

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Модернізація фасувально-пакувального автомата для сипких продуктів марки РУК7(300-500) з дослідженням режимів його роботи

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МОм-61
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

(шифр і назва спеціальності)

Костишин С.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Вітенько Т.М.
(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)

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)
« 25 » березня 2022 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Костишин Софія Іванівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Модернізація фасувально-пакувального автомата для сипких продуктів марки РУК7(300-500) з дослідженням режимів його роботи

Керівник роботи Вітенько Тетяна Миколаївна, д.т.н., професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 25 » березня 2022 року 4/7-184.

2. Термін подання студентом завершеної роботи 120 грудня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи Технічний паспорт та інструкції з експлуатації, монтажу та технічного обслуговування і ремонту автомата для сипких продуктів марки РУК7(300-500).

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. Комп'ютерне дослідження режимів роботи механізму запаювання упаковки автомата марки РУК7(300-500). 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5.1. Заходи з безпечної експлуатації технологічного обладнання фасувального цеху.

5.2. Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях. Висновки. Перелік посилань.

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

1. Фасувально-пакувальний автомат марки РУК-7 (300-500) (1 л.ф.А1).

2. Рукавоутворювач фасувально-пакувального автомата для сипких продуктів марки РУК-7 (300-500) (1 л.ф.А1).

3. Дозатор фасувально- пакувального автомата для сипких продуктів марки РУК-7 (300-500) (1 л.ф.А1).

4. Пристрій поперечного зварювання фасувально-пакувального автомата для сипких продуктів марки РУК-7 (300-500).

5. Пристрій протягування плівки фасувально- пакувального автомата для сипких продуктів марки РУК-7 (300-500) (1 л.ф.А1)

6. Комп'ютерна модель механізму зварювання фасувально-пакувального автомата для сипких продуктів марки РУК7(300-500) (1 л.ф.А1).

7. Діаграма температур робочого елемента механізму запаювання при потужності на теплових джерелах 800 Вт і нагріванні протягом 3 с. (1 л.ф.А1).

8. Результати числових досліджень роботи механізму зварювання фасувально-пакувального автомата для сипких продуктів марки РУК7(300-500) (1 л.ф.А1).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях</i>	<i>Кравець О.І. – к.т.н., доц. Стручок В.С. – ст.викл.</i>		
<i>Нормоконтроль</i>	<i>Ворожук В.Я. – к.т.н., доц.</i>		

7. Дата видачі завдання 28 березня 2022 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. Комп'ютерне дослідження режимів роботи механізму запаювання упаковки автомата марки РУК7(300-500).		
7	5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.		
8	5.1. Заходи з безпечної експлуатації технологічного обладнання фасувального цеху.		
9	5.2. Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях		
10	Висновки		
11	Графічна частина		
12	1. Фасувально-пакувальний автомат марки РУК-7 (300-500) (1 л.ф.А1).		
13	2. Рукавоутворювач фасувально-пакувального автомата для сипких продуктів марки РУК-7 (300-500) (1 л.ф.А1).		
14	3. Дозатор фасувально- пакувального автомата для сипких продуктів марки РУК-7 (300-500) (1 л.ф.А1).		
15	4. Пристрій поперечного зварювання фасувально-пакувального автомата для сипких продуктів марки РУК-7 (300-500).		
16	5. Пристрій протягування плівки фасувально- пакувального автомата для сипких продуктів марки РУК-7 (300-500) (1 л.ф.А1)		
17	6. Комп'ютерна модель механізму зварювання фасувально-пакувального автомата для сипких продуктів марки РУК7(300-500) (1 л.ф.А1).		
18	7. Діаграма температур робочого елемента механізму запаювання при потужності на теплових джерелах 800 Вт і нагріванні протягом 3 с. (1 л.ф.А1).		
19	8. Результати числових досліджень роботи механізму зварювання фасувально-пакувального автомата для сипких продуктів марки РУК7(300-500) (1 л.ф.А1).		

Студент

(підпис)

Костишин С.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Вітенько Т.М.

(прізвище та ініціали)

Анотація

Автор кваліфікаційної роботи освітнього рівня «магістр» – Костишин Софія Іванівна

Тема кваліфікаційної роботи: Модернізація фасувально-пакувального автомата для сипких продуктів марки РУК7(300-500) з дослідженням режимів його роботи.

Кваліфікаційну роботу магістра виконано в Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя у 2022 році

Кваліфікаційна робота складається з розрахунково-пояснювальної записки обсягом 75 сторінок (32 рисунків, 5 таблиць) і графічної частини у 8 формату листів А1.

В даній кваліфікаційній роботі пропонується ряд заходів з модернізації фасувально-пакувального автомата для сипких продуктів марки РУК7(300-500) та з дослідженням режимів його роботи.

Для втілення вказаних заходів виконуються завдання:

аналіз сучасних конструктивних і технологічних рішень для фасування сипкої продукції;

розробка заходів з модернізації фасувально-пакувального автомата для сипких продуктів марки РУК7(300-500);

кінематичні і конструктивні розрахунки фасувально-пакувального автомата для сипких продуктів марки РУК7(300-500);

формування 3d моделі із послідуочим дослідженням режимів роботи механізму зварювання;

аналіз отриманих числових результатів;

підбір заходів із охорони праці;

підбір заходів із безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Ключові слова: модернізація, режим роботи, фасувально-пакувальний автомат, зварювання.

Abstract

Kostyshyn S.I. Modernization of a filling-packing automatic machine PUK7(300-500) for bulk products and the study of its operation modes. 133 “Industrial Machinery Engineering” – Ternopil Ivan Puluj National Technical University.-Ternopil, 2022.

The project consists of calculated explanatory note by capacity of 75 pages (32 pictures, 5 tables) and graphic part by capacity 8 sheets of paper A1 .

Diploma work proposes technical approaches of modernization modernization of a filling-packing automatic machine PUK7(300-500) for bulk products.

In order to fulfill the following measures, the next steps(tasks) are done :

- analysis of modern constructive and technological solutions for packing loose products;
- development of measures to modernize the filling and packaging machine for loose products of the RUK7 brand (300-500);
- kinematic and structural calculations of the filling-packing automatic machine PUK7(300-500);
- shaping 3D model with the next implementation of the welding mechanism numeral investigations;
- the analysis of calculation results ;(results of calculation)
- preparation of measures for Occupational Health ;
- preparation of measures for safety in emergencies.

Key words : Modernization, operation mode, filling-packing automatic machine, welding.

Зміст

Анотація	4
Abstract	5
Зміст.....	6
Вступ.....	8
1. Аналіз сучасного стану об'єкту дослідження, вибір і обґрунтування основних напрямків дослідження.....	10
1.1. Огляд сучасних конструкції фасувальних автоматів.	10
1.2. Аналіз та короткий опис об'єкту дослідження.	15
1.3. Мета та задачі кваліфікаційної роботи.	16
2. Методи та методика досліджень.....	17
2.1. Вибір і обґрунтування методів і засобів досліджень,.....	17
2.2. Послідовність етапів виконання досліджень із застосуванням програмного комплексу Solidworks Simulation.....	18
3. Розроблення нових проектно-технологічних і технічних вирішень вдосконалення об'єкта дослідження.	20
3.1. Заходи з модернізації фасувально-пакувального автомата для сипких продуктів марки РУК7(300-500).....	20
3.2. Кінематичний розрахунок фасувально-пакувального автомата для сипких продуктів	20
3.3. Розрахунок допустимого діаметра дозатора	23
3.6. Розрахунок механізму зварювання.....	26
3.5.Розрахунок системи рукавоутворення	31
3.6. Опис будови і принципу роботи фасувально-пакувального автомата для сипких продуктів марки РУК7(300-500)	36

4. Комп'ютерне моделювання режимів роботи механізму зварювання фасувально-пакувального автомата для сипких продуктів марки РУК7(300-500).....	40
4.1. Постановка завдань дослідження.	40
4.2. Результати дослідження режимів роботи механізму зварювання фасувально-пакувального автомата для сипких продуктів марки РУК7(300-500).....	42
5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	57
5.1. Заходи з охорони праці і техніки безпеки при фасуванні круп.....	57
5.2. Безпека у надзвичайних ситуаціях	64
Висновки	73
Перелік посилань.....	74
Додаток А	
Специфікації	

Вступ

Продукція переробної галузі в сучасних умовах має бути конкурентною, а тара та упаковка повинні забезпечувати привабливий вигляд та належні терміни зберігання і відповідати світовим стандартам.

Дослідження і вдосконалення конструкції фасувально-пакувального обладнання, зокрема, автомата для сипких продуктів марки РУК7(300-500) є актуальним науково-практичним завданням, яке є визначальним для формування напрямку досліджень в кваліфікаційній роботі магістра.

У кваліфікаційній роботі виконуються основні завдання:

аналіз сучасних конструктивних в технологічних рішень для фасування сипкої продукції;

розробка заходів з модернізації фасувально-пакувального автомата для сипких продуктів марки РУК7(300-500);

розрахунки кінематичних і динамічних параметрів витікання сипких продуктів під дією гравітації;

розрахунки продуктивності та витрат потужності;

визначення допустимого значення діаметра дозатора;

розрахунки геометричних параметрів стаканчикового дозатора;

формування 3d моделі із послідуочим дослідженням режимів роботи механізму зварювання;

аналіз розрахунків числових виконаних в роботі експериментів;

підготовка заходів з охорони праці та із безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження в даній роботі є потужність і температурні режими роботи механізму зварювання фасувально-пакувального автомата для сипких продуктів марки РУК7(300-500).

Предмет дослідження. Предметом дослідження є фасувально-пакувальний автомат для сипких продуктів марки РУК7(300-500).

Методи досліджень. У кваліфікаційній магістерській роботі використовуються теоретично- експериментальні методи і методики досліджень.

Наукова новизна. сформовано комп'ютерну 3d модель термоелементів механізму зварювання фасувально-пакувального автомата для сипких продуктів марки РУК7(300-500) та виконано відповідні дослідження;

визначено вплив енергетичних параметрів тривалість виходу механізму зварювання на робочий режим з отриманням математичних залежностей.

Отримані результати досліджень можна застосовувати при удосконаленні функціонуючих та розробленні нових конструктивних вирішень в механізмі зварювання.

Результати, представлені у кваліфікаційній роботі були показані на V Міжнародній студентській науково - технічній конференції "Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання". 28-29 квітня 2022 р.

Обсяг магістерської кваліфікаційної роботи складають п'ять частин пояснювальної записки, додатки та графічна частина обсягом 8 аркушів А1.

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

1.1. Огляд сучасних конструкції фасувальних автоматів.

Найбільш поширеним у промисловому використанні є запакувальне обладнання вертикального типу в полімерний матеріал. Структурна схема обладнання цього типу є характерною для переважного числа виробників фасувально-пакувального обладнання у світі. Упаковочний матеріал, розмотуючися з рулону, подається до системи напрямляючих роликів, які призначені для мінімізації биття упаковочного матеріалу в процесі розмотування із рулонотримача. Далі упаковочна плівка обгортається навколо вертикально розташованої труби для транспортування розфасовуваної продукції. В цей момент виконання свіввісного трубі (повздовжнього) шва забезпечують неперервно рухомі вальці чи губка, яку нагрівають імпульсно. Під нижнім торцем труби встановлено губки зворотньо-поступального ходу, які здійснюють зварювання поперечних швів та обрізку пакетів. Верх відрізаного пакета є одночасно дном новофасованого пакета, до якого трубою дозують свіжу порцію сировини.

Подачу плівки здійснюють при допомозі резинових пасів, спеціальної каретки з губками горизонтального типу, або протяжних роликів.

Серед найвідоміших українських виробників фасувально-пакувального обладнання такого типу: Ело-Пак із Білої Церкви, київські Веркон та Інтермаш. Також в Україні поширене обладнання східноєвропейських виробників: Polpack, Пробленд, Лейд Гърбачков, Каси Темпра Пак, Sellier&Bellot, Josef Blazek.

Великі виробники харчової продукції використовують обладнання всесвітньо відомих західноєвропейських брендів: Bosch, Fawema, SIG, Iman Pack тощо.

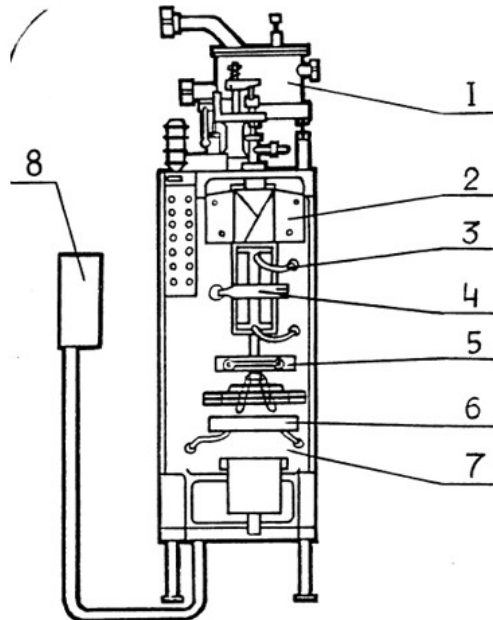


Рис. 1.1. Фасувальна машина з протяжкою рукава на заданий крок -
 1 - бак; 2 - пристрій рукавоутворювач; 3 - система охолодження; 4 -
 пристрій поздовжньої зварки; 5 - рукав
 6 - пристрій поперечної зварки; 7 - станина; 8 - електрообладнання

Проаналізуємо найбільш поширені технічні рішення щодо схеми машин, призначених для формування пакетів з полімерної плівки і їх наповнювання продуктом. В процесі вирішення цієї задачі варто проаналізувати можливі способи протягування заготовок пакетів та процес формування поздовжнього і поперечного герметизуючих швів. Стрічку із заготовками пакетів можна протягати неперервно чи дискретно, а поздовжній та поперечний шви формують послідовним чи паралельним способами, зварюючи заготовку упаковки у нерухомому чи рухомому стані. Вищеназвані технічні і конструктивні рішення впливають на кінцеве конструктивне рішення щодо проектного фасувально-пакувального обладнання та його техніко-технологічних можливостей.

Проаналізуємо можливі технічні рішення, у відповідності до яких заготовка пакетів – плівка рукавного типу - протягається на певний крок, який дорівнює довжині упаковки, періодично, а поздовжні та поперечні шви на заготовці упаковки формуються послідовно.

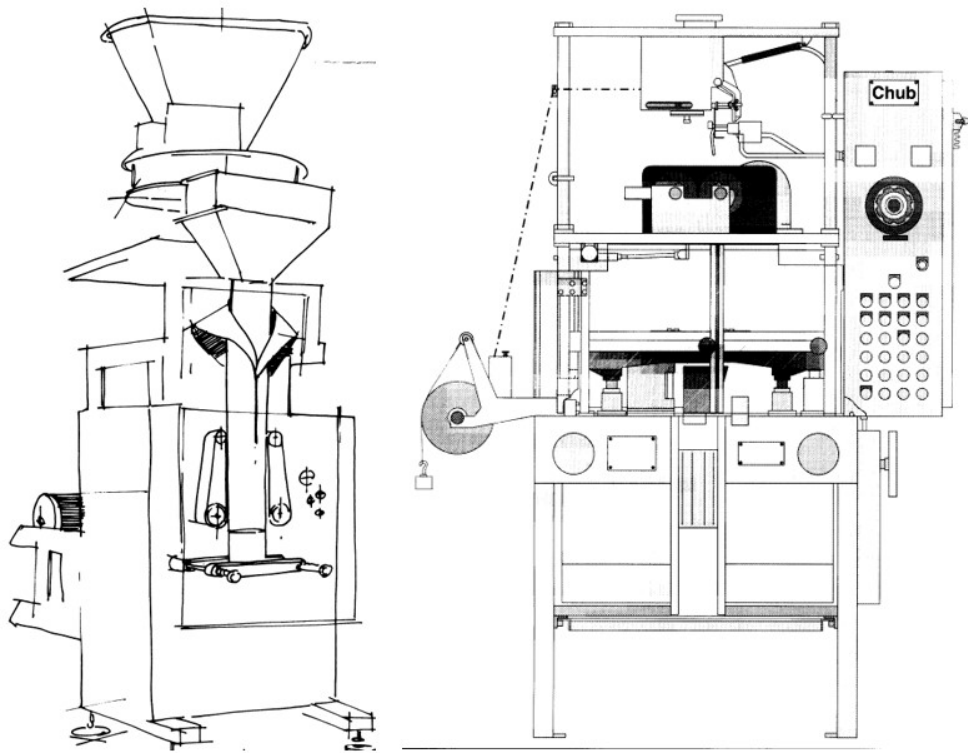


Рис. 1.2. Автомати ТНЛ та Чаб

Технологічне обладнання, спроектоване за цим принципом, приведене на рис. 1.1, працює наступним чином. Стрічка пакувального матеріалу плівкового типу розмотується із рулона на носіїві, обходячи напрямляючий валок, вводиться до рукавоутворювача та формується у формі нескінченного рукава. Краї згорненої стрічки накладаються. До рукавоутворювача вмонтовано трубу, а нижче самого рукавоутворювача змонтовано нагрівальний елемент для формування поздовжнього шва. Під торцем труби 1 встановлено пару зажимів для формування поперечних швів. У момент, як зажими перебувають у розкритому стані, рухаються з низу вгору (холостий хід), нагрівальний елемент 7 притискають до труби і відбувається зварювання країв згорненої у формі рукава плівки – формуючи при цьому поздовжній шов. Часові затрати на холостий хід зажимів 8 визначаються необхідними на формування поздовжнього шва нагрівальним елементом 7. У крайньому горішньому положенні затискачі 8 замикаються, а нагрівальний елемент 7 відводиться від труби 1, вивільнюючи при цьому рукав 5. Затискачі 8, замикаючись, перетискають рукав 5, а рухаючись вниз у замкненому стані (робочій хід), здійснюють протягування рукава по всій довжині пакету і

відмотують відповідну довжину полімерної стрічки із рулону. В крайньому нижньому положенні затискачі 8 припиняють рухатися і розмикаються. В затискачі 8 поміщено нагрівальні елементи для формування поперечних швів на рукава 5 та спеціальний ножовий елемент для відрізування герметизованого пакета від основного рулону. Формування поперечного шва здійснюють в процесі робочого ходу затискачів 8.

Відміряні порції продукту потрапляють до попередньо сформованого рукава 5 трубою 1. Геометричні розміри упаковки та порція продукту підбираються таким чином, щоб затискачі 8 у горішньому положенні перетискали упаковку відразу над фасованим продуктом.

Відмінність фасувально-пакувальних автоматів представлених на рис. 1.2 та 1.3, полягає у тому, що у них є елементи 6 для протягування рукава пакувального матеріалу 5 на певний крок. В одному варіанті технічне рішення реалізовано у виді нескінченних пасів (чи роликів елементів), а альтернативному – у виді спеціальних щипців зі зворотньо-поступальним рухом. Для обидвох варіантів характерним є те, що пристрій формування поперечних швів 8 одночасно із рукавом не рухається, формуючи ці шви при вистоюванні заготовки. Формування поздовжнього шва на рукав упаковочного полімерного матеріалу виконують нерухомим нагрівальним елементом 7 в процесі його протягання.

Виділяють два типи технологічно-конструктивних схем за якими проектують і виготовляють фасувально-пакувальне обладнання.

В обидвох випадках вагомою ознакою є черговість чи співпадання у часових межах етапів формування поздовжніх та поперечних швів. У першому варіанті, як поздовжні та поперечні шви формуються послідовним чином, загальний час робочого циклу обладнання не може бути меншим від сумарного часу, який затрачається на ці операції. В другому варіанті, коли шви формують паралельним чином (одномоментно), загальні часові затрати на робочий цикл обумовлюються часовими затратами на формування швів та тривалістю протягування заготовки пакувального матеріалу на один крок. В зв'язку з тим, що в процесі протягання рукава чи при холостому ході швів не формують, дані етапи

роботи машини можна реалізувати прискорено. Внаслідок цього тривалість робочого циклу фасувально-пакувального обладнання з паралельним формуванням поздовжнього та поперечного швів можна зробити меншою, ніж тривалість робочого циклу обладнання, де поздовжні та поперечні шви формують послідовно.

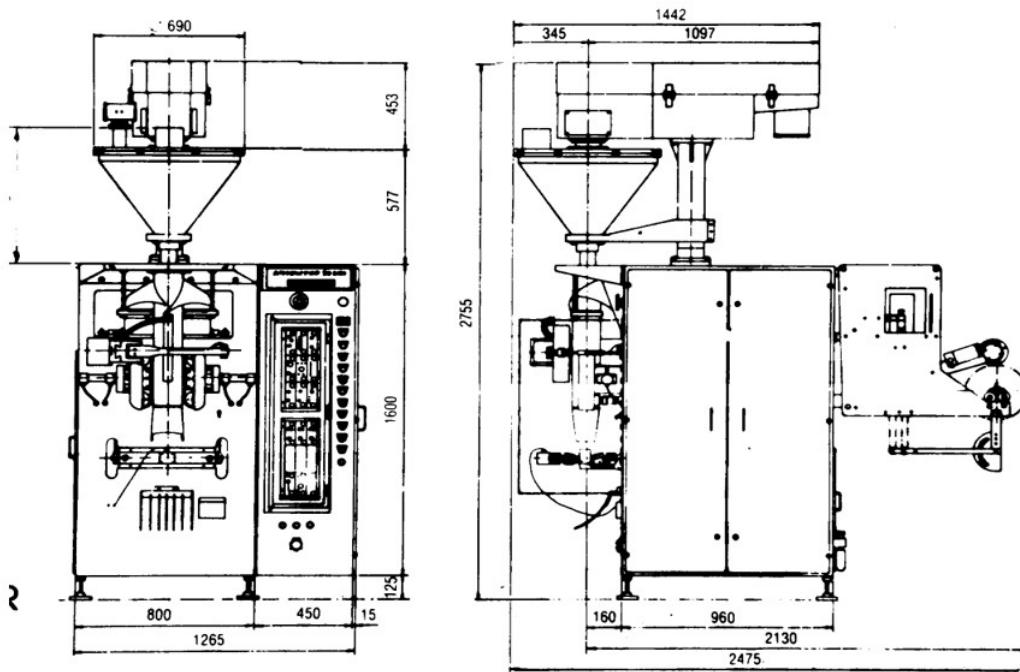


Рис. 1.3. Автомат AUTOWRAP

В процесі фасування різного типу продуктів харчування у полімерні пакети, найобґрунтованішою є схема фасувально-пакувального обладнання неперервної дії із двома затискачами, які виконують протягування рукав пакувального матеріалу безперервно один після іншого. В процесі руху одного затискача (робочий хід), інший виконує рух вгору (холостий хід), пропускаючи між розімкненими затискачами перший затискач із пакувальною плівкою.

1.2. Аналіз та короткий опис об'єкту дослідження.

Фасувально-пакувальний автомат для сипких продуктів марки РУК7(300-500) призначено для формування дозу та герметичного запаковування сипучих продуктів (круп, драже тощо) до пакетів плоскої форми. Пакувальний матеріал являє собою одношарову термозварну плівку, намотану у в рулони.

Робочий цикл автомата містить етапи:

Розмотування фасувально-пакувального матеріалу із рулона.

Формоутворення пакета.

