

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

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Модернізація ріжучого вузла машини марки А1-ФКЕ для
подрібнення м'яса

Виконав: здобувач вищої освіти 6 курсу, групи МОм-61
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

(шифр і назва спеціальності)

Боднар В.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Пилипець О.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)

Тернопіль

2024

Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра обладнання харчових технологій

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ОХ

Вітенько Т.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« 11 » листопада 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування»

(шифр і назва спеціальності)

здобувачу вищої освіти

Боднар Владислав Михайлович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Модернізація ріжучого вузла машини марки А1-ФКЕ для подрібнення м'яса

Керівник роботи Пилипець Оксана Михайлівна, к.т.н., доцент

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

Затверджені наказом ректора від « 8 » листопада 2024 року № 4/7-1067.

2. Термін подання завершеної роботи 20 грудня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи Технічний паспорт та інструкції з експлуатації, монтажу та технічного обслуговування і ремонту машини марки А1-ФКЕ для подрібнення м'яса.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Анотація. Вступ. 1. Аналіз сучасного стану об'єкту дослідження, вибір і обґрунтування основних напрямків дослідження. 2. Підбір засобів, методів та методик досліджень.

3. Заходи з модернізації машини марки А1-ФКЕ. 4. Моделювання і дослідження ножа машини марки А1-ФКЕ. 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5.1. Розроблення заходів з охорони праці і техніки безпеки. 5.2. Безпека у надзвичайних ситуаціях. Висновки

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

Подрібнювач м'яса марки А1-ФКЕ. Вигляд загальний (1 лист ф.А1)

Подрібнювач м'яса марки А1-ФКЕ. Кінематична схема (1 лист ф.А1)

Привід подрібнювача м'яса марки А1-ФКЕ. Складальне креслення (1 лист ф.А1)

Вузол ножового вала подрібнювача м'яса марки А1-ФКЕ. Складальне креслення (1 лист ф.А1)

Постановка задачі на моделювання ножа (1 лист ф.А1)

Дослідження базової конструкції ножа діаметром 100 мм товщиною 4 мм зі сталі AISI 304 (1 лист ф.А1)

Дослідження ножа з двома суцільними пазами діаметром 100 мм товщиною 4 мм зі сталі AISI 304 (1 лист ф.А1)

Дослідження ножа з двома сегментованими пазами діаметром 100 мм товщиною 4 мм зі сталі AISI 304 (1 лист ф.А1)

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 11 листопада 2024 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. Підбір засобів, методів та методик досліджень		
5	3. Заходи з модернізації машини марки А1-ФКЕ.		
6	4. Комп'ютерне дослідження ножів ріжучого вузла машини марки А1-ФКЕ.		
7	5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях		
8	5.1. Розроблення заходів з охорони праці і техніки безпеки		
9	5.2. Безпека у надзвичайних ситуаціях		
10	Висновки		
11	Графічна частина		
12	Подрібнювач м'яса марки А1-ФКЕ. Вигляд загальний		
13	Подрібнювач м'яса марки А1-ФКЕ. Кінематична схема		
14	Привід подрібнювача м'яса марки А1-ФКЕ. Складальне креслення		
15	Вузол ножового вала подрібнювача м'яса марки А1-ФКЕ. Складальне креслення		
16	Постановка задачі на моделювання ножа		
17	Дослідження базової конструкції ножа діаметром 100 мм товщиною 4 мм зі сталі AISI 304		
18	Дослідження ножа з двома суцільними пазами діаметром 100 мм товщиною 4 мм зі сталі AISI 304		
19	Дослідження ножа з двома сегментованими пазами діаметром 100 мм товщиною 4 мм зі сталі AISI 304		

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Боднар В. М.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Пилипець О.М.

(прізвище та ініціали)

Анотація

Автор кваліфікаційної роботи освітнього рівня «магістр» – Боднар Владислав Михайлович

Тема кваліфікаційної роботи: Модернізація ріжучого вузла машини марки А1-ФКЕ для подрібнення м'яса.

