Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Кафедра обладнання харчових технологій
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр
(назва освітнього ступеня)

на тему: Удосконалення шприця вакуумного Handtmann VF 628 з дослідженням впливу технологічних і конструктивних факторів на процес нагнітання фаршу

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МОмн-61
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»
(шифр і назва спеціальності)

		Конюкевич В.В.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник		Ворощук В.Я.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Нормоконтроль		Ворощук В.Я.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри		Вітенько Т.М.
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Рецензент		
	(підпис)	(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2021

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)
Кафедра обладнання харчових технологій
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ОХ
_____ Вітенько Т.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)
« 4 » березня 2021 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування»
(шифр і назва спеціальності)
студенту Конюкевичу В`ячеславу Віталійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення шприця вакуумного Handtmann VF 628 з дослідженням впливу технологічних і конструктивних факторів на процес нагнітання фаршу

Керівник роботи Ворощук Віктор Ярославович, к.т.н.,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « *4* » *березня* 2021 року № *4/7-175.*

2. Термін подання студентом завершеної роботи 19 травня 2021 року

3. Вихідні дані до роботи Технічний паспорт та інструкції з експлуатації, монтажу та технічного обслуговування і ремонту шприця вакуумного Handtmann VF 628.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
Анотація. Вступ. 1. Аналіз сучасного стану об'єкту дослідження, вибір і обґрунтування основних напрямків дослідження. 2. Методи та методика досліджень. 3. Розроблення нових проектно-технологічних і технічних вирішень вдосконалення об'єкта дослідження. 4. Дослідження впливу конструктивних параметрів на роботу шприця вакуумного Handtmann VF 628. 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.. 5.1. Заходи з охорони праці і техніки безпеки для лінії для виробництва копчених ковбас. 5.2. Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях. Висновки. Перелік посилань.

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

1. Шприць вакуумний Handtmann VF 628 Handtmann VF 628. Вигляд загальний. (1,5 л.ф.А1)
2. Шприць вакуумний Handtmann VF 628 Handtmann VF 628. Кінематична схема. (1 л.ф.А1)
3. Вузол витіснювача шприця вакуумного Handtmann VF 628. Складальне креслення. (1,5 л.ф.А1)
4. Вузол головного приводу шприця вакуумного Handtmann VF 628. Складальне креслення. (1 л.ф.А1)
5. Вплив кількості лопаток на рівномірність подачі витіснювача шприця вакуумного Handtmann VF 628 (1 л.ф.А1)
6. Результати дослідження впливу конструктивних параметрів на роботу шприця вакуумного Handtmann VF 628 2 листи (2 л.ф.А1)
7. Моделювання ротора нагнітача шприця вакуумного Handtmann VF 628 під навантаженням . (1 л.ф.А1)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	*Кравець О.І.– к.т.н., доц.* *Стадник І.Я. – д.т.н., проф..*		
Нормоконтроль	*Ворощук В.Я. – к.т.н., доц.*		

7. Дата видачі завдання 10 березня 2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Анотація		
2	Вступ		
3	1. Аналіз сучасного стану об'єкту дослідження, вибір і обґрунтування основних напрямків дослідження		
4	2. Методи та методика досліджень		
5	3. Розроблення нових проектно-технологічних і технічних вирішень вдосконалення об'єкта дослідження		
6	4. Дослідження впливу конструктивних параметрів на роботу шприця вакуумного Handtmann VF 628.		
7	5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.		
8	5.1. Заходи з охорони праці і техніки безпеки для лінії для виробництва копчених ковбас		
9	5.2. Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях		
10	Висновки		
11	Перелік посилань		
12	Графічна частина		
13	Шприць вакуумний Handtmann VF 628 Handtmann VF 628. Вигляд загальний.		
14	Шприць вакуумний Handtmann VF 628 Handtmann VF 628. Кінематична схема.		
15	Вузол витіснювача шприця вакуумного Handtmann VF 628. Складальне креслення.		
16	Вузол головного приводу шприця вакуумного Handtmann VF 628. Складальне креслення.		
17	Вплив кількості лопаток на рівномірність подачі витіснювача шприця вакуумного Handtmann VF 628		
18	Результати дослідження впливу конструктивних параметрів на роботу шприця вакуумного Handtmann VF 628 2 листи		
19	Моделювання ротора нагнітача шприця вакуумного Handtmann VF 628 під навантаженням		

Студент _____ *Конюкевич В.В.*
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ *Ворощук В.Я.*
(підпис) (прізвище та ініціали)

Анотація

Автор кваліфікаційної роботи освітнього рівня «магістр» – Конюкевич В`ячеслав Віталійович.

Тема кваліфікаційної роботи магістра: Удосконалення шприця вакуумного Handtmann VF 628 з дослідженням впливу технологічних і конструктивних факторів на процес нагнітання фаршу.

Кваліфікаційну роботу магістра виконано в Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя в 2021 році

Кваліфікаційна робота магістра складається із розрахунково пояснювальної записки розміру 80 сторінок (26 рисунків, 6 таблиць) та графічної частини розміру 8,5 аркушів формату А1.

У дипломній роботі пропонуються заходи з модернізації шприця вакуумного Handtmann VF 628 із дослідженням впливу технологічних і конструктивних факторів на процес нагнітання фаршу, для підвищення якості ноповнення ковбасних батонів.

Для реалізації вказаних заходів виконуються завдання:

аналіз інформації про особливості наповнення ковбасних батонів та формування задач для різних стадій проектування;

вибір басової конструкції наповнювача;

розрахунок кінематики шприця;

розрахунок технологічних параметрів роботи шприця;

розрахунок конструктивних елементів шприця;

формування математичної моделі нагнітання фаршу;

виконання обчислень для сформованої моделі;

формування комп’ютерної 3d моделі та виконання її дослідження;

аналіз отриманих результатів.

вирішення питань охорони праці і техніки безпеки;

вирішення питань безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Ключові слова: фраш, шприць, ковбаса, енергозатрати.

Abstract

Koniukevych V.V. Improvement of vacuum filler Handtmann VF 628 including the study of technological and design factors impact on the mince meat injection. 133 “Industrial Machinery Engineering” – Ternopil Ivan Puluj National Technical University.-Ternopil, 2021.

In the Diploma project measures on modernization of the vacuum sausage filling machine Handtmann VF 628 with research of technological and constructive factors influence on the process of mince meat injection to increase quality of sausages filling are offered.

To implement these measures, the following tasks are performed:

analysis of information about the features of sausages filling and formation of tasks for different stages of design;

choice of bass filler design;

calculation of filling machine kinematics;

calculation of filling machine technological parameters;

calculation of filling machine structural elements;

formation of a mathematical model of mince meat injection;

performing calculations for the generated model;

formation of a computer 3d model and performance of its research;

analysis of the results obtained;

solving issues of labour protection and safety;

solving issues at emergencies.

Keywords: mince meat, filling machine, sausage, energy consumption.

Зміст

Анотація....4

Abstract....5

Зміст....6

Вступ....9

1. Аналіз сучасного стану об’єкту дослідження, вибір і обґрунтування основних напрямків дослідження....11

1.1. Аналіз особливостей роботи обладнання і способів для здійснення шприцювання....11

1.2. Аналіз та короткий опис об’єкту дослідження.....19

1.3. Техніко – економічне обґрунтування модернізації.....19

1.4. Мета та задачі кваліфікаційної роботи.....20

2. Методи та методика досліджень....21

2.1. Вибір і обґрунтування методів і засобів досліджень,....21

2.2. Послідовність проведення комп’ютерного дослідження з використанням CAE застосунка Solidworks Simulation.....22

3. Розроблення нових проектно-технологічних і технічних вирішень вдосконалення об’єкта дослідження.....23

3.1. Будова та принцип роботи шприця вакуумного Handtmann VF 628....23

3.2. Розробка кінематичної схеми вакуум-шприця....26

3.3. Технологічний розрахунок вакуум-шприця....31

3.4. Розрахунок циліндричної передачі приводу ротора....34

4. Дослідження впливу конструктивних параметрів на роботу шприця вакуумного Handtmann VF 628....42

4.1. Теоретичнк дослідження впливу конструктивних параметрів на роботу шприця вакуумного Handtmann VF 628 42

4.1.1. Визначення впливу на продуктивність шприця вакуумного Handtmann VF 628 конструктивних параметрів 42

4.1.2 Визначення впливу на тиск у камері витіснювача шприця вакуумного Handtmann VF 628 конструктивних параметрів.....47

4.1.3 Вплив загального числа пластин на коефіцієнт нерівномірності подачі витиснювача шприця вакуумного Handtmann VF 628 48

4.2. Результати дослідження впливу конструктивних параметрів на роботу шприця вакуумного Handtmann VF 628 та їх аналіз 52

4.2.1. Результати розрахунків впливу конструктивних параметрів на продуктивність витиснювача шприця вакуумного Handtmann VF 628 52

4.2.2. Результати розрахунків впливу конструктивних параметрів на максимальний тиск у камері витиснювача шприця вакуумного Handtmann VF 628 55

4.2.3 Вплив числа пластин на коефіцієнт нерівномірності подачі витиснювача шприця вакуумного Handtmann VF 628 58

4.3. Комп'ютерне моделювання ротора 60

4.3.1. Постановка завдань дослідження. 60

4.3.2. Результати моделювання ротора нагнітача шприця вакуумного Handtmann VF 628 під навантаженням. 60

4.4. Аналіз результатів комп'ютерного моделювання 64

5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 65

5.1. Заходи з охорони праці і техніки безпеки для лінії для виробництва копчених ковбас 65

5.2. Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях. 69

Висновки.....77

Перелік посилань 79

Додатки 81

Специфікації

Вступ

Ковбасні вироби, варені, напівкопчені і копчені – це калорійний смачний харчовий продукт, багатий на білки та жири. За дотримання певних вимог він має досить значний термін зберігання, і тому є зручним для споживачів та підприємств торгівлі. Якісні показники ковбасних виробів в значні мара закладаються при наповненні ковбасних оболонок. Якісно сформовані ковбаси більш рівномірно і повноцінно проходять термічне оброблення, мають довші терміни зберігання. Таким чином, модернізація шприця вакуумного Handtmann VF 628 і формування його робочих параметрів є актуальним науково-практичним звданням, що обумовлює напрям досліджень в даній дипломній роботі магістра.

Завданнями дипломної роботи є

аналіз інформації про особливості наповнення ковбасних батонів та формування задач для різних стадій проектування;

вибір басової конструкції наповнювача;

розрахунок кінематики шприця;

розрахунок технологічних параметрів роботи шприця;

розрахунок конструктивних елементів шприця;

формування математичної моделі нагнітання фаршу;

виконання обчислень для сформованої моделі;

формування комп'ютерної 3d моделі та виконання її дослідження;

аналіз отриманих результатів.

вирішення питань охорони праці і техніки безпеки;

вирішення питань безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження в роботі є процес наповнювання заготовок ковбасних виробів у ексцентриковому ротаційному нагнітаючому механізмі шприця вакуумного Handtmann VF 628 та технологічний процес виробництва ковбасних виробів.

Предмет дослідження. Предметом дослідження є шприць вакуумний Handtmann VF 628.

Методи досліджень. В роботі використані експерементальні і теоретичні методи досліджень.

Наукова новизна.

встановлено тематичні залежності для процесу формування ковбасних заготовок у ексцентриковому ротаційному нагнітаючому механізмі шприця вакуумного Handtmann VF 628;

розроблено комп'ютерну 3d модель для дослідження і розрахунку вала нагнітача.

Одержані результати можна застосувати при аналізі роботи діючих та створенні нових конструкцій обладнання для наповнення ковбасних батонів, вдосконаленні існуючих, а також для покращання режимів наповнення ковбас.

Результати, представлені у магістерській роботи були показані на IX Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» 25-26 листопада 2020 року.

Магістерська кваліфікаційна робота складається із п'яти частин, додатка та графічної частини обсягом 8 аркушів А1.

1. Аналіз сучасного стану об’єкту дослідження, вибір і обґрунтування основних напрямків дослідження

1.1. Аналіз особливостей роботи обладнання і способів для здійснення шприцювання

Для шприцювання ковбас останнім часом на ковбасних заводах застосовують переважно вакуумні шприци.

Фарш з циліндра шприца поступає в оболонку через спеціальну трубку (цівку), надіту на патрубок циліндра. На цівку надіта оболонка. Цівки виготовляють циліндичного типу з конусовидним розширенням на стику з циліндром шприца.

При формуванні ковбас цівку підбирають відповідно типу і діаметру ковбас. При широкій оболонці не можна шприцювати через вузьку цівку, оскільки шприцювання проводитиметься поволі. Якщо оболонка вузька, не можна використовувати широку цівку, оскільки на неї буде важко надягати оболонку. Діаметри цівок бувають від 13 до 60 мм (рис. 1.1).

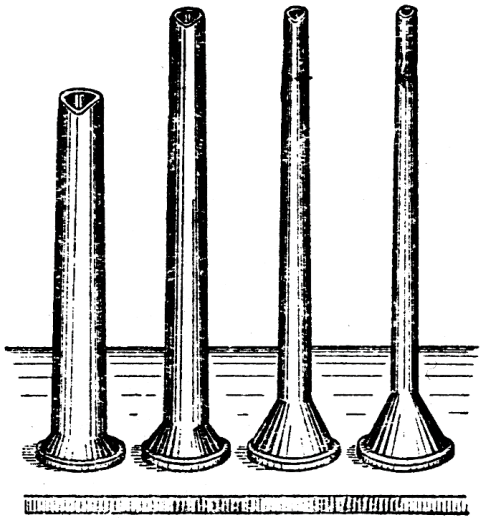

Рис. 1.1. Цівки для шприцювання ковбасних виробів.

Отже, при шприцюванні в синюгу застосовують найширшу цівку-діаметром 60 мм; при шприцюванні в баранячі черева - найвужчі цевки - 13- 24 мм Сардельки шприцюють через цівки діаметром 24-36 мм

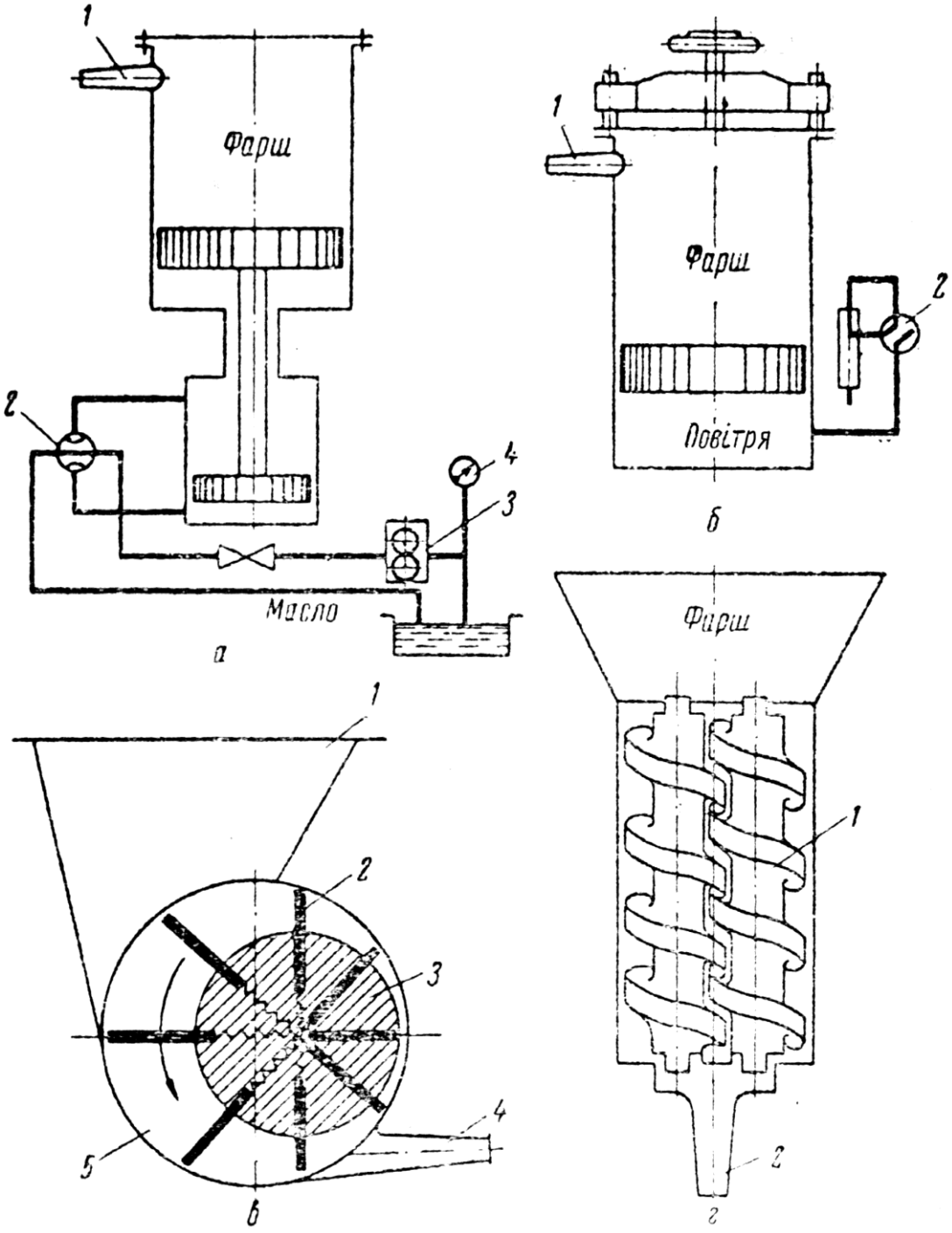

Рис. 1.2.Конструктивні схеми шприців:

а – дискретний з гідравлічним витискачем: 1 – цівка, 2 – вентиль, 3 – нагнітач, 4 – мановакуумметр; б – дискретний з пневмоприводом: 1 – цівка, 2 – вентиль, в – неперервнодіючий роторний лопатний: 1 – місткість з фаршом, 2 – лопаті, 3 – нагнітаючий ротор, 4 – цівка, 5 – статор; г – неперервнодіючий шнековий: 1 – шнекові витіснювачі, 2 – цівка.

При використовуванні яловичих черев застосовують цівку діаметром 36 мм, кругів - 36 - 48 мм.

Шприці бувають одно- і двоцівкові.

Схеми роботи різних шприців приведені на рисунку 1.2.

Пневматичні шприци мають місткість циліндра від 50 до 220 л. На підприємствах колишнього Радянського Союзу використовують шприци з великими циліндрами. Звичайно їх ставлять на великих підприємствах, оскільки для них необхідне стиснуте повітря.

Пневматичні шприци застосовують для шприцювання варених ковбас, сосисок і сардельок. Пневматичний шприц приводиться в дію стиснутим повітрям.

Шприц складається з вертикального циліндра, усередині якого вільно рухається поршень. Циліндр закривається кришкою. При завантаженні шприца фаршем поршень знаходиться в крайньому нижньому положенні. Під тиском повітря, що поступає в підпоршневий простір поршень підіймається і фарш видавлюється з шприца.

Шприцювання на пневматичних шприцах проводиться при тиску 5-6 ат.

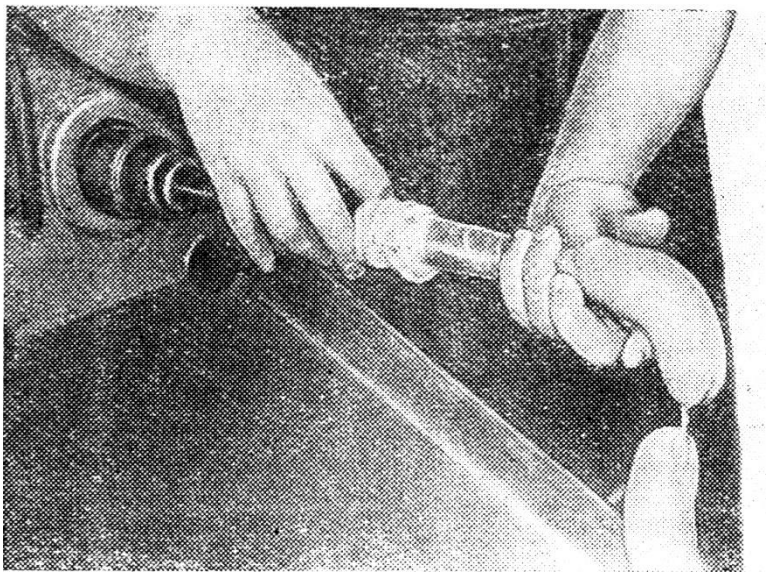

Рис. 1.3. Шприцювання дозованих сосисок на шприці-автоматі.

Неперервнодіючі шприци безперервної є високопродуктивним обладнанням. При використовуванні цих шприців потрібні менші витрати праці, і їх можна включати в потоково-механізовані лінії.

Застосування неперервнодіючих вакуумних шприців дозволяє усувати пористість ковбас, утворення набряків, зменшити витрату оболонки завдяки більш щільному заповненню.

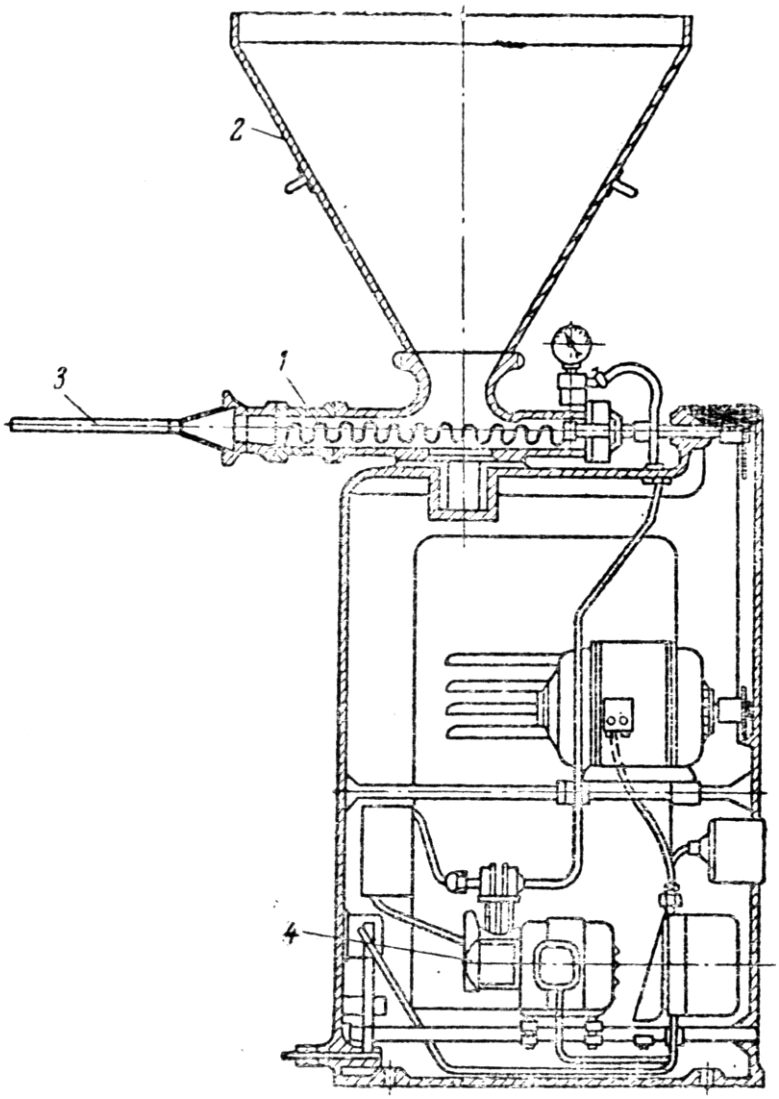

Рис. 1.4. Вакуумний шприц безперервної дії:
1 - шнек, 2 - бункер, 3 - цівка, 4 - вакуум-насос.