Заварювання повздовжніх та поперечних швів.

Формування дози продукту та наповнення ним відкритої заготовки пакета.

Заварювання горішнього поперечного шва з нанесенням дати виготовлення та номера партії.

Відрізування завареного пакета з розфасованим продуктом.

Облік числа пакетів.

Технічні характеристики

Спосіб дозування об'ємний

Номінальна продуктивність при дозі 500 г :

а) по масі, кг/год, не менше 750

б) по кількості пакетів, од /год не менше 1500

Маса дози, г, в межах 50-1000

Допустиме відхилення маси дози %, не більше ±2

Встановлена потужність, кВт, не більше 2,2

Параметри джерела електроенергії: 220±22

- напруга, В

- частота, Гц 50±1

Ступінь захисту пульта управління, забезпечуваний IP 54

оболонкою, по ГОСТ 14254-80 не нижче

Габаритні розміри автомата, мм, не більше:

- довжина	1450
- ширина	960
- висота	1890
Маса автомата, кг, не більше	1320
Чисельність обслуговуючого персоналу, чол	1

1.3. Мета та задачі кваліфікаційної роботи.

Мета роботи – дослідження і вдосконалення конструкції фасувально-пакувального обладнання, зокрема, автомата для сипких продуктів марки РУК7(300-500).

Для втілення вказаних заходів із модернізації виконуються завдання:

аналіз сучасних конструктивних в технологічних рішень для фасування сипкої продукції;

розробка заходів з модернізації фасувально-пакувального автомата для сипких продуктів марки РУК7(300-500);

розрахунки кінематичних і динамічних параметрів витікання сипких продуктів під дією гравітації;

розрахунки продуктивності та витрат потужності;

визначення допустимого значення діаметра дозатора;

розрахунки геометричних параметрів стаканчикового дозатора;

формування 3d моделі із послідуочим дослідженням режимів роботи механізму зварювання;

аналіз отриманих числових результатів;

підбір заходів із охорони праці та із безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження в даній роботі є потужність і температурні режими роботи механізму зварювання фасувально-пакувального автомата для сипких продуктів марки РУК7(300-500).

Предмет дослідження. Предметом дослідження є фасувально-пакувальний автомат для сипких продуктів марки РУК7(300-500).

2. Методи та методика досліджень

2.1. Вибір і обґрунтування методів і засобів досліджень,

В процесі вирішення проектно-конструкторських завдань науковими та інженерними фахівцями важливим є, щоб вони мали змогу аналізувати велику кількість технічних рішень і згідно сформованих заздалегідь критеріїв обирати найкраще.

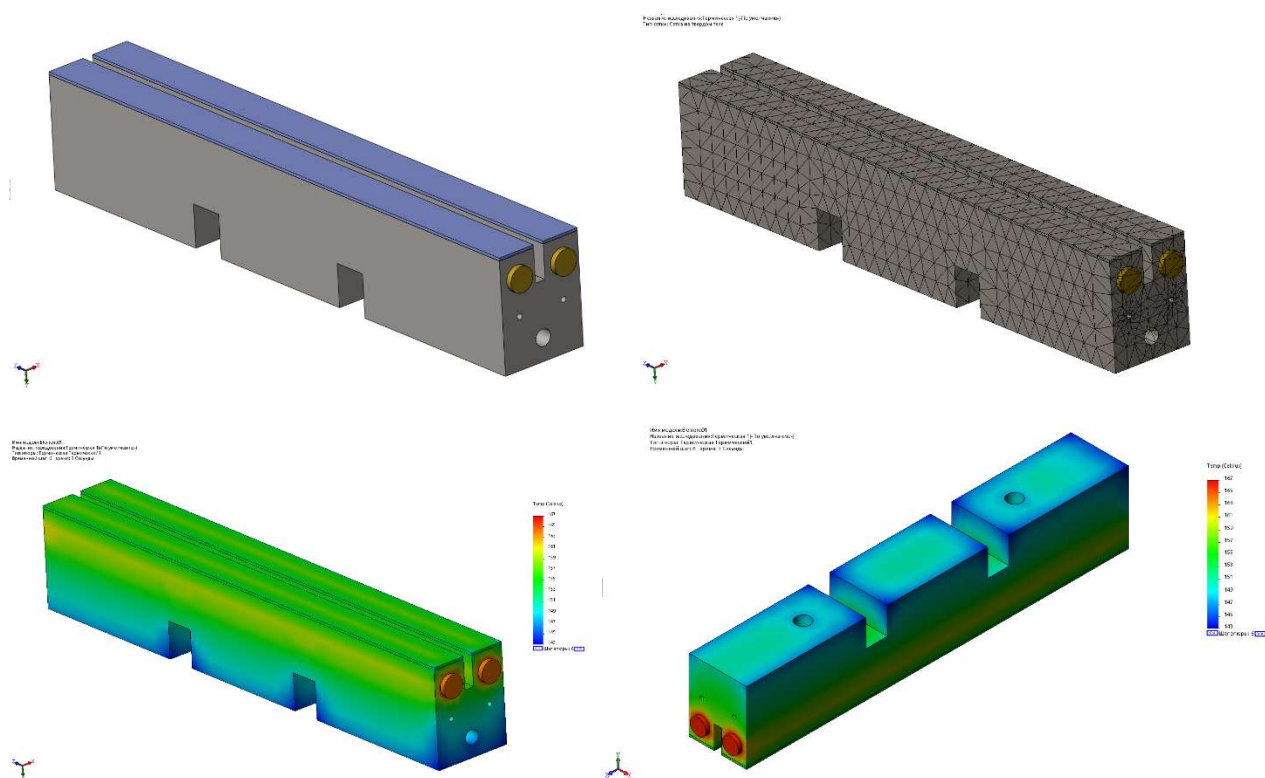


Рис. 2.1. Послідовність виконання комп'ютерних числових досліджень з використанням CAE Solidworks Simulation.

Найбільш точним за такої постановки питання є виготовлення дослідних повнофункціональних та у повнорозмірних експериментальних моделей із послідовним виконанням серії експериментальних досліджень для заданих робочих режимних навантажень. Проте такий спосіб реалізації досліджень

дороговартісний і потребує надто великих часових затрат. Окрім того зазвичай для аналізу фізичних експериментальних дослідних зразків необхідне точне дороговартісне, а часом і унікальне, лабораторне обладнання. Щоб уникнути великих фінансових затрат, часових і трудових затрат на вироблення повноцінних зразків, більш доцільно зробити і використовувати для досліджень їхні тривимірні комп'ютерні прототипи.

Для реалізації серії числових досліджень у кваліфікаційній роботі задіяно програмний комплекс Solidworks Simulation.

Solidworks Simulation – це сучасний ефективний та зручно побудований інструмент для інженерних і наукових працівників, за допомогою якого можна якісно виконувати значні обсяги конструкторських і дослідницьких робіт з помірними затратами сил і часу..

За допомогою програмного комплексу Solidworks Simulation можна виконувати чималу кількість задач з моделювання як окремих конструктивних елементів, так і їх комплексів. Серед них задачі щодо напружень, деформаційних процесів, показників запасу міцності, топологічні оптимізаційні задачі для елементів конструкцій, задачі теплопровідності і відростійкості тощо.

2.2. Послідовність етапів виконання досліджень із застосуванням програмного комплексу Solidworks Simulation

На початковому етапі виконання числових комп'ютерних конструкторських досліджень із застосуванням програмного комплексу Solidworks Simulation формують твердотілу 3d модель конструктивного елемента (це може бути окрема дедаль або збірна конструкторська). Після розроблення 3d моделі елемента у робочому середовищі Solidworks Simulation приступають до розроблення проекту розрахунків (для цього зручно використати вбудований помічник - візард). Після завершення формування проекту числових досліджень, наступними етапами будуть:

уточнення (за необхідності) у новоствореному проекті матеріалів, із яких виготовлено досліджувану конструкцію (конструктивний елемент);

задання початкових та граничних умов у з'єднаннях (якщо конструкція є монолітною, то цей етап пропускають);

формування умов фіксації досліджуваної конструкції (конструктивного елементу);

задавання значень і напрямів дії силових і температурних факторів;

формування та уточнене налаштування (за потреби) сітки;

виконання розрахунків і формування протоколу їхніх результатів.

У випадку, коли результати виявилися незадовільними, здійснюють уточнення конструктивних параметрів аналізованої конструкції, оновлюють параметри сітки, напрямки та величину діючих силових і теплових чинників. Також доцільно спростити частину неосновних елементів досліджуваної конструкції. По тому розрахунок повторюють знову.

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

3.1. Заходи з модернізації фасувально-пакувального автомата для сипких продуктів марки РУК7(300-500)

Фасувально-пакувальним автоматом для сипких продуктів марки РУК7(300-500) забезпечується виконання таких операцій:

Робочий цикл автомата містить етапи:

Розмотування фасувально-пакувального матеріалу із рулона.

Формоутворення пакета.

Заварювання повздовжніх та поперечних швів.

Формування дози продукту та наповнення ним відкритої заготовки пакета.

Заварювання горішнього поперечного шва з нанесенням дати виготовлення та номера партії.

Відрізування завареного пакета з розфасованим продуктом.

Облік числа пакетів.

Основним недоліком фасувальних автоматів для сипких продуктів є досить трудомісткий процес настроювання на нові типи фасувальної плівки і нові типи місткості тари. Тому в даній роботі пропонується розробка конструкції вдосконаленого дозатора для сипких продуктів на базі двостаканчикowego технічного рішення, а також розробка відповідних спряжених механізмів протягування стрічки, механізму формування рукава і зварювання повздовжнього та поперечного швів.

3.2. Кінематичний розрахунок фасувально-пакувального автомата для сипких продуктів

Кінематична схема фасувально-пакувального автомата для сипких продуктів марки РУК7(300-500) представлена на рис. 3.1. Основними її елементами є пасові та прямозубі зубчасті передачі.

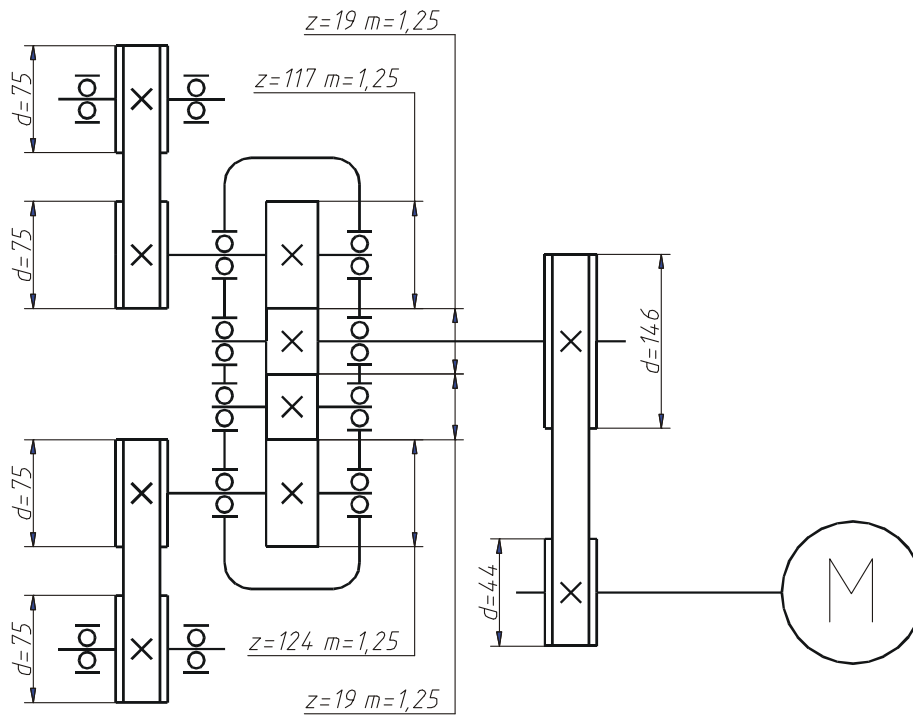


Рис. 3.1. Кінематична схема фасувального автомата

Згідно технологічних таблиць для забезпечення паспортної продуктивності 1500 пак/хв по 0,5 кг лінійна швидкість стрічки протягуючого механізму повинна складати 4,5 м/хв:

$$V_K := 4.5 \quad (\text{м/хв})$$

Зовнішній діаметр привідного барабана протягуючого механізму:

$$d_K := 0.045 \quad (\text{м})$$

Необхідна частота обертання барабана конвеєра:

$$n_K := \frac{V_K}{\pi \cdot d_K} \quad n_K = 31.831 \quad (\text{об/хв})$$

Кутова швидкість обертання барабана протягуючого механізму:

$$\omega_K := \frac{\pi \cdot n_K}{30} \quad \omega_K = 3.333 \quad (\text{рад/с})$$

Розрахуємо основні параметри кінематичної схеми машини.
Попередньо вибираємо електричний двигун із частотою обертання 700 об/хв.

Частота обертання двигуна $\omega_{\text{ДВ}} := \frac{700 \cdot \pi}{30}$ $\omega_{\text{ДВ}} = 73.304$ (рад/с)

Передаточне число розподільчого редуктора:

$$u_{\text{I...II}} := 6.526$$

Необхідне передаточне число пасової передачі приводу

$$u_{0...I} := \frac{\omega_{\text{ДВ}}}{\omega_{\text{к}} \cdot u_{\text{I...II}}} \quad u_{0...I} = 3.37$$

Приймаємо $u_{0...I} := 3.37$

Частота обертання ведучого вала пасової передачі

$$n_0 := \frac{\omega_{\text{ДВ}} \cdot 30}{\pi} \quad n_0 = 700 \quad (\text{об/хв})$$

Частота обертання веденого вала пасової передачі, а також ведучої шестерні редуктора

$$n_{\text{I}} := \frac{n_0}{u_{0...I}} \quad n_{\text{I}} = 207.715 \quad (\text{об/хв})$$

Кутова частота обертання веденого вала пасової передачі, а також ведучої шестерні редуктора

$$\omega_{\text{I}} := \frac{n_{\text{I}} \cdot \pi}{30} \quad \omega_{\text{I}} = 21.752 \quad (\text{рад/с})$$

Частота обертання веденої шестерні редуктора і ведучого вала механізму протягування плівки

$$n_{\text{II}} := \frac{n_{\text{I}}}{u_{\text{I...II}}} \quad n_{\text{II}} = 31.829 \quad (\text{об/хв})$$

Кутова частота обертання веденої шестерні редуктора і ведучого вала механізму протягування плівки

$$\omega_{\text{II}} := \frac{n_{\text{II}} \cdot \pi}{30} \quad \omega_{\text{II}} = 3.333 \quad (\text{рад/с})$$

3.3. Розрахунок допустимого діаметра дозатора

Допустимо малий радіус бункера, для безперешкодного (без склепоутворень) переміщення продукції описується залежністю:

$$R_{\text{доп}} = \frac{\tau}{k \cdot g \cdot \rho + 0.5 \cdot a'}$$

де $g := 9.81 \text{ м/с}^2$ - прискорення вільного падіння тіла;

$\rho := 561 \text{ кг/м}^3$ - густина продукту (рис);

$a' := 0.003 \text{ м}$ - геометричний розмір максимальної частинки;

$\tau := 4.5939 \text{ МПа}$ - напруга зсуву частинок;

$k(\phi) := \frac{1 - \sin(\phi)}{1 + \sin(\phi)}$ - коефіцієнт переміщення сипкої продукції;

$\phi := \frac{3\pi}{5}$ - кут природного укоосу;

$$R_{\text{доп}}(\tau, \rho, a', \phi) := \frac{\tau}{k(\phi) \cdot g \cdot \rho + 0.5 \cdot a'}$$

$$R_{\text{доп}}(\tau, \rho, a', \phi) = 0.0332751 \quad (\text{м})$$

Дослідимо вплив різних факторів на допустимо малий радіус бункера.

$$\tau := 3,3.1..7$$

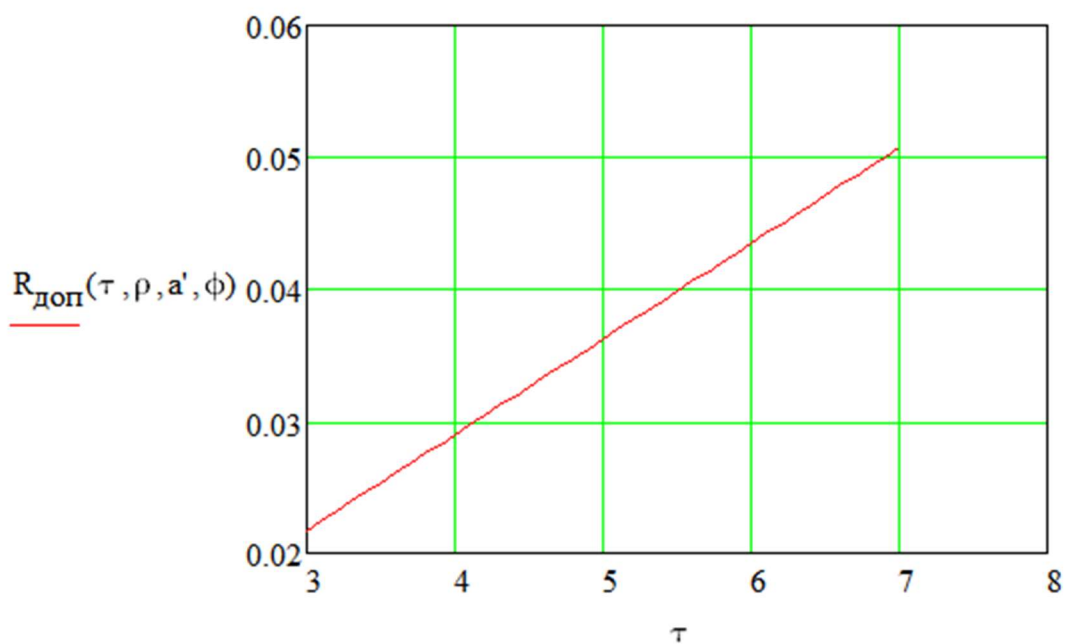


Рис. 3.2. Залежність допустимо малого радіуса бункера від напруження зсуву

$$\tau := 4.5939$$

$$a' := 0.001, 0.0015.. 0.01$$

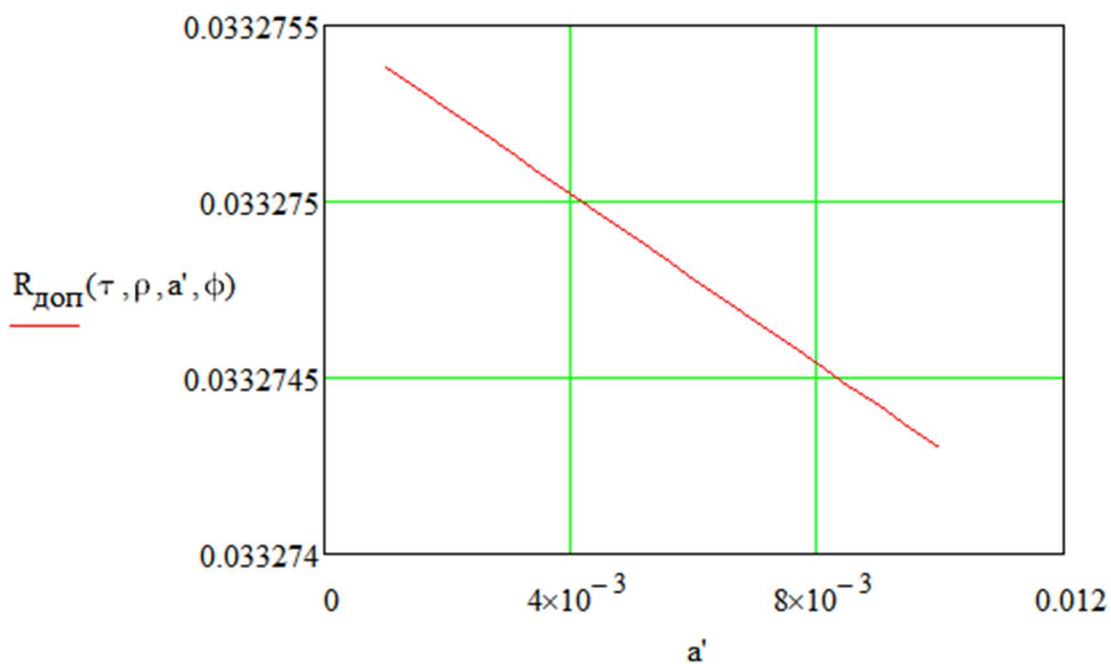


Рис. 3.3. - Залежність допустимо малого радіуса бункера від найбільшого геометричного розміру частинки

$$a' := 0.003 \quad \phi := \frac{2.6\pi}{5}, \frac{2.6\pi}{5} + 0.05 .. \frac{4\pi}{5}$$

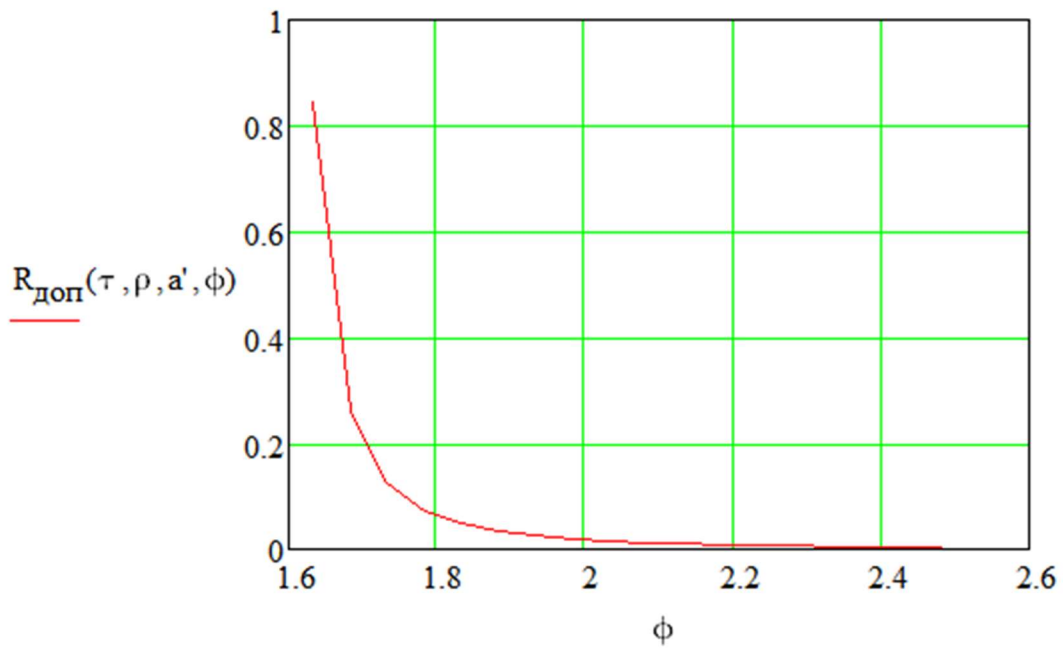


Рис. 3.4. - Залежність допустимо малого радіуса бункера від кута природного укосу

$$\phi := \frac{3\pi}{5} \quad \rho := 500, 505 .. 900$$

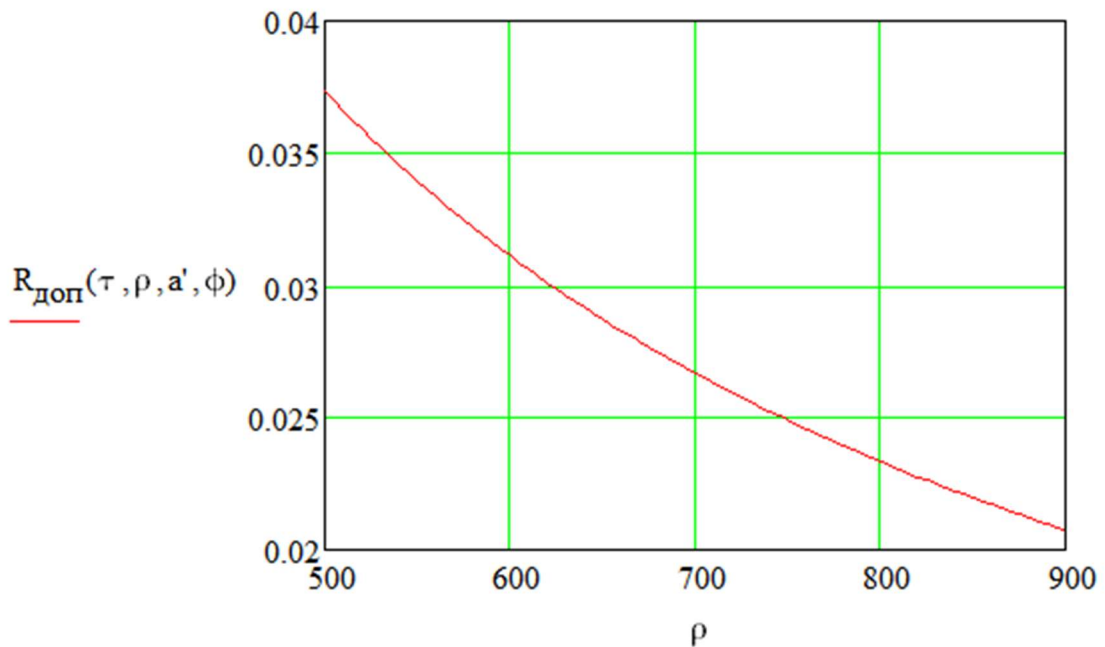


Рис. 3.5. - Залежність допустимо малого радіуса бункера від густини

3.6. Розрахунок механізму зварювання

Час руху поршня механізму зварювання описується залежністю:

$$t = 1.03 \cdot \frac{s \cdot D^2}{\mu \cdot f} \cdot \theta$$

де $s := 0.06$ м - хід поршня;

$D := 0.03$ м - діаметр поршня;

$\mu := 0.23$ - коефіцієнт витрат повітря

$f = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$ м² - площа поперечного перерізу

$d := 0.1$ м - робочий діаметр

$$f(d) := \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad f(d) = 0.007854 \quad \text{м}^2$$

$\theta := 5$ безрозмірний час.

$$t(d) := 1.03 \cdot \frac{s \cdot D^2}{\mu \cdot f(d)} \cdot \theta \quad t(d) = 0.154 \quad \text{с.}$$

Час заключної роботи.