Кваліфікаційна робота виконана у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя в 2024 році

Структура кваліфікаційної роботи складається із розрахунково пояснювальної записки об'ємом 73 сторінки (32 рисунки) та графічної частини обсягом 8 листів А1.

У даній кваліфікаційній роботі запропоновано заходи щодо модернізації машини А1-ФКЕ. На основі аналізу конструкції технічного обладнання для різання м'яса пропонуємо заходи з модернізації різального вузла машини А1-ФКЕ, а саме ножа. У цій роботі представлено структурний аналіз машини А1-ФКЕ, проаналізовано шляхи вдосконалення конструкції ножа, запропоновано три конструкції ножів та проведено порівняльне дослідження рівня міцності та деформації під час експлуатації. Розроблено заходи із охорони праці та дії в надзвичайних ситуаціях.

Ключові слова: удосконалення, вузол, різання, м'ясо, ніж.

Abstract

Vladislav Bodnar. Modernization of the cutting unit of the A1-FKE meat grinding machine.. 133 “Industrial Machinery Engineering” – Ternopil Ivan Puluj National Technical University.-Ternopil, 2024.

The structure of the qualification work consists of a 73-page explanatory text (32 figures, 3 tables) and a graphic part of 8 A1 sheets.

This qualification work proposes measures for the modernization of the A1-FKE machine. Based on the analysis of the design of technical equipment for cutting meat, we propose measures for the modernization of the cutting unit of the A1-FKE machine, namely the knife. This paper presents a structural analysis of the A1-FKE E machine, analyzes ways to improve the knife design, proposes three knife designs, and conducts a comparative study of the level of strength and deformation during operation. Measures for labor protection and actions in emergency situations have been developed.

Keywords: improvement, knot, cutting, meat, knife.

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 сучасного обладнання для подрібнення м'ясних напівфабрикатів	10
1.2. Аналіз та короткий опис машини марки А1-ФКЕ для подрібнення м'яса.....	18
1.3. Мета та задачі, які виконуються у кваліфікаційній роботі.....	18
2. Підбір засобів, методів та методик досліджень	19
2.1 Програмне забезпечення, яке використовується в роботі	19
2.2. Використання SolidWorks і модуля Simulation для виконання досліджень.....	19
2.3. Інструментарій системи SolidWorks Simulation для проведення статичних досліджень	20
3. Заходи з модернізації машини марки А1-ФКЕ	23
3.1 Розробка заходів з модернізації.....	23
3.1.1 Опис будови і принципу роботи ножового подрібнювача	23
3.1.3 Кінематичний розрахунок подрібнювача	24
3.1.4 Конструктивний розрахунок ножа подрібнювача	25
3.1.4.1 Розрахунок параметрів серповидного ножа подрібнювача	25
3.1.4.2 Розрахунок зусиль різання на валі ножевому	28
3.1.4.3 Розрахунок серповидного ножа подрібнювача на міцність	31

3.2. Заходи з монтажу і експлуатації подрібнювача м'ясного фаршу безперервної дії марки А1-ФКЕ.....	33
3.2.1 Особливості монтажу, експлуатації і технічного обслуговування подрібнювача м'ясного фаршу безперервної дії марки А1-ФКЕ.....	33
3.2.2 Основні технічні умови на ремонт подрібнювача м'ясного фаршу безперервної дії.....	35
3.2.3 Технічна експлуатація подрібнювача м'яса марки А1-ФКЕ	36
4. Моделювання і дослідження ножа машини марки А1-ФКЕ	39
4.1 Теоретичні дослідження моделі різання м'яса в ножовому подрібнювачі.....	39
4.2 Аналіз отриманих результатів	51
5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	52
5.1. Розроблення заходів з охорони праці і техніки безпеки.....	52
5.1.1 Заходи з безпечної експлуатації технологічного обладнання лінії для виготовлення ковбасних виробів	52
5.1.2 Санітарно-гігієнічні вимоги до експлуатації лінії для виготовлення ковбасних виробів	55
5.2. Безпека у надзвичайних ситуаціях	58
5.2.1 Вступ.....	58
5.2.2 Інженерний захист персоналу ПП МАСАР-АГРО та населення при надзвичайних ситуаціях.....	58
5.2.2 Висновки	67
Висновки	68
Перелік посилань.....	69
Специфікації	