Найкращий ефект виходить при шприцюванні під вакуумом. На вакуумних шприцах з фаршу відсмоктується повітря, ковбасні батони виходять щільні, без пустот, що покращує якість ковбас і підвищує їх стійкість. Завдяки набиванню

фаршу без пустот зменшується витрата ковбасної оболонки. В м'ясній промисловості застосовують декілька типів вакуумних шприцов, Затребуваними є неперервнодіючі вакуумшприци (рис. 1.4). Вони підходять для роботи зі всіма видами ковбас.

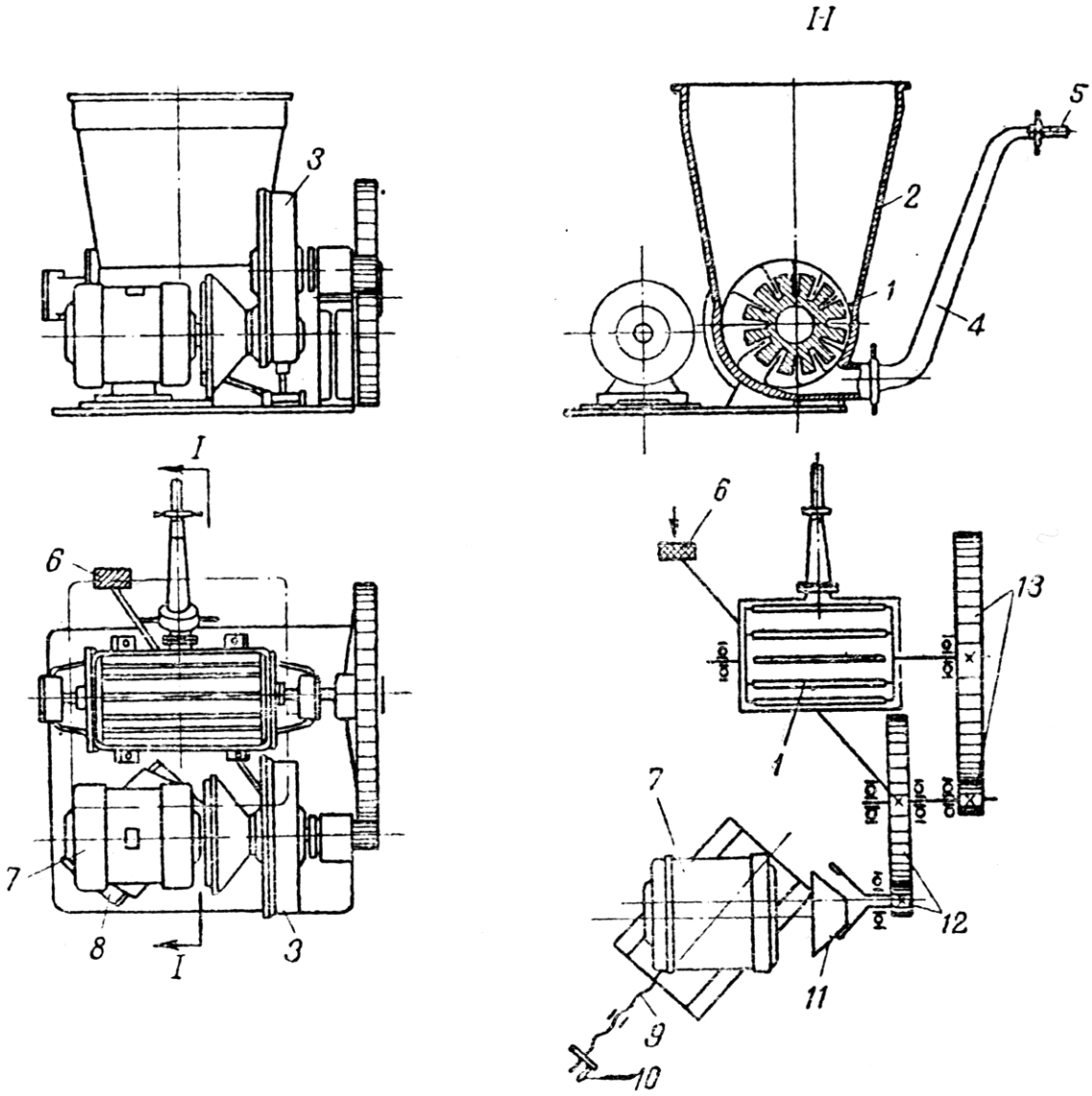

Рис. 1.5. Неперервнодіючий шприц Невідомського:

1 - нагнітач-витіснювач; 2 – бункер; 3 – редуктор; 4 – патрубок; 5 – цівка; 6 – педаль; 7 – привід; 8 - кронштейни, 9 – регулювальний гвинт, 10 - колісце, 11 - фрикційна передача, 12 і 13 – зубчасті колеса.

Вакуумний шприц не має циліндра. Фарш завантажується в бункер і черв'яком виштовхується в цівку з надітою на ній кишковою оболонкою.

Машину приводять в рух натисненням педалі ногою. Після того, як робітник знімає ногу з педалі, машина зупиняється.

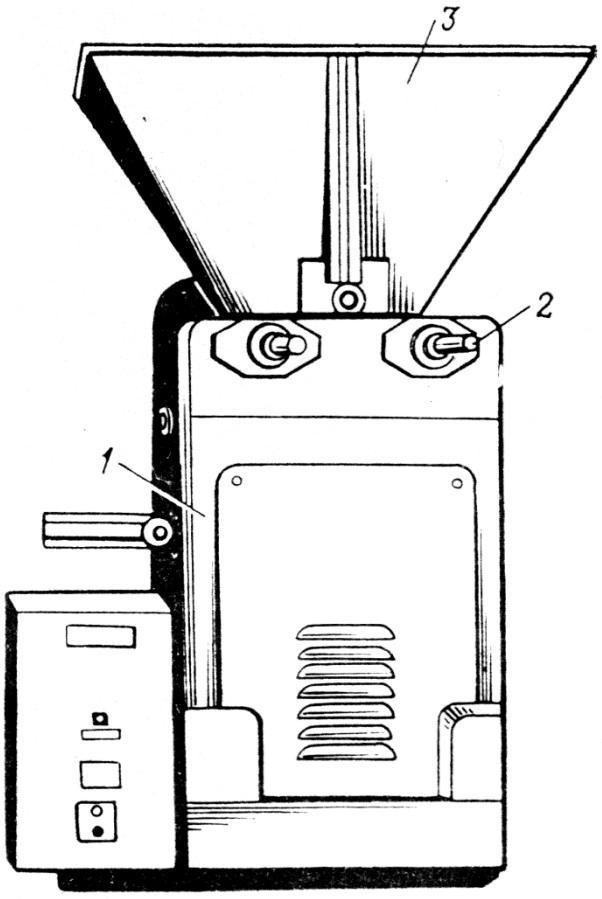

Рис. 1.6. Шприц вакуумний безперервної дії ФШ2-ЛМ:
1 – станина; 2 – цівки; 3 – бункер для фаршу.

Шприц вакуумний безперервної дії ФШ2-ЛМ (рис. 1.6) складається із сталевої зварної станини, корпусу, робочих шнеків, приводу, вакуумної системи і педалі включення. До станини прямокутної форми кріпляться основні механізми. На верхній її частині знаходиться корпус робочих шнеків, які мають дві пари циліндрових розточувань для нагніначів. З одного боку корпуса розміщено механізм приводу робочих органів, з іншого боку – кріпляться цівки. Зверху розміщено вакуумнні головки та місткість для ковбасного фаршу. Витіснюючі шнекові робочі органи є однозаходними гвинтами з протилежним напрямком навивки. З одного боку шнеки сполучаються з редуктором приводу, з другого боку – не закріплюються та розміщені у розточуванні корпусу.

Приводний механізм витіснювачів складається з електродвигуна, пасової передачі приводу, муфти і циліндричного редуктора.

Педалі включення є двома поворотними важелями, закріпленими на осях. При натисненні ногою на педаль поворотні ричажки вмикають електродвигуни.

Технічна характеристика вакуумного шприца безперервної дії ФШ2-ЛМ:

Продуктивність, кг/год	1200
Частота обертання робочих шнеків, $с^{-1}$	10
Місткість бункера, $м^3$	0,15
Число робочих циліндрів	2
Число вакуумних головок	2
Величина вакууму, кПа	80
Насос пластинчастий	
тип	Г12-33
подача, л/хв	35
число	2
Електродвигуни приводу робочих шнеків і насосів	
тип	4А10054УЗ
потужність, кВт	3
число	2
Споживана електроенергія, кВт-год	4,6
Габаритні розміри, мм	
шприца вакуумного	1230х980х1590
шафи керування	380х280х535
Маса, кг	550

У шприцах з шнековими витіснювачами подача вировини в ковбасну оболонку виконується за допомогою обертового руху шнека. Ковбасний фарш транспортується гвинтовим каналом витіснювача, при цьому уникається такого явища, як перетирання рецептурної фаршової суміші. Шнекові шприці застосовують для наповення ковбасних виробів напівкопченого та вареного типу. В умовах дрібносерійного виробництва ковбасний фарш у витіснювачі завантажують вручну, в умовах потужніших підприємств – подають за допомогою спусків чи спеціальних ковшів, які мають рухоме дном.

У процесі подачі фаршу у шприц необхідно контролювати, щоб у фарш не потрапили сторонні предмети, не передбачені рецептурою - шматочки оболонки, шпагат і ін. Потім закривають кришку шприца і починають процес шприцювання.

При шприцюванні шприцовщица надягає на цівку оболонку. Цю операцію звичайно проводять уручну, вона тривала, при цьому знижується продуктивність, особливо при роботі з довгими і вузькими черевами. Для скорочення часу надягання оболонки на цівки змонтовані різні пристосування. Користуються запасними трубками або стрижнями, на які служать для завчасного надівання оболонки, після чого вставляють їх загостреним кінцем в цівку і зсовують оболонку з трубки на цівку. Операцію надягання оболонки на стрижні можна механізувати за допомогою гумових роликів, що обертаються.

Шприц може бути обладнаний так званою револьверною вертушкою, що має два кінці для надягання паралель двох цівок. Тоді одну цівкою виконують наповнення оболонок, на другу (незадіяну тимчасово у процесі наповнення) надівають оболонку. Потім револьверну вертушку повертають і цівка зі свіжонадітою оболонкою перестановлюється у основне робоче положення. Шприцювання проводять при горизонтальному положенні револьверної вертушки. Якщо поставити її у вертикальне положення, вихід фаршу припиняється.

Для надягання оболонки на цівку можна використовувати кишконадівачі, на яких ця операція проводиться за допомогою обертового гумового валу, що приводиться в рух від електродвигуна. Коли оболонка надіта, вал відводять убік і двигун вимикають.

Зручна для надягання па цівку гофрована штучна оболонка для сосисок. Гнучку трубку гофрованої оболонки завдовжки близько 25 см можна розтягнути до 15-20 м.

Щільність процесу шприцювання залежить в першу чергу від виду ковбас, вмісту вологи у фарші для наповнення, типажу оболонки, її розмірів, а також від способу термічної обробки ковбаси. Для різних видів ковбаси щільність набивання міняється. Варені ковбаси слід наповнювати нещільно, оскільки фарш

рідкуватий і у ньому є буже багато вільної вологи. Напівкопчену ковбасу шприцюють щільніше, оскільки фарш її більш густий. Найщільніше набивання - для фаршу сирокопчених ковбас. Таке набивання необхідне для того, щоб виключити попадання повітря в батони, оскільки це може привести до псування ковбаси.

1.2. Аналіз та короткий опис об’єкту дослідження.

Завданням на дипломну роботу передбачається модернізація шприця вакуумного Handtmann VF 628 з метою покращання процесу нагнітання.

Технічна характеристика шприця вакуумного Handtmann VF 628

Шприць вакуумний Handtmann VF 628 призначений для набивання різних ковбасних оболонок фаршем при виробництві усіх видів варених і напівкопчених ковбас, сосисок, сардельок. Параметри продукції і режиму роботи шприця задаються за допомогою пульта керування.

Продуктивність, кг/год	2000
Установлена потужність електродвигунів, кВт	2,3
Місткість бункера, л	150
Регульована маса дози, м	25-10000
Габаритні розміри, мм	2050х 1200 х 935
Маса, кг	360

1.3. Техніко – економічне обґрунтування модернізації.

У процесі наповнення заготовок ковбасних виробів суттєву роль відіграє щільність формування батонів. Характерним конструктивним чинником нагнітачів роторного типу з пластинками є спадання величини комірки ковбасного фаршу у процесі роботи. У поєднанні з вакуумуванням таке технічне рішення створює передумови для підпресовування фаршу, який транспортується. Число комірок повинно бути таким, щоб забезпечувати плавність процесу

наповненя. Тому пропонується застосувати ротаційний нагнітач на базі 12 пластин.

1.4. Мета та задачі кваліфікаційної роботи.

Мета роботи – отримати технічні рішення щодо удосконалення шприця вакуумного Handtmann VF 628 , які дозволять покращити процес нагнітання фаршу.

Об’єкт дослідження. Об’єктом дослідження в роботі є процес наповнювання заготовок ковбасних виробів у ексцентриковому ротаційному нагнітаючому механізмі шприця вакуумного Handtmann VF 628 та технологічний процес виробництва ковбасних виробів.

Предмет дослідження. Предметом дослідження є шприць вакуумний Handtmann VF 628.

Завданнями дипломної роботи є

аналіз інформації про особливості наповнення ковбасних батонів та формування задач для різних стадій проектування;

вибір басової конструкції наповнювача;

розрахунок кінематики шприця;

розрахунок технологічних параметрів роботи шприця;

розрахунок конструктивних елементів шприця;

формування математичної моделі нагнітання фаршу;

виконання обчислень для сформованої моделі;

формування комп’ютерної 3d моделі та виконання її дослідження;

аналіз отриманих результатів.

вирішення питань охорони праці і техніки безпеки;

вирішення питань безпеки в надзвичайних ситуаціях.

2. Методи та методика досліджень

2.1. Вибір і обґрунтування методів і засобів досліджень,

При виконанні проектних завдань інженерно-технічними працівниками важливою складовою при обранні вдалішого техніко-технологічного рішення, є можливість вибору між кількома альтернативами. Аби не витрачати матеріальні, людські ресурси і час на виготовлення фізичних прототипів, краще сформувати 3d моделі запропонованої ідеї і виконати порівняльний аналіз за відповідними критеріми. На даний момент створено чимало програмних продуктів для роботи з цифровими моделями, а потужності середньостатистичного комп'ютера достатньо для проведення відповідних обчислень.

Економічно доцільніше створити 3D модель конструктивного елементу, наприклад, валу, і реалізувати необхідні обчислення, ніж робити їх копії і виконувати виробничі експерименти. Для виконання комп'ютерних досліджень у роботі вибрано CAE застосунок Solidworks Simulation розробки фірми Dassault Systèmes.

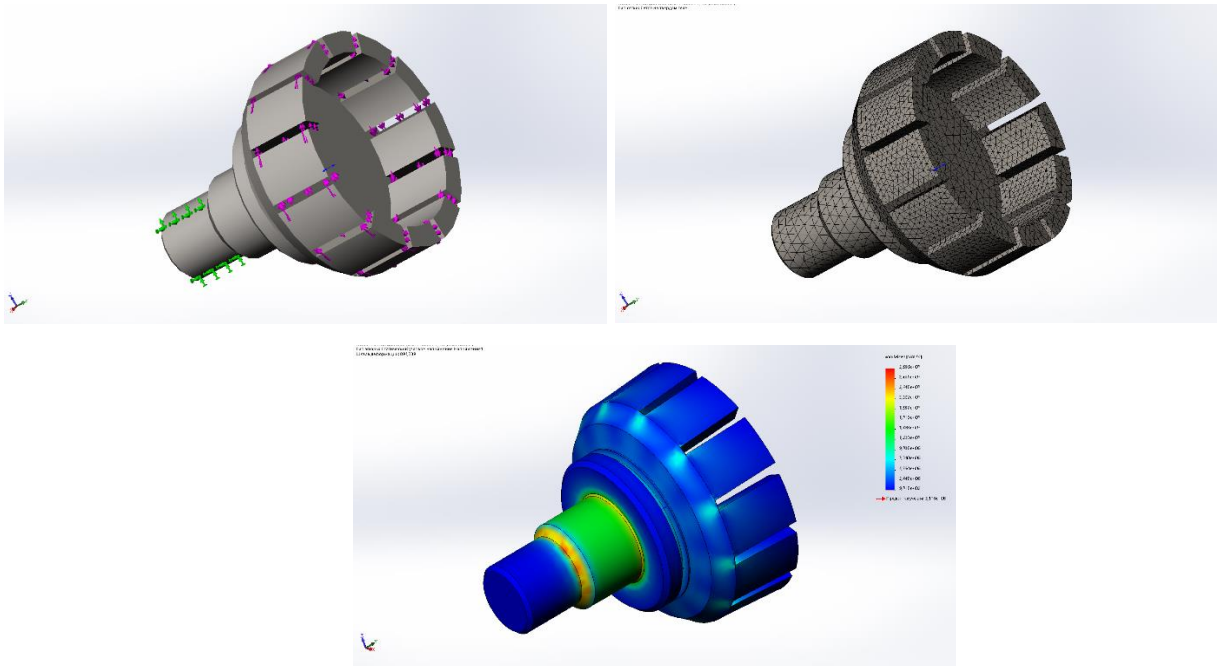

Рис. 2.1. Етапи комп'ютерних досліджень з використанням CAE застосунка Solidworks Simulation.

CAE застосунок Solidworks Simulation – дає можливість інженерам-конструкторам зменшити затрати часу для виконання комп'ютерних досліджень при забезпеченні їх високої якості.

CAE застосунок Solidworks Simulation розроблений таким чином, що підтримує роботу як з одиничними деталями, так і групами деталей у форматі збірок. При виконанні комп'ютерних досліджень щодо міцності конструктивних елеиментів, в Solidworks Simulation наявний інструментарій для аналізу напружень, робочих і залишкових деформацій, запасу міцності, а також здійснювати заходи з оптимізації конструкції відповідно до заданих критеріїв.

2.2. Послідовність проведення комп'ютерного дослідження з використанням CAE застосунка Solidworks Simulation.

Основним вихідним елементом для розрахунків є 3d модель деталі або вузла. Після завершення створення відповідної 3d моделі, у застосунку Solidworks Simulation за допомогою відповідного програмного помічника формуємо проект статичного розрахунку. Після завершення операції формування, виконуємо наступне:

уточнення виду конструктивного матеріалу досліджуваного елементу (одиничної деталі чи їх організованої у вузол групи);

задаємо граничні і початкові умови для з'єднань у випадку їх наявності;

вказуємо особливості фіксації досліджуваного елементу;

вказуємо силові чинники і місце їх впливу на досліджуваний елемент;

виконуємо формування сітки, вказуючи з уточненням місць із особливостями;

виконуємо запроектовані обчислення;

якщо результат отримати не вдалося, здійснюємо уточнення геометрії, сітки, матеріалу, силових чинників тощо і пробуємо виконати обчислення ще раз.

3. Розроблення нових проектно-технологічних і технічних вирішень вдосконалення об’єкта дослідження.

3.1. Будова та принцип роботи шприця вакуумного Handtmann VF 628

До складу шприца (рис. 3.1) входять наступні основні вузли й агрегати: каркас, бункер, корпус витіснювачів, педаль керування, система головного приводу, система вакуумування; система електроустаткування.

Для розміщення й установки вузлів та агрегатів, які забезпечують функціонування шприца, передбачено каркас, що являє собою жорстку зварну конструкцію і складається з нижньої та верхньої рам, з'єднаних стійками. Уздовж подовжньої осі каркаса на верхню раму приварений підстава-швелер з елементами кріплення під установку корпуса витіснювачів 10 і веденого вала. На корпус витіснювачів установлений корпус і бункер.

З усіх боків боків каркас закритий знімними плитами.

Каркас встановлюється на підлогу на опорах, регулюючих установку висоти цівки від підлоги і що забезпечують гориэонтальне положення шприца чи його нахил у бік цівки.

Бункер призначений для завантаження фаршу до подачу його в прийомну частину корпуса витіснювачів.

Бункер для фаршу вигоконано з нержавіючої сталі і складається з обечайки, плити і фланця. Для зручності обслуговування, проведення санобробки і технічного обслуговування шприца, бункер має можливість розвороту щодо корпуса.

У робочому стані бункер надійно фіксується до корпуса за допомогою замка.

Для забезпечення безпеки робіт при ррозвертанні бункера встановлений механізм блокування, що складається з датчика, кронштейна, пружини і штовхача. У вихідному положенні штовхач упирається у фланець бункера, при відкиданні якого під впливом пружини він переміщається вгору, датчик

спрацьовує і відключає шприц. Зазор між торцем датчика і штовхачем перебуває в межах 1,5…0,5 мм і регулюється гайками.

Витиснювачі являють собою два ротаційну ексцентрикову конструкцію. Вони мають нагнітальну і відбійну частини. Нагнітальна частина поступально транспортує фарш до цівок, а відбійна частина служить для уникнення надмірного попадання фаршу в систему вакуумування. На передню частину корпуса витіснювачів за допомогою хомута приєднується насадка. В залежності від виду ковбас встановлюються відповідні до витіснювачів цівки.

Для забезпечення безпеки проведення робіт зі змінними частинами встановлений механізм блокування, який складається зі штовхача з пружиною та кронштейна, всатновлених на стінці.

На кронштейні встановлюється, датчик, таким чином, щоб зазор між торцем датчика і штовхачем у стиснутому стані пружини складав 1,5…0,5 мм.

У робочому стані механізму блокування грибок штовхача впирається в кожух, при зняттті якого пружина переміщає штовхач вліво і датчик, спрацьовувавши відключає роботу шприца.

Педаль керування служить для вмикання-вимикання подачі фаршу через цівку і складається з педалі, втулки, механізму перемикання і датчика. Педаль керування крілиться до обшивки шприця болтами і встановлюється в зручне для шприцівника положення з допомогою регулюючих установку болтів та гайки, що забезпечує кут нахилу педалі. Механізм переключення забезпечує надійне вмикання і вимикання шприця (керування електромагнітною муфтою) при дотриманні зазору 1,5…0,5 мм між датчиком і планкою.

Система головного приводу служить для забезпечення роботи шприця і складається з наступних основних елементів: електродвигуна, ланцюгової передачі, вузла головного приводу, датчика кута повороту.

Система вакуумування служить для забезпечення подачі фаршу з бункера в корпус витіснювачів і поліпшення якості фаршу за рахунок відкачування з нього повітря. Система вакуумування складається з вакуумного насоса, фаршезбірника з патрубком,вакуумметра і сполучних шлангів.