Час нарощення тиску в робочій порожнині описується залежністю

$$t_{III} = \frac{3.62 \cdot (V_0 + F_1 \cdot s)}{f} \cdot (\psi_1 - \psi_2)$$

де $V_0 := 0.562 \cdot 10^{-3}$ м³ - шкідливий простір робочої порожнини;

$F_1 := 0.002$ м² - ефективна площа робочої поверхні;

$\psi_1 := 0.35$ - початковий коефіцієнт тиску;

$\psi_2 := 0.18$ - кінцевий коефіцієнт тиску;

$$t_{III}(d) := \frac{3.62 \cdot (V_0 + F_1 \cdot s)}{f(d)} \cdot (\psi_1 - \psi_2) \quad t_{III}(d) = 0.053 \quad (c)$$

Час падіння тиску у вихлопній порожнині описується залежністю

$$t_{IV} = \frac{2.53 \cdot V_{Bo}}{f \cdot \sigma_a^{0.5 \cdot k}} \cdot (\psi'_1 - \psi'_2)$$

де $V_{Bo} := 2.03 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ - шкідливий простір робочої порожнини;

$\psi'_1 := 0.82$ - початковий коефіцієнт тиску;

$\psi'_2 := 0.26$ - кінцевий коефіцієнт тиску;

$\sigma_a := 6.3$ - безрозмірний тиск;

$\underline{k} := 2$ - коефіцієнт витрати повітря.

$$t_{IV}(d) := \frac{2.53 \cdot V_{Bo}}{f(d) \cdot \sigma_a^{0.5 \cdot k}} \cdot (\psi'_1 - \psi'_2) \quad t_{IV}(d) = 0.058 \quad (c)$$

Загальний час:

$$\underline{T}(d) := t(d) + t_{III}(d) + t_{IV}(d) \quad T(d) = 0.266 \quad (c)$$

$$\underline{d} := 0.05, 0.055 \dots 0.15$$

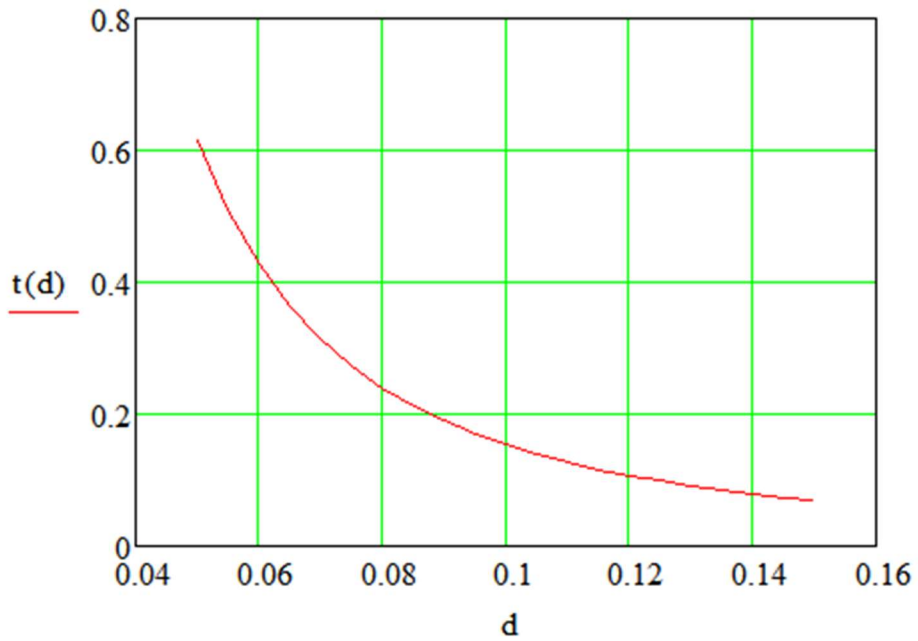


Рис. 3.7. - Залежність часу руху поршня механізму заварювання від допустимого діаметра

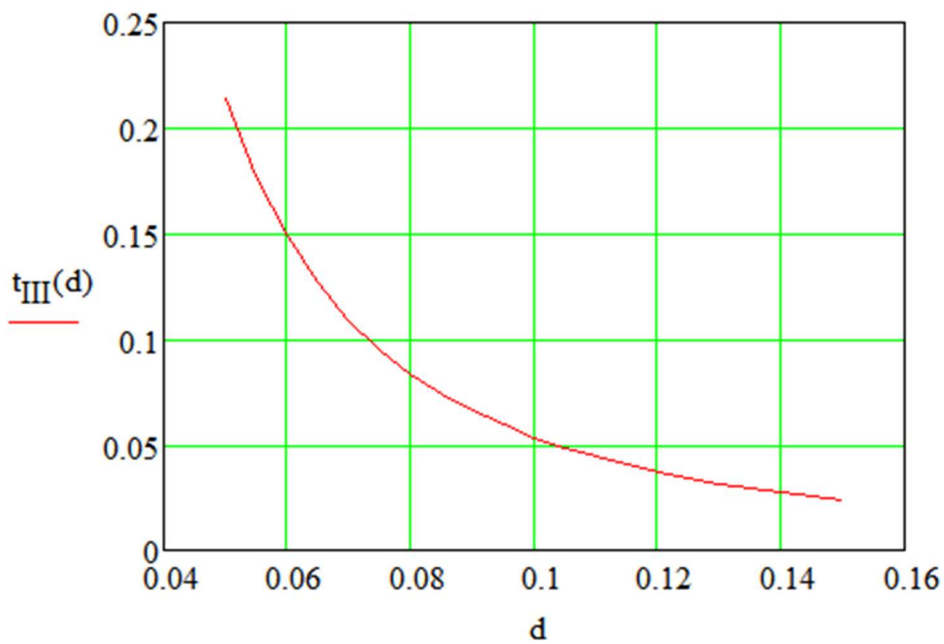


Рис. 3.8. - Залежність часу нарощення тиску в робочій порожнині механізму заварювання від допустимого діаметра

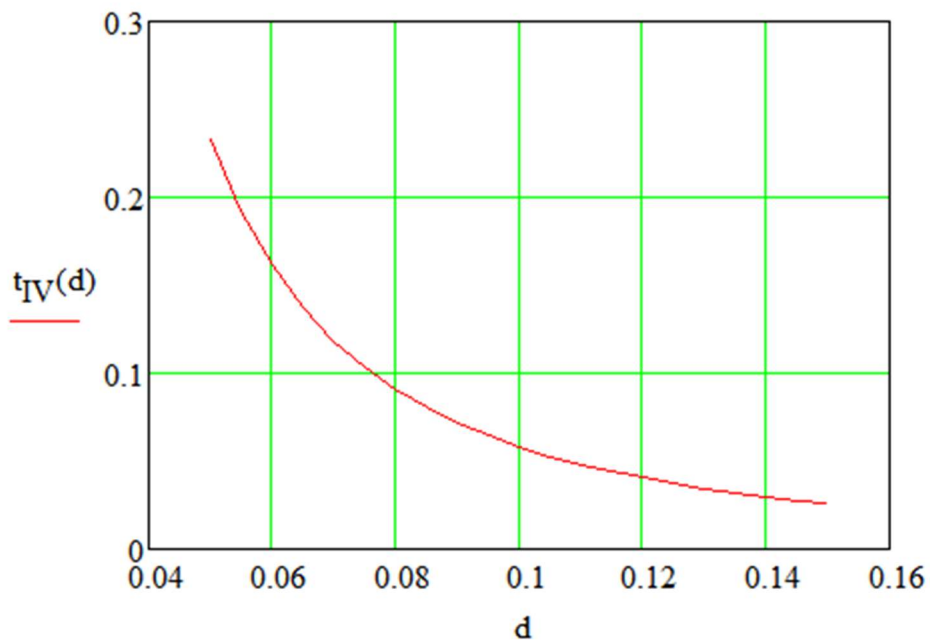


Рис. 3.9. - Залежність часу падіння тиску у вихлопній порожнині механізму заварювання від допустимого діаметра

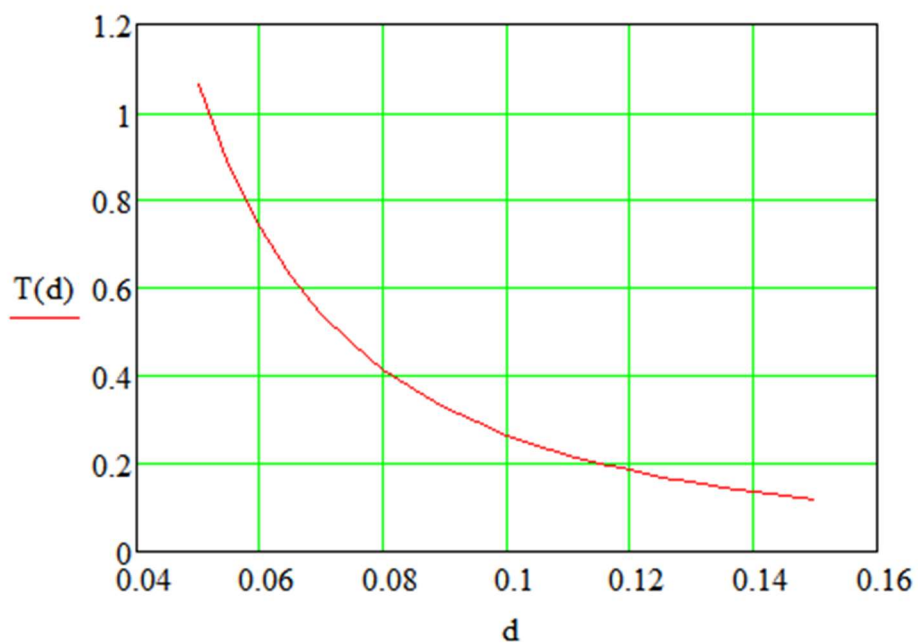


Рис. 3.10. - Залежність тривалості циклу механізму заварювання від допустимого діаметра

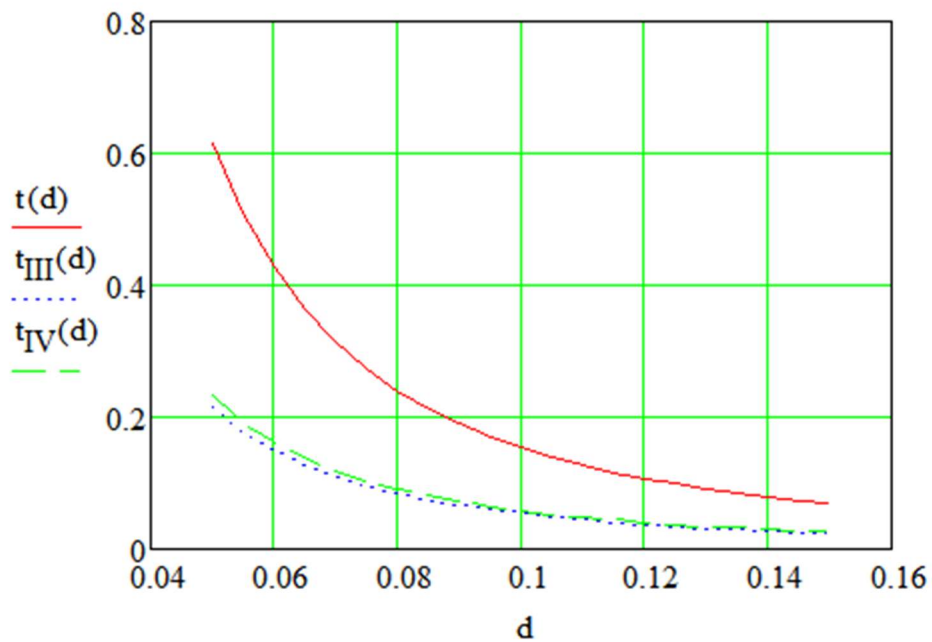


Рис. 3.11. - Порівняльний графік структури тривалості циклу механізму заварювання від допустимого діаметра

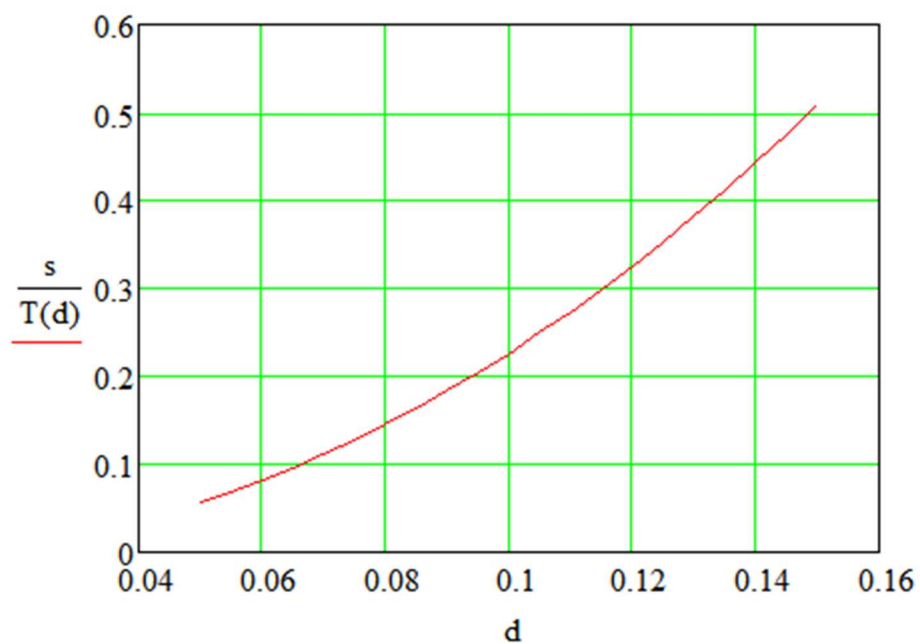


Рис. 3.12. - Порівняльний графік швидкості руху штока механізму заварювання від допустимого діаметра

3.5. Розрахунок системи рукавоутворення

При конструюванні рукавоутворювачів найбільш відповідальною задачею є забезпечення контура, де в випадку використання граничних поверхонь завжди з'являються вершини (точки 1,2,3 і т. д.). Як результат перетину багатогранників. Оскільки в таких вершинах повний кут має дорівнювати 2π то такі вершини можуть бути лише в вигляді не випуклого багатогранного кута, у котрого дві грані відносяться до призматичної поверхні, а інші до воротникової.

Поперечний переріз робочої поверхні призми приймаємо рівним перерізу визначеного рукава. Кут подачі α визначає положення плоского елемента воротникової поверхні відносно заданої поверхні призми.

З врахуванням вищевказаних вимог отримана формула для розрахунку конфігурації формуючого контуру :

$$z = \frac{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}{2y_s} (\eta^2 - x^2 - y^2 - 2x(\eta - x) + 2y_s y); \quad (3.1)$$

де:

z - шукана координата точки формуючого контуру в прийнятій системі координат.

x ; y – абсциса та ордината точки формуючого контуру, визначеного формою поперечного перерізу рукава.

η - довжина лінії по контуру поперечного перерізу призми від початку координат (точки 0) до розглядуваної точки з координатами x та y , або, що теж саме – координата шуканої точки на розгортці призми.

x_s ; y_s - абсциса та ордината вершини уявної призми (конуса) S утвореного воротниковою поверхнею.

Абсцису x_s вершини S можна прийняти рівною нулю $x_s = 0$. Тоді формула (1) буде мати більш простий вигляд, а рукавоутворювач отримаємо симетричним відносно координатної площини YOZ .

Ордината y_s вибирається з нерівності:

$$0 < y_s < \alpha.$$

де:

α - габаритний розмір поперечного перерізу призми в напрямку осі ОУ.

Приймаємо:

$$y_s = 17$$

Третя координата z_s вершини S визначається за формулою:

$$z_s = -\frac{y_s}{\operatorname{tg}\alpha}; \quad (3.2)$$

Відповідно:

$$z_s = -\frac{17}{\operatorname{tg}30} = 29.44;$$

Розраховуємо координати точок що лежать на робочій поверхні призми (конуса).

Для спрощення розрахунків округлені бічні сторони пакету розбиваємо на 20 відрізків з відповідним $d\omega = 9^\circ$.

Розгортку конічної частини рукавоутворювача будуємо за принципом конгруентності до призматичної частини.

Величину η розраховуємо за формулою:

$$\eta_i = \eta_{i-1} + d\eta_i; \quad (3.3)$$

де для конусних ділянок :

$$d\eta_i = \frac{2\pi R \cdot d\omega}{360}; \quad (3.4)$$

Координати x_i та y_i для конусних ділянок будуть дорівнювати:

$$x_i = \pm \left(\frac{b}{2} + R(\sin \omega_i - 1) \right); \quad (3.5)$$

$$y_i = R \cos \omega_i; \quad (3.6)$$

За відомих координат точок розраховуємо координату ξ необхідну для побудови розгортки рукавоутворювача:

$$\xi_i = \xi_{i-1} + d\xi_i; \quad (3.7)$$

де:

$d\xi_i$ - приріст координати ξ на ділянці формуючої поверхні рукавоутворювача:

$$d\xi_i = \sqrt{dl_{ri}^2 - d\eta_i^2}; \quad (3.8)$$

де:

$d\eta_i$ - приріст довжини лінії по контуру поперечного перерізу призми.

dl_{ri} - приріст геодезичної довжини робочої поверхні призми:

$$dl_{ri} = \sqrt{dx_i^2 + dy_i^2 + dz_i^2}; \quad (3.9)$$

де:

dx - приріст координати точки по осі ОХ.

dy - приріст координати точки по осі ОУ.

dz - приріст координати точки по осі ОZ.

Для розрахунків параметрів точок з 3 по 22 та з 25 по 44 використовуємо ЕОМ.

Точки 2,23,24,45 розраховуємо “вручну”:

Розрахунок:

Координати:

$$T.2 : X=24,5 \quad Y=0 \quad Z=0 \quad \eta=24,5$$

$$T.23: X=0 \quad Y=67$$

Розрахуємо координату Z для точки 23:

$$z = \frac{\operatorname{tg} \frac{30}{2}}{2 \cdot 17} (154.2^2 - 0^2 - 67^2 - 2 \cdot 0 \cdot (\eta - x) + 2 \cdot 17 \cdot 67) = 152.2 ;$$

де:

$$\eta = 2 \cdot 24.5 + \pi R ;$$

$$\eta = 2 \cdot 24.5 + 3.14 \cdot 33.5 = 154.2 ;$$

Аналогічно:

$$\text{T.24: } X=-24,5 \quad Y=0 \quad Z=0 \quad \eta=24,5$$

$$\text{T.45: } X=0 \quad Y=67 \quad Z=0 \quad \eta=-24,5$$

Розрахуємо координату ξ потрібну для побудови розгортки:

Проведемо розрахунок для точки 23:

$$\xi_i = \xi_{i-1} + d\xi_i ;$$

де: $\xi_{22} = 110.6 ;$

$$d\xi_i = \sqrt{dl_{ri}^2 - d\eta_i^2} ;$$

де: $d\eta_{23} = 24.49 ;$

$$dl_{ri} = \sqrt{dx_i^2 + dy_i^2 + dz_i^2} ;$$

де:

$$dx_{23} = -24.49 ;$$

$$dy_{23} = 0 ;$$

$$dz_{23} = 41.57 ;$$

$$dl_{r23} = \sqrt{(-24.49)^2 + (0)^2 + 41.57^2} = 48.2 ;$$

Тоді:

$$d\xi_{23} = \sqrt{48.2^2 - 24.49^2} = 41.5 ;$$

$$\xi_{23} = 110.6 + 41.5 = 152.1$$

Відповідно координата ξ буде дорівнювати:

$$\text{T.2} \quad \xi = 0.25$$

$$\text{T.23} \quad \xi = 152.1$$

$$T.24 \quad \xi = 0.25$$

$$T.45 \quad \xi = 152.1$$

Результати розрахунків наведено в вигляді креслення розгортки ворітника.