Вступ

М'ясопереробна промисловість відіграє важливу роль у харчуванні людини, забезпечуючи доступ до набору необхідних для людини білків, жирів, вітамінів і мінералів. Перероблені м'ясні продукти, такі як ковбаси, копченості та напівфабрикати, містять важливі амінокислоти, залізо, цинк і вітаміни групи В. Вони задовольняють енергетичні потреби людини та підтримують здоров'я, сприяючи належному функціонуванню м'язів, імунної системи та кровотворенню.

Завдяки сучасним технологіям виробництва продукція стала зручною для приготування та споживання, що особливо важливо у світі, який стрімко розвивається. М'ясопереробна промисловість є також економічно важливою, оскільки сприяє створенню робочих місць та забезпеченню продовольчої безпеки.

Актуальність нарощення темпів оновлення базового технологічного оснащення обумовлена підтримкою рівня ефективності основного виробництва. Постійне оновлення технологічного обладнання для виробництва виробів із м'яса, в тому числі машини марки А1-ФКЕ, є актуальною науково-практичною задачею.

В роботі виконуються наступні завдання:

аналіз технічних рішень для подрібнення м'яса;

виконання конструктивних розрахунків подрібнювача м'яса марки А1-ФКЕ;

створення 3D моделей ножів з наступним дослідженням на міцність та деформування та аналізом отриманих результатів;

розроблення заходів із охорони праці, техніки безпеки та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Об'єктом дослідження є напруження, переміщення і деформації, що виникають у серповидних ножах подрібнювача м'яса марки А1-ФКЕ.

Предмет дослідження. Подрібнювач м'яса марки А1-ФКЕ.

Методи досліджень. У даній кваліфікаційній роботі задіяні емпіричні (числовий експеримент), та теоретичні (аналіз і синтез) методи та методики виконання досліджень, а також моделювання.

Наукова новизна. Запропоновано комп'ютерну твердотілу 3d модель ножів подрібнювача м'яса марки А1-ФКЕ для порівняльного дослідження;

визначено вплив форми вирізів у ножі на величину напружень, деформацій та коефіцієнт запасу міцності.

Отримані результати можна використати при модернізації діючих та розробленні одиниць обладнання для подрібнення м'яса.

Результати, представлені у магістерській роботі були показані на VII Міжнародній студентській науково - технічній конференції "Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання", 25-26 квітня 2024 року [1].

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 сучасного обладнання для подрібнення м'ясних напівфабрикатів

Кутери [2,3] – найбільша група обладнання для подрібнення м'ясних напівфабрикатів. Іноземні виробники, як правило, забезпечують кутери всім необхідним устаткуванням: датчиками температури фаршу, протишумовими кришками, вивантажувальним і завантажувальним пристроями.

Найбільш оптимальний результат дають вакуумні кутера, що дозволяють позбутися від завоздушеності фаршу.

Крім того, у кутера є функція зворотного ходу, коли ножі не рубають фарш, а перемішують його своєю тупою стороною. Це дозволяє позбутися від додаткових витрат на фаршемешалку.

Усі кутери мають електронну систему керування, що дає можливість визначати і встановлювати індивідуальні програми при виробництві ковбасних виробів. Пульти цієї системи має простий наочний вид і для роботи з ним не потрібно спеціального навчання.

Кутер ФИ 080.

Призначений для подрібнювання всіх сортів м'яса при виготовленні усіх видів ковбас, сосисок, сардельок.