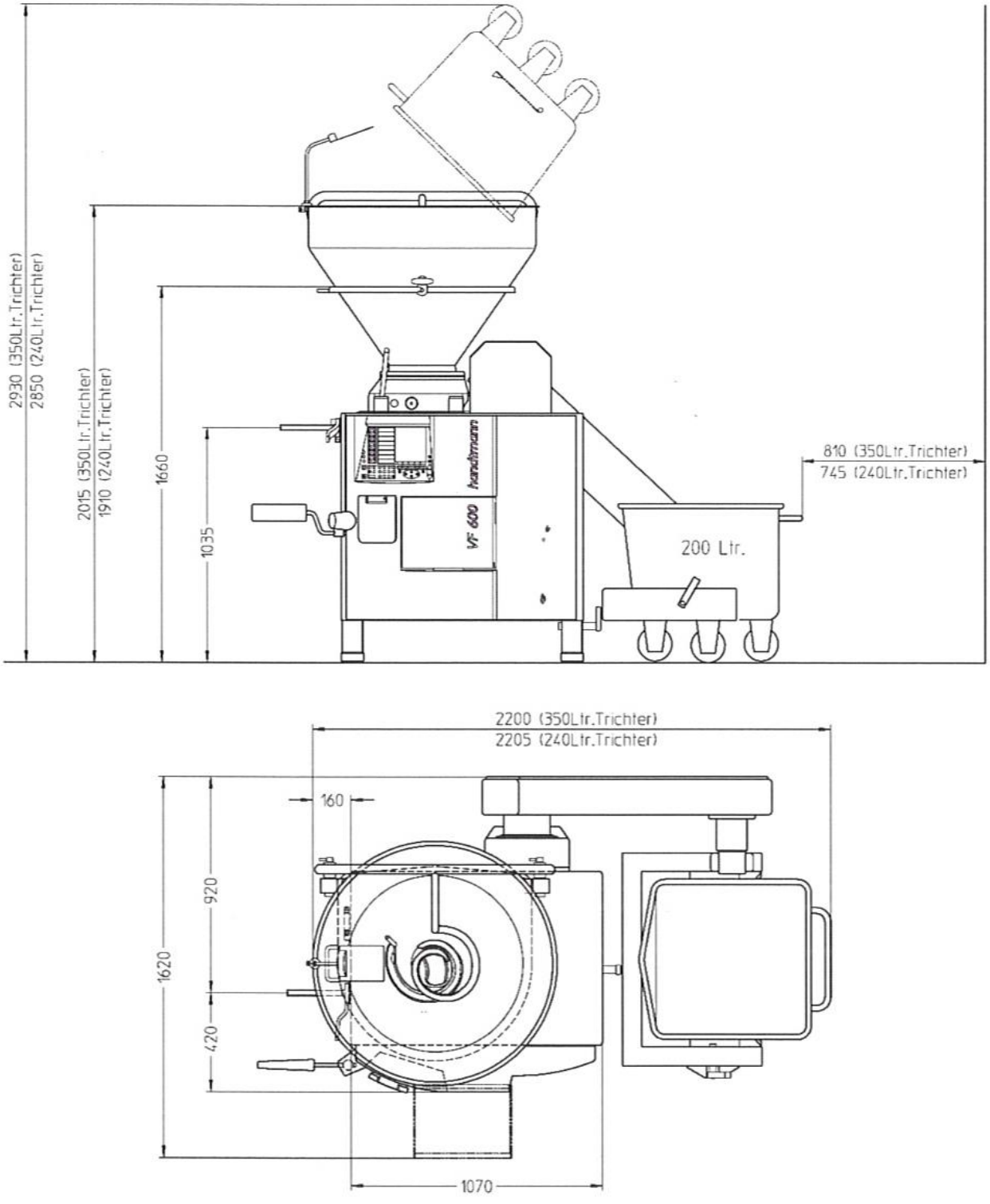

Рис. 3.1. Вакуумний шприц-наповнювач Handtmann VF 628.

Вакуумний насос вмикається на пульті керування кнопкою "ВАКУУМ" і через патрубок відкачує повітря з корпуса витіснювачів, створюючи в зоні подачі

фаршу розрідження. При цьому відбиваюча частина, витіснювачів перешкоджає проникненню фаршу в патрубок. Проникаючі з відсмоктуваним повітрям частинки фаршу збираються в місткості фаршезбірника. Для візуального контролю за накопиченням фаршу фаршезбірник эакрито зсувною кришкою із органічного шкла. У фаршезбірнику на штуцер приймача встановлений сітчастий фільтр, який запобігає пападанню фаршу у вакуумний насос. При заповненні фаршезбірника фаршем кнопкою “СТОП” припиняється робота шприця, знімається кришка, видаляється фарш, потім знімається і промивається сітчастий фільтр. Після продувки повітрям фільтр і кришка встановлюються на місце.

У складі комплекту запасних частин до шприця наявна заглушка, що використовується при проведенні санітарної обробки шприця чи проведенні інших робіт, передбачених у технічній інструкції. Заглушка встановлюється на місце сітчастого фільтра. Після закінчення робіт кришка знімається, промивається й укладається в комплект запасних частин. Після цього знову встановлюється сітчастий фільтр. У процесі роботи шприця вакуумметричний тиск підтримується автоматично в діапазоні, встановленому на электроконтактному вакуумметрі.

Щоб уникнути виходу з ладу вакуумного насоса не допускається його робота при порожньому бункері не більше 40 сек.

3.2. Розробка кінематичної схеми вакуум-шприця

Схема включає електричний двигун, пасову передачу, розподільник, робочі роторний пластинчатий нагнітач.

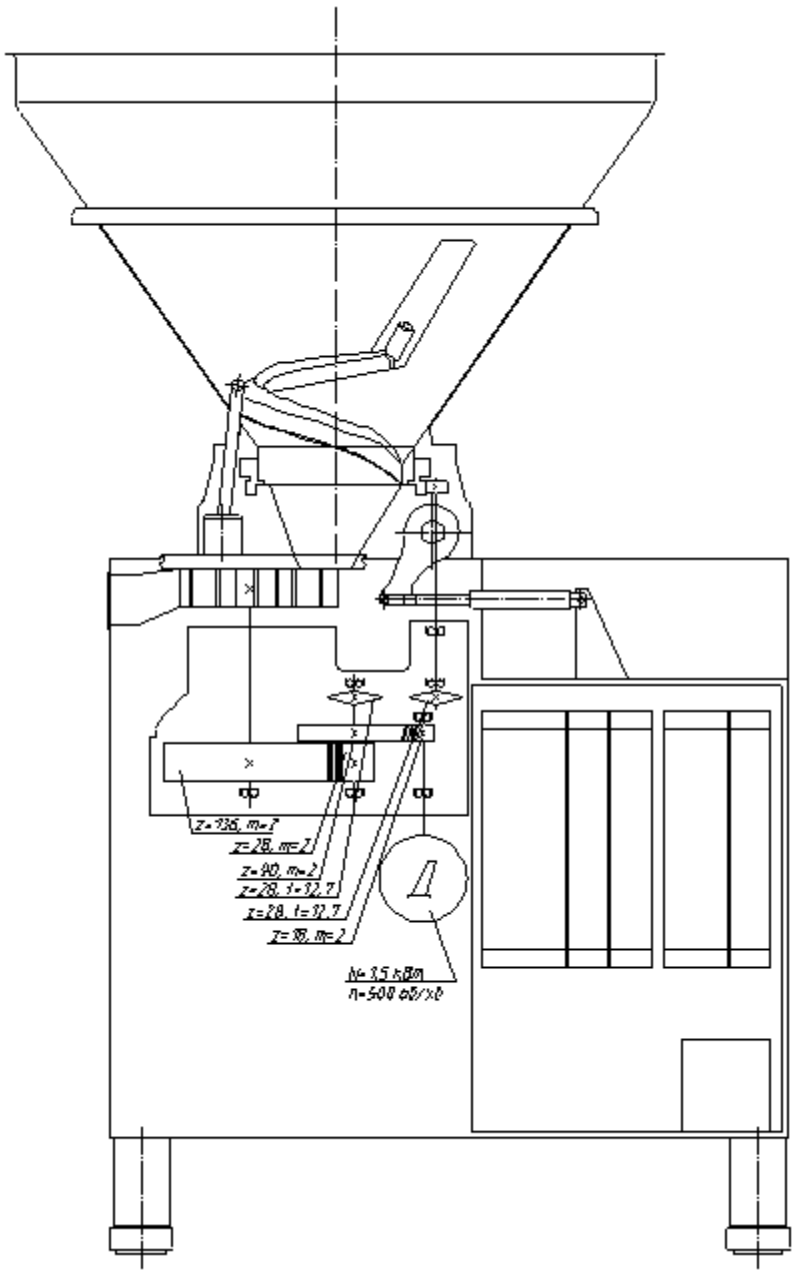

Рис. 3.2. Кінематична схема вакуум-шприця.

Кінематична схема розробляється при проектуванні чи конструюванні нової або модернізації існуючої машини. Вона є вихідним документом для кінематичного чи силового розрахунку.

Кінематична схема являє собою уявне плоске або просторове зображення всіх її механізмів і ланок, дає уявлення про порядок приєднання і їх взаємозв’язок, розподілення потоків енергії, кінематичних зв’язків елементів машини та іншу інформацію.

Кінематична схема вакуум-шприця Handtmann VF 628 складається з електродвигуна (N=1.5кВт, n=500 об/хв), від якого рух передається через зубчасті передачі на ротор, що забезпечує витіснення фаршу.

Розрахуєм параметри кінематичної схеми.

Попередньо застосуєм двигун-редуктор з частотою обертання

$$nдв := \frac{500}{60} = 8.333 \quad об/с$$

$$ωдв := nдв \cdot 2 \cdot \pi \qquad ωдв = 52.36 \quad рад/с$$

Необхідне передаточне число:

$$u := \frac{nдв}{np} = 23.81$$

Для передачі крутного моменгу застосум дві передачі.

Передаточне число передачі 3-4: $u_{I...II} := 4.69$

Необхідне передаточне число зубчастої передачі 1-2 приводу

$$u_{0...I} := \frac{u}{u_{I...II}} \qquad u_{0...I} = 5.077$$

Приймаємо $u_{0...I} := 5$

Чстота обертання вала I:

$$nI := \frac{nдв}{u_{0...I}} = 1.667 \quad об/с$$

Розрахуємо потужність і моменти на валах.

К.к.д. підшипника: $\eta_{підш} := 0.99$ [7]

К.к.д. зубчастої передачі $\eta_п := 0.88$ [7]

К.к.д. ланцюгової передачі $\eta_л := 0.8$ [7]

Потужність на валу I: $NI := \frac{Np}{\eta_{підш} \cdot \eta_п} + \frac{Nм}{\eta_{підш}^{3} \cdot \eta_п \cdot \eta_л}$

$NI = 1.188 \times 10^{3}$ Вт

Потужність на валу 0: $N0 := \frac{NI}{\eta_{підш}^{2} \cdot \eta_п}$

$N0 = 1.378 \times 10^{3}$ Вт

Виберем двигун з наступними параметрами

частота обертання $nдв := \frac{500}{60} = 8.333$ об/с

$\omega_{дв} := 2 \cdot \pi \cdot nдв = 52.36$ рад/с

потужність двигуна: $Nдв := 1.5$ (кВт)

Крутний момент на валу двигуна: $Mдв := \frac{1000 \cdot Nдв}{\omega дв}$ $Mдв = 28.648$ (Н*м)

Потужність на валу I: $N1 := Nдв \cdot \left(\eta_{підш}^{2} \cdot \eta_п\right) = 1.294$ (кВт)

Для передачі 1-2 приймаєм:

$z1 := 18$

$z2 := z1 \cdot u_{0...I} = 90$

Приймам $z2 := 90$ Тоді $u_{0...I} := \frac{z2}{z1} = 5$

Частота обертання вала I: $\omega_I := \frac{\omega_{дв}}{u_{0...I}}$ $\omega_I = 10.472$ (рад/с)

$n1 := \frac{nдв}{u_{0...I}}$

Крутний момент на валу I: $MI := \frac{1000 \cdot N1}{\omega_I}$ $MI = 123.542$ (Н*м)

Потужність на валу II:

$$N2 := \left(N1 - \frac{Nм}{1000 \eta_{підш}^{3} \cdot \eta_п \cdot \eta_л} \right) \cdot \left(\eta_{підш}^{2} \cdot \eta_п \right) = 0.737 \quad (кВт)$$

Для передачі 3-4 приймаєм:

$z3 := 28$

$z4 := z3 \cdot u_{I...II} = 131.32$

Приймам $z4 := 136$ Тоді $u_{I...II} := \frac{z4}{z3} = 4.857$

Частота обертання вала II: $\omega_{II} := \frac{\omega_I}{u_{I...II}}$ $\omega_{II} = 2.156$ (рад/с)

$n2 := \frac{n1}{u_{I...II}} = 0.343$ (об/с)

Крутний момент на валу II: $MII := \frac{1000 \cdot N1}{\omega_I}$ $MI = 123.542$ (Н*м)

3.3. Технологічний розрахунок вакуум-шприця

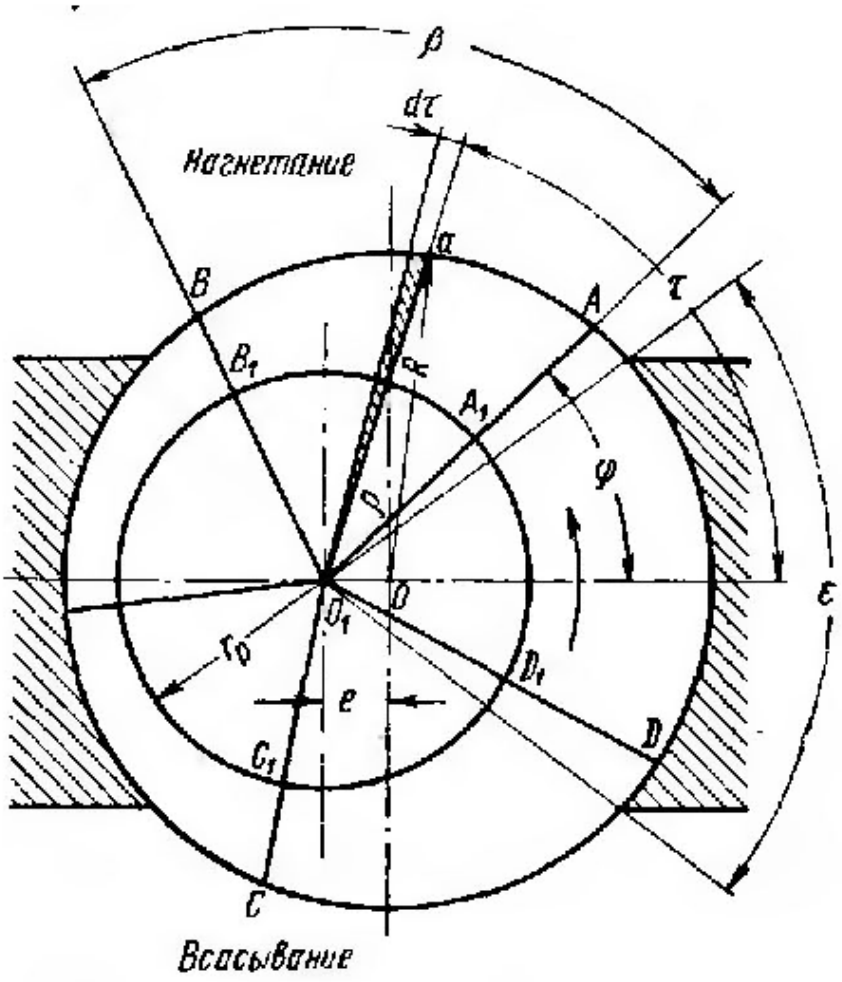

Рис. 3.3. Розрахункова схема нагнітача

Продуктивність пластинчатих насосів визначають за формулою:

$$Qт = 2 \cdot R \cdot \left[e \cdot \sin\left(\frac{\beta}{2}\right) \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{e}{R} \cdot \sin\left(\frac{\beta}{2}\right)\right)^2} + R \cdot \operatorname{asin}\left(\frac{e}{R} \cdot \sin\left(\frac{\beta}{2}\right)\right) \right] \cdot B \cdot n \cdot z$$

де $z := 12$ - число пластин;

$\beta := \frac{2 \cdot \pi}{z}$ - кут між пластинами;

$\beta = 0.524$ рад;

$e := 0.025$ м - величина ексцентриситету;

$R := 0.089$ м - радіус статора;

$B := 0.045$ м - ширина ротора;

$np := 0.35$ об/с - частота обертів ротора;

$$Qт := 2 \cdot R \cdot \left[e \cdot \sin\left(\frac{\beta}{2}\right) \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{e}{R} \cdot \sin\left(\frac{\beta}{2}\right)\right)^2} + R \cdot \operatorname{asin}\left(\frac{e}{R} \cdot \sin\left(\frac{\beta}{2}\right)\right) \right] \cdot B \cdot np \cdot z$$

$Qт = 4.35 \times 10^{-4}$ м3/с;

При густині фаршу $\rho := 1070$ кг/м^3;

Продуктивність:

$Qт \cdot 3600 \cdot 1070 = 1.676 \times 10^3$ кг/год;

Необхідний обертовий момент визначають за формулою:

$$2 \cdot \pi \cdot M \cdot np = p \cdot Qт$$

Після перетворень :

$$M = \frac{p \cdot Qт}{2 \cdot \pi \cdot np}$$

де $p := 15 \cdot 10^5$ Па - максимальна різниця тисків.

$$M := \frac{p \cdot Qт}{2 \cdot \pi \cdot np} \qquad M = 296.694 \qquad Н*м$$

Спожиту потужність визначимо за формулою:

$$N = M \cdot \omega p$$

де ωp частота обертів ротора, рад/с.

$$\omega p := 2np \cdot \pi \qquad \omega p = 2.199 \qquad рад/с$$

Тоді споживана потужність

$N_p := M \cdot \omega_p$ $N_p = 652.464$ Вт

Згідно паспортних даних потужність на привід мішалки:

$N_м := 300$ Вт

3.4. Розрахунок циліндричної передачі приводу ротора

Потужність на ведучому валу $P_1 := \frac{N2}{\left(\eta_{підш}^{2} \cdot \eta_п\right)} = 0.855$ кВт при кутовій швидкості $\omega_1 := \omega_I = 10.472$ рад/с; передаточне число передачі $u_{зб} := u_{I...II}$ $u_{зб} = 4.857$ передача нереверсивна; режим навантаження середній нормальний (СН); можливі короткочасні перевантаження до 200 % від номінального; строк служби передачі $h := 22000$ год.

Параметри навантаження зубчастої передачі

Номінальний обертовий момент на ведучому валу

$$T_{з1} = T_{1H} = T_{1F} = \frac{P_1}{\omega_{з1}}$$

$$T_1 := \frac{P_1}{\omega_1} \qquad T_1 = 0.082 \qquad (Н*м)$$

При короткочасовому перевантаженні до 200 % максимальний обертовий момент на ведучому валу

$T_{1max} := 1.5 \cdot T_1$ $T_{1max} = 0.122$ (Н*м)

Кутова швидкість веденого вала

$\omega_2 := \omega_{II}$ $\omega_2 = 2.156$ (рад/с)

Сумарне число циклів навантаження зубців шестерні та колеса за строк служби шестерні:

$$N_{\Sigma 1} := 1800 \cdot \omega_1 \cdot \frac{h}{\pi} \qquad N_{\Sigma 1} = 1.32 \times 10^{8}$$

$$N_{\Sigma 2} := 1800 \cdot \omega_2 \cdot \frac{h}{\pi} \qquad N_{\Sigma 2} = 2.718 \times 10^{7}$$

Еквівалентні числа циклів навантаження зубців шестерні та колеса для розрахунку на контактну втому N_{HE} і для розрахунків на втому при згині N_{FE} із коефіцієнтами інтенсивності $K_{HE} := 0.18$ і $K_{FE} := 0.07$ (див [табл. 4.1] для режиму навантаження СН)

$N_{HE1} := K_{HE} \cdot N_{\Sigma 1}$ $N_{HE1} = 2.376 \times 10^{7}$

$N_{HE2} := K_{HE} \cdot N_{\Sigma 2}$ $N_{HE2} = 4.892 \times 10^{6}$

$N_{HE2} := K_{HE} \cdot N_{\Sigma 2}$ $N_{HE2} = 4.892 \times 10^{\nu}$

$N_{FE1} := K_{FE} \cdot N_{\Sigma 1}$ $N_{FE1} = 9.24 \times 10^{6}$

$N_{FE2} := K_{FE} \cdot N_{\Sigma 2}$ $N_{FE2} = 1.902 \times 10^{6}$

Матеріали зубчастих коліс.

Для виготвлення шестерні та колеса вибираємо відносно дешеву леговану сталь 40Х із термообробкою - поліпшення [табл. 22.4]. За даними [табл. 22.3] вибираємо:

для шестерні твердість поверхні зубців $H_1 := 280$ (НВ),

$\sigma_{в1} := 900$ (МПа), $\sigma_{т1} := 750$ (МПа)

для колеса твердість поверхні зубців $H_2 := 245$ (НВ),

$\sigma_{в2} := 790$ (МПа), $\sigma_{т2} := 640$ (МПа)

Допустимі напруження для розрахунку зубчастої передачі.