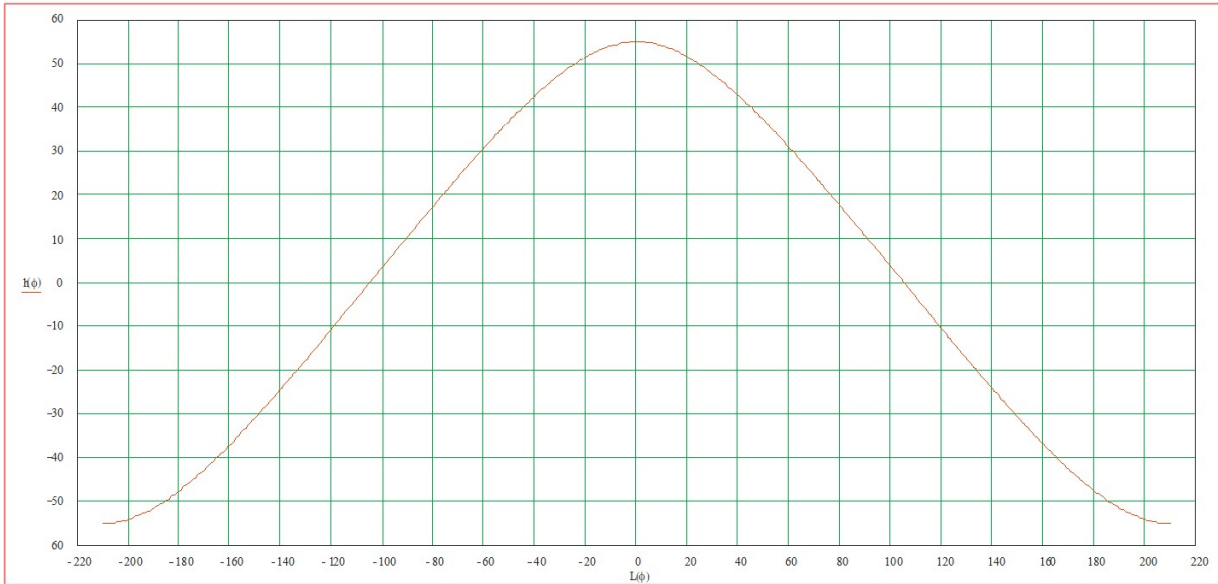


Рис. 3.13. Схема розгортки рукавоутворювача

3.6. Опис будови і принципу роботи фасувально-пакувального автомата для сипких продуктів марки РУК7(300-500)

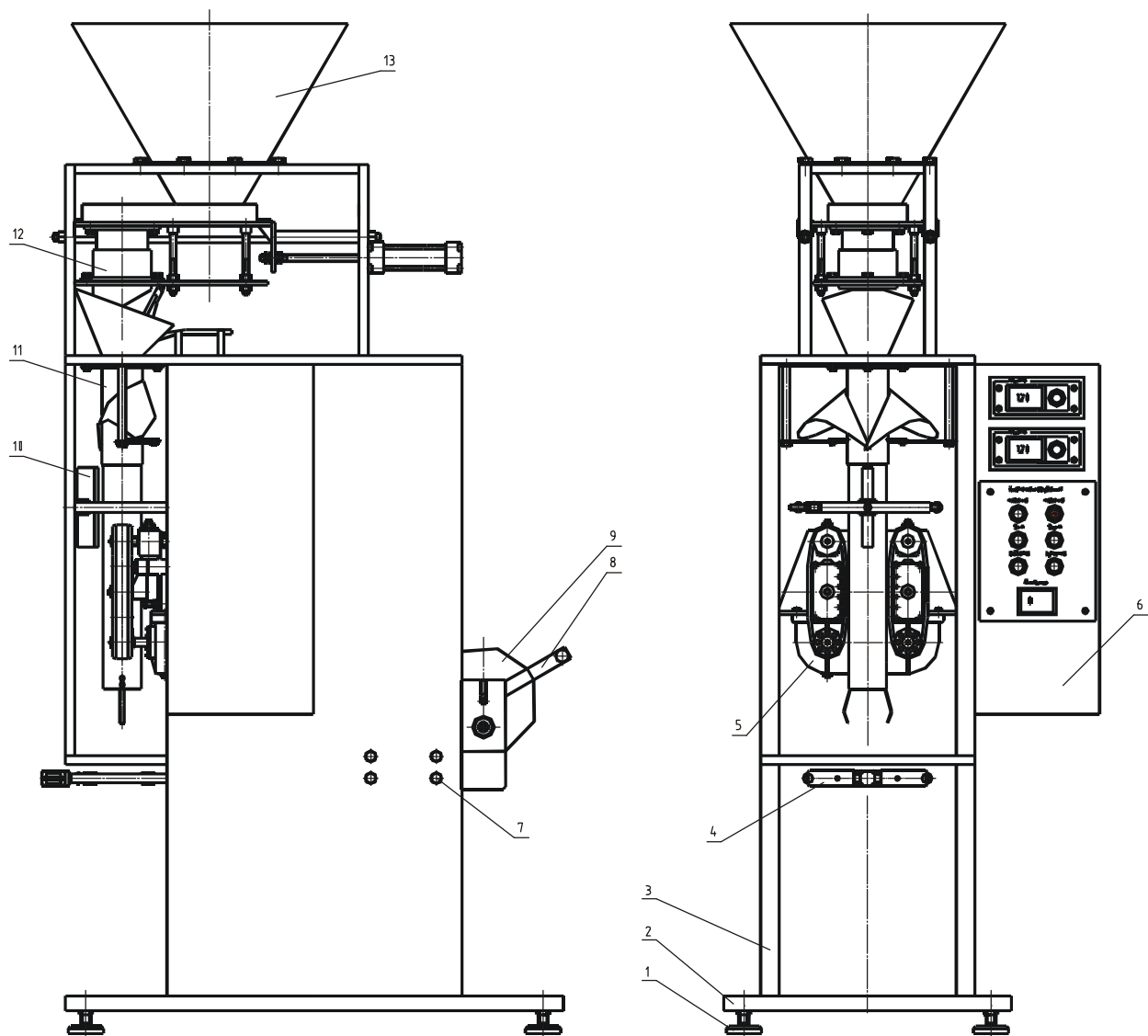


Рис. 3.14. Фасувально-пакувальний автомат для сипких продуктів марки РУК7(300-500).

1 - ніжка, 2 - станина, 3 - стояк, 4 - механізм відрізки, 5 - пристрій протягування, 6 - пульт, 7 - кронштейн, 8 - тримач, 9 - барабан, 10 - зварювальний пристрій, 11 - рукавоутворювач, 12 - дозатор, 13 - бункер.

Робота автомату проходить автоматично, початок роботи починається по команді оператора. На першій стадії проходить пуск машини без дозатора. Тобто при натисненій кнопці “Холостий” та натисканні кнопки “Пуск” приводяться в

дію всі системи автомату крім пневмоциліндра (привода дозатора). Після виходу системи зварювання на необхідний технологічний режим оператор виконує зупинку автомату, потім при відтисненій кнопці “Холостий” натискає кнопку “Пуск”. Натискання на ролик S1 приводить в дію пневмопривід дозатора, який переміщає сформовану дозу продукції, через трубу продуктоводу, до пакету.

Реле часу, яке регулює час тривалості зварювання шва, перемикає контакти і дає команду пневмоциліндрам повернутись в своє початкове положення. Причому, це ж реле дає команду на включення механізму протягування плівки. Механізм протягування знаходиться в робочому стані визначену кількість часу, визначену його реле. Після зупинки протяжки плівки знову вмикаються механізми зварювання і цикл повторюється.

Регулювання температур робочих органів та того чи іншого відрізка часу відбувається за допомогою пульта керування автомату.

Структурна схема роботи і технологічна карта роботи автомата представлені на рисунку 3.15 та в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.- Технологічна карта автомату для розфасовки сипких харчових продуктів.

Технологічний процес	Технологічна операція чи її елемент	Робочий орган	Номер	
			Роб. орг.	Поз.
1	2	3	4	5
Формування дози продукції та переміщення її до продуктоводу	Формування дози	Бункер	1	I
		Мірний стакан	2	I
	Переміщення до продуктоводу	Стакан	2	II
		Рамка	3	II

Продовження таблиці 3.1.

1	2	3	4	5
		Пневмо-циліндр	4	II
		Кришка	5	II
Виготовлення пакету	Періодичне розмотування рулону плівки та зварювання поздовжніх та поперечних швів	Механізм протяжки плівки	12	IV
		Воротнік	8	IV
		Труба	7	IV
		Губка поперечн. зварюван.	11	V
		Губка поздовжн. зварюван.	13	V
Переміщення продукту в пакет і відрізання пакету	Переміщення продукту в пакет	Кришка	5	III
		Напрямна	15	III
		Продуктопр овід	7	III
		Закривання та відрізання пакету	12	V
		Механізм протяжки	11,13	VI
		Губки поперечн. та позд. зварюван. Ніж	16	VI

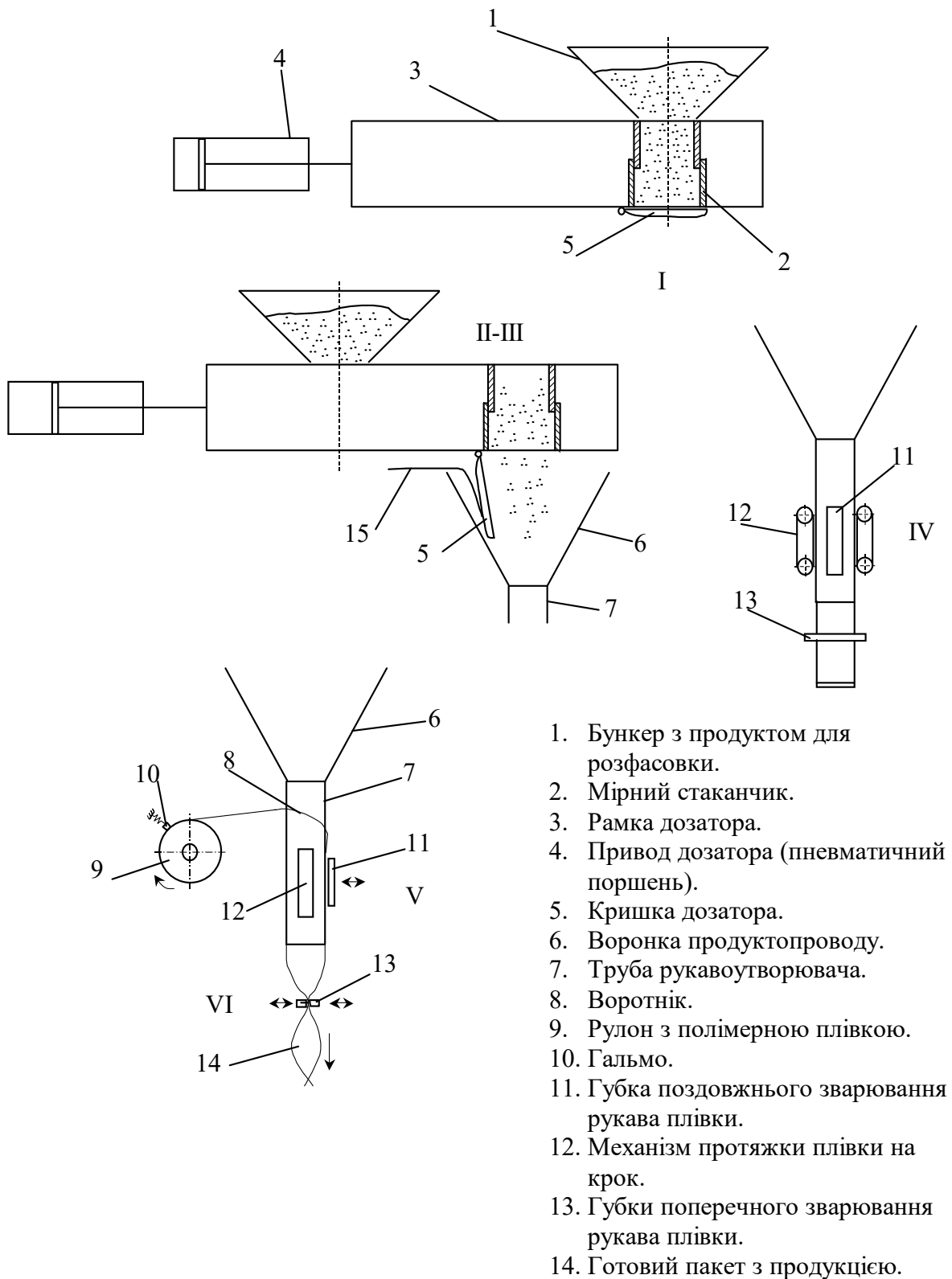


Рис. 3.15.– Структурна схема автомату для розфасовки сипких харчових продуктів.

4. Комп'ютерне моделювання режимів роботи механізму зварювання фасувально-пакувального автомата для сипких продуктів марки РУК7(300-500)

4.1. Постановка завдань дослідження.

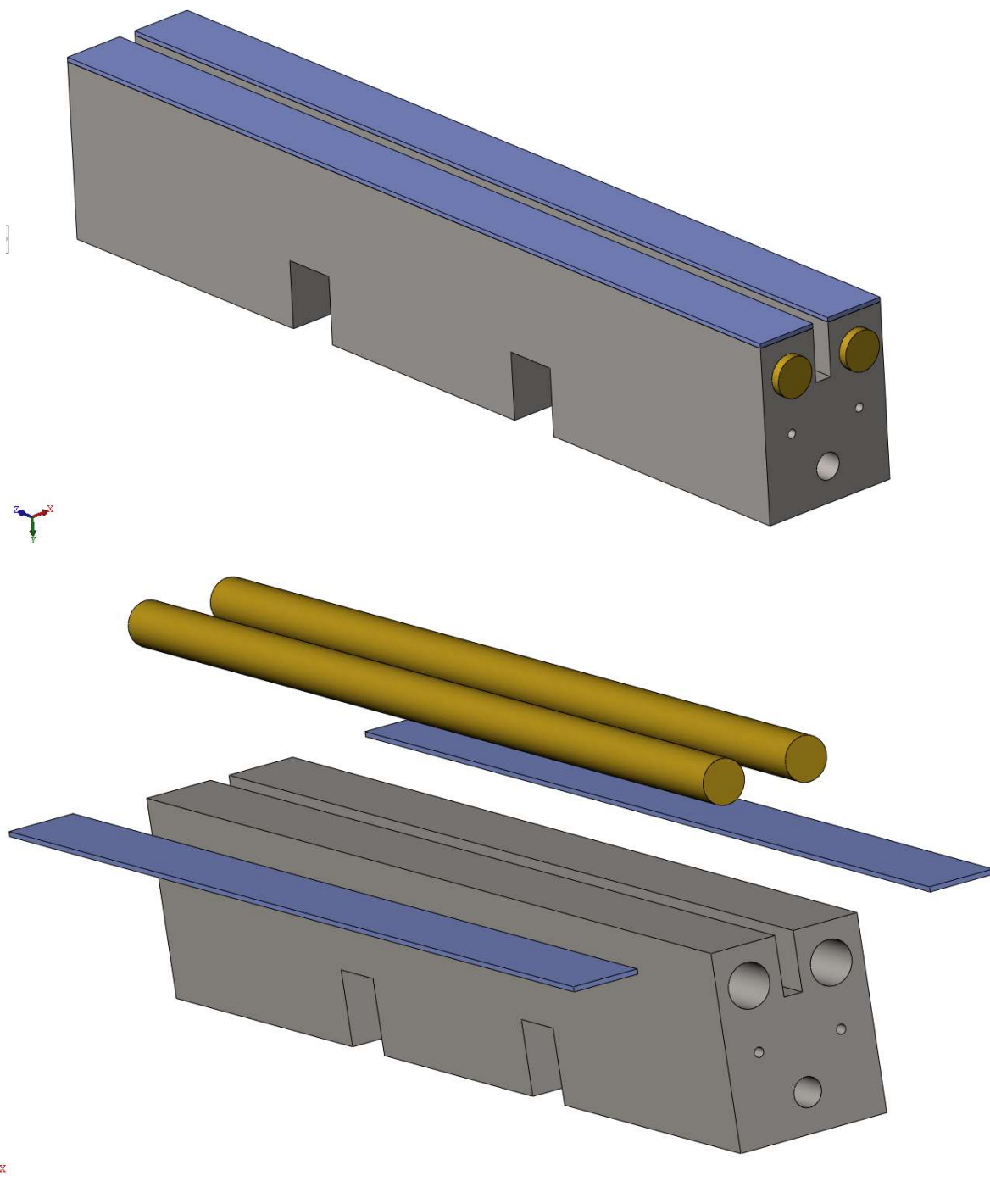


Рис. 4.1. Конструктивна схема механізму зварювання фасувально-пакувального автомата для сипких продуктів марки РУК7(300-500).

Дослідження режимів роботи механізму заварювання пакетів виконаємо із застосування програмного комплексу Solidworks Simulation для 10 варіантів режимних параметрів:

- для тривалості роботи 1с, 2с, 3с, 4с та 5 с при потужності теплового джерела 800 Вт;

- при потужності теплового джерела 600 Вт, 700 Вт, 800 Вт, 900 Вт і 1000 Вт при тривалості роботи 3 с.

Температура нагріву робочих пластин обиралась близькою до робочої температури паяння 160°C

Таблиця 4.1.

Системні налаштування Solidworks Simulation для виконання числових досліджень

Параметр	Значення
Тип аналізу	Термічна(Перехідний процес)
Тип сітки	Сітка на твердому тілі
Тип вирішувальної програми	FFEPlus
Тип рішення	Перехідний процес
Загальний час	3 Секунди
Тимчасовий інкремент	0,5 Секунди
Опір контакту було визначено?	Так
Система одиниць виміру:	SI (MKS)
Довжина/Переміщення	mm
Температура	Kelvin
Кутова швидкість	Рад/сек
Тиск/напруга	N/m ²

4.2. Результати дослідження режимів роботи механізму зварювання фасувально-пакувального автомата для сипких продуктів марки РУК7(300-500)

При виконання числових досліджень сформовано сітку на твердому тілі. Схему сітки представлено на рис. 4.2. Параметри налаштування сітки – у табл. 4.2. Результати числових досліджень представлено на рис. 4.3-4.12.

Назва: Термическая 1 (По умолчанию)
Тип сетки: Сетка на твердом теле

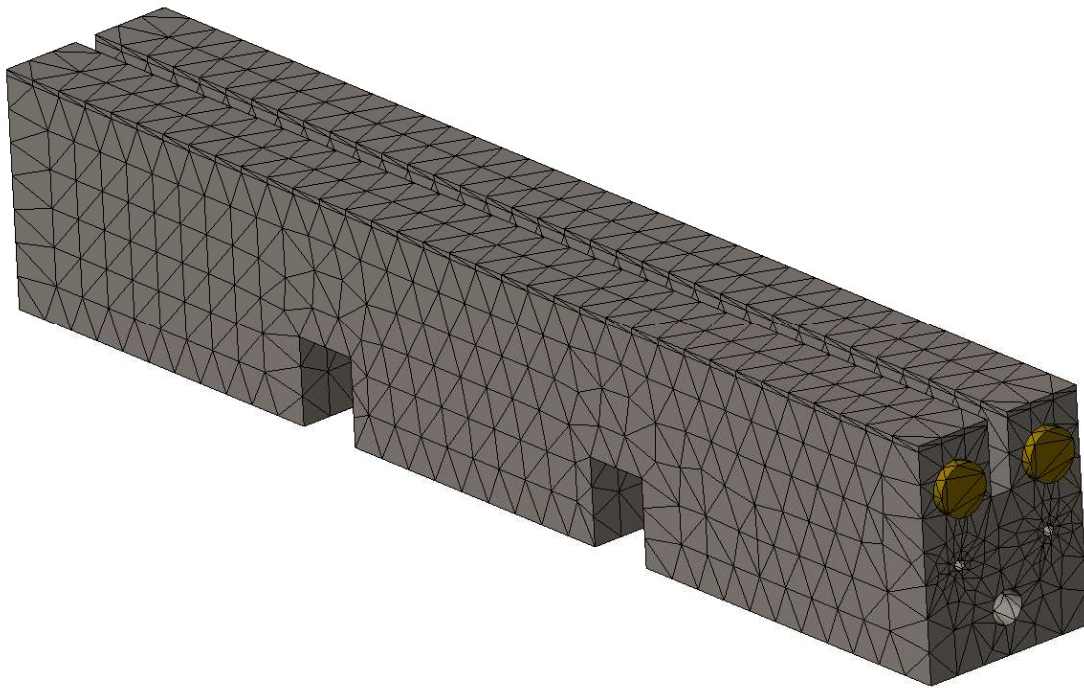


Рис. 4.2. Розрахункова сітка розкочувальних валків для виконання обчислень на твердому тілі.

