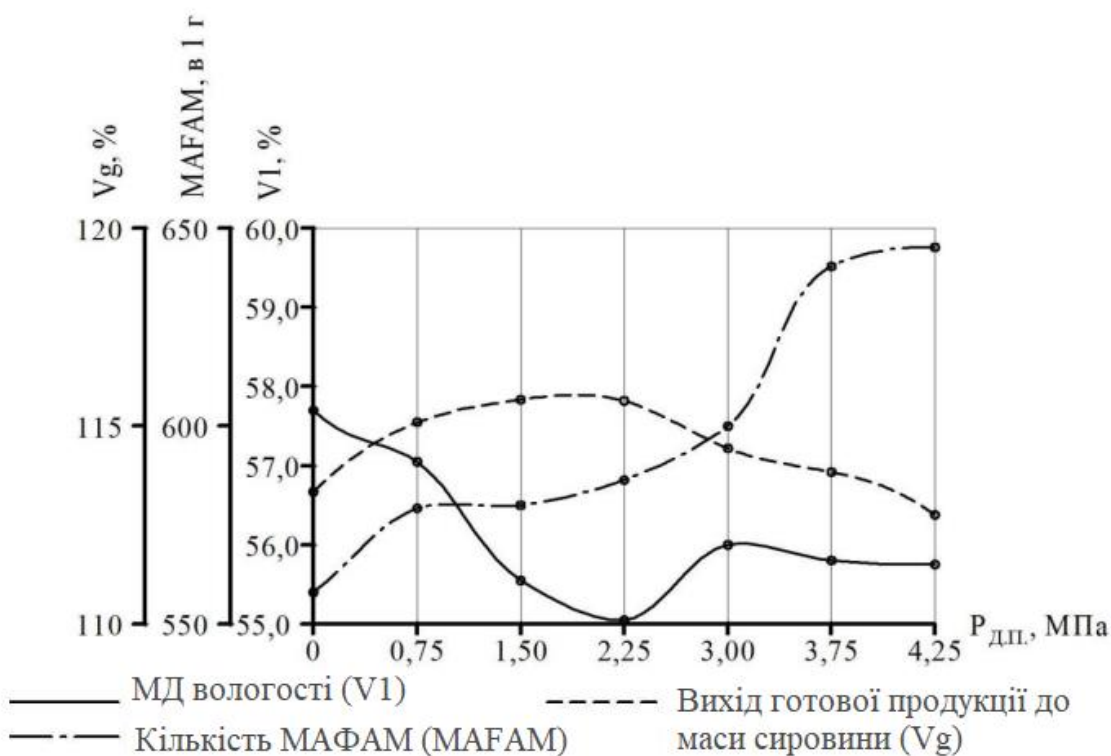
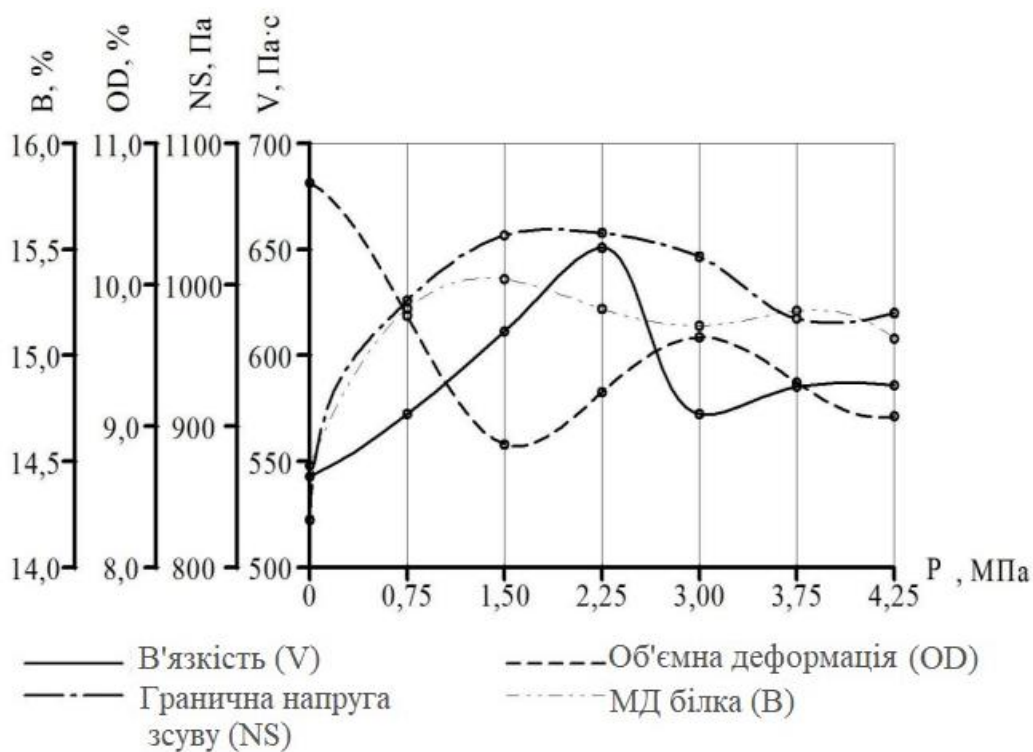