а) допустимі контактні напруження. Границі контактної витривалості зубців шестерні та колеса [табл. 22.5] будуть такими:

$\sigma_{Hlimb1} := 2 \cdot H_1 + 70$ $\sigma_{Hlimb1} = 630$ (МПа)

$\sigma_{Hlimb2} := 2 \cdot H_2 + 70$ $\sigma_{Hlimb2} = 560$ (МПа)

Базу випробувань для матеріалу шестерні та колеса визначаємо за формулою:

$N_{H01} := 30 \cdot H_1^{2.4}$ $N_{H01} = 2.24 \times 10^{7}$

$N_{H02} := 30 \cdot H_2^{2.4}$ $N_{H02} = 1.626 \times 10^{7}$

Оскільки $N_{H01} < N_{HE1}$ і $N_{H02} < N_{HE2}$, то коефіцієнт довговічності для зубів шестерні та колеса $K_{HL} := 1$

Допустимі контактні напруження для зубців шестерні та колеса при коефіцієнті $Z_R := 1$ (шорсткість поверхонь зубців $Ra := 1.25 .. 0.63$) та коефіцієнті запасу $s_H := 1.1$ знаходимо за формулами:

$I\sigma I_{H1} := \sigma_{Hlimb1} \cdot Z_R \cdot \frac{K_{HL}}{s_H}$ $I\sigma I_{H1} = 572.727$ (МПа)

$I\sigma I_{H2} := \sigma_{Hlimb2} \cdot Z_R \cdot \frac{K_{HL}}{s_H}$ $I\sigma I_{H2} = 509.091$ (МПа)

Для зубців передачі розрахункове допустиме контактне напруження:

$I\sigma I_H := 0.45 \cdot (I\sigma I_{H1} + I\sigma I_{H2})$ $I\sigma I_H = 486.818$ (МПа)

Допустиме граничне контактне напруження

$I\sigma I_{Hmax} := 2.8 \cdot \sigma_{т2}$ $I\sigma I_{Hmax} = 1.792 \times 10^{3}$ (МПа)

б) Допустимі напруження на згин. Границі витривалост ізубців при згині для баз випробувань $N_{F0} := 4 \cdot 10^{6}$ [табл.22.6]:

$\sigma_{Flimb1} := 1.8 \cdot H_1$ $\sigma_{Flimb1} = 504$ (МПа)

$\sigma_{Flimb2} := 1.8 \cdot H_2$ $\sigma_{Flimb2} = 441$ (МПа)

Оскільки $N_{F0} < N_{FE1}$ і $N_{F0} < N_{FE2}$, то коефіцієнт довговічності для зубів шестерні та колеса $K_{FL} := 1$

Допустиме напруження на згин для зубців шестерні та колеса при коефіцієнті $K_{Fc} := 1$ (нереверсивна передача) та коефіцієнті запасу $s_F := 2.2$ знаходимо за формулами:

$$I\sigma I_{F1} := \sigma_{Flimb1} \cdot K_{Fc} \cdot \frac{K_{FL}}{s_F} \qquad I\sigma I_{F1} = 229.091 \quad (МПа)$$

$$I\sigma I_{F2} := \sigma_{Flimb2} \cdot K_{Fc} \cdot \frac{K_{FL}}{s_F} \qquad I\sigma I_{F2} = 200.455 \quad (МПа)$$

Для зубців шестерні та колеса граничне допустиме напруження на згин [7]

$$I\sigma I_{F1max} := 4.8 \cdot \frac{H_1}{s_F} \qquad I\sigma I_{F1max} = 610.909 \,(МПа)$$

$$I\sigma I_{F2max} := 4.8 \cdot \frac{H_2}{s_F} \qquad I\sigma I_{F2max} = 534.545 \,(МПа)$$

Проектний розрахунок передачі. Для проектного розрахунку попередньо беремо коефіцієнт ширини вінця $\psi_{ba} := 0.40$ і відповідно $\psi_{bd} := 0.5 \cdot \psi_{ba} \cdot (u_{зб} + 1)$ $\psi_{bd} = 1.171$

За графіками [7] залежно від ψ_{bd} (симетричне розміщення зубчастих коліс відносно опор валів та твердість $H < 350$ НВ) визначаємо коефіцієнт нерівномірності навантаження по ширині зубчастих вінців, $K_{H\beta} := 1.07$

Допоміжний коефіцієнт $K_a := 430$ ($МПа^{1/3}$) для сталевих зубчастих коліс. Мінімальна міжосьова віддаль передачі

$$a_{wmin} := K_a \cdot (u_{зб} + 1) \cdot \sqrt[3]{\frac{(T_1 \cdot K_{H\beta})}{u_{зб} \cdot \psi_{ba} \cdot I\sigma I_H^{\,2}}} \qquad a_{wmin} = 14.47 \quad (мм)$$

вибираєм фактичну міжосьову віддаль $a_w := 164$ (мм).

Число зубців колеса $z_1 := 28$, а число зубців колеса $z_2 := u_{зб} \cdot z_1$

$z_2 = 136$ Вибираєм $z_2 := 136$, тоді фактичне передаточне число $u_{зб} := \frac{z_2}{z_1}$ $u_{зб} = 4.857$ $u_2 := u_{зб}$

Модуль зубців

$$m'_n := \frac{2 \cdot a_w}{z_1 + z_2} \qquad m'_n = 2 \qquad (мм)$$

Стандартний модуль зубців $m_n := 2$ мм [7].

Попередні значення деяких параметрів передачі.

Ділильні діаметри шестерні та колеса будуть такі:

$d_1 := m_n \cdot z_1$ $d_1 = 56$ (мм)

$d_2 := m_n \cdot z_2$ $d_2 = 272$ (мм)

Ширина зубчастих вінців

$b_2 := \psi_{ba} \cdot a_w$ $b_2 = 65.6$ (мм)

$b_1 := b_2 + 2$ $b_1 = 67.6$ (мм)

Колова швидкість зубчастих коліс

$$v := 0.5 \cdot \omega_1 \cdot d_1 \cdot 10^{-3} \qquad v = 0.293 \qquad м/с$$

За даними [табл.22.2] вибираєм 8-й ступінь точності ($n_{ст} := 8$) для всіх показників точності зубчастих коліс та передачі.

Еквівалентні числа зубців шечтерні та колеса будуть такими:

Коефіцієнт торцевого перекриття:

$$\varepsilon_\alpha := \left[1.88 - 3.2 \cdot \left(\frac{1}{z_1} + \frac{1}{z_2}\right)\right] \qquad \varepsilon_\alpha = 1.742$$

Коефіцієнт осьового перекриття зубів

$\varepsilon_\beta := 0$

Колова сила у зачепленні зубчастих коліс

$$F_t := \frac{2 \cdot T_1 \cdot 1000}{d_1} \qquad F_t = 2.914 \qquad (Н)$$

$F_{Ht} := F_t$ $F_{Ft} := F_t$

Розрахунок активних поверхонь зубців на контактну втому

Для розрахунку попередньо визначимо такі коефіцієнти.

Коефіцієнт, який враховує мсханічні властивості матеріалів зубчастих коліс $Z_M := 275$ $(МПа^{1/2})$

Коефіцієнт форми спряжених поверхонь зубців $Z_H := 1.77$

Коефіцієнт сумарної довжини контактних ліній.

$$Z_\varepsilon := \sqrt{\frac{4 - \varepsilon_\alpha}{3}} \qquad Z_\varepsilon = 0.868$$

Коефіцієнт, який враховує розподіл навантаження між зубцями [7]

$K_{H\alpha} := 1.07$

$K_{H\beta} = 1.07$

Коефіцієнт динамічного навантаження $K_{Hv} := 1.03$

Питома розрахункова колова сила

$$w_{Ht} := \frac{F_{Ht}}{b_2} \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{Hv} \qquad w_{Ht} = 0.052 \qquad (Н/мм)$$

Розрахункове контактне напруження

$$\sigma_H := Z_M \cdot Z_H \cdot Z_\varepsilon \cdot \sqrt{\frac{w_{Ht}}{d_1} \cdot \frac{u_{зб} + 1}{u_{зб}}} \qquad \sigma_H = 14.183 \qquad (МПа)$$

Напруження менші від допустимих.Стійкість зубців проти втомного викришування забезпечується.

Розрахунок активних поверхонь зубців на контактну міцність

$$\sigma_{Hmax} := \sigma_H \cdot \sqrt{\frac{T_{1max}}{T_1}} \qquad \sigma_{Hmax} = 17.371 \qquad (МПа)$$

Напруження менші від допустимих. Контактна міцність забезпечується.

Розрахунок зубців на втому при згині

Розрахункові коефіцієнти будуть такими.

Коефіцієнти форми зубців:

$Y_{F1} := 4.01$ $Y_{F2} := 3.61$

Коефіцієнт перекриття зубців $Y_\varepsilon := 1$

Коефіцієнт нахилу зубців

$$Y_\beta := 1$$

Коефіцієнт, який враховує розподіл навантаження між зубцями:

$$K_{F\alpha} := \frac{\left[4 + \left(\varepsilon_\alpha - 1\right)\cdot\left(n_{ст} - 5\right)\right]}{4\cdot\varepsilon_\alpha} \qquad K_{F\alpha} = 0.893$$

Коефіцієнт нерівності навантаження по ширині зубчастих вінців

$$K_{F\beta} := 1.12$$

Коефіцієнт динамічного навантаження $K_{Fv} := 1.10$

Питома розрахункова колова сила

$$w_{Ft} := \frac{F_{Ft}}{b_2}\cdot K_{F\alpha}\cdot K_{F\beta}\cdot K_{Fv} \qquad w_{Ft} = 0.049 \quad (Н/мм)$$

Розрахункове напруження згину у зубцях шестерні та колеса:

$$\sigma_{F1} := Y_{F1}\cdot Y_\varepsilon\cdot Y_\beta\cdot\frac{w_{Ft}}{m_n} \qquad \sigma_{F1} = 0.098 \quad (МПа)$$

$$\sigma_{F2} := Y_{F2}\cdot Y_\varepsilon\cdot Y_\beta\cdot\frac{w_{Ft}}{m_n} \qquad \sigma_{F2} = 0.088 \quad (МПа)$$

Стійкість зубців проти втомного руйнування при згині забезпечується, оскільки розрахункові напруження згину менші від відповідних допустимих напружень.

Розрахунок зубців на міцність при максимальним навантаженням.
За формулою:

$$\sigma_{F1max} := \sigma_{F1}\cdot\frac{T_{1max}}{T_1} \qquad \sigma_{F1max} = 0.147 \quad (МПа)$$

$$\sigma_{F2max} := \sigma_{F2}\cdot\frac{T_{1max}}{T_1} \qquad \sigma_{F2max} = 0.132 \quad (МПа)$$

Міцність зубів на згин при дії максимального навантаження також забезпечується, оскільки максимальні напруження менші від допустимих.

Розрахунок параметрів зубчастої передачі (рисунок 2.5.).
Розміри елементів зубців:
висота головки зубця

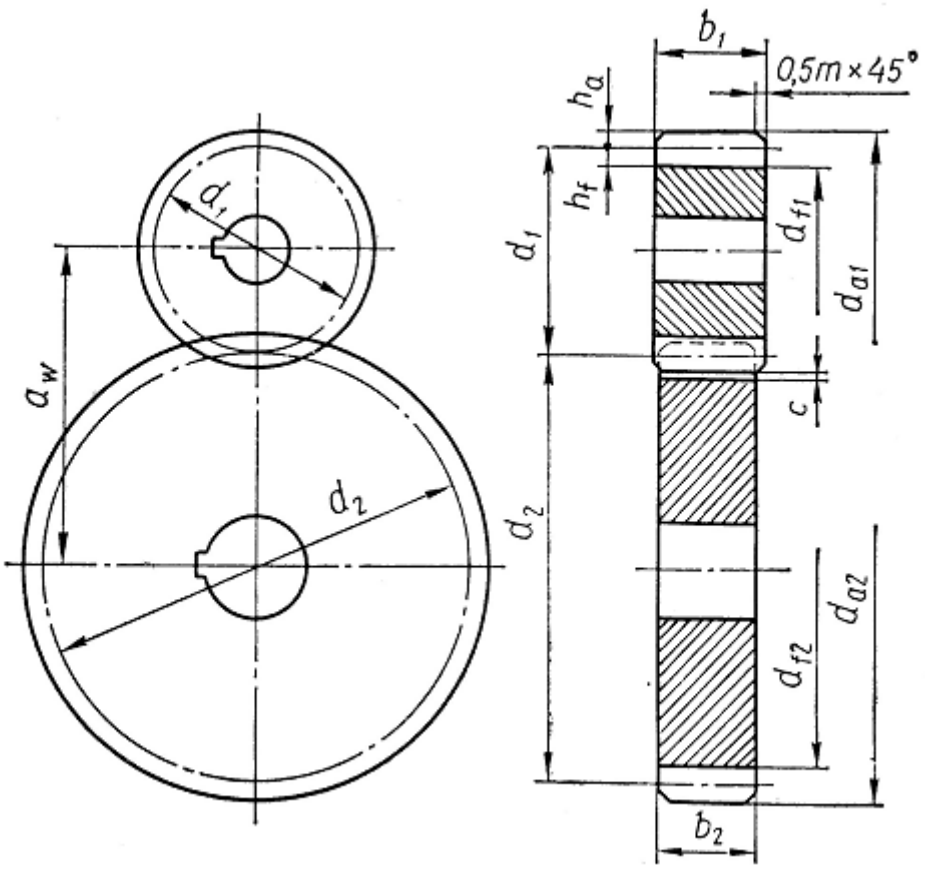

Рис. 3.4. Розрахункова схема зубчастої передачі

висота ніжки $h_a := m_n$ $h_a = 2$ (мм)

висота зубця $h_f := 1.25 \cdot m_n$ $h_f = 2.5$ (мм)

$h := 2.25 \cdot m_n$ $h = 4.5$ (мм)

радіальний зазор $c := 0.25 \cdot m_n$ $c = 0.5$ (мм)

кут профілю зубців $\alpha_n := 20 \cdot \frac{\pi}{180}$

Розміри вінців зубчастих коліс:

ділильні діаметри $d_1 = 56$ (мм) $d_2 = 272$ (мм)

Ширини вінців: $b_1 = 67.6$ (мм) $b_2 = 65.6$ (мм)

Діаметри вершин зубців

$$d_{a1} := d_1 + 2 \cdot m_n \qquad d_{a1} = 60 \qquad (мм)$$

$$d_{a2} := d_2 + 2 \cdot m_n \qquad d_{a2} = 276 \qquad (мм)$$

Діаметри впадин

$$d_{f1} := d_1 - 2.5 \cdot m_n \qquad d_{f1} = 51 \qquad (мм)$$

$$d_{f2} := d_2 - 2.5 \cdot m_n \qquad d_{f2} = 267 \qquad (мм)$$

Міжосьова віддаль передачі

$$a_w := 0.5 \cdot m_n \cdot (z_1 + z_2) \qquad a_w = 164 \qquad (мм)$$

11. Розрахунок сил у зачепленні зубців передачі.

Колова сила $F_t = 2.914$ (Н)

Радіальна сила: $F_r := F_t \cdot \tan(\alpha_n)$ $F_r = 1.061$ (Н)

Осьова сила: $F_a := 0$ $F_a = 0$ (Н)

4. Дослідження впливу конструктивних параметрів на роботу шприця вакуумного Handtmann VF 628

4.1. Теоретичнк дослідження впливу конструктивних параметрів на роботу шприця вакуумного Handtmann VF 628

4.1.1. Визначення впливу на продуктивність шприця вакуумного Handtmann VF 628 конструктивних параметрів

Роторний витискаючий мехшприця вакуумного Handtmann VF 628 конструктивно відноситься до групи однократних пластинчастих насосів.

Схема будови і принципу дії такого насоса представлена на рис. 3.1. Під час обертання ексцентрикового ротора 1, із пластинами 2 розміщеними в пазах, в напрямку по стріці, змінюються площі фігур CDD_1C_1 та ABB_1A_1, тому що пластини постійно перебувають у контакті із внутрішньою робочою поверхнею статора 3 зі зміщеним геометричним центром якого О відносно центру роторного елемента O_1 на певну величину (ексцентриситет).

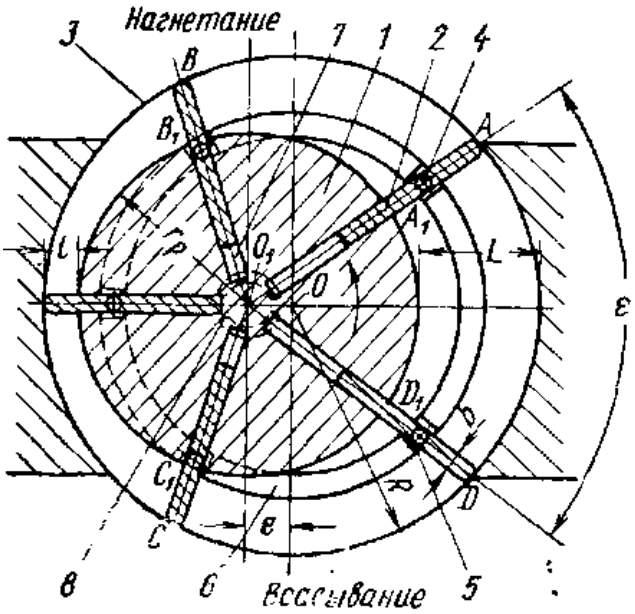

Рис. 4.1 Схема будови і принципу дії однократного пластинчастого насоса.

Під час обертанні роторного витіснювача збільшується розміри CDD_1C_1, що обумовлює зростання робочого обсягу камери, між боковими поверхнями корпуса насоса і витіснювача, сусідніми пластинками і торцевими поверхнями (ротора і кришки).

Зменшення розмірів ABB_1A_1 обумовлює скорочення місткості аналогічної камери. Таким чином, у першому випадку створюється розрідження, і відбувається заповнювання порожними фаршом. Зменшення місткості другої порожнини обумовлює наповнення фаршом напірну частину нагнітача. Щоб напірна магістраль постійно була відокремлена від всмоктуючої, на корпусі або бічних поверхнях є ущільнювальна спеціальна перемичка, розміщена на певному куті, значення якого має бути

$$\varepsilon \geq \beta, \tag{4.1}$$

де $\beta = \frac{2\pi}{z}$ - кут між сусідніми пластинками;

z – кількість пластин.

У ряді конструкцій пластини мають примусове ведення, для чого на їх торцях виконуються осі 4, які входять в повзуни 5, що пересуваються при обертанні ротора в кільцевих канавках 6, виконаних в кришках. Камери під торцями пластин 7 за допомогою канавок 8 з'єднуються залежно від положення пластин або з порожниною всмоктування, або з порожниною нагнітання, тому пластини, здійснюючи всмоктування і нагнітання, збільшують продуктивність насоса. На рис. 3.2 показана розрахункова схема для визначення продуктивності витіснювача шприця вакуумного Handtmann VF 628.

Згідно до розрахункової схеми можна написати такі залежності:

$$l = R - r_p - e \tag{4.2}$$

$$L = R - r_p + e \tag{4.3}$$

де R – радіус статора, м;

r_p – радіус ротора, м.

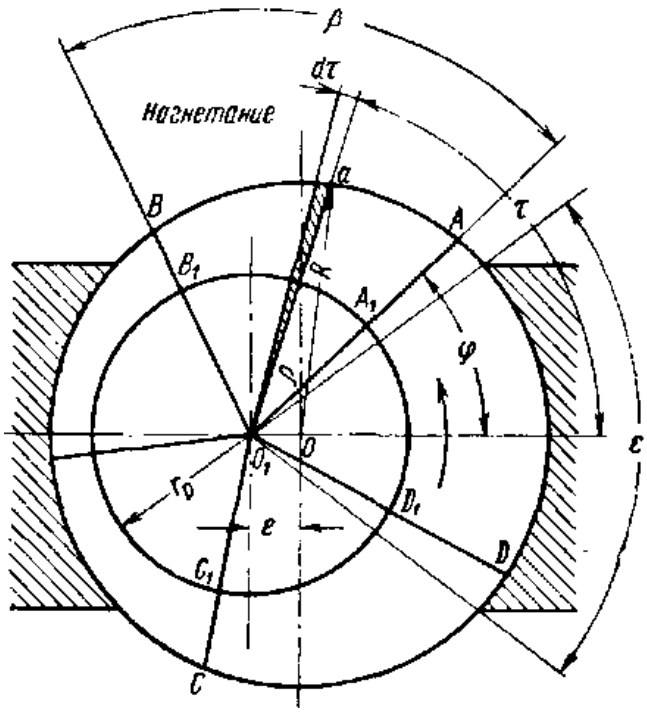

Рис. 4.2. Розрахункова схема для визначення продуктивності витіснювача шприця вакуумного Handtmann VF 628.

Різниця величин L та l визначає хід пластин:

$$L - l = 2e.$$

Величина ексцентриситету e для насосів з регульованою продуктивністю є непостійною. Якщо $e = 0,$ то виходячи з рівнянь (4.2) і (4.3) отримуємо:

$$L = l = R - r_p$$

Якщо $e = e_{\max}$, то

$$R - r_p = e_{\max} - l_{\min} \qquad \text{і} \qquad L = 2e_{\max} + l_{\min}$$

Для визначення продуктивності ватіснювача треба обчислити площу камери ABB_1A_1, як функцію кута φ повороту ротора (рис. 4.2). Для цього насамперед треба обчислити радіус-вектор ρ в полярних координатах з центром в точці O_1.

З трикутника OaO_1:

$$O_1a = \rho = e \cdot \cos\tau + \sqrt{e^2 \cdot \cos^2\tau + R^2 - e^2}\,.$$

Площа ABO_1 в полярних координатах

$$S_{ABO_1} = \frac{1}{2}\int_{\varphi}^{\varphi+\beta} \rho^2 d\tau = \int_{\varphi}^{\varphi+\beta} \left(e \cdot \cos\tau + \sqrt{e^2 \cdot \cos^2\tau + R^2 - e^2} \right)^2 d\tau .$$

Площа сектора $A_1B_1O_1$

$$S_{A_1B_1O_1} = \frac{1}{2}\int_{\varphi}^{\varphi+\beta} {r_p}^2 d\tau .$$

Площа камери ABB_1A_1, що визначена як різниця площ ABO_1 та $A_1B_1O_1$

$$S_{ABB_1A_1} = \frac{1}{2}\int_{\varphi}^{\varphi+\beta} 2e^2 \cdot \cos^2\tau \cdot d\tau + \frac{1}{2}\int_{\varphi}^{\varphi+\beta} 2e \cdot \cos\tau \sqrt{e^2 \cdot \cos^2\tau + R^2 - e^2}\, d\tau +$$

$$+ \frac{1}{2}\int_{\varphi}^{\varphi+\beta} (R^2 - r_p^2 - e^2) d\tau$$

Після обчислень:

$$S = \frac{e^2}{4}\left[\sin 2(\varphi+\beta) - \sin 2\varphi\right] + \frac{R \cdot e}{2}\left\{ \sin(\varphi+\beta)\sqrt{1 - \left(\frac{e}{R}\sin(\varphi+\beta)\right)^2} - \right.$$

$$\left. - \sin\varphi\sqrt{1 - \left(\frac{e}{R}\sin\varphi\right)^2} + \frac{R}{e}\arcsin\left(\frac{e}{R}\sin(\varphi+\beta)\right) - \frac{R}{e}\arcsin\left(\frac{e}{R}\sin\varphi\right)\right\} + \qquad (4.4)$$

$$+ \frac{R^2 - r_p^2 - e^2}{2}\beta .$$

На рисунку 3.3 представлена розрахункова схема для обчислення $S_{\max}$ та $S_{\min}$. Найбільша величина площі камери між пластинками буде, якщо у рівнянні (4.4) прийняти

$$\varphi = -\frac{\beta}{2}:$$

$$S_{\max} = \frac{e^2}{2}\sin\beta + R \cdot e \cdot \sin\frac{\beta}{2}\sqrt{1 - \left(\frac{e}{R}\sin\frac{\beta}{2}\right)^2} + R^2 \arcsin\left(\frac{e}{R}\sin\frac{\beta}{2}\right) +$$

$$+ \frac{R^2 - r_p^2 - e^2}{2}\beta . \qquad (3.5)$$

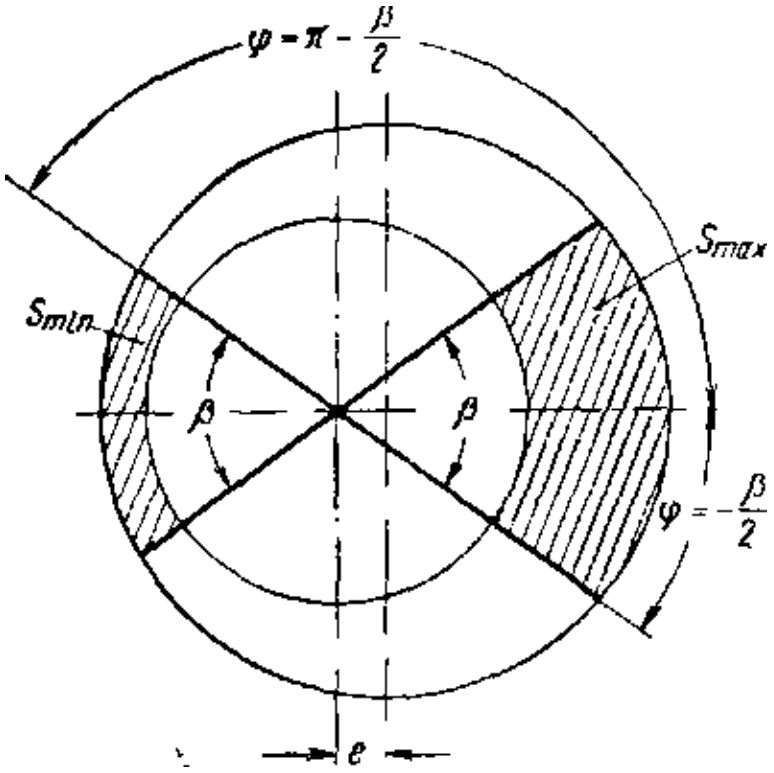

Рис. 4.3 Розрахункова схема для обчислення $S_{\max}$ та $S_{\min}$

Найменша величина площі камери між пластинками буде, якщо у рівнянні (4.4) прийняти

$\varphi = \pi - \frac{\beta}{2}$:

$$S_{\min} = \frac{e^2}{2}\sin\beta - R\cdot e\cdot\sin\frac{\beta}{2}\sqrt{1-\left(\frac{e}{R}\sin\frac{\beta}{2}\right)^2} - R^2\arcsin\left(\frac{e}{R}\sin\frac{\beta}{2}\right) +$$

$$+\frac{R^2 - r_p^2 - e^2}{2}\beta. \qquad (4.6)$$

Теоретична продуктивність нагнітача

$$Q_T = (S_{\max} - S_{\min})B\cdot n\cdot z,$$

де B – ширина (висота) ротора, м;

n – швидкість обертання ротора, $с^{-1}$.