Таблиця 4.2

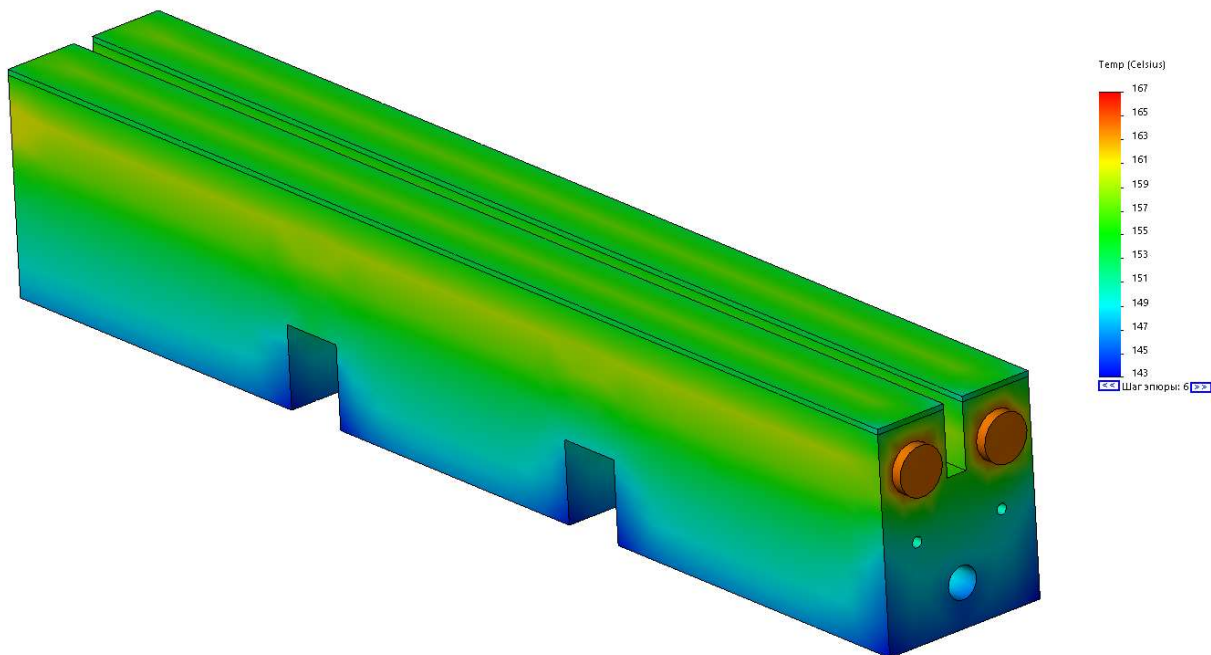
Параметри налаштування сітки

Параметр	Значення
1	2
Тип сітки	Сітка на твердому тілі
Використовуване розбиття:	Стандартна сітка

Закінчення таблиці 4.2

1	2
Автоматичне ущільнення сітки:	Викл
Увімкнуті автоцикли сітки:	Викл
Точки Якобіана	4 точки
Розмір елемента	6,23999 mm
Допуск	0,311999 mm
Епюра якості сітки	Висока
Наново створити сітку з невдалих деталей з несумісною сіткою	Викл
Усього вузлів	24553
Усього елементів	14225
Максимальне співвідношення сторін	15,934
% елементів із співвідношенням сторін < 3	87,7
% елементів із співвідношенням сторін > 10	0,0984
% спотворених елементів (Якобіан)	0

Имя модели: Element01
Название исследования: Термическая 1 [-По умолчанию-]
Тип элторы: Термическая Термический1
Временной шаг: 6 время: 3 Секунды



Имя модели: Element01
Название исследования: Термическая 1 [-По умолчанию-]
Тип элторы: Термическая Термический1
Временной шаг: 6 время: 3 Секунды

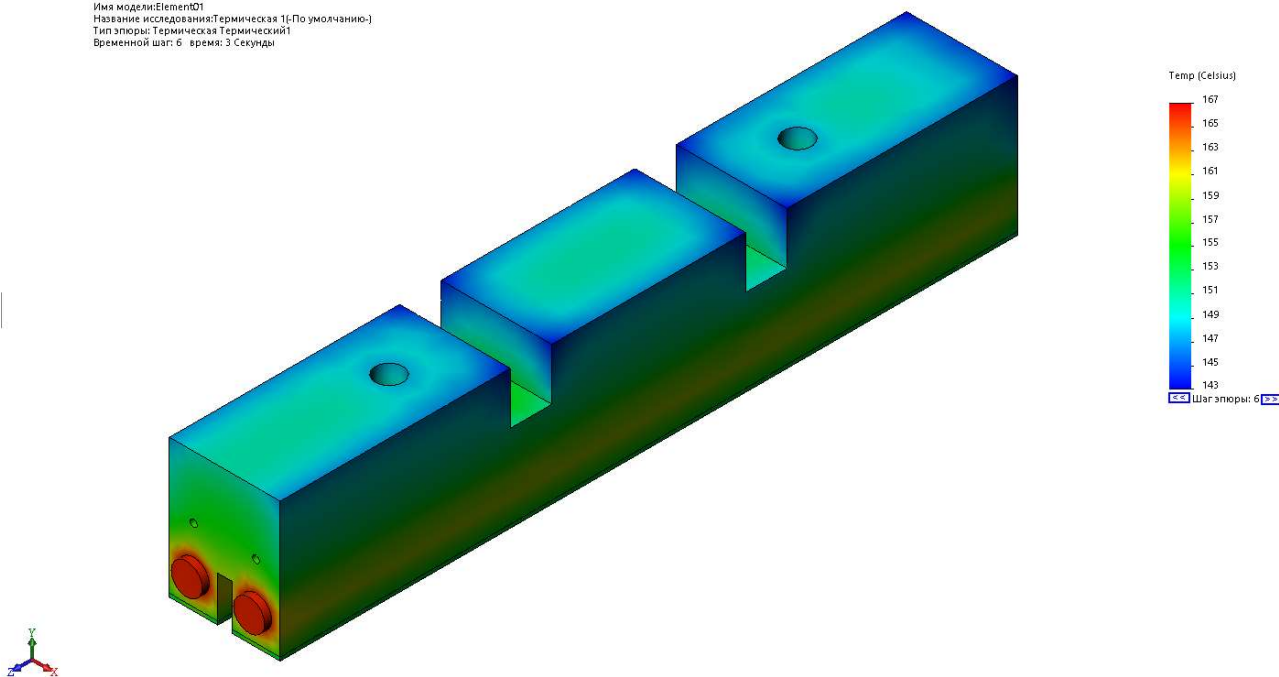
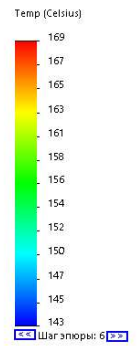
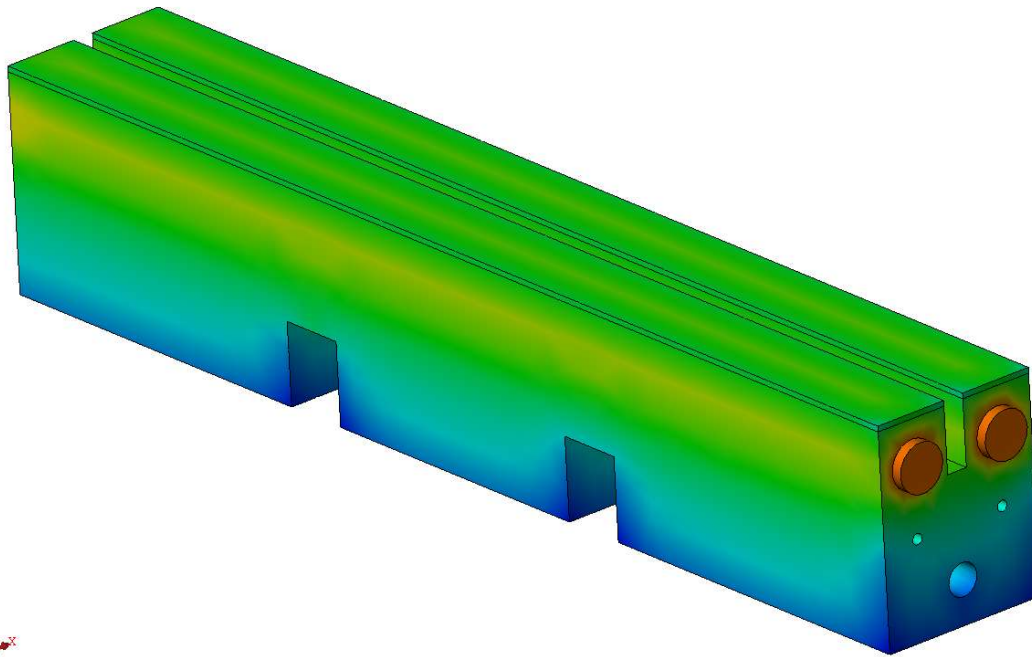


Рис. 4.3. Діаграма температур робочого елемента механізму запаювання при потужності на теплових джерелах 600 Вт і нагріванні протягом 3 с.

Имя модели: Element01
Название исследования: Термическая 1 (По умолчанию)
Тип элэора: Термическая Термический
Временной шаг: 6 время: 3 Секунды



Имя модели: Element01
Название исследования: Термическая 1 (По умолчанию)
Тип элэора: Термическая Термический
Временной шаг: 6 время: 3 Секунды

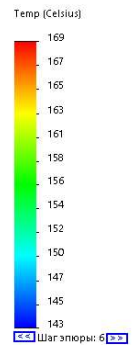
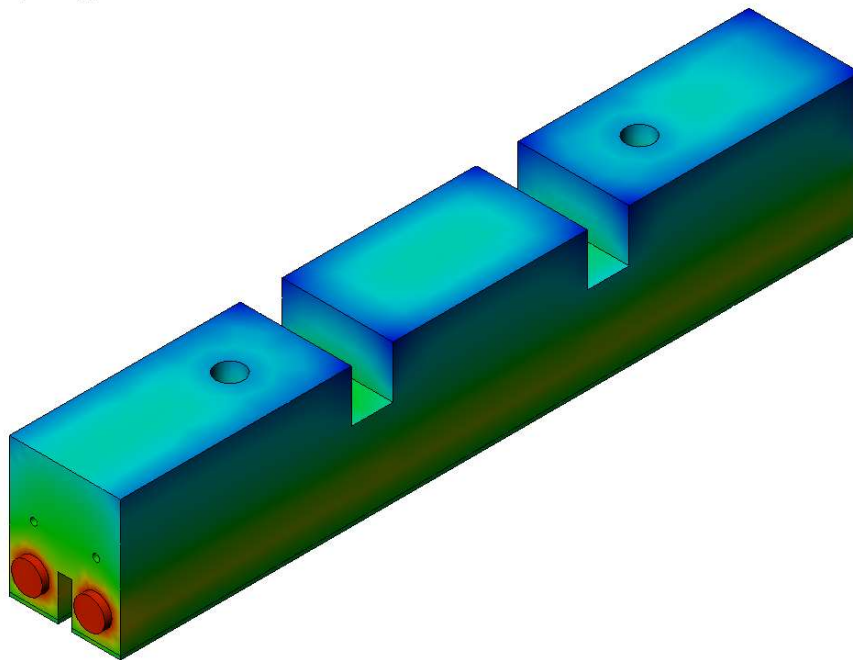


Рис. 4.4. Диаграма температур робочого елемента механізму запаювання при потужності на теплових джерелах 700 Вт і нагріванні протягом 3 с.

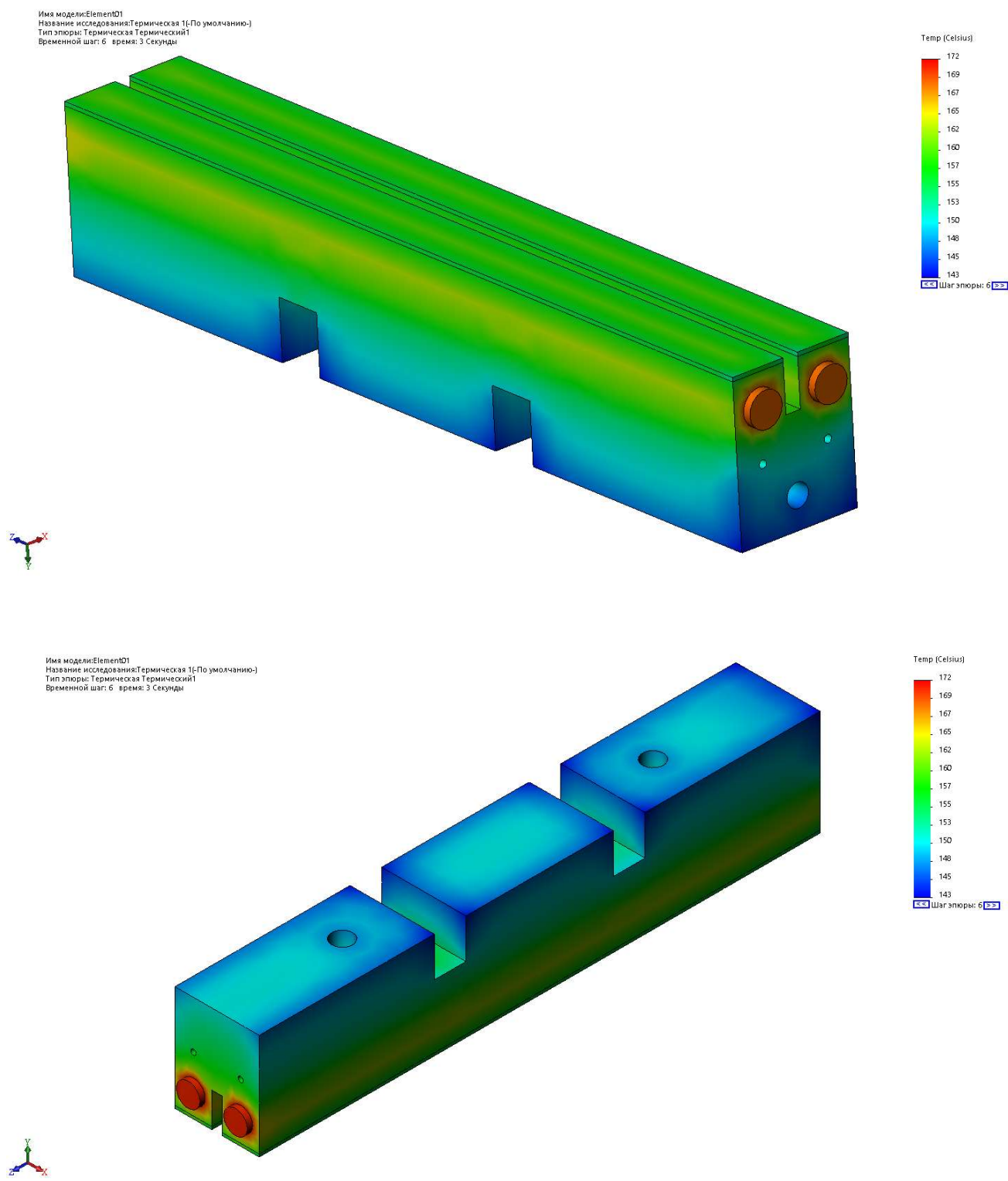


Рис. 4.5. Диаграмма температур рабочего элемента механизма запаивания при мощности на тепловых джелолах 800 Вт і нагріванні протягом 3 с.

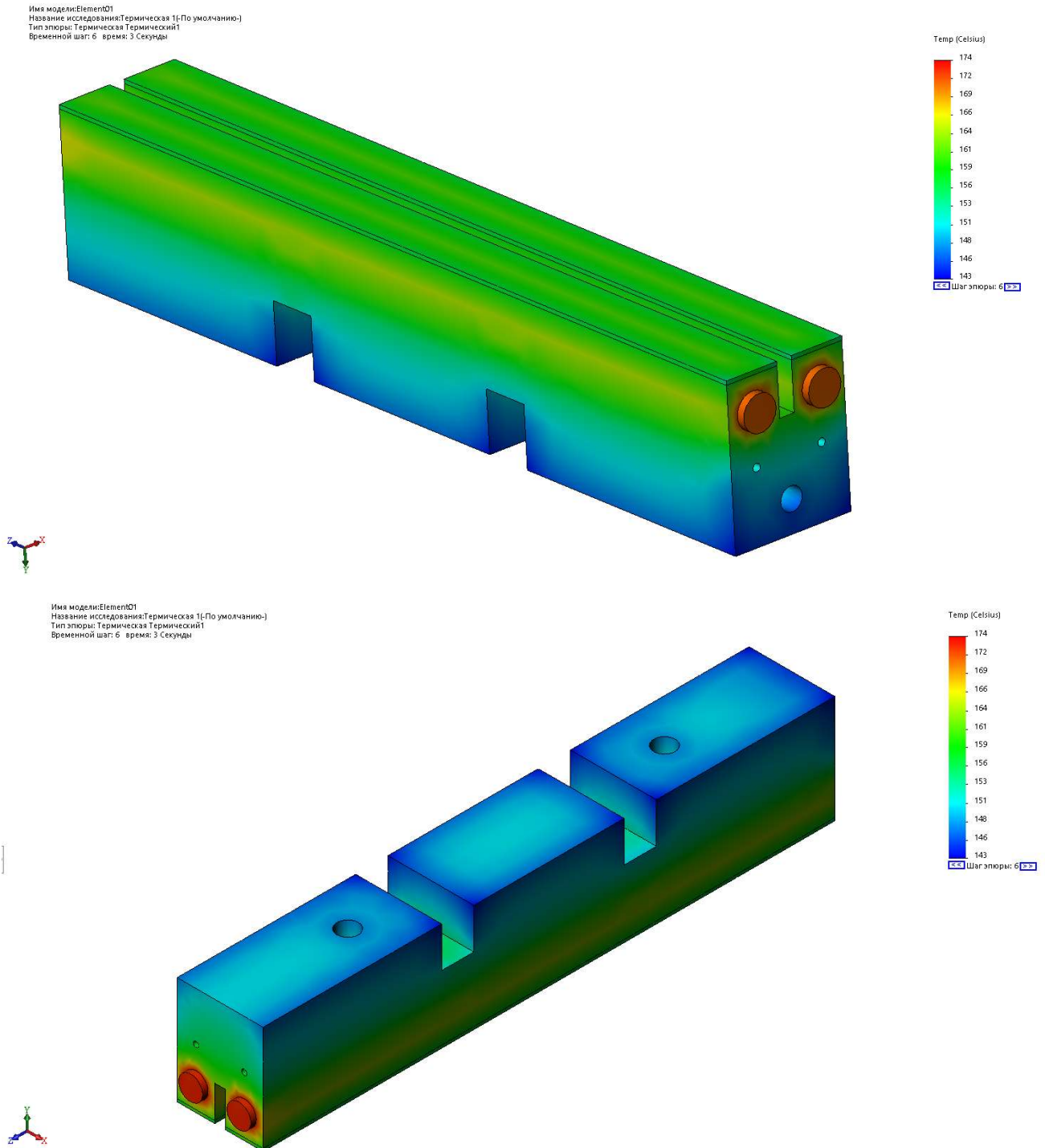
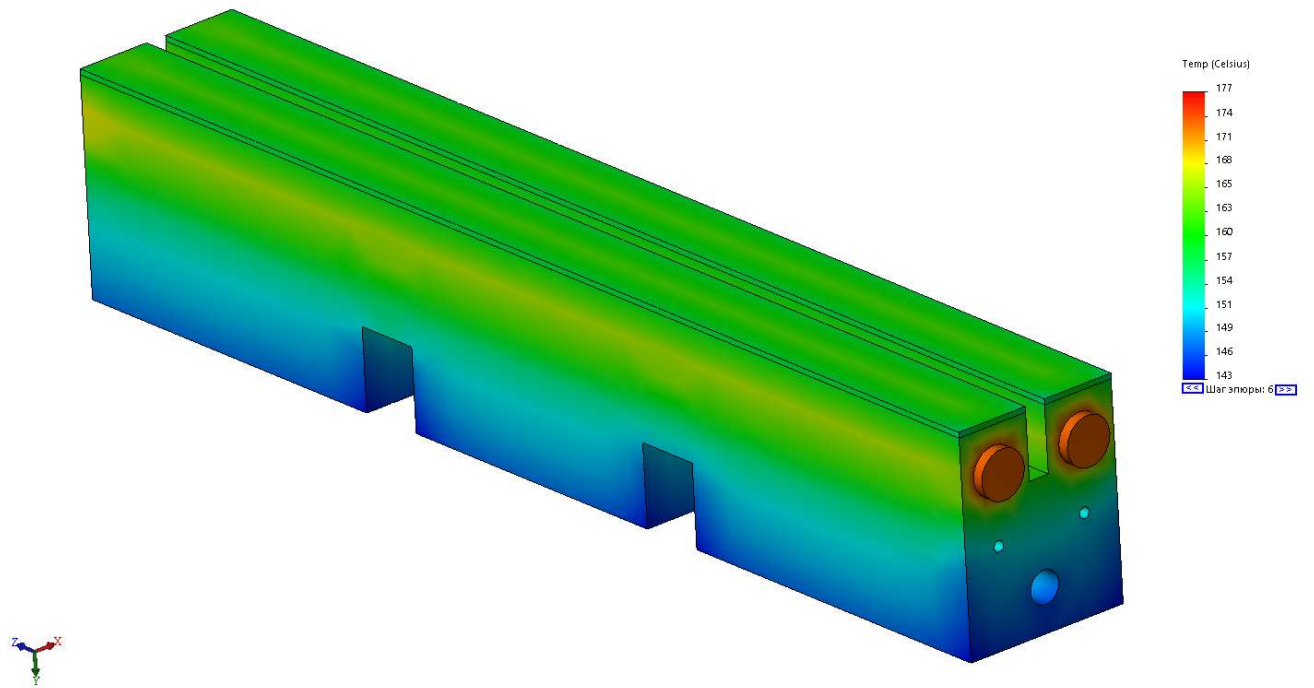


Рис. 4.6. Діаграма температур робочого елемента механізму запаювання при потужності на теплових джерелах 900 Вт і нагріванні протягом 3 с.

Имя модели: Element01
Название исследования: Термическая 1 (По умолчанию)
Тип элюры: Термическая Термический1
Временной шаг: 6 время: 3 Секунды



Имя модели: Element01
Название исследования: Термическая 1 (По умолчанию)
Тип элюры: Термическая Термический1
Временной шаг: 6 время: 3 Секунды

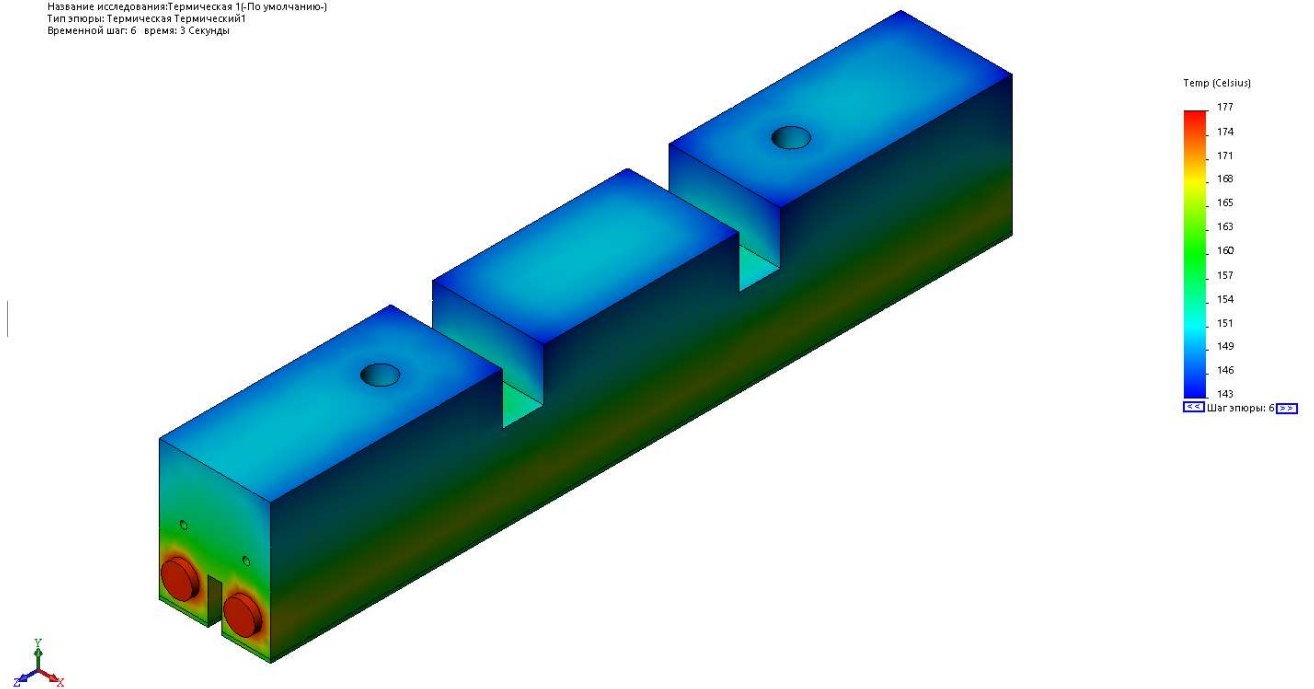
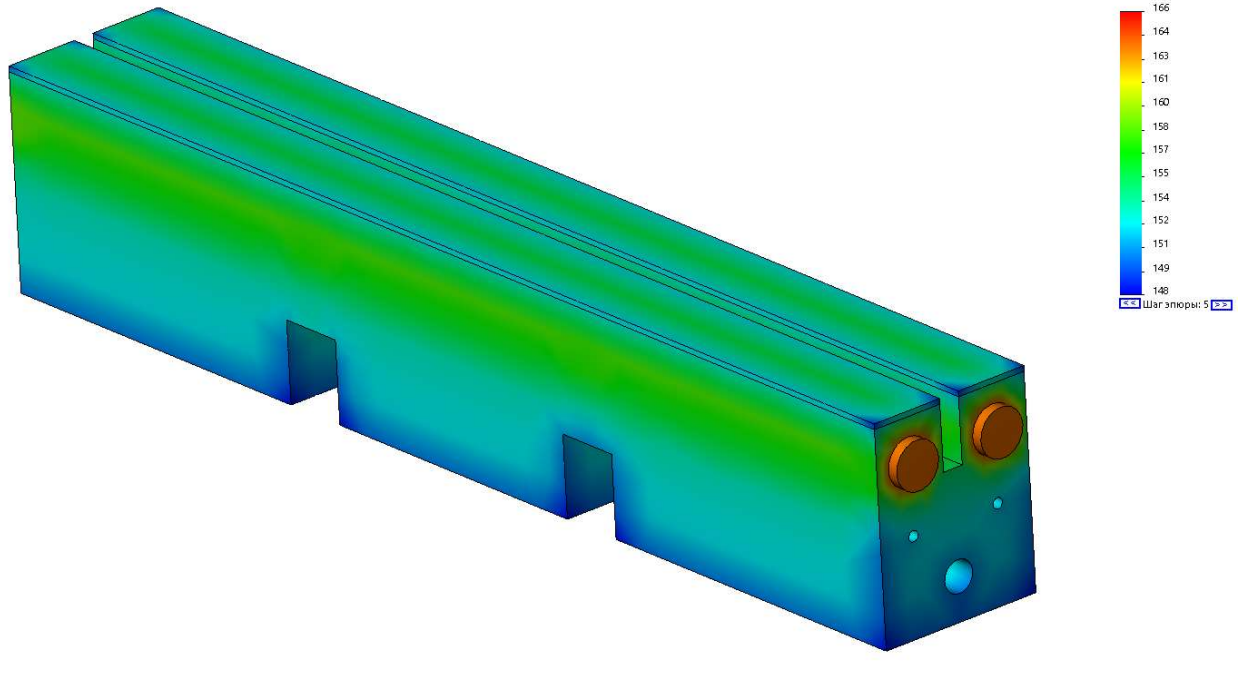


Рис. 4.7. Діаграма температур робочого елемента механізму заповування при потужності на теплових джерелах 1000 Вт і нагріванні протягом 3 с.