<b>ДонНУЕТ.133.ГМБ-22м.2023.ПЗ</b>				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Шкільна		
Перевір.		Цвіркун		
Н. Контр.		Омельченко		
Затверд.		Хорольський		
<b>Графіки залежності в'язкості, деформації, вологості фаршу від температури</b>				
Літ.		Арк.		Аркушів
1		1		50
<b>ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО</b>				



### Додаток К

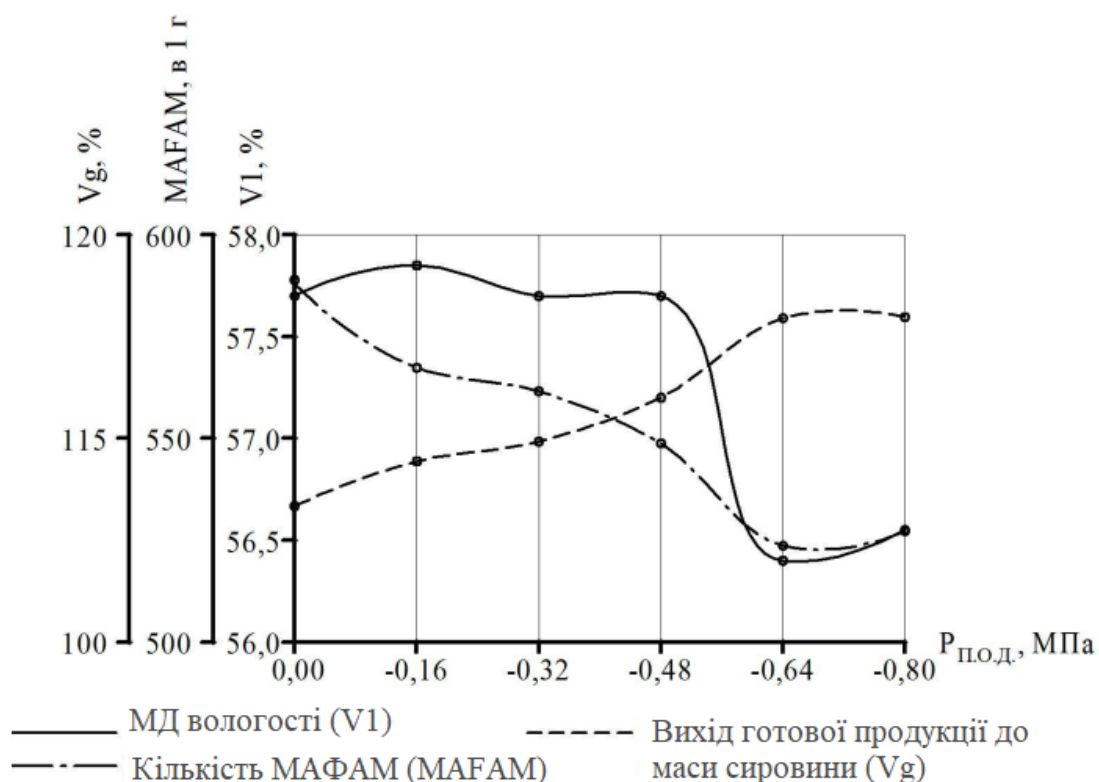
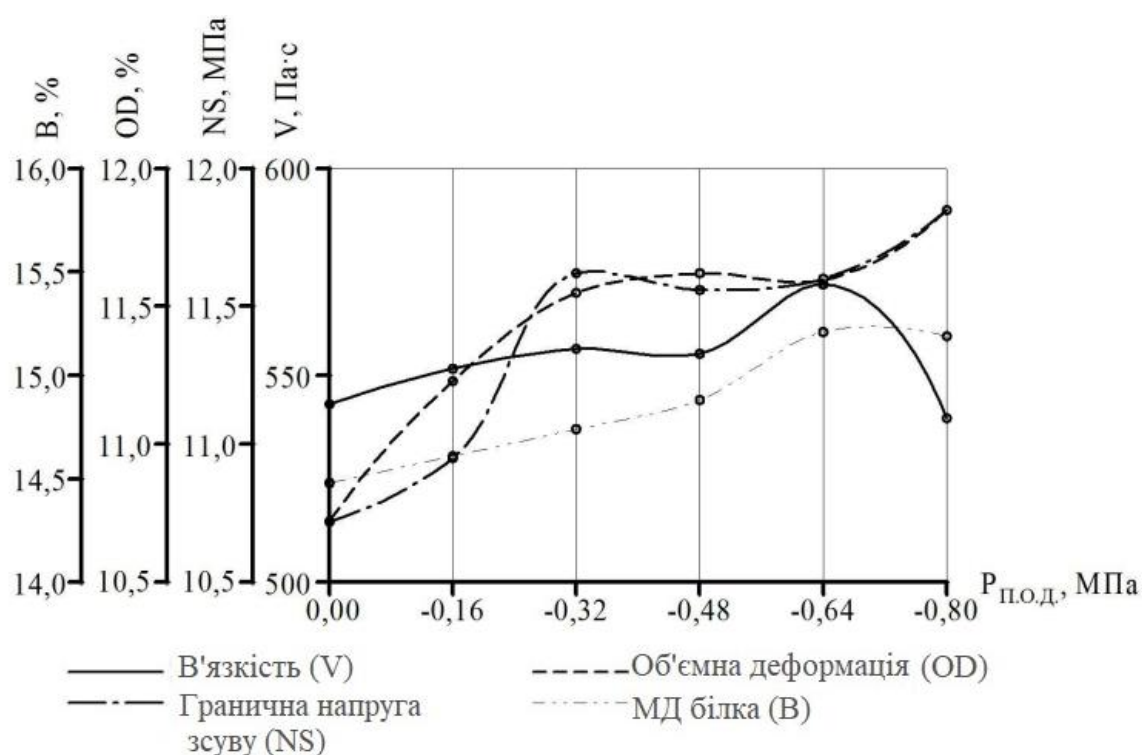
Графіки залежності в'язкості, деформації, вологості фаршу від тиску подачі продукту в шприц



<b>ДонНУЕТ.133.ГМБ-22м.2023.ПЗ</b>				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.	Шкільна			
Перевір.	Цвіркун			
Н. Контр.	Омельченко			
Затверд.	Хорольський			
<b>Графіки залежності в'язкості, деформації, вологості фаршу від тиску подачі продукту у шприц</b>			Літ.	Арк.
			1	50
<b>ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО</b>				

### Додаток Л

Графіки залежності в'язкості, деформації, вологості фаршу від вакуумування



ДонНУЕТ.133.ГМБ-22м.2023.ПЗ

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Шкільна		
Перевір.		Цвіркун		
Н. Контр.		Омельченко		
Затверд.		Хорольський		

Графіки залежності в'язкості, деформації, вологості фаршу від вакуумування

Літ.	Арк.	Аркушів
	1	50
<b>ДонНУЕТ Кафедра ЗІДО</b>		