Підставляючи в останнє рівняння значення $S_{\max}$ та $S_{\min}$ з рівнянь (4.5) та (4.6) отримаємо:

$$Q_{\text{Ò}} = 2R\cdot\left[e\cdot\sin\frac{\beta}{2}\sqrt{1-\left(\frac{e}{R}\sin\frac{\beta}{2}\right)^2} + R\cdot\arcsin\left(\frac{e}{R}\sin\frac{\beta}{2}\right)\right]B\cdot n\cdot z. \qquad (4.7)$$

4.1.2 Визначення впливу на тиск у камері витіснювача шприця вакуумного Handtmann VF 628 конструктивних параметрів

При роботі витіснювача відбувається стиснення фаршу в камерах між пластинками ротора, відповідно зростає тиск у камері, і фарш виходить із камери під певним тискам. Для визначення того, який вплив мають окремі конструктивні параметри на значення тиску в робочій камері витіснювача розглянемо основне рівняння гідростатики

$$z_1 + \frac{p_1}{\rho_1 \cdot g} = z_1 + \frac{p_1}{\rho_1 \cdot g} \qquad (4.8)$$

де z_1, z_2 - висоти розміщення точок фаршу в камері, відповідно в моменти коли камера є найбільшою і найменшою. Для нашого випадку можна прийняти:

$$z_1 = z_2 ; \qquad (4.9)$$

p_1, p_2 – тиск у камері, відповідно в моменти коли камера є найбільшою і найменшою;

ρ_1, ρ_2 - густина фаршу, що змінюється залежно від тиску.

Між густиною фаршу, його об’ємом та масою існує відома залежність:

$$\rho = \frac{m}{V} \qquad (4.10)$$

Під час обробки у камері витіснювача маса продукту не змінюється, тобто:

$m_1 = m_2$.

Тоді, з врахуванням (4.9) та (4.10) рівняння (4.8) після перетворень запишеться у вигляді:

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

Максимальний та мінімальний об’єми камери витіснювача визначимо за формулами:

$$V_1 = B \cdot S_{\max} \qquad V_2 = B \cdot S_{\min}$$

де S_{max} та S_{min} - визначаємо за формулами (4.5), (4.6).

Тоді максимальний тиск в камері витіснювача буде:

$$p_2 = p_1 \frac{S_{max}}{S_{min}} \qquad (4.11)$$

4.1.3 Вплив загального числа пластин на коефіцієнт нерівномірності подачі витиснювача шприця вакуумного Handtmann VF 628

Характерною особливістю шприця вакуумного Handtmann VF 628, яка в знайчій мірі визначає процес формування ковбасних батонів є коефіцієнт нерівномірності подачі.

Для того, щоби отримати рівняння зміни потоку (пульсування) і в подальшому коефіцієнт нерівномірності подачі фаршу, треба додати витрати ковбасного фаршу, що нагнітається усіма комірками за рахунок зміни їх місткості. Розхід, фаршу, який нагнітається однією коміркою, без урахування розмірів пластин можна описати залежністю [1].

$$\frac{dV_i}{dt} = \frac{dV_\varphi}{d\varphi} \cdot \frac{d\varphi}{dt} \qquad (4.12)$$

В цьому рівнянні

$$\frac{dV_\varphi}{d\varphi} = B \cdot \frac{dS}{d\varphi t}$$

та $$\frac{d\varphi}{dt} = \omega,$$

тоді рівняння (4.12) запишеться у вигляді:

$$\frac{dV_i}{dt} = \omega \cdot B \frac{dS}{d\varphi}, \qquad (4.13)$$

де V_i – об’єм комірки, утвореної сусідніми пластинами, м^3;

S – площа комірки між сусідніми пластинками (3.4).

Для значень $\frac{e}{R} \le 0{,}1$ автори [1] без суттєвої похибки приймають, що:

$$\sqrt{1-\left(\frac{e}{R}\sin\frac{\beta}{2}\right)^2}\approx 1, \qquad \arcsin\frac{e}{R}\approx\frac{e}{R}. \qquad (4.14).$$

Для витискувача шприця вакуумного Handtmann VF 628

$$\frac{e}{R}=0{,}28,$$

тому проведемо розрахунок величини $\sqrt{1-\left(\frac{e}{R}\sin\frac{\beta}{2}\right)^2}$ в діапазоні розглядуваних нами параметрів з метою встановлення можливості прийнятя у нашому випадку спрощень (4.14). Результати розрахунків наведемо в таблиці 3.1.

Таблиця 4.1.

Результати розрахунку величини $\sqrt{1-\left(\frac{e}{R}\sin\frac{\beta}{2}\right)^2}$

z	$\sqrt{1-\left(\frac{e}{R}\sin\frac{\beta}{2}\right)^2}$	z	$\sqrt{1-\left(\frac{e}{R}\sin\frac{\beta}{2}\right)^2}$
3	0,970	11	0,997
4	0,980	12	0,997
5	0,986	13	0,998
6	0,990	14	0,998
7	0,993	15	0,998
8	0,994	16	0,998
9	0,995	17	0,999
10	0,996	18	0,999

Результати розрахунку показали, що в нашому випадку також $\sqrt{1-\left(\frac{e}{R}\sin\frac{\beta}{2}\right)^2}\approx 1$ і ми можемо скористатися спрощеннями [1]:

$$\left.\begin{aligned}
&\sqrt{1-\left(\frac{e}{R}\sin(\varphi+\beta)\right)^2} \approx \sqrt{1-\left(\frac{e}{R}\sin(\varphi)\right)^2} \approx 1 \\
&\arcsin\left(\frac{e}{R}\sin(\varphi+\beta)\right) \approx \frac{e}{R}\sin(\varphi+\beta) \\
&\arcsin\left(\frac{e}{R}\sin(\varphi)\right) \approx \frac{e}{R}\sin(\varphi)
\end{aligned}\right\} \qquad (4.15)$$

З врахуванням (3.14) рівняння 3.4 перепишеться у вигляді:

$$S = \frac{e^2}{4}\left[\sin 2(\varphi+\beta) - \sin 2\varphi\right] + R\cdot e\cdot\left[\sin(\varphi+\beta) - \sin\varphi\right] + \frac{R^2 - r_p^2 - e^2}{2}\beta \quad (4.16)$$

Після диференціювання (3.16) та підстановки в рівняння (3.13) отримаємо:

$$\frac{dV_i}{dt} = -\omega\cdot B\cdot R\cdot e\left\{\cos\varphi - \cos(\varphi+\beta) + \frac{e}{R}\left[\cos^2\varphi - \cos^2(\varphi+\beta)\right]\right\}, \quad (4.17)$$

Тоді сумарний розхід буде:

$$\sum\frac{dV_i}{dt} = \omega\cdot B\cdot R\cdot e\left\{\sum_{k=0}^{m-1}\cos(\varphi+k\cdot\beta) - \sum_{k=0}^{m-1}\cos(\varphi+\beta+k\cdot\beta) + \right.$$

$$\left. + \frac{e}{R}\cdot\sum_{k=0}^{m-1}\cos^2(\varphi+k\cdot\beta) - \frac{e}{R}\sum_{k=0}^{m-1}\cos^2(\varphi+\beta+k\cdot\beta)\right\} \qquad (4.18)$$

де k – індексувальний коефіцієнт k = 0, 1, 2, …, m – 1;

m – число комірок в зоні нагнітання.

Для непарного числа пластинок під час змінювання φ від $\frac{\beta}{2} = -\frac{\pi}{z}$ до 0,

$m = \frac{z+1}{2}$, під час змінювання φ від 0 до $\frac{\beta}{2} = \frac{\pi}{z}$, $m = \frac{z-1}{2}$.

Для парного числа пластинок $m = \frac{z}{2}$.

Коефіцієнт нерівномірності нагнітання витіснювача шприця вакуумного Handtmann VF 628 за рахунок змінювання місткості комірок розраховується за формулою [1]:

$$\delta_í = \frac{\left(\sum \frac{dV_i}{dt}\right)_{\max} - \left(\sum \frac{dV_i}{dt}\right)_{\min}}{Q_T} \cdot 100\% \qquad (4.19)$$

Для парного числа пластинок найбільше значення буде коли $\varphi = 0$:

$$\left(\sum \frac{dV_i}{dt}\right)_{\max} = 2\omega \cdot B \cdot R \cdot e\,. \qquad (4.20)$$

Найменше значення буде коли $\varphi = \frac{\pi}{z}$

$$\left(\sum \frac{dV_i}{dt}\right)_{\min} = 2\omega \cdot B \cdot R \cdot e \cdot \cos\frac{\pi}{z}\,. \qquad (4.21)$$

Після перетворень з (3.19) отримаємо:

$$\delta_í = tg\frac{\pi}{2z} \cdot \frac{\pi}{z} 100\% \qquad (4.22)$$

Для наближеного обчислення можна прийняти $tg\frac{\pi}{2z} \approx \frac{\pi}{2z}$, після чого рівняння 3.22 прийме вигляд [1]:

$$\delta_í = \frac{500}{z^2}, \%. \qquad (4.23)$$

Для непарної кількості пластин $\left(\sum \frac{dV_i}{dt}\right)_{\max}$ буде досягатися при $\varphi = \frac{\pi}{2z}$, а мінімальне $\left(\sum \frac{dV_i}{dt}\right)_{\min}$ при $\varphi = \frac{\pi}{z}$.

З врахуванням цього з (3.19) отримаємо:

$$\delta_í = tg\frac{\pi}{4z} \cdot \frac{\pi}{2z} 100\% \qquad (4.24)$$

Приймаючи $tg\frac{\pi}{4z} \approx \frac{\pi}{4z}$, з рівняння (4.24) для непарної кількості пластин отримається наближене рівняння [1]:

$$\delta_í = \frac{125}{z^2}, \% \qquad (4.25)$$

4.2. Результати дослідження впливу конструктивних параметрів на роботу шприця вакуумного Handtmann VF 628 та їх аналіз

4.2.1. Результати розрахунків впливу конструктивних параметрів на продуктивність витиснювача шприця вакуумного Handtmann VF 628

Згідно залежностям, наведеним у п. 4.1 було розраховано вплив на продуктивність витіснювача шприця вакуумного Handtmann VF 628 кількості пластин та величини ексцентриситету e. Розрахунки виконані за допомогою програмного продукту Exel.

Результати розрахунку впливу на продуктивність витіснювача шприця вакуумного Handtmann VF 628 кількості пластин представлені у табл. 4.2 та на рис. 4.4.

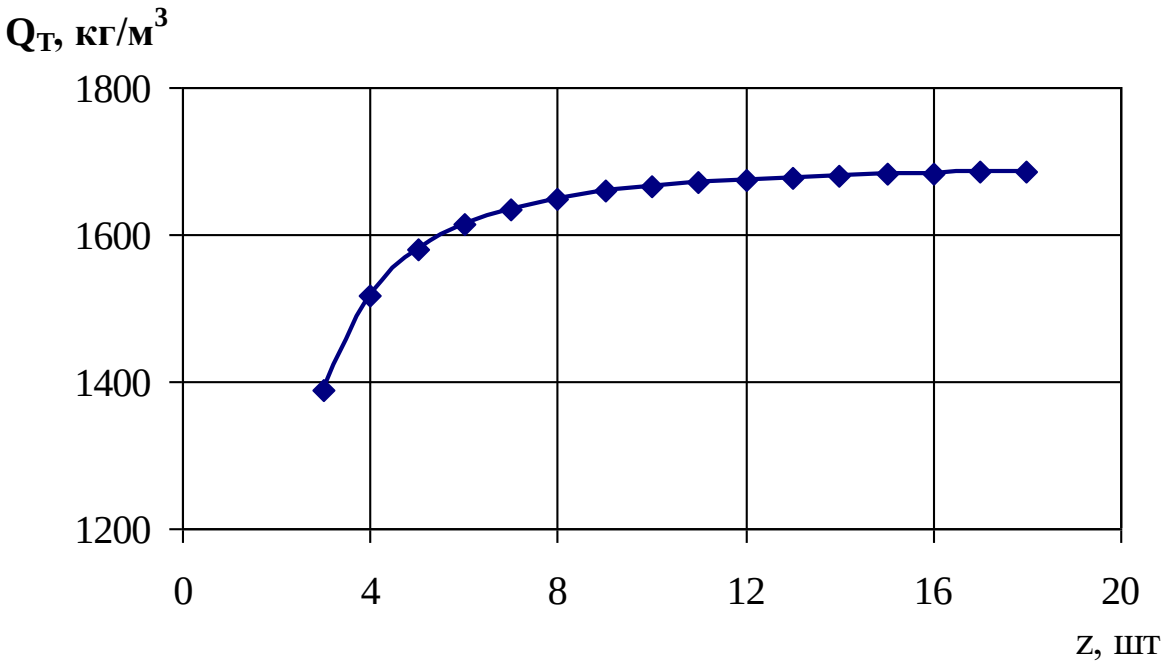

Рис. 4.4. Залежність продуктивності витиснювача вакуумного шприця марки VF-620 від кількості пластин

Таблиця 4.2.

Результати розрахунку впливу на продуктивність витиснювача шприця вакуумного Handtmann VF 628 кількості пластин

z	β	sin(β/2)	$\frac{e}{R}\sin\frac{\beta}{2}$	$Q_T, м^3/с$	$Q_T, кг/год$
3	2,093	0,866	0,243	3,60E-04	1388,46
4	1,570	0,707	0,199	3,94E-04	1516,52
5	1,256	0,588	0,165	4,10E-04	1578,96
6	1,047	0,500	0,140	4,19E-04	1613,78
7	0,897	0,434	0,122	4,24E-04	1635,10
8	0,785	0,382	0,107	4,28E-04	1649,07
9	0,698	0,342	0,096	4,31E-04	1658,71
10	0,628	0,309	0,087	4,32E-04	1665,64
11	0,571	0,282	0,079	4,34E-04	1670,78
12	0,523	0,259	0,073	4,35E-04	1674,70
13	0,483	0,239	0,067	4,36E-04	1677,75
14	0,449	0,222	0,062	4,36E-04	1680,18
15	0,419	0,208	0,058	4,37E-04	1682,14
16	0,393	0,195	0,055	4,37E-04	1683,75
17	0,369	0,184	0,052	4,37E-04	1685,08
18	0,349	0,174	0,049	4,38E-04	1686,20

У результаті розрахунків бачимо, що при змінювання чимсла пластинок теоретична продуктивність наповнювача різко зростає до певного числа пластинок, а саме 12, після якого збільшення сповільнюється.

Результати розрахунку впливу на продуктивність витиснювача шприця вакуумного Handtmann VF 628 величини ексцентриситету представлені у табл. 4.3 та на рис. 4.5.

Таблиця 4.3.

Результати розрахунку впливу на продуктивність витиснювача шприця вакуумного Handtmann VF 628 величини ексцентриситету

e	$\frac{e}{R}\sin\frac{\beta}{2}$	$Q_T, м^3/с$	$Q_T, кг/год$
0,01	0,029	1,74E-04	670,38
0,015	0,044	2,61E-04	1005,39
0,02	0,058	3,48E-04	1340,18
0,025	0,073	4,35E-04	1674,70
0,03	0,087	5,22E-04	2008,86

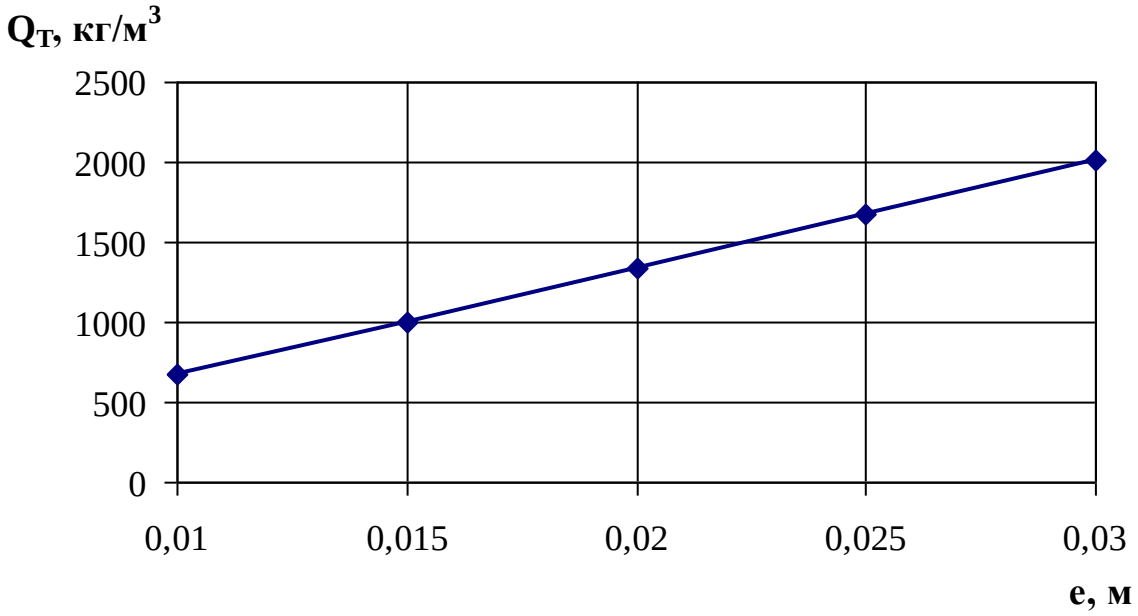

Рис. 4.5. Залежність продуктивності шприця вакуумного Handtmann VF 628 від величини ексцентриситету

Як видно з результатів розрахунку, представлених на рис. 4.5 продуктивність витиснювача шприця вакуумного Handtmann VF 628 зростає практично у лінійній залежності від величини ексцентриситету e.

4.2.2. Результати розрахунків впливу конструктивних параметрів на максимальний тиск у камері витиснювача шприця вакуумного Handtmann VF 628

Згідно залежностям наведеним у п. 4.1. було розраховано вплив на максимальний тиск, що створюється у камері витиснювача шприця вакуумного Handtmann VF 628 кількості пластин та величини ексцентриситету e.

Результати розрахунку впливу на максимальний тиск, що створюється у камері витиснювача шприця вакуумного Handtmann VF 628 кількості пластин представлені у таблиці 4.4 та на рис. 4.6.

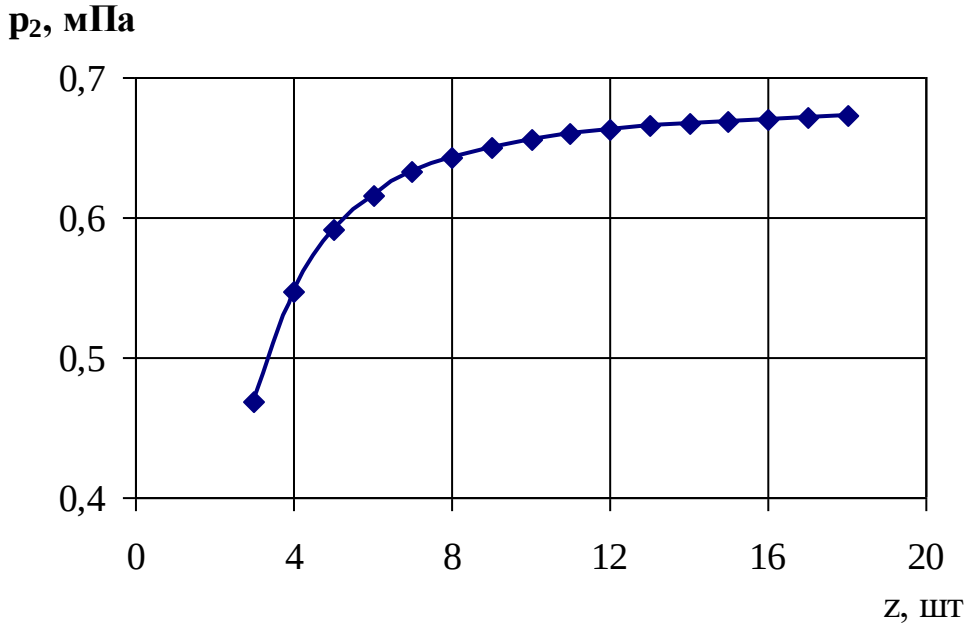

Рис. 4.6.– Залежність тиску у камері витіснювача шприця вакуумного Handtmann VF 628 від кількості пластин

Таблиця 4.3.

Результати розрахунку впливу на максимальний тиск, що створюється у камері витиснювача шприця вакуумного Handtmann VF 628 кількості пластин

z	β	sin(β/2)	$\frac{e}{R}\sin\frac{\beta}{2}$	S_{max}	S_{min}	p_2
3	2,093	0,866	0,243	9,70E-03	2,07E-03	0,4691
4	1,570	0,707	0,199	7,64E-03	1,40E-03	0,5478
5	1,256	0,588	0,165	6,27E-03	1,06E-03	0,5908
6	1,047	0,500	0,140	5,29E-03	8,59E-04	0,6161
7	0,897	0,434	0,122	4,57E-03	7,23E-04	0,6322
8	0,785	0,382	0,107	4,02E-03	6,26E-04	0,6429
9	0,698	0,342	0,096	3,59E-03	5,52E-04	0,6504
10	0,628	0,309	0,087	3,24E-03	4,94E-04	0,6559
11	0,571	0,282	0,079	2,95E-03	4,47E-04	0,6599
12	0,523	0,259	0,073	2,71E-03	4,09E-04	0,6630
13	0,483	0,239	0,067	2,50E-03	3,76E-04	0,6655
14	0,449	0,222	0,062	2,33E-03	3,49E-04	0,6674
15	0,419	0,208	0,058	2,17E-03	3,25E-04	0,6690
16	0,393	0,195	0,055	2,04E-03	3,04E-04	0,6703
17	0,369	0,184	0,052	1,92E-03	2,86E-04	0,6714
18	0,349	0,174	0,049	1,81E-03	2,70E-04	0,6723

Аналіз результатів розрахунку (рис. 4.3) показує, що зі збільшенням кількості пластин до 12 максимальний тиск, що створюється у камері стрімко зростає. Далі зі збільшенням кількості пластин зростання тиску сповільнюється.