Имя модели: Element01
Название исследования: Термическая T[-По умолчанию-]
Тип элюры: Термическая Термический T
Временной шаг: 5 время: 1 Секунды



Имя модели: Element01
Название исследования: Термическая T[-По умолчанию-]
Тип элюры: Термическая Термический T
Временной шаг: 5 время: 1 Секунды

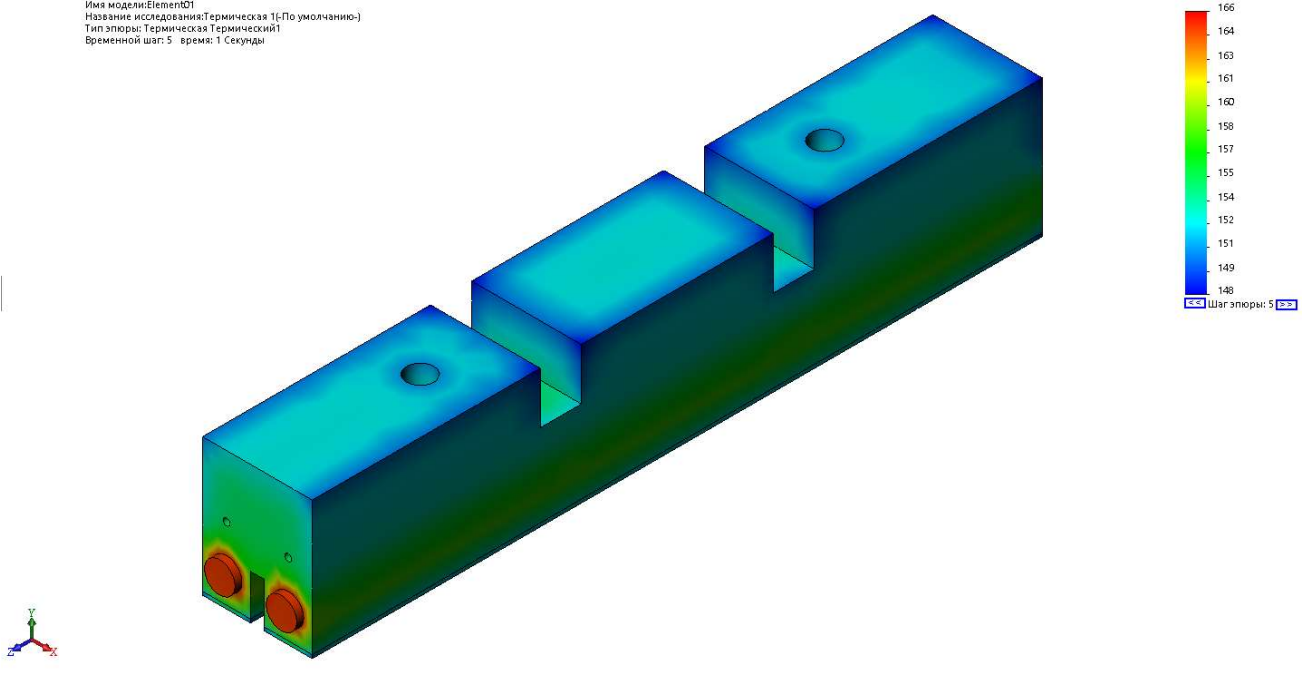
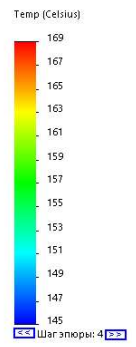
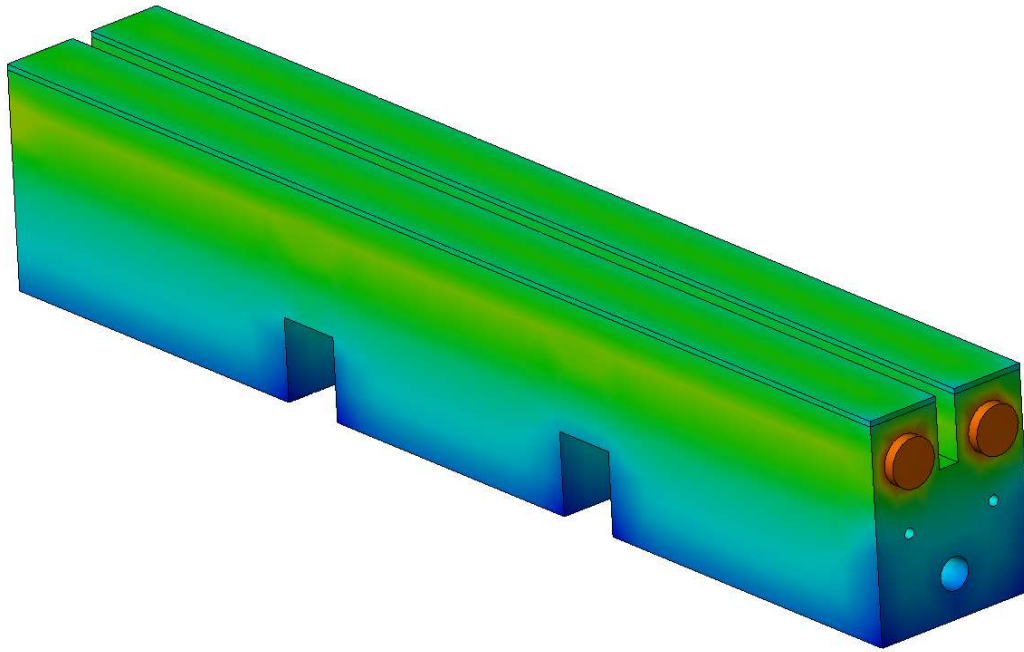


Рис. 4.8. Діаграма температур робочого елемента механізму заповування при потужності на теплових джерелах 800 Вт і нагріванні протягом 1 с.

Имя модели: Element01
Название исследования: Термическая Т1-По умолчанию-)
Тип элора: Термическая Термический1
Временной шаг: 4 время: 2 Секунды



Имя модели: Element01
Название исследования: Термическая Т1-По умолчанию-)
Тип элора: Термическая Термический1
Временной шаг: 4 время: 2 Секунды

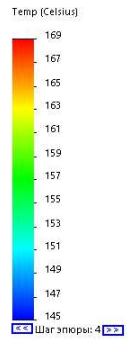
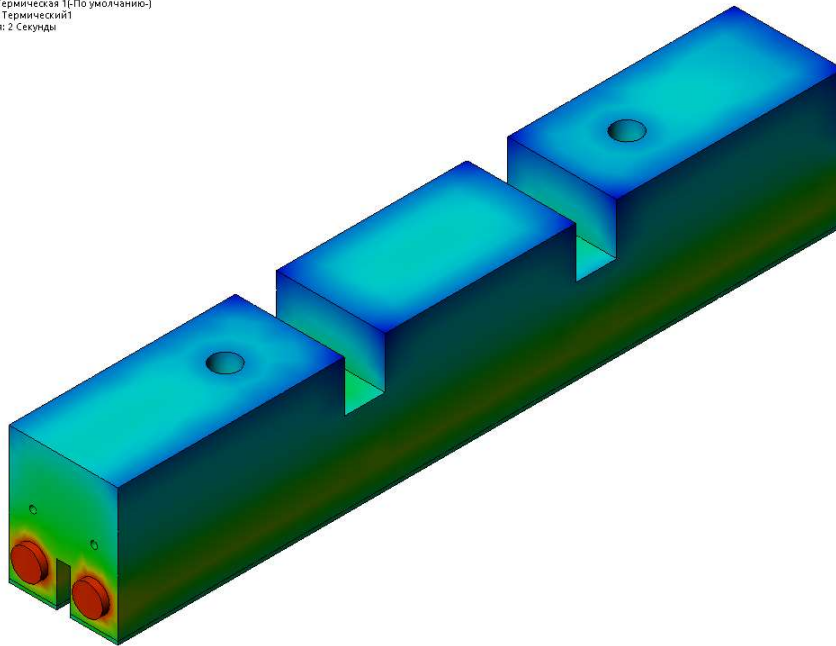
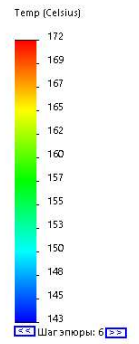
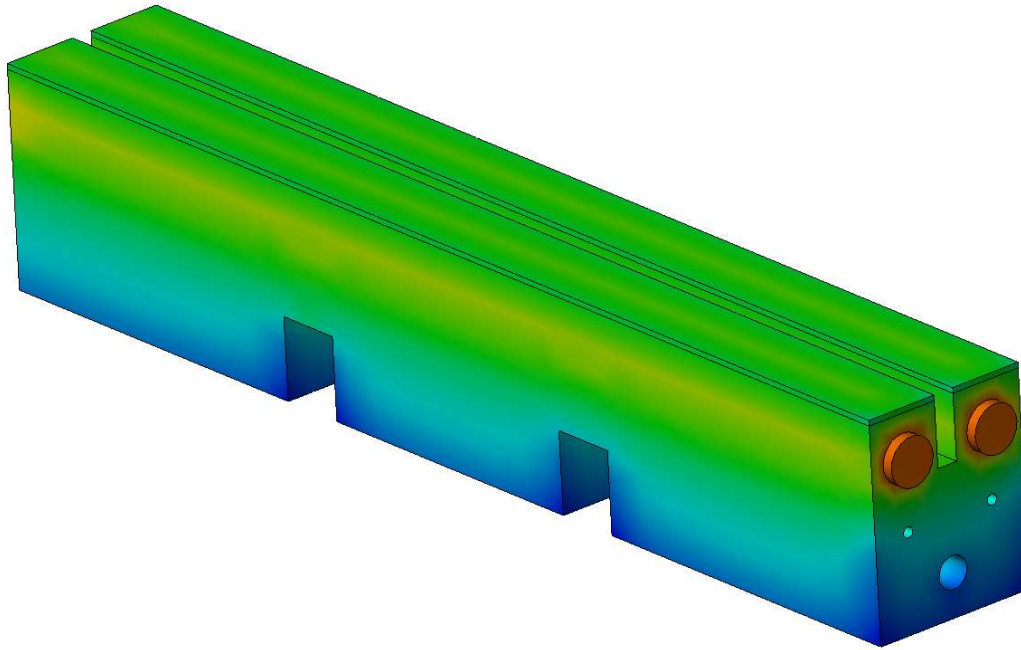


Рис. 4.9. Диаграма температур робочого елемента механізму запаювання при потужності на теплових джерелах 800 Вт і нагріванні протягом 3 с.

Имя модели: Element01
Название исследования: Термическая Т-[По умолчанию]
Тип элю: Термическая Термический1
Временной шаг: 6 время: 3 секунды



Имя модели: Element01
Название исследования: Термическая Т-[По умолчанию]
Тип элю: Термическая Термический1
Временной шаг: 6 время: 3 секунды

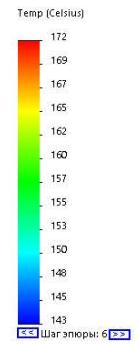
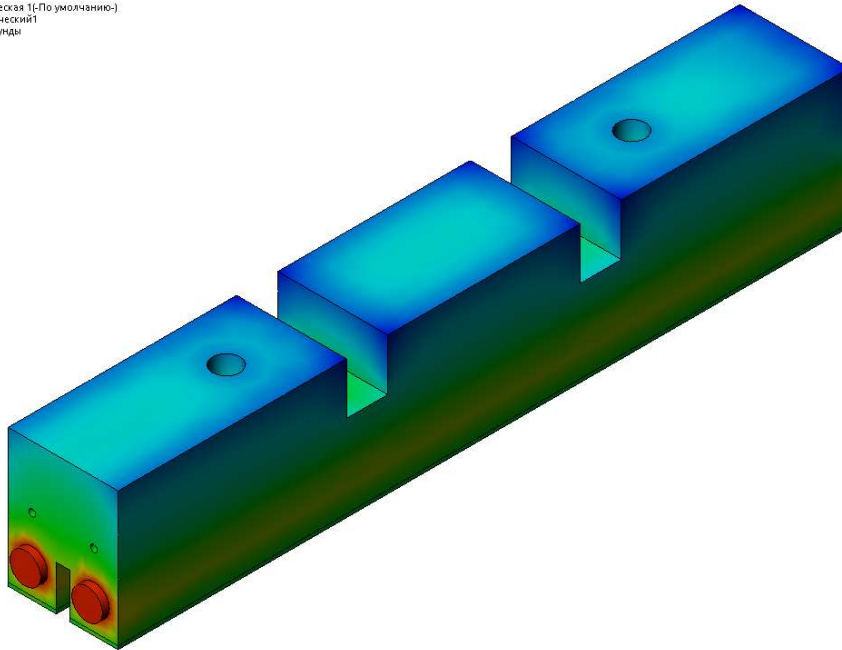
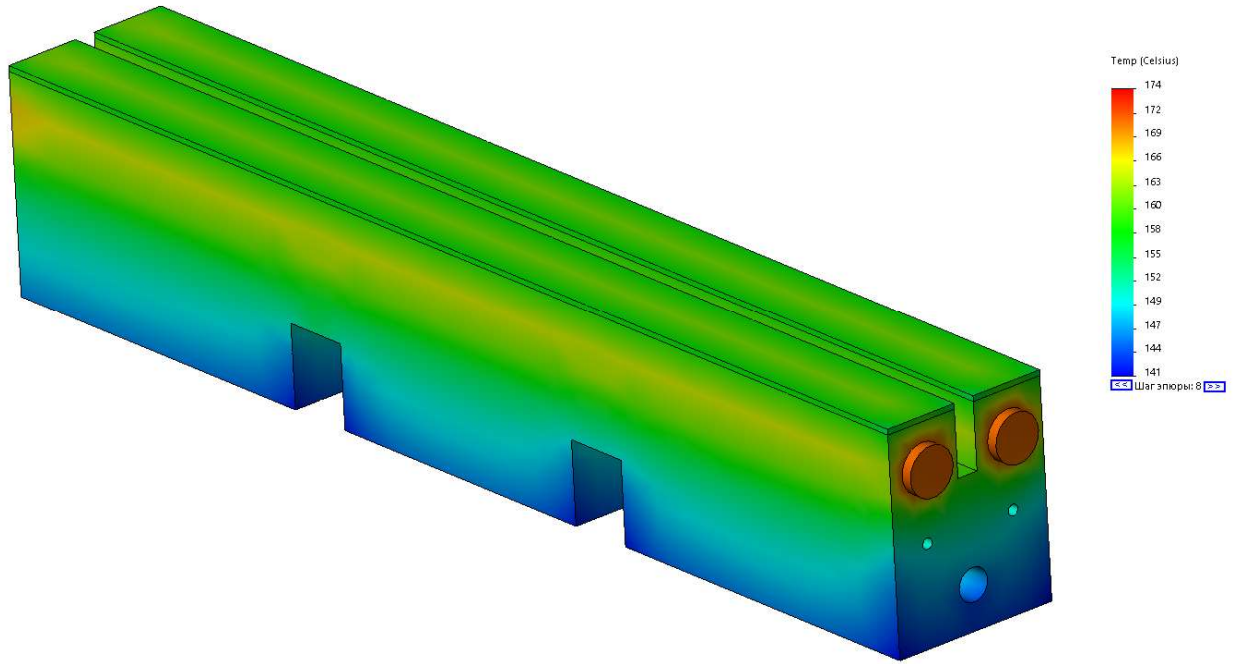


Рис. 4.10. Диаграма температур робочого елемента механізму запаювання при потужності на теплових джерелах 800 Вт і нагріванні протягом 3 с.

Имя модели: Element01
Название исследования: Термическая 1 (По умолчанию)
Тип элора: Термическая Термический1
Временной шаг: 8 время: 4 Секунды



Имя модели: Element01
Название исследования: Термическая 1 (По умолчанию)
Тип элора: Термическая Термический1
Временной шаг: 8 время: 4 Секунды

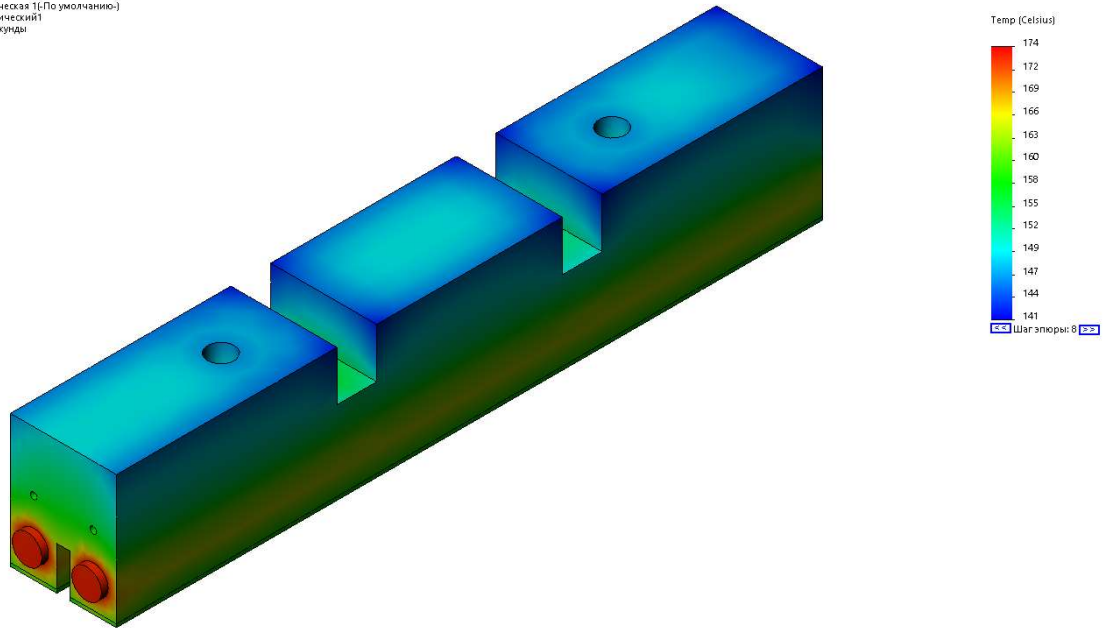


Рис. 4.11. Діаграма температур робочого елемента механізму заповування при потужності на теплових джерелах 800 Вт і нагріванні протягом 4 с.

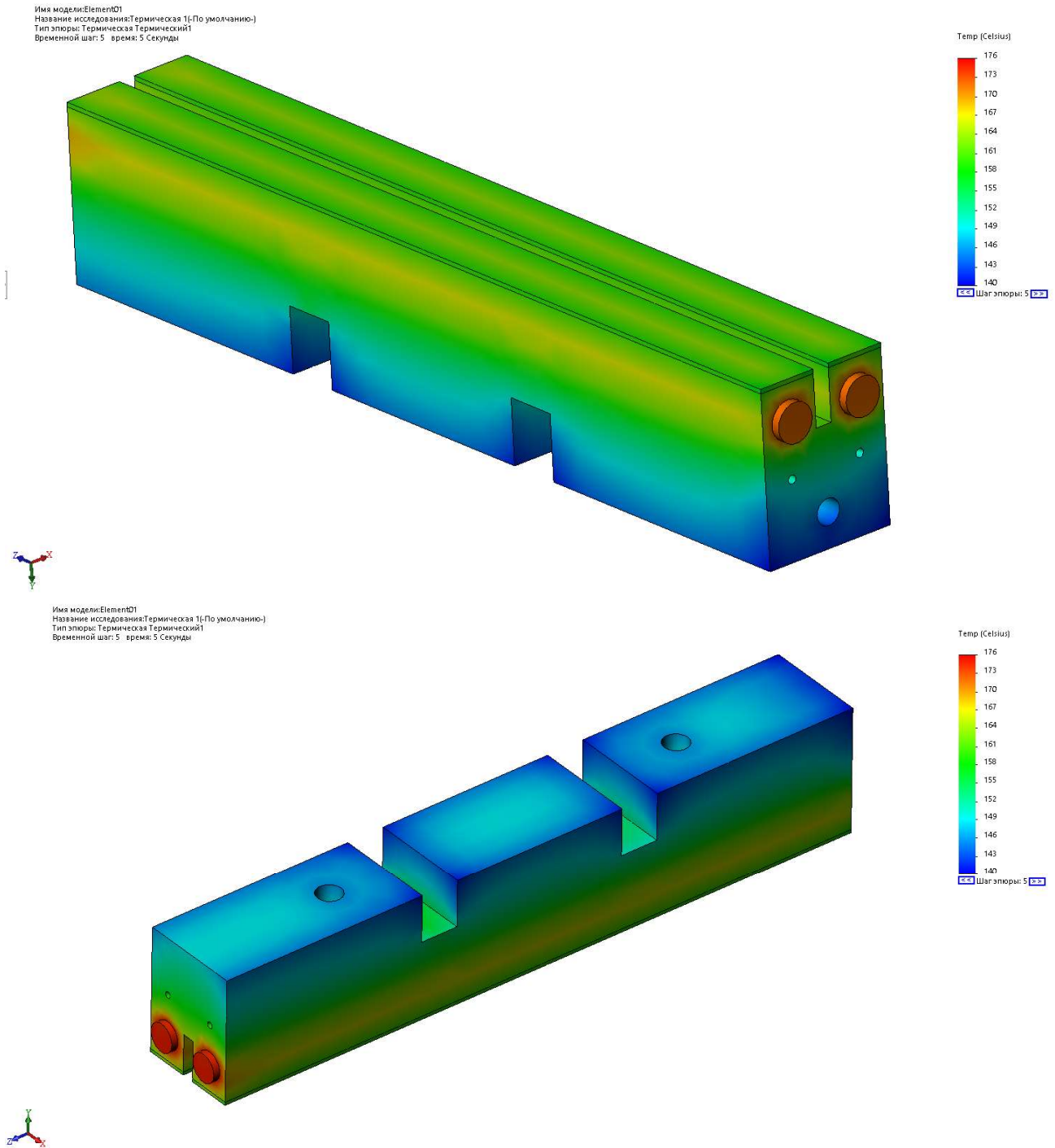


Рис. 4.12. Діаграма температур робочого елемента механізму заповування при потужності на теплових джерелах 800 Вт і нагріванні протягом 5с.