Результати розрахунку впливу на максимальний тиск, що створюється у камері витиснювача шприця вакуумного Handtmann VF 628 величини ексцентриситету таблиці 4.5 та на рис. 4.7.

Таблиця 4.5.

Результати розрахунку впливу на максимальний тиск, що створюється у камері витиснювача шприця вакуумного Handtmann VF 628 величини ексцентриситету e

e, м	$\frac{e}{R}\sin\frac{\beta}{2}$	S_{max}	S_{min}	p_2, мПа
0,01	0,029	2,03E-03	1,10E-03	0,1834
0,015	0,044	2,25E-03	8,73E-04	0,2582
0,02	0,058	2,48E-03	6,41E-04	0,3872
0,025	0,073	2,71E-03	4,09E-04	0,6630
0,03	0,087	2,94E-03	1,76E-04	1,6694

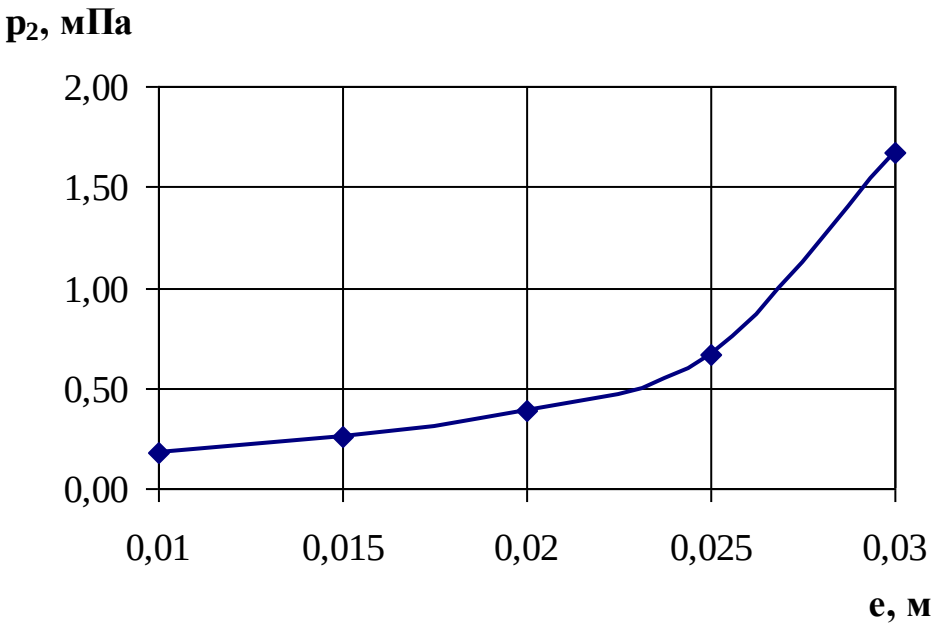

Рис. 4.7. Залежність максимального тиску у камері витискача шприця вакуумного Handtmann VF 628 від величини ексцентриситету

Аналіз результатів рис. 4.7 показує, що зі збільшенням ексцентриситету зростає максимальний тиск у камері витискача шприця вакуумного Handtmann VF

628. При чому значення, що регламентовані технологією виробництва ковбас він приймає у межах величин ексцентриситету е 0,02 – 0,028м.

Таким чином проведені розрахунки показали, що для створення оптимального тиску у камері витиснювача шприця вакуумного Handtmann VF 628 необхідно, щоб ротор мав ексцентриситет е=0,025м і 12 пластинок.

4.2.3 Вплив числа пластин на коефіцієнт нерівномірності подачі витиснювача шприця вакуумного Handtmann VF 628

Характерною особливістю шприця вакуумного Handtmann VF 628, яка в знайчій мірі визначає процес формування ковбасних батонів є коефіцієнт нерівномірності подачі.

Важливою особливістю шприця вакуумного Handtmann VF 628, яка в значній мірі обумовнює якість заготовок ковбас, є коефіцієнт нерівномірності подачі.

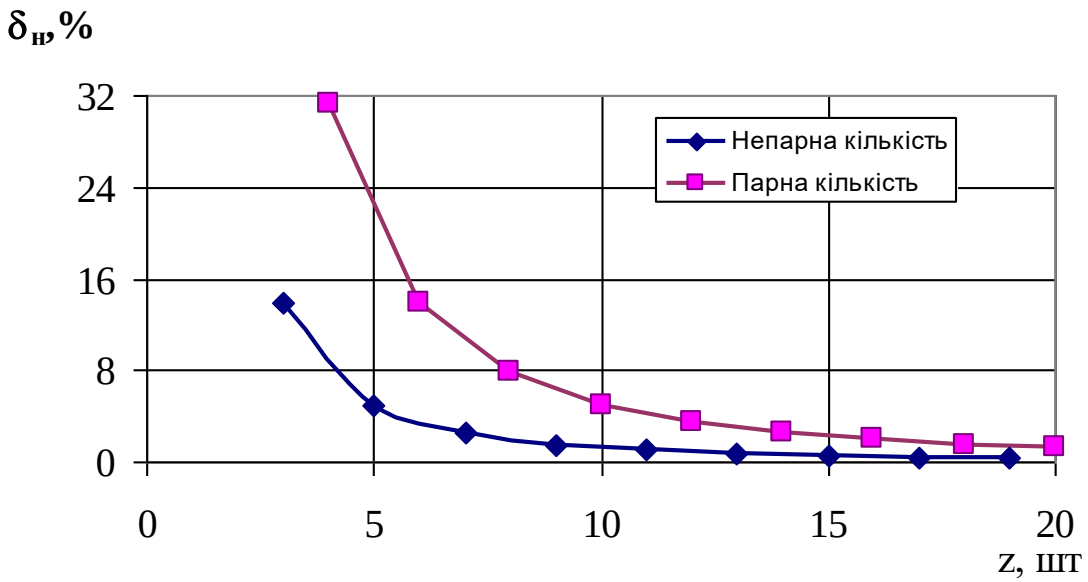

Рис. 4.8. Вплив кількості пластинок на рівномірність подачі витіснювача шприця вакуумного Handtmann VF 628

В п. 4.1 подано наближені залежності (4.23) та (4.25) для визначення коефіцієнта нерівномірності подачі нагнатача відповідно для для парного та непарного числа пластинок.

Отримані результати подано в таблиці 4.6. та на рис.4.8.

Таблиця 4.6.

Результати дослідження впливу числа пластин на рівномірність подачі нагнітача шприця вакуумного Handtmann VF 628

Непарна кількість пластинок		Парна кількість пластинок	
z	$\delta_н = \frac{125}{z^2}, \%$	z	$\delta_н = \frac{500}{z^2}, \%.$
3	13,89	4	31,25
5	5,00	6	13,89
7	2,55	8	7,81
9	1,54	10	5,00
11	1,03	12	3,47
13	0,74	14	2,55
15	0,56	16	1,95
17	0,43	18	1,54
19	0,35	20	1,25

Аналіз результатів рис. 4.8. показує, що суттєвий вплив на нерівномірність подачі відбувається при кількости пластинок менше 5 – для непарної їх кількості, і менше 6 – для парної. При чому використання непарної кількості пластинок покращує технологічний процес обробки напівфабрикату. Але для прийнятої кількості пластинок коефіцієнт нерівномірності становить 3,47%, що допускається.

4.3. Комп’ютерне моделювання ротора

4.3.1. Постановка завдань дослідження.

Дослідження ротора нагнітача шприця вакуумного Handtmann VF 628 (рис.4.9) під навантаженням будемо виконувати у застосунку SolidWorks Simulation.

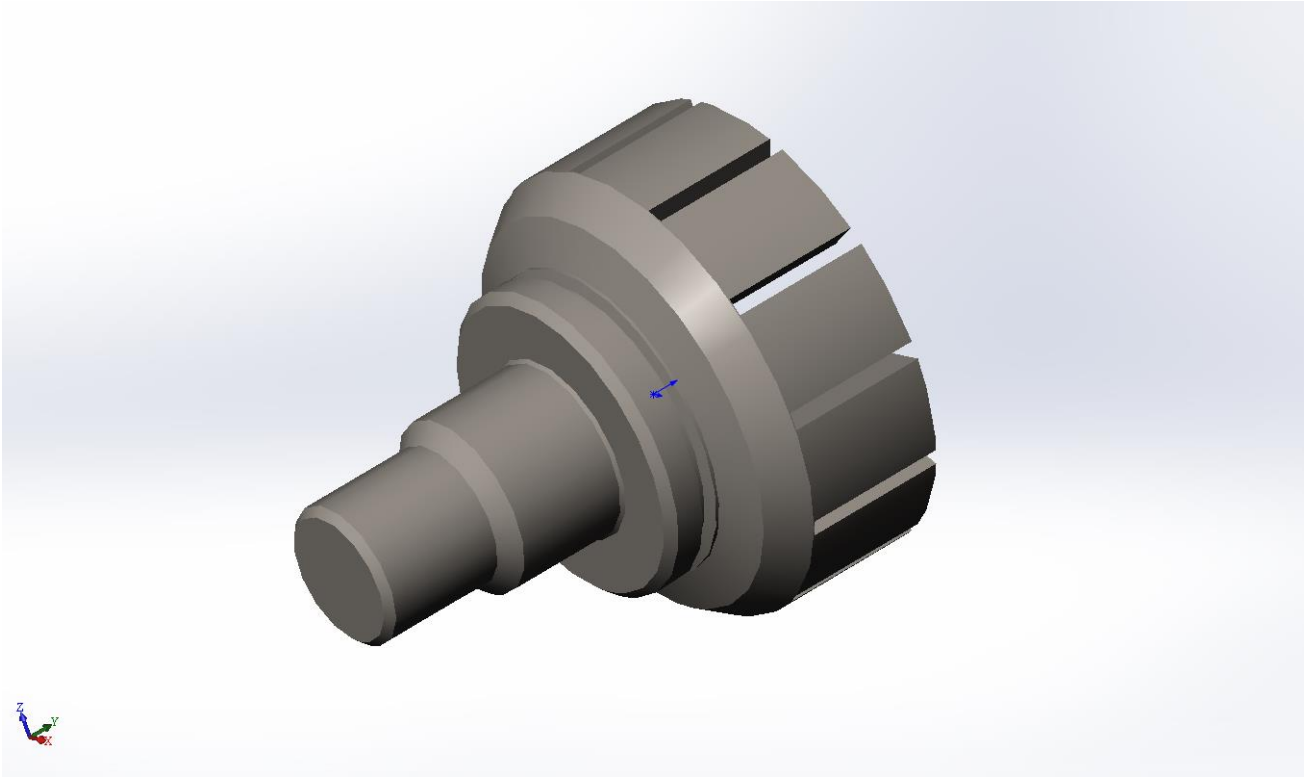

Рис. 4.9. Твердотіла модель ротора нагнітача шприця вакуумного Handtmann VF 628.

4.3.2. Результати моделювання ротора нагнітача шприця вакуумного Handtmann VF 628 під навантаженням.

Спрощена розрахункова схема ротора нагнітача шприця вакуумного Handtmann VF 628 представлена на рис. 4.10. Вказано схематично кріплення і діючі на ротор силови. На рис. 4.11. представлена розрахункова МКЕ сітка. На рис.4.12 – рис.4.16 представлено результати комп’ютерного моделювання навантаження на ротор.

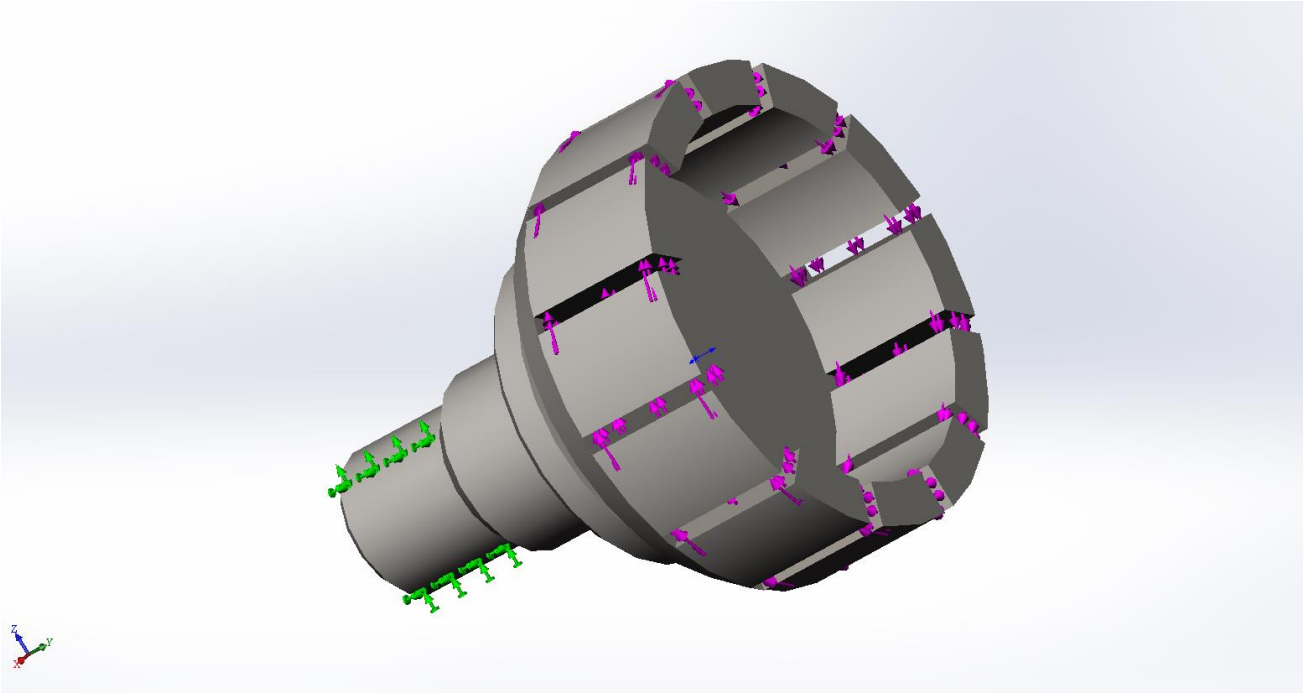

Рис. 4.10. Розрахункова схема ротора нагнітача шприця вакуумного Handtmann VF 628

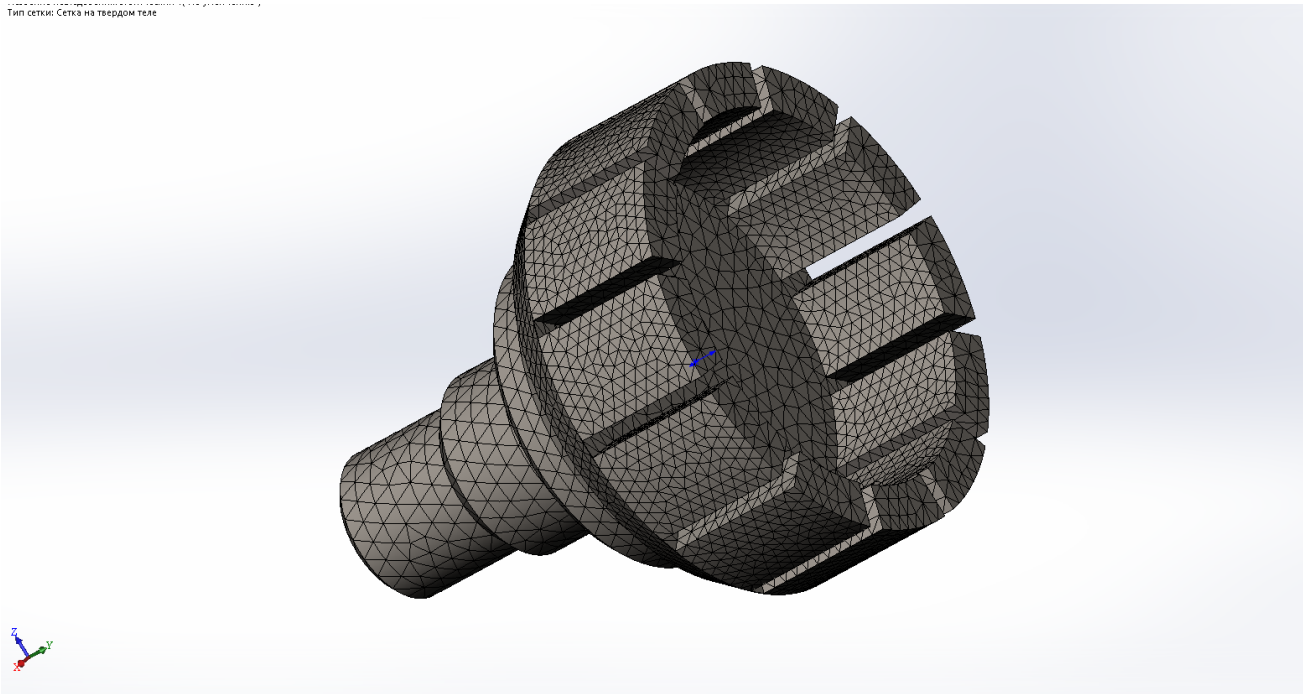

Рис. 4.11. Розрахункова сітка ротора нагнітача шприця вакуумного Handtmann VF 628.

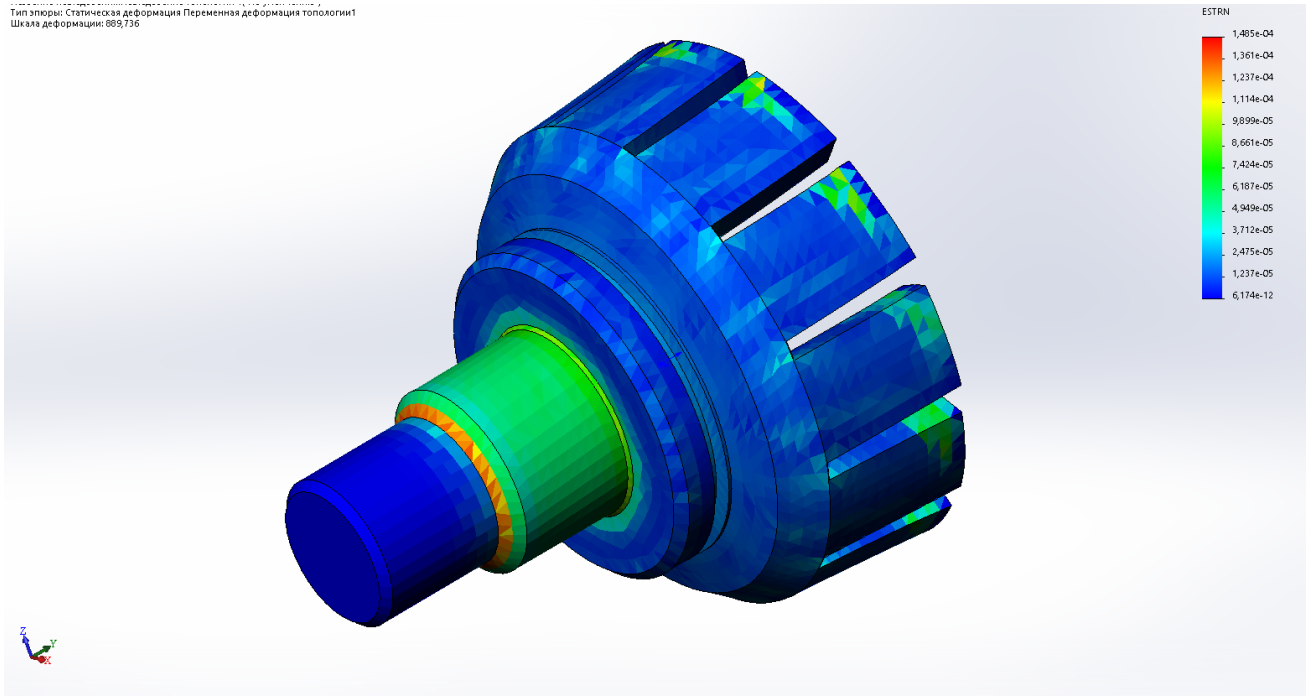

Рис. 4.12. Статичні деформації у роторі нагнітача шприця вакуумного Handtmann VF 628

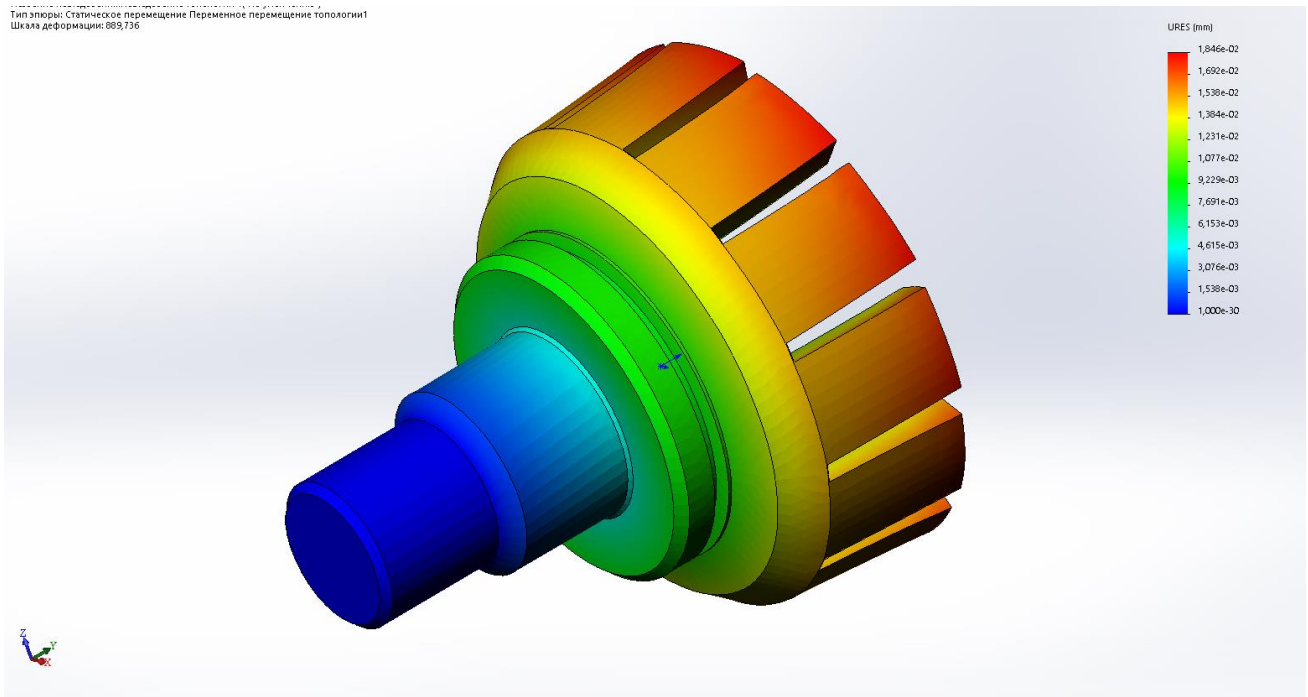

Рис. 4.13. Статичні переміщення у роторі нагнітача шприця вакуумного Handtmann VF 628

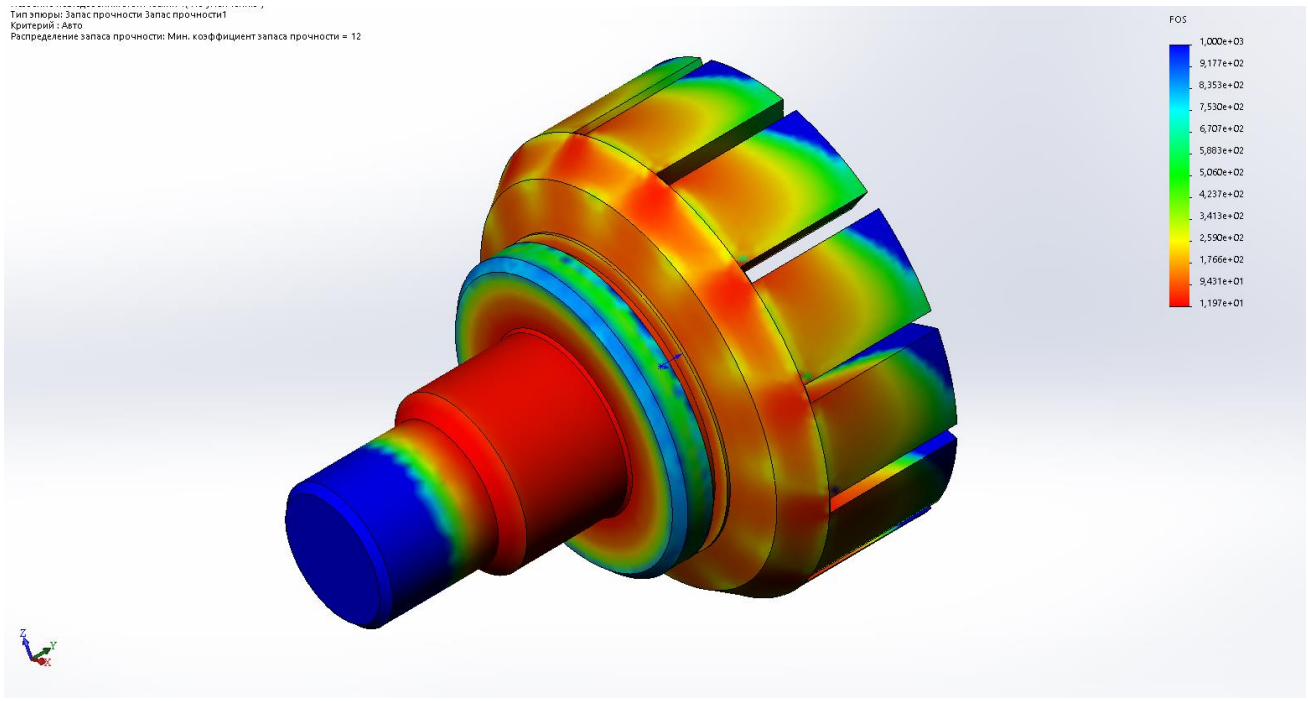

Рис. 4.14. Розподіл запасу міцності у роторі нагнітача шприця вакуумного Handtmann VF 628

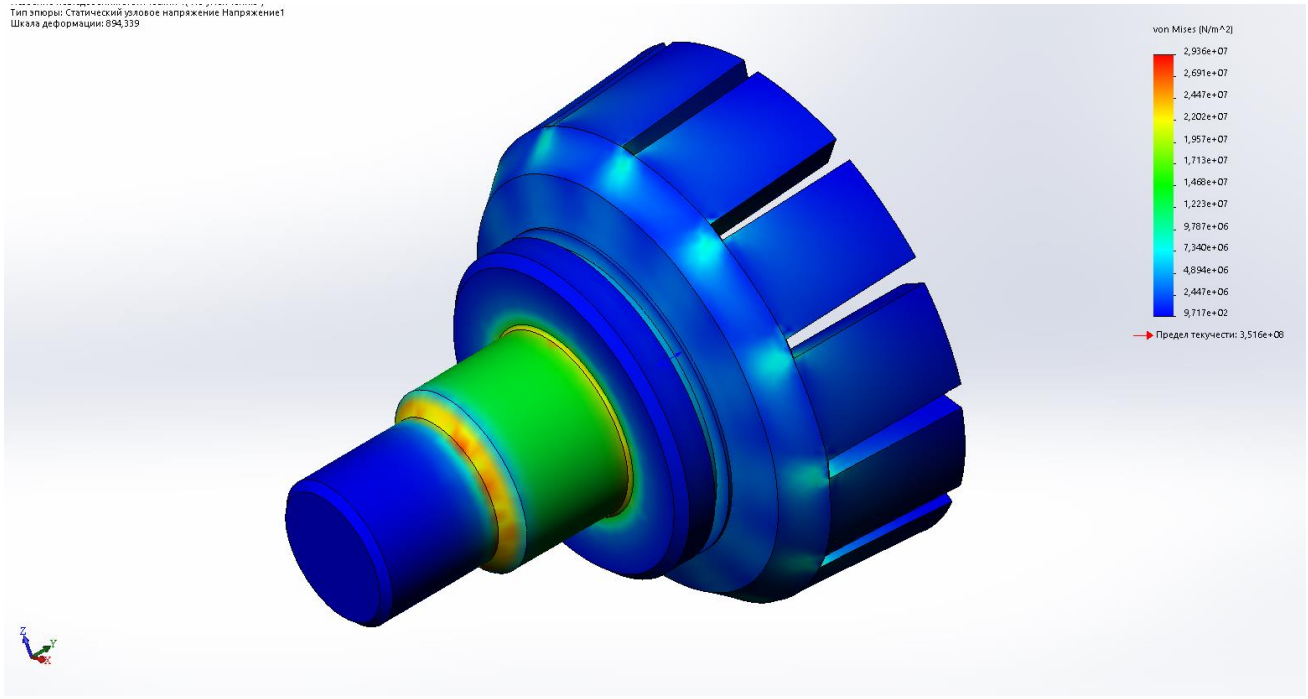

Рис. 4.15. Напруження за фон Мізесом у роторі нагнітача шприця вакуумного Handtmann VF 628

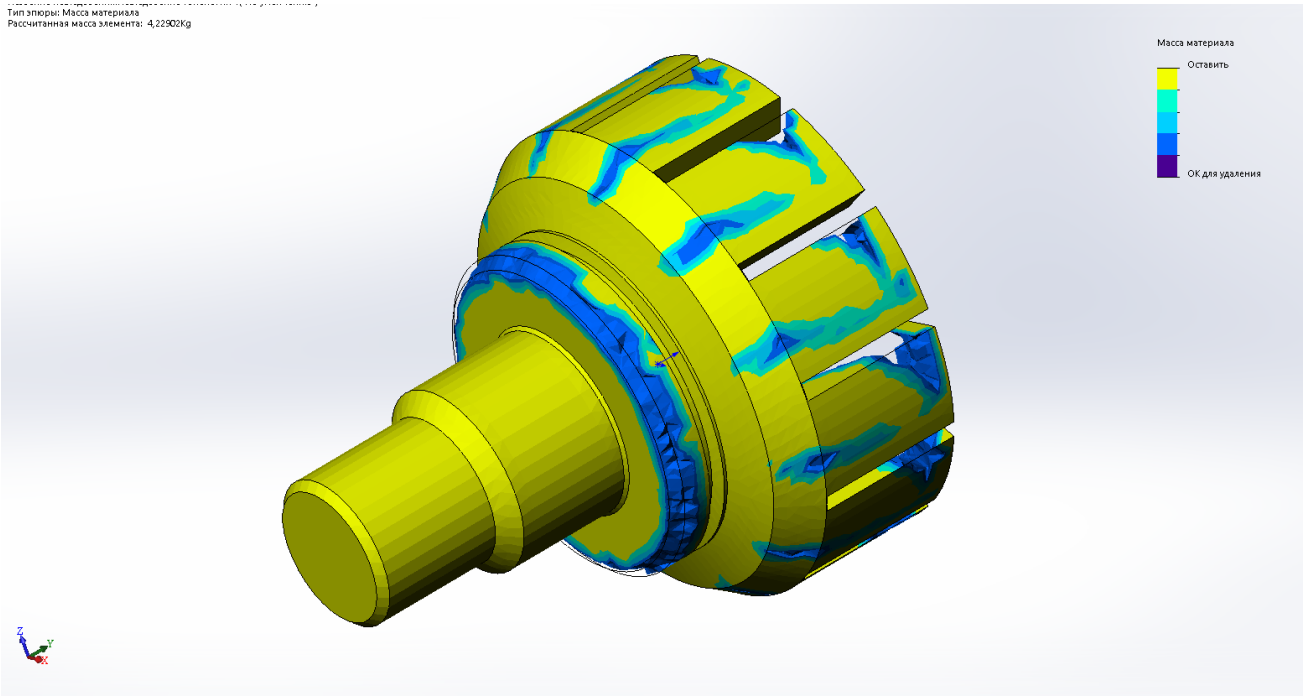

Рис. 4.16. Дослідження маси ротора нагнітача шприця вакуумного Handtmann VF 628

4.4. Аналіз результатів комп'ютерного моделювання

В процесі виконання комп'ютерних досліджень роторі нагнітача шприця вакуумного Handtmann VF 628 для близьких до виробничих умова було отримано наступне. Напруження за фон Мізесом (рис. 4.15) у роторі за представленої на рис.4.10 схеми навантаження перебувають у межах $9{,}7\cdot10^{2}$ Па $2{,}9\cdot10^{7}$ Па при значенні межі текучості $3{,}51\cdot10^{8}$ Па, що вказує на достатній рівень механічних характеристик матеріалу ротора. Статичні деформації ESTRN у роторі (рис. 4.12) при цьому склали $6{,}2\cdot10^{-12}\ldots1{,}2\cdot10^{-4}$, а статичні переміщення (рис. 4.13) : $10^{-30}\ldots1{,}8\cdot10^{-2}$ мм, що є цілком безпечно для використання ротора за проектованих умов. Такий же висновок можна зробити при дослідження запасу міцності(рис. 4.6), який перебуває у межах 11…1000. Також провели топологічні дослідження маси ротора (рис. 4.16), які виявили в цілому збалансованість конструкції ротора. Таким чином, досліджуваний ротор має всі передумови для тривалої безвідмовної роботи.

5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5.1. Заходи з охорони праці і техніки безпеки для лінії для виробництва копчених ковбас

Комфортні і безпечні умови праці - один з основних факторів що впливають на продуктивність і безпеку праці, здоров'я працівників. Дані аспекти досить широко розглянуті в законодавчих і підзаконних документах України, це: закони України, різні санітарні норми (СН), санітарні норми і правила, ГОСТи, ДСТУ. До найбільш важливих і відповідно найчастіше вживаних належать ГОСТи та СНіПи: "Медико-біологічні вимоги і санітарні норми якості продовольчої сировини і харчових продуктів" (1.08.89, № 5061-89), "Санітарні норми проектування промислових підприємств" (СН 245-71), ГОСТ 12.0.001–82 “ССБТ. Основні положення”, ГОСТ 12.0.002–80 “ССБТ. Терміни і визначення”, ГОСТ 12.0.004–79 “ССБТ. Організація навчання робітників безпеки праці. Загальні положення”, ГОСТ 12.1.005–82 “ССБТ. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони”, ГОСТ 12.1.019–79 “ССБТ. Електробезпека. Загальні вимоги і номенклатура видів захисту”, ГОСТ 12.1.030–81 “ССБТ. Електробезпека. Захисне заземлення, занулення”, ГОСТ 12.1.003–83 “ССБТ. Шум. Загальні вимоги безпеки”, ГОСТ 12.1.004–85 “ССБТ. Пожежна безпека. Загальні вимоги”.

Виробництво ковбас забезпечується за допомогою наступного технологічного обладнання: конвейєрний стіл, волчок, фаршемішалка, насос для фаршу, кутер, волчок, підйомники, установка для формування ковбасних батонів, термоагрегат, душовий пристрій.

Потенційними джерелами виникненням нештатних ситуацій при експлуатуванні конвейєрного столу являються механічна частина (власне конвейєр) та електрична частина (електродвигун приводу конвейєра).

Всі рухомі частини, а зокрема точки стику зі столом повинні бути надійно закритими захисними кожухами. Електричні контакти ввиду підвищеної вологості в цеху повинні бути заізольовані, а стіл і двигун – заземленими.

Волчок і кутер відносяться до високооборотного технологічного обладнання з електричним приводом. Всі рухомі елементи даних машин повинні бути закриті кожухами, а елементи електроприводу – заізольовані в точках електричних контактів і заземленими. Заземлення повинно відповідати ГОСТ 12.1.030–81 “ССБТ. Електробезпека. Захисне заземлення, занулення”. Для мінімізації і уникнення шкідливої дії вищеназваних чинників передбачається встановлення засобів шумо- і віброізоляції.

Робочі елементи фаршемішалок, волчка та наповнювача конструкційно розміщуються в закритому просторі тому явної небезпеки не становлять. Елементи передач приводу даних машин слід закрити захисними кожухами, а корпуси заземлити.

Вимогами з безпечної насосу для фаршу передбачається якісне складання і забезпечення точності монтажу. При складанні насосу слід старанно встановлювати ущільнюючі прокладки, кільця і манжети.

Основними небезпечними для людей факторами роботи насосів є вібрації та можливість ураження електричним струмом внаслідок надмірної вологості. Для мінімізації і уникнення шкідливої дії вищеназваних чинників передбачається встановлення віброізоляції і заземлення.

При експлуатації транспортерів і підйомників слід забезпечити відсутність фізичного контакту робітників з їх рухомими елементами, що досягається за рахунок встановлення захисних бортиків біля полотна та захисних кожухів на елементах приводу.

Термоагрегат і душовий пристрій утворюють комплекс фінішної обробки ковбас. Наявність джерел теплоти і вузла відкритої гідравлічної обробки готоої продукції створює додаткову небезпеку для персоналу.

Перед вмиканням термоагрегата необхідно шляхом зовнішнього огляду переконатися в справності усіх його частин, наявності надійного заземлення.

Величина опору захисного заземлення повинна бути не більше 4 Ом і підлягає перевірці не рідше одного разу на місяць.

Передумовою нормального функціонування і випуску якісної продукції м'ясопереробних виробництв є наявність водопостачання, яке відповідає діючим нормам і правилам.

Підприємства повинні бути забезпечені достатньою кількістю води питної якості; розрахунок потреби у воді варто робити відповідно до "Норм технологічного проектування підприємств м'ясопереробної промисловості", і СНіП "Внутрішній водопровід і каналізація будинків".

Будова системи водопостачання підприємства повинний відповідати вимогам СНіП "Водопостачання. Зовнішні мережі і спорудження" і "Внутрішній водопровід і каналізація будинків", а також діючих Санітарних правил і норм.

У системі водопостачання варто передбачати не менш двох резервуарів чистої води для безупинного забезпечення підприємств водою в години найбільшого споживання й в аварійних ситуаціях, а також для забезпечення часу контракту при чи хлоруванні постійній швидкості потоку при знезаражуванні ультрафіолетовим випромінюванням і для зовнішнього пожежегасіння. Обмін води в резервуарах повинний здійснюватися на протязі не більш ніж 48 годин. У кожнім резервуарі повинний зберігатися половинний обсяг добової потреби води на технологічні і побутові нестатки.

Освітлення виробничих приміщень повинне відповідати вимогам Сніп "Природне і штучне освітлення. Норми проектування" і "Санітарним вимогам до проектування підприємств м'ясопереробної промисловості".

У виробничих приміщеннях найбільше прийнятно природне освітлення: світловий коефіцієнт (СК) повинний бути в межах 1:6 - 1:8. У побутових приміщеннях СК повинний бути не менше бути не менш 1:10. Коефіцієнт природного освітлення (КЕО) повинний бути передбачений з урахуванням характеру праці і зорової напруги.

При недостатнім природному освітленні варто застосовувати штучне освітлення - переважно люмінесцентні лампи. У приміщеннях з тяжкими умовами чи праці не мають постійних робітників місць варто використовувати лампи накалювання.

Штучне освітлення повинне бути представлене загальним у всіх цехах і приміщеннях, а у виробничих при необхідності - місцевим чи комбінованим.

При проектуванні і монтажі нового устаткування треба забезпечити: основні проходи в місцях постійного перебування працюючих шириною не менше 1,5 м; проходи біля віконних прорізів, доступних з рівня підлоги, або площадки - не менше 1 м; проходи для огляду і регулювання апаратів і приладів - не менше 0,8 м; проходи для огляду трубопроводів і апаратів, які не треба регулювати - не менше 0,7 м; ширина проходів між автоматичними і механізованими лініями (по їх осях) і головних проїздів - не менше 2,4 м. Розриви між окремими машинами, верстатами, ємкостями, розміщеними в одному ряду - не менше 0,35 м.

При розміщені стрічкових, роликових та інших транспортерів треба передбачати проходи між стіною і однією поздовжньою стороною транспортера не менше 0.7 м, а між двома паралельно розміщеними транспортерами - не менше 0,9 м. При цьому з протилежної сторони транспортери при стрічці завширшки до 60 см можна встановлювати впритул до стіни, а при стрічці завширшки понад 60 см роблять розрив від стіни завширшки не менше 0,4 м; при наявності на транспортерах перекидних візків проходи збільшують з врахуванням виступаючої частини візка.

Обслуговуючий персонал технологічного обладнання цеху піддається інтенсивному впливу електромагнітних полів (нормується ГОСТ 12.1.006-84). ГОСТ 12.1.006-84 поширюється на електромагнітні поля (ЕМП) діапазону частот 60кгц-300ГГц і встановлює припустимі рівні ЕМП на робочих місцях персоналу, що здійснює роботи з джерелами ЕМП.

Допустимі рівні впливу ЕМП варто оцінювати в діапазоні частот 60кгц-300МГц по напруженості електричної і магнітної складовий поля; у діапазоні

частот 300МГц-300ГГц - по поверхневій щільності потоку енергії (ППЕ) випромінювання т створюваної їм енергетичному навантаженню (ЕН).

5.2. Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Цивільний захист на СП ТОВ "М'ясовіта" організується з метою своєчасної підготовки об’єкта до захисту від наслідків НС та оперативного проведення рятувальних і інших невідкладних робіт.

Згідно зі ст. 8 закону України "Про цивільну оборону України" "Керівництво підприємств, установ і організацій незалежно від форм власності і підпорядкування забезпечує своїх працівників засобами індивідуального та колективного захисту, організовує здійснення евакозаходів, створює сили для ліквідації наслідків НС та забезпечує їх готовність до практичних дій, виконує інші заходи з цивільної оборони і несе пов’язані з цим матеріальні та фінансові витрати в порядку та обсягах, передбачених законодавством".

На об’єктах підвищеної небезпеки (радіаційно-, хімічно-, вибухонебезпечних) створюються локальні системи виявлення загрози виникнення НС і оповіщення працівників цих об’єктів та місцевого населення, що проживає в зоні можливого ураження (згідно з законом України "Про цивільну оборону України" власники таких об’єктів відповідають за захист населення, що проживає в зонах можливого ураження від наслідків аварій на цих об’єктах). Відповідно до затвердженої Державної цільової соціальної програми розвитку цивільного захисту на 2009-2013 роки, вищеназвані локальні системи мають бути створені до 2013 року на всіх об’єктах підвищеної небезпеки.

Відповідальність за цивільний захист об’єкта несе керівник цього об’єкта, він є начальником ЦЗ об’єкта і підпорядковується своєму старшому начальнику (міністерства чи відомства), а в оперативному відношенні начальнику цивільного захисту міста чи району.

Начальник цивільного захисту об’єкта несе відповідальність за:

– створення, організацію, підготовку і дієздатність системи цивільного захисту на підпорядкованому об’єкті;

– забезпечення захисту персоналу (а на об’єктах підвищеної небезпеки і за захист населення, що проживає в зонах можливого ураження від наслідків аварій на цих об’єктах) під час загрози або виникнення надзвичайних ситуацій техногенного, природного та воєнного характеру;

– організацію і здійснення заходів щодо попередження НС, а у разі їх виникнення – за мінімізацію збитків від них;

– створення і організацію роботи системи оповіщення на об’єкті;

– створення і організацію роботи комісії з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій, а також евакуаційної комісії об’єкта;

– постійну готовність органів управління і невоєнізованих формувань об’єкта до функціонування в мирний і воєнний час;

– фінансове та матеріально-технічне забезпечення заходів у сфері цивільного захисту;

– підготовку і навчання персоналу до дій у НС.

Наказом начальника ЦЗ об‘єкта призначаються заступники (як варіант – з евакуації, інженерно-технічної частини, з матеріально-технічного постачання, з оперативних питань).

Органом управління з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту об‘єкта є штаб цивільної оборони та надзвичайних ситуацій (штаб ЦЗ та НС) (далі – штаб ЦЗ).

Штаб ЦЗ очолює начальник штабу, який є першим заступником начальника ЦЗ об‘єкта. До складу штабу входять заступники начальника штабу і необхідні спеціалісти. Штаб комплектується як штатними працівниками ЦЗ об‘єкта так і посадовими особами підприємства, не звільненими від виконання своїх основних обов‘язків.

Начальник штабу ЦЗ відповідає за безпосередню організацію та функціонування сил і засобів цивільного захисту під час загрози або виникнення надзвичайних ситуацій техногенного, природного та воєнного характеру. Він має

право віддавати розпорядження з питань цивільної оборони, захисту від НС техногенного, природного та воєнного характеру від імені начальника цивільного захисту об’єкту.

Начальник штабу ЦЗ несе відповідальність за:

– організацію своєчасного оповіщення і збору персоналу об’єкта;

– організацію роботи і узгодженість дій створених на об’єкті органів управління і структурних підрозділів цивільного захисту;

– розробку планової документації з питань цивільного захисту, її своєчасне уточнення і коригування;

– стан готовності особового складу невоєнізованих формувань цивільного захисту до дій за призначенням;

– своєчасне доведення до виконавців рішень начальника цивільного захисту та організацію контролю за їх виконанням;

– організацію збору і аналізу інформації щодо вірогідного виникнення надзвичайних ситуацій, відпрацювання пропозицій щодо захисту персоналу (а на об’єкті підвищеної небезпеки і населення, що проживає в зоні можливого ураження від наслідків аварії на цьому об’єкті) від їх наслідків;

– виконання заходів, спрямованих на підвищення стійкості роботи об’єкта в воєнний час та при виникненні надзвичайної ситуації техногенного або природного характеру;

– організацію взаємодії з місцевими органами державної влади, підрозділами МНС України, аварійно-рятувальними службами тощо;

– організацію спеціальної підготовки і підвищення кваліфікації персоналу у сфері цивільної оборони, захисту від надзвичайних ситуацій.