Структуровані результати числових експериментів, виконаних у SolidWorks Simulation, внесемо до таблиць 4.1 та 4.2.

Таблиця 4.1.

Результати числових досліджень роботи механізму зварювання фасувально-пакувального автомата для сипких продуктів марки РУК7(300-500) при тривалості циклу 3с.

№ з/п	Потужність на теплових джерелах	Температура робочої пластинки, °С
1	600	158
2	700	159
3	800	160
4	900	161
5	1000	163

Таблиця 4.2.

Результати числових досліджень роботи механізму зварювання фасувально-пакувального автомата для сипких продуктів марки РУК7(300-500) при потужності на теплових джерелах 800 Вт.

№ з/п	Тривалість циклу, с	Температура робочої пластинки, °С
1	1	156
2	2	159
3	3	160
4	4	161
5	5	162

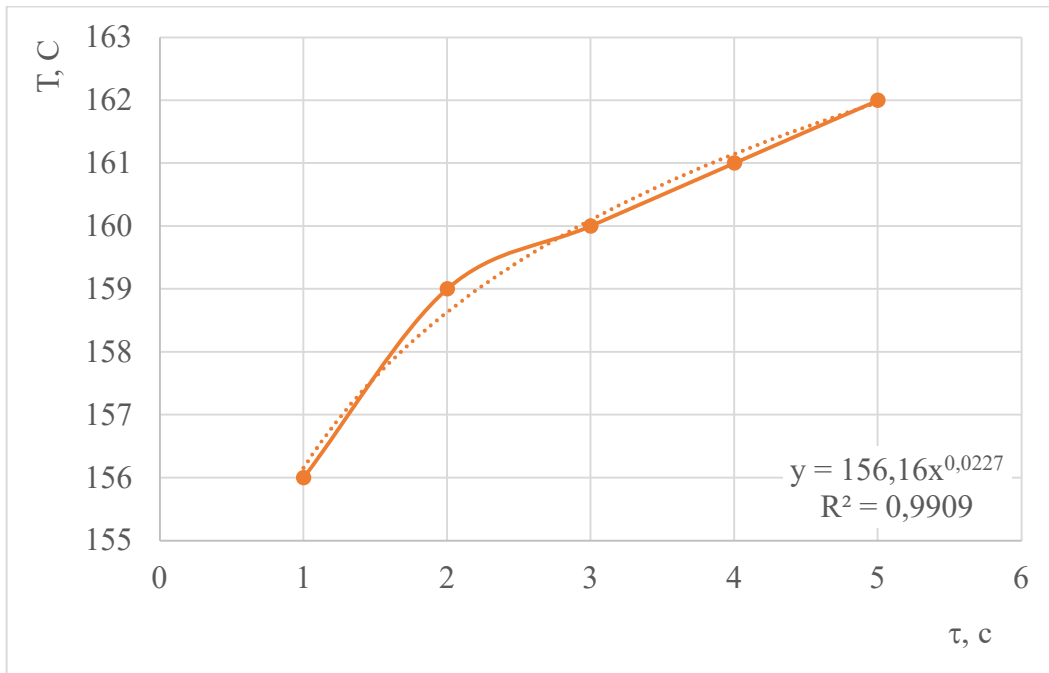


Рис. 4.13. Результати числових досліджень роботи механізму зварювання фасувально-пакувального автомата для сипких продуктів марки РУК7(300-500) при тривалості циклу 3с.

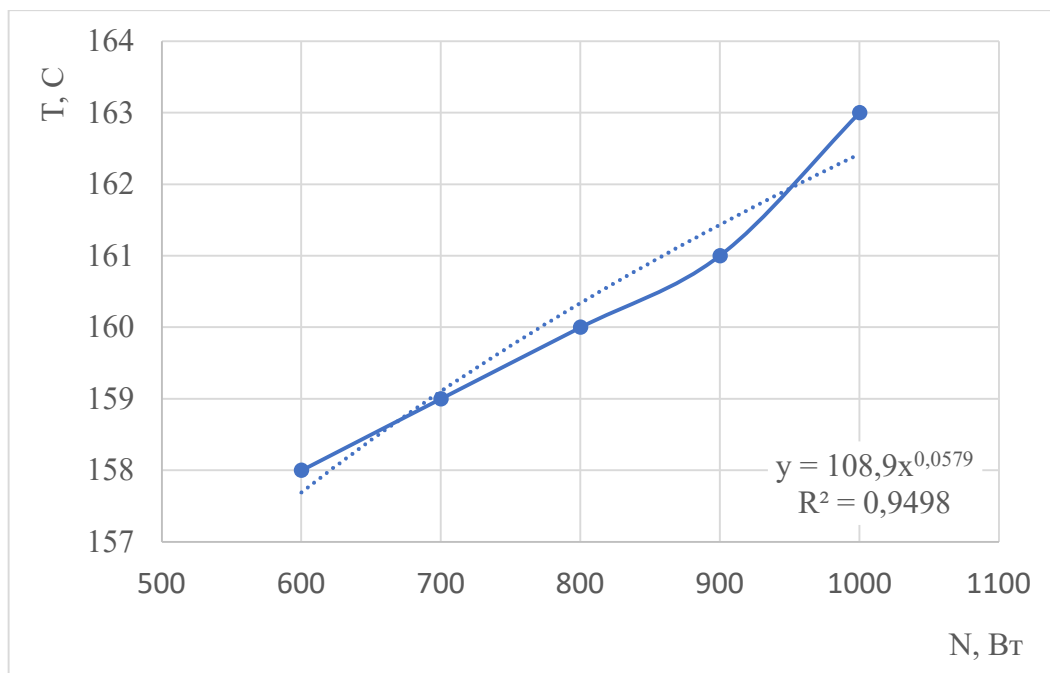


Рис. 4.14. Результати числових досліджень роботи механізму зварювання фасувально-пакувального автомата для сипких продуктів марки РУК7(300-500) при потужності на теплових джерелах 800 Вт.

За результатами обчислень встановлено, що найдоцільніше для нагрівання застосовувати теплові джерела 800 Вт при тривалості циклу нагрівання 3 с. За допомогою електронних таблиць виконано побудову графічних залежностей, сформовано лінії тренду та отримано рівняння для зміни температури від часу та потужності теплових джерел механізму заварювання (рис. 4.13 - рис. 4.14). Для рівнянь обрано степеневу форму.

Отримані рівняння мають наступний вигляд.

Залежність температури робочої пластинки T від часу τ при потужності на теплових джерелах 800 Вт.

$$T(\tau) = 156,16 \tau^{0,0227}$$

$$R^2 = 0,9909$$

Залежність температури робочої пластинки T від потужності N при тривалості нагрівання 3 с.

$$T(N) = 108,9N^{0,0579}$$

$$R^2 = 0,9498$$

Отримані рівняння достатньо точно описують результати числових досліджень ($R^2 = 0,95 \dots 0,99$).

5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5.1. Заходи з охорони праці і техніки безпеки при фасуванні круп

Вітчизняне нормативне забезпечення умов праці у переробній промисловості є досить розвиненим. Окрім Закону України про охорону праці базовими є ГОСТи та СНІПи: "Медико-біологічні вимоги і санітарні норми якості продовольчої сировини і харчових продуктів", затв. 1.08.89, № 5061-89; СН 245-71 – "Санітарні норми проектування промислових підприємств"; "Санітарні правила організації технологічних процесів і гігієнічні вимоги до виробничого обладнання" затв. 1.04.73, № 1042-73; ГОСТ 2874-82 "Вода питна. Гігієнічні вимоги і контроль за якістю"; Сніп 2.04.-85 "Внутрішній водопровід і каналізація будинків" тощо.

Перебіг технологічного процесу фасування сипких продуктів на ПП "Демидівський консервний завод" забезпечують:

- бункер для борошна ХБГ;
- шнековий живильник ТШРП;
- дозатор борошна ДМ-20;
- норія НГЦ 4/4;
- просіювач ПБ-1,5;
- фасувально-пакувальний апарат РУК-7 (300-500)-60;
- пакувальний апарат РЧП-8;
- обандеролювальна машина РОМ-9;
- стрічковий конвейер.

Головною небезпекою, яка виникає при експлуатації бункера є досить висока концентрація дрібнодисперсної фази, що становить небезпеку з точки зору виникнення пожежі. Для усунення її слід заземлити бункер і забезпечити хорошу вентиляцію.

Основним фактором безпеки при використанні просіювачів є велика імовірність виникнення нештатних ситуацій внаслідок накопичення значного заряду статичної електрики, а також загоряння і вибуху дрібного пилу борошна в

повітрі. Тому просіювач слід в обов'язковому порядку заземлити і забезпечити достатню вентиляцію для відведення повітря і завислих частинок. Елементи приводу просіювача закрито кожухами.

При роботі з просіювачем має місце обробка легко електризованих матеріалів, а отже обслуговуючий персонал може перебувати під впливом електростатичного поля (ЕП).

Гранично припустима напруженість ЕП на робочому місці визначається нормами СН 1757- 77.

Гранично припустима напруженість ЕП на робочому місці обслуговуючого персоналу не повинна перевищувати: при впливі до 1 год - 60 В/м, при впливі від 1 год до 9 год – з умови не більше 60 В/м.

При експлуатації транспортерів та норій 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.

У фасувального і пакувального апаратів слід забезпечити уникнення механічного і електричного травматизму персоналу при фізичному контакті, що досягається монтажем заземлення та встановленням захисних кожухів.

Обандеролююча машина являє собою складну систему із електричною, механічною і пневматичною частинами. Для забезпечення безпечної експлуатації преса слід передбачити заземлення його електричної частини, а також закрити вільний доступ до елементів приводу за допомогою кожухів. Також важливим є забезпечення герметичності трубопроводів і елементів, які мають дотик з рідинами і для підстраховки на підлозі дерев'яну підставку для обслуговуючого персоналу. Наявність кількох рухомих елементів обумовлює виникнення вібрації, тому слід також передбачити впровадження віброізоляції.

Безпечні умови праці на підприємстві визначаються посадовими інструкціями та інструкціями з техніки безпеки. На території цехів і виробництв харчового підприємства забороняється знаходитись в неробочий час і без дозволу відповідного керівника.

Всі роботи повинні виконуватися в суворій відповідності з технологічним регламентом і робочими інструкціями.

Керівники підприємства, технічних служб, начальники цехів, виробництв, змін і ділянок, мають конкретні обов'язки з техніки безпеки.

Наприклад, начальник зміни відповідає за безпечне ведення технологічного процесу, контролює дотримання інструкцій на робочих місцях по застосуванню працюючими засобів індивідуального захисту, інструктує працюючих по техніці безпеки і т. д. Головний механік підприємства керує працею з техніки безпеки в підлеглих службах, організовує технічний нагляд за безпечним станом будівель, обладнання і т. д.

Для кожної посади, що передбачається штатним розкладом, повинна бути розроблена програма навчання, в котрій фіксується об'єм знань і інструкція по робочому місцю. Як правило, програми навчання розроблюються приймаються під відділів підготовки кадрів, а робочі інструкції – під контролем виробничо-технічних відділів.

Між цими двома документами повинен бути нерозривний зв'язок. При перегляді інструкцій з встановленою періодичністю (один раз в п'ять років) багато викладених в них вимог повинні бути уточненні і при необхідності виключені із інструкцій по робочим місцям з обов'язковим включенням їх в програми навчання. Це сприяє поступовому утворенню невеликих по об'єму інструкцій, в яких фіксується лише порядок безпечного проведення процесів виробництва та різного роду робіт, а також програм навчання, які включають в себе необхідний об'єм знань для кожної професії.

Крім інструкцій по робочим місцям в кожному цеху (виробництві) повинна бути розроблена одна для всіх професій і посад цеху (виробництва) інструкція з техніки безпеки, виробничої санітарії та пожежної безпеки. В ній вказують основні характерні небезпеки в цеху (виробництві) та загальні для даного колективу засоби захисту. Для вибухо та пожежонебезпечних виробництв розробляють плани ліквідації аварій, а також заводські та цехові (виробничі) інструкції, що визначають порядок і засоби безпеки при газонебезпечних та інших

небезпечних роботах, що виконуються періодично. Юридичні документи, що підтверджують знання працюючого, наступні: протокол перевірки знань техніки безпеки в об'ємі програми навчання по кожній професії (посаді) і особиста карта інструктажу для кожного працюючого, де фіксують номери інструкцій, по котрим проводився інструктаж.

Для проведення інструктажу рекомендовано мінімум дві інструкції: інструкція по робочому місцю та інструкція з техніки безпеки, виробничої санітарії та пожежної безпеки даного цеху. Якщо необхідний інструктаж по більшому числу інструкцій, слід переробити інструкцію по робочому місцю. Знання правил ліквідації аварій контролюють в установленому на підприємстві порядку під час аварійних тренувань.

Будова фасувального автомата включає електричну частину (електродвигун), пневматичну частину (пневмоциліндри) і механічну (елементи кінематики). Фасувально-пакувальний апарат не працює при великих надлишкових тисках і не є джерелом підвищеної температури.

Джерелом живлення автомата є мережа промислового струму наругою 380 В, тому при його експлуатації слід звернути увагу на основні правила техніки безпеки при роботі з електрообладнанням, а також обладнанням, що працює під надлишковим тиском.

Робочі елементи машини (механічні коливні контури і пневмоциліндри) конструкційно розміщуються в закритому просторі тому явної небезпеки не становлять. Проте їх робота спричинює вібрацію і шум. Електродвигун приводу транспортуючої частини повинен відповідати ПУЕ, бути надійно заземленим, оскільки під час роботи на них можуть накопичуватися значні заряди статичної електрики. Передачі приводу повинні бути закриті захисними кожухами. Повинні використовуватись також запобіжні пристрої для безпеки при ремонті чи оглядах.

Правила безпечної експлуатації фасувального обладнання.

1. До роботи з фасувальним обладнанням допускаються особи, які пройшли інструктаж по техніці безпеки і мають відмітку в спеціальному журналі.

2.Перед початком роботи необхідно пересвідчитись в справності машини, надійності заземлення і цілісності захисних кожухів. Потрібно пересвідчитися в відсутності інородних предметів в робочій зоні.

3.Початковий пуск апарату здійснюється в холостому режимі. Після його виходу на оптимальні оберти оператор повинен пересвідчитися в відсутності нехарактерних шумів, стуків, надмірної вібрації. При наявності хоча б одного з наведених вище явищ необхідно негайно зупинити апарат і викликати механіка.

4.Під час роботи фасувального автомата знімати кожухи, кришки та здійснювати будь-які роботи крім тих, що безпосередньо передбачені технологічним процесом і є безпечними.

5.Під час роботи автомату всі захисні кожухи привідного механізму повинні знаходитися в закритому положенні. Змащування чи інші подібні роботи під час обертання двигуна категорично заборонені, оскільки це може призвести до травматизму робочого персоналу.

6.В випадку появи під час роботи підозрілих шумів, вібрацій машину потрібно зупинити і пересвідчитись у цілісності (справності) передач приводу.

7. У випадку пошкодження повітропроводу слід тимчасово перекрити подачу повітря та накласти латку. Після завершення технологічного циклу слід виконати капітальний ремонт ділянки повітропроводу.

8.Після завершення роботи автомат потрібно оглянути, перевірити температуру підшипникових вузлів, стан привідного механізму. Про всі виявлені неполадки повідомити механіка.

9.Огляди і ремонти повинні відбуватися згідно плану затвердженого інженером підприємства, але не через більші терміни ніж передбачені заводом-виробником.

10.Огляди і ремонти проводяться при відключеному від мережі двигуні.

Для зниження ступеня ураження електричним струмом передбачено окремий вимикач. На протязі всього терміну експлуатації автомату для пакування крохмалю в ящики необхідно слідкувати за станом ізоляції на струмоведучих елементах мережі та використовуваного заземлення. Останнє діє можливість

уникнути ураження електричним струмом при торканні корпусу неізольованих частин. Вибір заземлення вибирається згідно з ГОСТ 12.1.030-81.

Загоряння автомату в зв'язку з відсутністю легкозаймистих і вогненебезпечних матеріалів є дуже малоімовірним і може трапитись лише при умові короткого двигуна приводу. З огляду на цей факт серед первинних засобів пожежогасіння повинен бути вогнегасник для гасіння устаткування під напругою.

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, роликкових 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.

Одними з найбільш поширених на переробних підприємствах небезпечних ситуацій є ситуації, пов'язані з використанням обладнання, яке має рухомі елементи (так звані механічні небезпеки). До механічних відносять небезпечності, які можуть виникнути біля любого об'єкту, здатного спричинити травму в результаті неспровокованого контакту об'єкту або його частини з людиною. До таких небезпечних елементів на заводі в першу чергу відносяться ланцюгові та пасові передачі приводу технологічного обладнання, відкриті зубчаті передачі

тощо. Ситуації, пов'язані з механічними небезпечностями нормуються ГОСТами 12.0.003–74, 12.0.002–80, 12.4.125–83 та ін.

Секції агрегатів повинні мати двері, які легко відчиняються, запобіжні прилади, що запобігають травматизму працівників і забезпечують свободу рухів і дій операторів. Для цього монтуються механізми фотоелектричного блокування, що у випадку виникнення перепон на шляху променя світла не дозволяють ввімкнути привід машини.

Найбільш дієвими в такому випадку запобіжними заходами є створення умов, коли небезпечна частина не є легкодоступною (наприклад, закривається кожухом чи кришкою), а також застосування кінцевих електричних контактних датчиків, які припиняють подачу струму у випадку відкриття або демонтажу запобіжної кришки чи кожуха.

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).

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.

Освітлення виробничих приміщень повинне відповідати вимогам Сніп "Природне і штучне освітлення. Норми проектування" і "Санітарним вимогам до проектування підприємств бродильної 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 важкими умовами чи праці не мають постійних робітників місць варто використовувати лампи накаливання.

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

Оптимальні і допустимі температури, відносна вологість і швидкість руху повітря встановлюються для робочої зони виробничих приміщень з врахуванням надлишків наявного тепла, важливості виконуваної роботи і сезонів року. Температура, відносна вологість і швидкість руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень повинні відповідати нормам СНіП. При кондиціонуванні виробничих приміщень повинні дотримуватися оптимальні параметри мікрокліматичних умов.

5.2. Безпека у надзвичайних ситуаціях

Цивільний захист України є складовою частиною соціальних та захисних заходів, які проводяться в мирний і військовий час з метою захисту населення і народного і народного господарства від наслідків аварій, катастроф, стихійних лих і сучасних засобів ураження.

Цивільний захист України організовується за територіально виробничим принципом на всій території і являє собою сукупність структур державного управління підприємств, установ, організацій і спеціально створених органів керівництва та сил цивільної оборони.

Заходи цивільного захисту проводяться на всій території держави, як правило заздалегідь, з врахуванням особливостей кожного району.

На всіх об'єктах національної економіки, цивільний захист організовується з метою попередньої їх підготовки до захисту робітників, службовців і членів їх сімей у надзвичайних ситуаціях мирного і військового

часу, створення умов, що підвищують стійкість роботи підприємств та своєчасне створення умов для проведення рятувальних і інших невідкладних робіт.

Організація безперебійного постачання населення продовольством, питною водою і предметами першої необхідності є одним з головних питань у роботі органів цивільного захисту, захисту населення і територій від НС в особливий період. Їжа, вода, незаражене повітря, а в холодний час і тепло є основними факторами життєзабезпечення населення взагалі.

Територія для проведення знезаражування має бути достатньою, щоб забезпечити необхідні дії людей і техніки і всього, що підлягає знезараженню; людей, техніку необхідно розмішувати з підвітряної сторони від місця аварії; знезаражування необхідно починати за принципом від простого до складного; спочатку виділити велику забруднену масу для попередження небажаних контактів із зоною високої концентрації; суворо контролювати перебування в індивідуальних засобах захисту; в холодну пору дії людей скуті, є труднощі в їх обслуговуванні, у разі замерзання заражених ділянок з'являються додаткові труднощі в ліквідації наслідків; готуючи й застосовуючи розчини для знезаражування, слід пам'ятати, що не всі розчини сумісні один з одним; на результати знезаражування суттєво впливають кількість води та її тиск; для знезаражування техніки, апаратури, приладів та ін. можна застосувати пар під низьким і високим тиском, але потрібно пам'ятати, що при високому тиску може утворюватися заражений аерозоль, здатний поширюватися за межі осередку зараження.

У разі необхідності потрібно організувати знезаражування території, будівель, складів, овочесховищ і продукції.

Дезактивація — це видалення радіоактивних речовин (далі - РР) з поверхні різних об'єктів, а також із продуктів харчування, фуражу, сировини і води. Для визначення необхідності в дезактивації проводять дозиметричний контроль радіоактивного забруднення. Дезактивацію можна проводити часткову або повну.

При дезактивації приміщень РР змивають сильним струменем води. Спочатку з даху, а потім зі стін, дверей і вікон. Струмінь води спрямовують на

поверхню під кутом 30—40°. Змиті радіоактивні забруднення мають бути поховані.

Всередині виробничих приміщень видаляють пил зі стелі і стін струменем води або вологим обтиранням пилу зверху вниз.

Обладнання промивають водою за допомогою щіток. Для більш повної дезактивації застосовують господарське мило, соду або поверхнево-активні речовини (ОП-7, ОП-10) 3 %-ї концентрації. Якщо холодна вода з миючими засобами не знижує рівня радіоактивної забрудненості, то дезактивацію потрібно проводити гарячими розчинами.

Техніку дезактивують такими способами: обмітанням віниками, мітлами, щітками; змиванням РР струменем води; обтиранням тампонами із ганчір'я, клоччя, щітками, змоченими водою, розчинниками або дезактивуючими розчинами; змиванням РР дезактивуючими розчинами з одночасною обробкою забруднених поверхонь щітками дегазаційних компонентів; очищенням забруднених поверхонь, вузлів і агрегатів миючими засобами "Лабомид", "Темп", "МС", "Ритм" у миючих машинах.

Для зниження температури замерзання дезактивуючих розчинів їх готують на основі аміачної води зі вмістом аміаку 20—25 %.

Як часткову дезактивацію у польових умовах за відсутності води застосовують обмітання, яке знижує забрудненість РР у 2—4 рази.

Дезактивуючи металеві, гумові, пластмасові, цегляні, бетонні й асфальтові поверхні, ефективним є змивання струменем води під тиском близько 20 кПа з відстані 2—3 м. При такій обробці радіоактивність техніки знижується в 10—20 разів. Якщо ж додати у воду 0,15—0,3 % миючих засобів (типу СФ-2У, "Вихрь", "Новость" та ін.), ефективність дезактивації збільшується і забрудненість зменшується у 20—50 разів.

Внутрішні поверхні техніки (кабін, капотів, важкодоступні місця), інструмент, інвентар та інші невеликі за розміром предмети дезактивують обтиранням тампонами, щітками, змоченими водою, розчинниками або дезактивуючими розчинами. Забрудненість РР зменшується у 8—10 разів.

Змивання РР дезактивууючими розчинами з одночасною обробкою забруднених поверхонь щітками дезактивууючих приладів і компонентів — надійний, ефективний спосіб, який зменшує забрудненість у 50—80 разів.

Дезактивацію техніки починають з верхньої точки і поступово обмивають зверху вниз. Дуже замаслені й забруднені місця обов'язково протирають щітками або тампонами. Водяні й масляні радіатори, повітроочисні фільтри знімають і протирають розчинниками. Якщо ж не можна досягти необхідної повноти дезактивації, їх відправляють на обробку в мийних машинах ремонтних підприємств із застосуванням миючих засобів типу "Темп", "МС", "Лабомид" та ін.

Окремі деталі та інструмент дезактивують у невеликих ваннах (піддонах) засобами дезактивації.

Для дезактивації техніки, засобів індивідуального захисту і предметів догляду за тваринами рекомендуються такі розчини: дезактивууючий розчин літній (ЛД) — 0,3 %-й водний розчин ОП-7 або ОП-10 і 0,7 %-й розчин гексаметафосфату натрію; дезактивууючий літній розчин (ДЛК) — той же розчин, але з добавкою 2 % соляної кислоти і 0,1 % інгібіторе корозії ПБ-5 (полімер буталаміну). Норма витрати розчинів ДЛ і ДЛК — 3—5 л/м²: дезактивууючий розчин зимовий кислий (ДЯК), до його складу входять ті самі компоненти, що і в розчин ДЛК, але замість гексаметафосфату натрію для зниження температури замерзання він містить хлористий кальцій і хлористий магній.

Пористі матеріали краще дезактивувати за допомогою пілососів.

Дезактивація одягу, взуття і індивідуальних засобів захисту, проводиться вибиванням і витрушуванням, миттям або протиранням (прогумованих і шкіряних виробів) водними розчинами миючих засобів або водою, а також прання з спеціальними режимами з використанням речовин для дезактивації.

Дезактивація бавовняного, вовняного одягу і взуття проводиться витрушуванням і вибиванням, а також чищенням щітками. Якщо цими способами ступінь забруднення одягу понизити до допустимих величин неможливо, то він підлягає дезактивації шляхом прання за відповідною технологією.

Дезактивацію території підприємств здійснюють глибоким переорюванням, засипанням і асфальтуванням (ступінь забрудненості знижується у 2 рази на кожних 13 см ґрунту); бетонуванням (ступінь забрудненості знижується у 2 рази на 9,5 см бетону); зрізуванням шару забрудненого ґрунту 3—5 см (повна дезактивація).

Для дезактивації сільськогосподарської продукції використовують такі способи: самознезаражування, зняття верхнього забрудненого шару, обмивання водою, технологічна переробка.

Для самознезаражування сільськогосподарську продукцію можна залишити і зберігати доти, доки радіоактивність цієї продукції не знизиться до допустимих норм у результаті природного розпаду радіоізоопів.

Забруднення продукції рослинництва і тваринництва може бути поверхневим внаслідок прилипання радіоактивних частинок і структурним — при всмоктуванні радіонуклідів через поверхню листя і надходження її з ґрунту через кореневу систему.

Є три способи дезактивації: механічне видалення РР, технологічна переробка продукції і зниження вмісту РР у продовольстві і кормах шляхом розбавлення чистою продукцією.

Зерно, фрукти, овочі дезактивують промиванням водою. Шеретування проса, рису, соняшникового насіння, гречки, вівса, переробка зерна пшениці на високосортне борошно знижують вміст РР у десятки разів. При переробці зерна, картоплі, цукрових буряків, ягід, фруктів на спирт цезій і стронцій у кінцевому продукті відсутні. В десятки разів зменшується їхній вміст у крохмалі й цукрі. Такий результат одержують і при переробці олійного насіння на олію, особливо у процесі екстрагування.

При забрудненні молока короткоживучими ізотопами його необхідно переробляти на сухе молоко і сири, при зберіганні яких радіоактивність зменшується за рахунок природного розкладання.

Воду можна дезактивувати відстоюванням, фільтруванням і перегонкою. Невелику кількість води можна дезактивувати відстоюванням. Для цього в

місткість із водою необхідно додати природних іонів — глину, чорнозем і ретельно перемішати. Дати відстоятися і злити верхній чистий шар води, забрудненість якого РР на 50—70 % менша. Відстоювання можна поєднати з фільтруванням. Пропускання води крізь шар піску, тирси, подрібненого вугілля, бо навіть шар землі очищає її від РР на 85—90 %. Найкращий спосіб дезактивації води — перегонка, але це можливо при невеликій кількості води.

Після дезактивації вода підлягає дозиметричному контролю.

Дегазація — це заходи, спрямовані на знезаражування або видалення отруйних і небезпечних хімічних речовин (далі відповідно – ОР та НХР). Дегазацію можна проводити хімічним, фізичним і механічним способом.

При хімічному способі застосовують нейтралізуючі або хімічні речовини, що руйнують ОР і НХР.

Фізичні способи дегазації передбачають випаровування, поглинання ОР і НХР різними матеріалами, руйнування вогнем і видалення небезпечних хімічних речовин рідинами, які їх розчиняють.

Механічні способи дегазації застосовують для зняття зараженого шару ґрунту, снігу, зерна на глибину проникнення ОР і НХР та ізоляції його.

Дороги і території виробничих об'єктів, заражені ОР і НХР дегазують одним із таких способів: заражену ділянку засипають хлорним вапном із розрахунку 1 кг на 1 м² поверхні з наступним переорюванням цієї площі на глибину проникнення небезпечної хімічної речовини і потім знов засипають хлорним вапном. При слабкому зараженні ділянки, її посипають хлорним вапном і потім через 20—30 хв поливають водою; знімають верхній шар землі 10 см, снігу 20—25 см (за умови, що хімічна речовина не проникла глибше); засипають землею, піском, закидають гноєм (шаром не менше 10 см), роблять настил із дощок, фанерних листів, гілля, соломи.

Приміщення дегазують 10—20 % -м хлорно-вапняним (або 5 % -м сірчанонатрієвим) розчином. Замість хлорного вапна можна застосувати гіпохлорит кальцію або негашеного вапна. Якщо температура повітря нижча 5 °С,

застосовують хлористий сульфурил або гарячий 5—10 %-й розчин їдкою натру. Втрати дегазуючого розчину 0,5—0,7 л/м².

Металеві предмети (відра, лопати та ін.) дегазують обпалюванням, кип'ятінням протягом 2 год у воді (з добавкою 1—2 % лугу) або протиранням ганчір'ям, змоченим у гасі (бензині).

Дерев'яні предмети (корита, годівниці) дегазують хлорновапняною кашкою або розчинами інших дегазуючих засобів з наступним (через 1,5—2 год) промивання водою.

Мішки, брезенти дегазують кип'ятінням (протягом 1—2 год) з наступним промиванням чистою водою.

Дегазація одягу, взуття та інших індивідуальних засобів захисту здійснюється кип'ятінням, пароаміачною сумішшю, пранням і провітрюванням.

Дегазація кип'ятінням проводиться в бучильних установках БУ-4М або інших місткостях для верхнього одягу і головних уборів зі штучного хутра (дегазацію хутряних і шкіряних виробів цим способом проводити неможливо).

Дегазація способом прання полягає в розкладі та змиванні отруйних речовин водними розчинами миючих засобів при високих температурах. Дегазації пранням підлягають вироби з бавовняних тканин, а також ватяний одяг. Як миючий розчин використовується 0,3 %-й розчин порошку СФ-2У (СФ-2).

Дегазація провітрюванням (природна дегазація) може бути використана для всіх видів одягу, взуття й індивідуальних засобів захисту. Вона проводиться, якщо є час і немає інших засобів дегазації. Дегазація провітрюванням найбільш швидко проходить у літніх умовах при температурі 18—25 °С.

Речі та предмети, які не можна кип'ятити, необхідно провітрювати 6 діб влітку і 45 діб взимку або дегазувати в спеціальних камерах (приміщеннях) при температурі 70—80 °С.

Зерно, уражене парами і туманами ОР і НХР, дегазують провітрюванням на відкритому повітрі. Самодегазація в теплий період може настати: при ураженні зарином і табуном — через 2—4 доби, іпритом через 5—10 діб, зоманом через 20—45 діб.

Воду дегазують фільтруванням і хлоруванням. Із колодязя воду відливають або відкачують, а дно і стінки шахти обробляють хлорно-вапняною кашкою, із дна знімають шар 10 см. Після наповнення водою, її знову відливають і після нового наповнення перевіряють на наявність ОР.

Засоби захисту дегазують пароаміачним способом або гарячим повітрям.

При ураженні майна фосфороорганічними речовинами дегазують вимочуванням у 2 %-му розчині соди, аміаку або іншого лугу при температурі 15 °С протягом 1,5 год. Шкіряні та інші вироби дегазують гарячим повітрям при температурі 70 °С протягом 6 год.

Дезінфекція — це заходи, спрямовані на знищення збудників інфекційних хвороб та їх токсинів. Дезінфекцію проводять хімічним і фізичним способом, які застосовують як окремо, так і в комбінації.

Дезінфекція може бути газова, волога і термічна. Проводять її після встановлення санепідстанцією, ветлабораторією зараженості людей, тварин, кормів, території, продуктів харчування, води.

Дезінфекція одягу, взуття та інших індивідуальних засобів захисту здійснюється обробкою пароповітряною або пароформаліновою сумішшю, кип'ятінням, замочуванням у розчинах для дезінфекції (або протиранням ними), пранням.

Обробка кип'ятінням використовується для дезінфекції виробів з бавовняних тканин та індивідуальних засобів захисту, виготовлених з гуми і прогумованих тканин. Дезінфекція кип'ятінням проводиться в різних підручних засобах (баках, котлах, бочках тощо).

Дезінфекція замочуванням у розчинах для дезінфекції застосовується для виробів з бавовняних тканин та індивідуальних засобів захисту. Дезінфекція одягу та індивідуальних засобів захисту при зараженні вегетативними формами мікробів проводиться замочуванням у 5 %-му водному розчині фенолу, лізолу або нафталізолу (при зараженні вірусом натуральної віспи концентрація збільшується до 8%), 3 %-му розчині монохлораміну або в 2,5 %-му розчині

формальдегіду протягом 1 год. При зараженні споровими формами мікробів замочування проводиться в 10 % -му розчині формальдегіду протягом 2 год.

Дезінфекція одягу і індивідуальних засобів захисту методом прання проводиться за спеціальними технологіями.

Приміщення і території сильно зрошують дезінфікуючим розчином, а потім проводять механічне очищення. Обробку повторюють тричі з інтервалом 1 год. Для дезінфекції застосовують розчин хлорного вапна з вмістом 5 % -го активного хлору, 10 % -й розчин їдкого натру, 4 %-й розчин формальдегіду, 5 %-й розчин однохлористого йоду та інші препарати.

Для газової дезінфекції приміщень застосовують бромистий метил, картос (суміш окису етилену з вуглекислим газом у співвідношенні 1: 9) для знищення спорових і вегетативних форм мікробів, а також хлорпікрин — для знищення вегетативних форм. Перед дезінфекцією приміщення герметизують. Бромистий метил застосовують прямо з балонів, а хлорпікрин з апарата 2-АГ.

Воду знезаражують розчином хлорного вапна, на кожний м³ води додають 0,6 л цього розчину, а при споровій мікрофлорі — 4 л, після цього воду перемішують і залишають на 10—12 год, а потім відливають чи відкачують.

Найбільш простий і доступний спосіб дезінфекції води — кип'ятіння. При зараженні споровидними формами мікробів воду кип'ятять не менше 2 год.

Використання знезаражених продуктів, кормів і води можуть дозволити санітарно-епідеміологічна і служба ветеринарної медицини.

У цьому розділі наведено обґрунтування питання проведення на Тернопільському заводі безалкогольних напоїв заходів знезаражування технологічного обладнання, продуктів харчування, харчової сировини у разі їх забруднення ДР, ОР, НХР, бактеріологічними речовинами.

Розроблені заходи дозволяють підвищити стійкість роботи підприємства і пришвидшити відновлення його роботи після виникнення надзвичайних ситуацій.

Висновки

В даній кваліфікаційній роботі вирішено питання модернізації фасувально-пакувального автомата для сипких продуктів марки РУК7(300-500) з дослідженням режимів його роботи.

Метою роботи є вдосконалення конструкції фасувально-пакувального обладнання, зокрема, автомата для сипких продуктів марки РУК7(300-500) для ефективного фасування і герметизації в широкому діапазоні об'єму.

Пропонується розробка конструкції вдосконаленого дозатора для сипких продуктів на базі двостаканчикового технічного рішення, а також розробка відповідних спряжених механізмів протягування стрічки, механізму формування рукава і зварювання поздовжнього та поперечного швів.

Дослідження режимів роботи механізму заварювання пакетів виконаємо із застосування програмного комплексу Solidworks Simulation для 10 варіантів режимних параметрів:

- для тривалості роботи 1с, 2с, 3с, 4с та 5 с при потужності теплового джерела 800 Вт;

- при потужності теплового джерела 600 Вт, 700 Вт, 800 Вт, 900 Вт і 1000 Вт при тривалості роботи 3 с.

Температура нагріву робочих пластин обиралась близькою до робочої температури паяння 160°C.

Визначено вплив енергетичних параметрів тривалість виходу механізму зварювання на робочий режим з отриманням математичних залежностей.

Встановлено, що для нагрівання до температури 160°C при пропонованому конструктивному вирішенні робочих елементів механізму заварювання доцільно застосовувати теплові джерела потужність 800Вт протягом 3с.

Також в даній кваліфікаційній роботі здійснено вирішення питань охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Запропоновані у роботі рішення розглянутих завдань є актуальними та доцільними для практичної реалізації.

Перелік посилань

1. Закалов О.В., Закалов І.О. Технологічне обладнання харчових виробництв. – Тернопіль: ТДТУ, 2000. – 406 с.
2. Устройство и эксплуатация оборудования предприятий пищевой промышленности (под ред. А.И.Драгилева).– М.: Агропромиздат, 1988.– 398с.
3. Б.М. Азаров. Технологическое оборудование пищевых производств.– М.: Агропромиздат, 1988.– 462с.
4. Головань Ю.П., Ильинский Н.А., Ильинская. Технологическое оборудование хлебопекарных предприятий.– М.:Агропромиздат, 1988.– 382с.
5. С.М. Гребенюк. Расчёты и задачи по процессам и аппаратам пищевых производств.– М.: Агропромиздат,1987.– 304с.
6. Кіркач Н.Ф., Баласанян Р.А. Розрахунки і проектування деталей машини. - Харків. Основа, 1991.- 275с.
7. Анурьев В.І. Справочник конструктора машинобудівника. в 3-х т., т.2. - М.: Машинобудування, 1980. - 559с.
8. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин.– К.: Вища школа, 1993.– 556с.
9. Гальперин Д. М., Миловидов Г. В. Технологія монтажу налашки і ремонту обладнання пищевих производств. - М.: Агропромвидавн, 1990.- 399 с.
- 10.Благовещенская М. М., Воронина Н. О. и др.Автоматика и автоматизация пищевых производств. - М.: Агропромвидавн, 1991. - 239 с.
- 11.Костишин С. Застосування попередньої анаеробної обробки для очищення стічних вод молочного виробництва // Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей V Міжнародній студентській науково - технічній конференції "Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання". 28-29 квітня 2022 р./ М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін.]. – Тернопіль: ТНТУ, 2022. – С. 26.

12. Никитин В.С., Бурашников Ю.М. Охрана труда на предприятиях пищевой промышленности.— М.: Агропромиздат, 1991.— 349с.
13. Донин Л.С. Справочник по вентиляции в пищевой промышленности.— М.: Пищевая промышленность, 1977.— 352с.
14. Сенькин Е.Г. Охрана труда в пищевой промышленности.— М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1981.— 248с.
15. SolidWorks 2010: Расширенное моделирование деталей. / SolidWorks Corporation, SolidWorks Corporation.— 2009.— 333 с.
16. Алямовский А.А. SolidWorks Simulation. Инженерный анализ для профессионалов: задачи, методы, рекомендации. / А.А. Алямовский. – ДМК Пресс, 2015. – 562 с.
17. Алямовский А.А. SolidWorks Simulation. Как решать практические задачи. / А.А. Алямовский. – BHV, 2012. – 445 с.

Дотаток А

Міністерство освіти і науки України,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя
Маріборський університет (Словенія)
Технічний університет в Кошице (Словаччина)
Каунаський технологічний університет (Литва)
Львівський національний університет
імені Івана Франка,
Гірничо-металургійна академія ім. Станіслава Сташиця (Польща)
Луцький національний технічний університет,
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича,
Вроцлавський економічний університет (Польща)
Університет технологій та економіки
імені Хелени Ходковської (Польща)
Донбаська державна машинобудівна академія



Студентське наукове товариство



V МІЖНАРОДНА
студентська науково - технічна конференція
"ПРИРОДНИЧІ ТА ГУМАНІТАРНІ
НАУКИ.

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ"

28-29 квітня 2022 р.

(збірник тез конференції)

Тернопіль 2022

УДК 621.326

Костишин С. – ст. гр. МОм-51

Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя

ЗАСТОСУВАННЯ ПОПЕРЕДНЬОЇ АНАЕРОБНОЇ ОБРОБКИ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД МОЛОЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

Науковий керівник: к.т.н., доцент Кравець О.І.

Kostyshyn S.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

APPLICATION OF ANAEROBIC TREATMENT FOR DAIRY WASTEWATER TREATMENT

Supervisor: Ph.D. Kravets O.I.

Ключові слова: забруднення, стічні води, очистка

Key words: pollution, wastewater, treatment

На сьогодні існує дискусія з приводу того, яку молочну продукцію вважати екологічно чистою. Суперечки зумовлені передусім тим, що в світі не існує щодо цього загальноприйнятого визначення.

Значна частина населення різних країн екологічно чистою вважає продукцію, виготовлену за безпечними для навколишнього середовища технологіями на екологічно безпечних підприємствах. Таким чином, щоб продукція будь якого молокопереробного підприємства була конкурентноспроможною, у сучасному світі, підприємству потрібно дбати передусім про зменшення свого негативного впливу на навколишнє середовище.

Основним чинником забруднення навколишнього середовища молокозаводами є стічні води, саме на їх очистку потрібно звернути максимум уваги.

Одним із найефективніших способів очищення стоків молочного виробництва є анаеробно-аеробна технологія. Проте і її можна інтенсифікувати, збільшуючи, наприклад, концентрацію активного мулу.

Українськими вченими були проведені дослідження, метою яких було встановлення можливих меж підвищення концентрації активного мулу, зменшення часу ферментації і зміни інших показників інтенсивної технології. Можливість підвищення концентрації активного мулу є особливо важливим, оскільки це дасть можливість максимально зменшити об'єми апаратури.

Результати досліджень показали, що при підвищенні концентрації активного мулу можна досягти аналогічних результатів за 8 годин замість 12-ти. В промислових умовах тривалість аерації може бути ще нижчою. Отже запропонований спосіб дає змогу вдвічі зменшити об'єми апаратури.

Внаслідок проведених дослідів одержали дуже важливі дані щодо лактози: її наявність у стічних водах концентрацією 7,5 г/л негативно впливала на інтенсивність метанового бродіння з підвищеною концентрацією активного мулу.

Досліди також показали, що в результаті реалізації даної технології утворюється велика кількість біогазу – майже 80% від об'єму метану. Таким чином очищуючи стічні води молокозаводів за даною технологією ми ще й одержуємо паливо, що є особливо актуальним в умовах сучасної енергетичної кризи. Отже, запропонований спосіб можна рекомендувати для очищення стічної води молочного виробництва за інтенсивною технологією для підприємств тернопільської області.

Гарасимів М. ХАРЧОВА ЦІННІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ХЛІБА	23
Дуда М., Салівонов Т. ХАРЧОВА ДОБАВКА E621 У НАШОМУ ЖИТТІ	24
Костишин С. ЗАСТОСУВАННЯ ПОПЕРЕДНЬОЇ АНАЕРОБНОЇ ОБРОБКИ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД МОЛОЧНОГО ВИРОБНИЦТВА	26
Кривокульська А., Чубик В. СУЧАСНЕ ХЛІБОПЕЧЕННЯ, ІННОВАЦІЇ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ХЛІБА	27
Полевий М. ВСТАНОВЛЕННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА АДГЕЗІЙНУ МІЦНІСТЬ БІЛКОВОЇ ДИСПЕРСНОЇ ФАЗИ	28
Тимчук П., Тарасенко І. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ КРУТНОГО МОМЕНТУ ПРИ ЗМІЩЕННІ КАНАВОК	29
Кузьмич Н. ХЛІБОПЕКАРСЬКА ПРОМИСЛОВІСТЬ В УМОВАХ СУЧАСНОСТІ	30
Адамішин О. СПОСОБИ ПІДГОТОВКИ ФРУКТІВ ДЛЯ ДОДАВАННЯ У ШОКОЛАД	31
Бабенко Г. ДОСЯГНЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ТЕОРІЇ Р. КОУЗА ТА РЕАЛЬНА ЕКОНОМІКА СЬОГОДНІ	33
Далявська Х. РОЗВИТОК ДОКУМЕТОЗНАВЧОЇ НАУКИ У ХХІ СТ. СУЧАСНІ ПОГЛЯДИ НА ДОКУМЕНТ	35
Петрас У. ПОХОРОННІ СПОРУДИ СКІФСЬКИХ ЦАРІВ	37
Provalna Y. THE REVOLUTION OF DIGNITY AS AN ANTITHESIS OF RUSSIFICATION IN THE CULTURAL ASPECT OF NOWADAYS	39
Іванченко Ю. ДИСКУСІЙНІСТЬ ЩОДО ЗНАЧЕННЯ ТЕРМІНА «ДОКУМЕНТ» У ЦИФРОВУ ЕПОХУ	41
Миколишин В. ОСОБЛИВОСТІ ВІТРОВИХ ТУРБІН ТА ЇХ ТИПИ	43
Бартошевський Р. РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РУЛОННИМИ ШТОРАМИ	45
Криськова С. ІСТОРІЯ ВИНИКНЕННЯ ТА РОЗВИТКУ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ	47