Обов’язки начальника ЦЗ об’єкта *у режимі повсякденної діяльності*:

– знати вимоги законодавчих і нормативно-правових актів держави у сфері захисту персо-налу (а на об'єкті підвищеної небезпеки і насе-лення, що проживає в зоні можливого ураження від наслідків аварії на цьому об'єкті) від надзвичайних ситуацій техногенного, природ-ного та воєнного характеру;

– постійно удосконалювати особисту підготовку;

– спланувати і забезпечити здій-снення відповідних заходів щодо захисту працівників усіх структурних підрозділів об'єкта (а на об'єкті підвищеної небезпеки і населення, що проживає в зоні можливого ураження від наслідків аварії на цьому об'єкті) і навколишнього природного середовища під час виникнення НС;

– організувати підготовку і навчання персоналу з питань ЦЗ, дій під час загрози або виникнення надзвичайних ситуацій техногенного, природ-ного чи воєнного характеру;

– забезпечити готовність до використання за призначенням органів управління, сил і засобів цивільного захисту щодо попередження і лікві-дації надзвичаних ситуацій техногенного, природного та воєнного характеру;

– організувати розробку і своєчасне коригування плану дій органів управління та сил цивільного захисту щодо попередження та ліквідації наслідків НС у мирний та воєнний час.

– керувати плануванням та здійсненням евакозаходів на випадок надзвичайних ситуацій як мирного, так і воєнного часу;

– забезпечити весь персонал об'єкта засобами індивідуального і коллективного захисту, іншим майном цивільного захисту;

– впроваджувати нові методи прогнозування, оцінки обстановки, розрахунків сил і засобів, прийняття і реалізації рішення з використанням комп'ютерної техніки із сучасним програмним забезпеченням при моделюванні і виникненні надзвичайних ситуацій на об'єкті;

– організувати забезпечення структурних підрозділів об'єкта сучасними засобами оповіщення і зв'язку;

– створити і підтримувати в належному стані матеріальні і фінансові резерви для забезпечення діяльності органів управління і сил цивільного захисту при виникненні надзвичайних ситуацій техногенного, природного та воєнного характеру.

Обов’язки начальника ЦЗ об’єкта *у режимі підвищеної готовності:*

– здійснити прогнозування і моделювання обстановки, що склалася, при можливості – з використанням програмного забезпечення, відп-ра-цювати пропозиції щодо нормалізації ситуації;

– перевірити стан системи оповіщення і збору керівного складу, органів управління цивільного захисту персоналу об'єкта (а на об'єкті підвищеної небезпеки і населення, що проживає в зоні можливого ураження від наслідків аварії на цьому об'єкті);

– встановити постійний звязок і взаємне інфо-рмування про ситуацію, що склалася, з місце-вими органами державної влади, підрозділами МНС України, аварійно-рятуваль-ними служба-ми тощо;

– організувати спостереження і контроль за станом навколишнього середовища і прилеглої до об'єкта території;

– при виникненні НС, що загрожує життю і здоров'ю персоналу і підопічних об'єкта, здійс-нити їх екстренну евакуацію в безпечний район;

– вжити заходів щодо захисту навколишнього середовища і підвищення сталості функціону-вання об‘єкта;

– привести органи управління і невоєнізовані формування цивільного захисту (НФЦЗ) у стан готовності до використання за призначенням;

– організувати перевірку служб життєзабез-печення об‘єкта, їх готовності до дій відповідно до обстановки, що прогнозується;

– доповісти про обстановку і проведені заходи вищестоящому керівництву.

Обов’язки начальника ЦЗ об’єкта у *режимі надзвичайної ситуації.*

1. Усвідомити й оцінити обстановку, прийняти відповідні оперативні рішення, поставити завдання голові комісії з питань ТЕБ та НС, керівникам інших органів управління та невоєнізованих формувань цивільного захисту:

– на забезпечення своєчасного оповіщення персоналу об‘єкта (а на об'єкті підвищеної небезпеки і населення, що проживає в зоні можливого ураження від наслідків аварії на цьому об'єкті);

– на організацію дій НФЦЗ об‘єкта щодо локалізації і ліквідації НС;

– на проведення рятувальних та інших невідкладних робіт;

– на організацію меддопомоги постраждалим і евакуацію їх у лікувальні заклади;

– на забезпечення контролю за заходами безпеки при веденні рятувальних, аварійно-відновлюваль-них та інших невідкладних робіт;

– на забезпечення безперервного керування заходами щодо ліквідації наслідків надзвичайної ситуації;

– на організацію своєчасного коригування планів дій щодо ліквідації наслідків НС;

– на організацію спостереження за станом навколишнього середовища і джерелом небезпеки;

– на евакуацію персоналу у безпечні райони.

2. Доповісти вищестоящому керівництву про місце, час, причину, вид НС, завдані збитки, наслідки, вжиті заходи.

Обов’язки начальника штабу ЦЗ об’єкта *у режимі повсякденної діяльності*:

– забезпечити готовність систем зв‘язку та оповіщення;

– забезпечити підготовку органів управ-лі-ння та невоєнізованих формувань цивіль-ного захисту (НФЦЗ) до дій за призначе-нням;

– керувати розробкою плану цивільного захисту від надзвичайних ситуацій мирного та воєнного часу;

– спланувати та організувати здійснення підготовки та підвищення кваліфікації персоналу об‘єкта з питань цивільного захисту від НС мирного та воєнного часу;

– приймати участь у діяльності комісії з питань ТЕБ та НС і евакуаційної комісії об‘єкта;

– забезпечити розробку і виконання органі-заційних, фінансових, інженерно-технічних заходів щодо підвищення стійкості роботи об‘єкта за умовами надзвичайних ситуацій мирного та воєнного часу;

– своєчасно подавати перед-бачені звіти, донесення та інші документи;

– удосконалювати навчально-матеріальну базу з питань цивільного захисту.

Обов’язки начальника штабу ЦЗ об’єкта *у режимі підвищеної готовності:*

– забезпечити дублювання одер-жаного сигналу оповіщення або інформації про загрозу чи виникнення НС і доведення їх до керівництва, невоєнізованих формувань ци-ві-льного захисту, усього персоналу об‘єкта (а на об'єкті підвищеної

небезпеки і насе-ле-ння, що проживає в зоні можливого ура-ження від наслідків аварії на цьому об'єкті);

– організувати збір і аналіз інформації про ситуацію, що склалася та підготувати проект відповідного рішення начальника цивіль-ного захисту;

– забезпечити збір і початок роботи комісії з питань ТЕБ та НС, інших створених органів упоравління цивільного захисту;

– запровадити на об‘єкті цілодобове оперативне чергування;

– започаткувати виконання розділу плану, що стосується дій при загрозі виникнення надзвичайних ситуацій техногенного, природного або воєнного характеру;

– здійснити підготовчі заходи щодо захисту персоналу об‘єкта (а на об'єкті підвищеної небезпеки і населення, що проживає в зоні можливого ураження від наслідків аварії на цьому об'єкті);

– забезпечити доведення розпоряджень начальника цивільного захисту, органів упра-в-ління ци-вільного захисту до виконавців;

– проконтролювати виконання заходів, передбачених календарним планом дій при виникненні надзвичайних ситуацій техно-ген-ного, природного та воєнного характеру;

– забезпечити своєчасне подання відповід-них звітів і донесень до вищестоящего керівництва.

Обов’язки начальника штабу ЦЗ об’єкта у *режимі надзвичайної ситуації.*

– забезпечити негайне доведення одержанного сигналу оповіщення чи інформації про виникнення надзвичайної ситуації до керівництва, невоєнізованих формувань цивільного захисту, усього персоналу об‘єкта (а на об'єкті підвищеної небезпеки і населення, що проживає в зоні можливого ураження від наслідків аварії на цьому об'єкті);

– прийняти негайні заходи щодо захисту персоналу (а на об'єкті підвищеної небезпеки і населення, що проживає в зоні можливого ураження від наслідків аварії на цьому об'єкті) об‘єкта;

– організувати здійснення рятувальних, аварійно-відновлювальних та інших невідкладних робіт;

– забезпечити функціонування за призначенням органів управління та невоєнізованих формувань цивільного захисту;

– організувати практичне вико-нання плану ліквідації надзвичайних ситуацій техногенного, природного чи воєнного характеру та їх наслідків;

– приймати участь у діяльності комісії з питань ТЕБ та НС і евакуаційної комісії об‘єкта;

– забезпечити розробку наказів, розпоряд-жень і вказівок начальника цивіль-ного захи-с-ту та органів управління цивільного захисту;

– забезпечити своєчасне подання відпо-відних звітів і донесень до вищестоящого керівництва.

На СП ТОВ "М'ясовіта" для організації і проведення заходів захисту від НС на базі відповідних структурних підрозділів (відділів, цехів тощо)об‘єкта, в залеж-ності від характеру його виробничої діяльності створюються служби цивільного захисту:

– оповіщення і зв‘язку;

– протипожежна;

– аварійно-технічна;

– сховищ і укриттів;

– медична;

– охорони громадського порядку;

– протирадіаційного та протихімічного захисту;

– харчування та торгівлі;

– автотранспортна;

– матеріально-технічного постачання та інші.

Вказані в розділі способи і засоби захисту повинні впроваджуватись у всі види переробних підприємств з урахуванням характеру небезпечностей для забезпечення надійності роботи підприємств в умовах надзвичайних ситуацій.

Висновки

У дипломній роботі пропонуються заходи з модернізації шприця вакуумного Handtmann VF 628 із дослідженням впливу технологічних і конструктивних факторів на процес нагнітання фаршу, для підвищення якості ноповнення ковбасних батонів, з метою зменшення затрат потужності на формування ковбасних заготовок та підвищення якості наповнення.

Встановлено, що в процесі наповнення заготовок ковбас суттєву роль відіграє є щільність внесення фаршу.

Характерною особливістю шприця вакуумного Handtmann VF 628, яка в знайчій мірі визначає процес формування ковбасних батонів є коефіцієнт нерівномірності подачі.

У процесі наповнення заготовок ковбасних виробів суттєву роль відіграє щільність формування батонів. Характерним конструктивним чинником нагнітачів роторного типу з пластинками є спадання величини комірки ковбасного фаршу у процесі роботи. У поєднанні з вакуумуванням таке технічне рішення створює передумови для підпресовування фаршу, який транспортується. Число комірок повинно бути таким, щоб забезпечувати плавність процесу наповненя. Тому пропонується застосувати ротаційний нагнітач на базі 12 пластин.

Також в роботі за підсумками виконаних досліджень було отримано розрахункові залежності і пересвідчилися, що на технічну продуктивність, максимальний напір у порожнині нагнітача та нерівномірність подачі фаршу суттєвий вплив чинять: число пластинок та величина ексцентриситету нагнітаючого ротора.

Результати виконаний обчислень вказали на те, що при зростанні числа пластинок теоретична продуктивність нагнітача швидко збільшується до досягнення пластинками кільності у 12 одиниць, а потім збільшення продуктивності сповільнюється. Отже, 12 пластинок є найбільш доцільними з щодо досягання максимальної технічної продуктивності та потрібного для

нагнітання значення тиску. Окрім того, 12 пластинок можуть забезпечити необхідну рівномірність подачі фаршу.

Зростання величини ексцентриситету спричинює зростання продуктивності та величини максимального тиску в робочів порожнині. Значення максимального тиск формування ковбасних батонів нормується відповідним регламентом. Значення ексцентриситету 0.025 м достатнє для оптимальної величини тиску нагнітання сировини та паспортної продуктивності шприця.

Результати, отримані в даній роботі, достатньо адекватно узгоджуються з відомоми експериментальними результатами.

В процесі виконання комп'ютерних досліджень роторі нагнітача шприця вакуумного Handtmann VF 628 для близьких до виробничих умова було отримано наступне. Напруження за фон Мізесом у роторі перебувають у межах $9{,}7\cdot10^{2}$ Па $2{,}9\cdot10^{7}$ Па при значенні межі текучості $3{,}51\cdot10^{8}$ Па, що вказує на достатній рівень механічних характеристик матеріалу ротора. Статичні деформації ESTRN у роторі при цьому склали $6{,}2\cdot10^{-12}$…$1{,}2\cdot10^{-4}$, а статичні переміщення: 10^{-30} … $1{,}8\cdot10^{-2}$ мм, що є цілком безпечно для використання ротора за проектованих умов. Такий же висновок можна зробити при дослідження запасу міцності, який перебуває у межах 11…1000. Також провели топологічні дослідження маси ротора, які виявили в цілому збалансованість конструкції ротора. Таким чином, досліджуваний ротор має всі передумови для тривалої безвідмовної роботи.

Також в роботі розглянуть питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Розроблені рішення є актуальними і доцільними.

Перелік посилань

1. Закалов О.В. Технологічне обладнання харчових виробництв / Закалов О.В. Закалов І.О.. – Тернопіль, 2001.
2. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості. /За ред. І.С.Гулого – Вінниця: Нова книга, 2001р. –576с.
3. Зайченко И.З. Пластинчатые насосы и гидромоторы / Зайченко И.З., Мышлевский Л.М.— М.: Машиностроение, 1970. — 229с.
4. Горбатов А.В. Гидравлика и гидравлические машины для пластично-вязких мясных и молочных продуктов / Горбатов А.В.— М.: Агропромиздат, 1991.— 176с.
5. Митин В.В. Курсовое и дипломное проектирование оборудования предприятий мясной и молочной промышленности / Митин В.В.— М.:Колосс, 1992.— 272с.
6. Пелеев А.Н. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности / Пелеев А.Н.— М.: Пищевая промышленность, 1971.— 519с.
7. М.Н. Иванов. Детали машин.— М.: Высшая школа, 1991.— 384с.
8. Пригодський І.М. Напрямки удосконалення шнекових нагнітачів // Матеріали IX Всеукраїнської студентської науково-технічної конференції / В 2 т. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя (м. Тернопіль, 20-21 квітня 2016 р.), 2016. – Т. 1. – С.5.
9. Конюкевич В.В. Особливості вакуумних ковбасних шприців/ В.В. Конюкевич // Збірник тез доповідей IX Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 25-26 листопада 2020 року. — Т. : ТНТУ, 2020. — Том 2. — С. 149.
10. Косой В.Д. Совершенствование процесса производства варёных колбас / Косой В.Д.— М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1983.— 272с.
11. Пьянов Л.А. Механизация непрерывного формования колбасных батонов и их перевязки / Пьянов Л.А.— М.: Машиностроение, 1971.— 231с.

12. Гулянников В.В. Технология мяса, птицы и яйцепродуктов / Гулянников В.В., Подлегаев М.А.— М.: Пищевая промышленность, 1979.— 288с.
13. Методы расчётов процессов и аппаратов пищевых производств.— М.: Пищевая промышленность, 1966.— 292с.
14. М.Н. Иванов. Детали машин / М.Н. Иванов.— М.: Высшая школа, 1991.— 384с.
15. Г.С. Писаренко. Справочник по сопромату / Г.С. Писаренко.— К.: Наукова думка, 1988.— 734с.
16. Лащинский А.А. Основы конструирования и расчёта химической аппаратуры. Справочник / Лащинский А.А., Толчинский А.Р.— Л.: “Машиностроение”, 1970.— 752с.
17. Алямовский А.А. SolidWorks Simulation. Инженерный анализ для профессионалов: задачи, методы, рекомендации. / А.А. Алямовский. – ДМК Пресс, 2015. – 562 с.
18. Алямовский А.А. SolidWorks Simulation. Как решать практические задачи. / А.А. Алямовский. – BHV, 2012. – 445 с.
19. SolidWorks 2010: Расширенное моделирование деталей. / SolidWorks Corporation, SolidWorks Corporation.– 2009.– 333 с.
20. SolidWorks 2010 - Моделирование сборок. / SolidWorks Corporation, SolidWorks Corporation.– 2009.– 393 с.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)
Національна академія наук України
Університет імені П'єра і Марії Кюрі (Франція)
Маріборский університет (Словения)
Технічний університет у Кошице (Словаччина)
Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса (Литва)
Шяуляйська державна колегія (Литва)
Жешувський політехнічний університет ім. Лукасевича (Польща)
Білоруський національний технічний університет (Республіка Білорусь)
Міжнародний університет цивільної авіації (Марокко)
Національний університет біоресурсів і природокористування України (Україна)
Наукове товариство ім. Шевченка
ГО «Асоціація випускників Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя»

АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Збірник

тез доповідей

Том ІІ

ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів

25-26 листопада 2020 року

УКРАЇНА
ТЕРНОПІЛЬ – 2020

Ministry of Education and Science of Ukraine
Ternopil Ivan Puluj National Technical Universtiy (Ukraine)
The National Academy of Sciences of Ukraine
Pierre and Marie Curie University (The French Republic)
University of Maribor (The Republic of Slovenia)
Technical University of Košice (The Slovak Republic)
Vilnius Gediminas Technical University (The Republic of Lithuania)
Šiauliai State College (The Republic of Lithuania)
Belarusian National Technical University (Republic of Belarus)
Rzeszów University of Technology (Republic of Poland)
International Academy Mohammed VI of Civil Aviation (Morocco)
National University of Life and Environmental Sciences of Ukrainehas (Ukraine)
T. Shevchenko Scientific Society

CURRENT ISSUES IN MODERN TECHNOLOGIES

Book

of abstract

Volume II

of the IX International scientific and technical conference of young researchers and students

25th-26th of November 2020

UKRAINE
TERNOPIL – 2020

СЕКЦІЯ: ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ХАРЧОВИХ БІО- ТА НАНОТЕХНОЛОГІЙ

1. **Д.А. Арутюнян, Л.А. Сторож, О.С. Покотило** 139
ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД СИРІВ ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА

2. **Н.В. Бабин** 140
ВИМОГИ ДО ПОДРІБНЮВАЧІВ

3. **Н.І. Баглай, Б.Л. Шамчук** 141
УДОСКОНАЛЕННЯ ПАСТЕРИЗАЦІЙНО–ОХОЛОДЖУВАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ КИСЛОМОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ ОПЛ-10

4. **І.В. Бойко, О.В. Бойко** 142
АНАЛІЗ ФАСУВАЛЬНОГО УСТАТКУВАННЯ

5. **Д. В. Бублик, А. М. Василишин, Н. М. Зварич** 144
НАПРЯМКИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЗЕРНОПРОДУКТІВ

6. **В.В. Власов, В.Р. Сельський** 145
ВИКОРИСТАННЯ АЛИЧІ У ВИРОБНИЦТВІ СОКІВ

7. **Д.Я. Далєвська, О.С. Покотило** 146
ВПЛИВ БІОЛОГІЧНОГО АКТИВНОГО ЙОДУ НА ОРГАНОЛЕПТИЧНІ ПОКАЗНИКИ КЕФІРУ

8. **Ю.М. Добощук** 147
ВПЛИВ ВЖИВАННЯ ХЛІБУ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

9. **Р.І. Дубовий, В.П. Гладій** 148
АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИМІРЮВАННЯ СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТІСТА

10. **В.В. Конюкевич** 149
ОСОБЛИВОСТІ ВАКУУМНИХ КОВБАСНИХ ШПРИЦІВ

11. **Т. Є. Мурин, В. Р. Сельський** 150
СПОСОБИ ПІДГОТОВКИ СИРОВИНИ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ СОКУ ІЗ СЛИВИ

12. **І.Т. Новіков, О.С. Покотило** 151
ЛЛЯНА ОЛІЯ ЯК ДЖЕРЕЛО ОМЕГА-3 ПОЛІНЕНАСИЧЕНИХ КИСЛОТ ПРИ СТВОРЕННІ КУПАЖІВ

13. **А.А. Островська** 152
РОЗЛИВ ПИВА У КЕГИ – ГАРАНТІЯ ЯКОСТІ

УДК 637.5
В.В. Конюкевич
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ВАКУУМНИХ КОВБАСНИХ ШПРИЦІВ

V.V. Koniukevych

VACUUM SAUSAGE FILLER FEATURES

Основними конструктивними елементами шприца вакуумного безперервної дії є сталева зварна станина, корпус, робочі шнеки, привод, вакуумна система і педаль включення. До станини кріпляться основні механізми. На верхній її частині знаходиться корпус робочих шнеків. З одного торця корпуси кріплять редуктори приводу робочих шнеків, з другого – конуси для кріплення цівок. Над циліндровими розточуваннями корпуса встановлюють пару вакуумних головок і бункер для фаршу. Робочі шнеки - це однозаходні гвинти протилежної навивки. Один кінець кожного шнека надітий на консольний вал редуктора, інший вільно лежить в корпусі.

Привід робочих шнеків складається з асинхронних електродвигунів, клинопасових передач і редукторів. Вакуумна система складається з масляних шестерних насосів, пов'язаних з електродвигунами за допомогою еластичних муфт, масляного бачка, вакуумних головок, відстійників і сполучних гумових трубок.

В шнекових шприцах подача фаршу в оболонку забезпечується обертанням шнека. Повітря відсмоктується вакуумом-насосом, створюючи в просторі фаршу вакуум. При цьому фарш переміщається по гвинтовому каналу шнека і перетирання фаршу не спостерігається. Ці шприци придатні для фаршів варених і напівкопчених ковбас. На дрібних підприємствах фарш в шприці завантажують вручну, на крупних - механізованим способом в результаті подачі через спуски або за допомогою спеціальних ковшів з відкидним дном. В цьому випадку ківш ставлять під шприцем, відкривають дно і фарш падає в шприц. Місткість ковша рівна місткості шприца.

В процесі шприцювання повинна зберігатися якість фаршу і первинний розподіл в ньому шпика, грудинки. Щільність набивання фаршу в оболонку регулюється шприцювальником залежно від виду ковбасних виробів, вмісту вологи, виду оболонки. Варені ковбаси шприцюють з мінімальною щільністю, оскільки інакше під час варіння внаслідок розширення об'єму фаршу може розірватися оболонка. Копчені і сирокопчені ковбаси, навпаки, шприцюють з найбільшою густиною, оскільки об'єм батонів сильно скорочується при подальшій сушці.

Фарш варених ковбас рекомендується шприцювати на пневматичних шприцах при тиску 0,4…0,5 МПа, на гідравлічних - 0,8…1,0 МПа, фарш сосисок і сардельок - 0,4…0,45 – 0,6…0,8 МПа, напівкопчених ковбас - 0,5…0,6 - 1,1…1,2 МПа. Фарш сирокопчених і варено-копчених ковбас шприцюють на гідравлічних шприцах при тиску 1,3 МПа. Діаметр цівки повинен відповідати діаметру оболонки: 16 мм - для вузьких баранячих черев, 25 - для широких. 25…36 - оболонка для сардельок, 36 - для яловичих черев, вузьких і середніх кругів № 1 і 2, 40 - для кругів № 3 і 4 і 60 мм - для синюг яловичих і баранячих. При широкій оболонці не можна застосовувати вузьку цівку, оскільки процес шприцювання сповільнюватиметься і під оболонку може потрапляти повітря. Якщо оболонка вузька, а цівка широка, то на неї утрудняє надягання оболонки. Копчені ковбаси шприцюють при тиску 13 ат і вище; напівкопчені - при 12-13 ат на гідравлічних шприцах або при 6-8 ат на пневматичних; варені ковбаси - на пневматичних шприцах при 5-6 ат, на гідравлічних - при 6-8 ат. Тиск в шприцах визначають по манометру.