Оснащений дисковим викидачем для швидкого вивантаження фаршу і термометром, що показує температуру фаршу.

Продуктивність, кг/год, не менш	800
Об'єм чаші, м ³	0,08
Кількість електродвигунів, шт.	4
Сумарна потужність, кВт, не більш	20
Габаритні розміри, мм ..	1835x1345x1550

Кількість ножів, шт.

6

Маса, кг

1500



Рис. 1.1. Кутер ФИ 080.

Кутери ФК-80Б и ФК-125 призначені для тонкого подрібнювання фаршу при виробництві ковбас. Двошвидкісні шестиножеві кутери з чашами ємністю 80 і 125 літрів відповідно. Модель ФК-125 оснащена вивантажувачем. Кутер Л5-ФКМ призначений для тонкого подрібнювання м'яса при виробництві напівкопчених, сирокочених, ліверних ковбас, сосиск, сардельок, паштетів з м'яса, риби і птахів. Двошвидкісні шестиножеві кутери Л5-ФКМ і Л5-ФКБ із чашами ємністю 125 і 250 літрів досить відомі. В даний час випускається модернізований кутер Л5-ФКМ зі збільшеним числом оборотів вала ножів.

Технічні характеристики кутерів	ФК-80Б	ФК-125	Л5-ФКМ
Продуктивність при готуванні фаршу, кг/год	500	1000	1200-1250
Геометрична місткість чаші, м ³	0,8	0,125	0,125
Число оборотів вала ножів, об/хв	1500/3000	1500/3000	1800/3600
Число оборотів чаші, об/хв	16	16	9/14
Швидкість різання, м/с	33,61/67,22	33,61/67,22	108/114
Установлена потужність електродвигуна, кВт	15,7	24,0	41

Габаритні розміри, мм	1300x1080x1200	2100x1470x1310	2650x1760x2015
Маса, кг	1000	1500	1540



Рис. 1.2. Кутери ФК-80Б і ФК-125

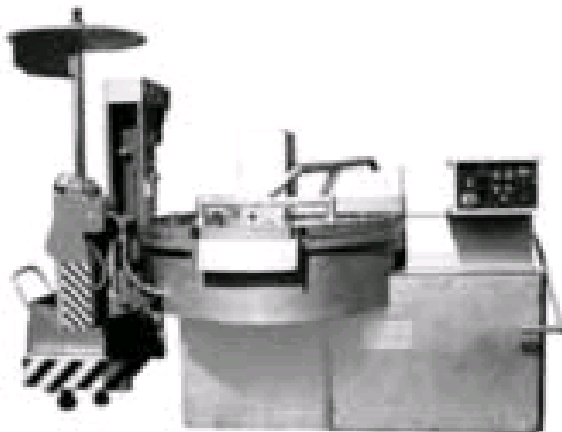


Рис. 1.3. Кутер Л5-ФКМ

Машина шпигорізна ФШ 010 [4]

Призначена для напівавтоматичної нарізки шпику кубиками зі стороною 4, 6, 8, 12 мм і нарізки м'яса скибочками довжиною до 16 мм. Машина виконана з горизонтальною подачею продукту в зону різання.

Продуктивність, кг/год	230...500
Місткість завантажувальної камери/ дм3	3,3

Потужність електродвигуна, кВт	1,5
Габаритні розміри, мм	1280 x 730 x 1080
Маса, кг	320



Рис. 1.4. Машина шпигорізна ФШ 010.

Вовчки.

Призначені для подрібнювання кускового, безкісткового, жилованного м'яса при виробництві фаршів для ковбасних і інших м'ясних виробів.

Найкращий результат у м'ясопереробці забезпечують вовчки німецького виробництва таких фірм як, "K+G WETTER" і "SEYDELMANN".

Вовчок може мати кілька ножів і ґрат. Діаметр отворів у ґратах варіюється від 2,5 до 28 мм.

Німецькі електричні вовчки обладнані захистом, тобто автоматичним відключенням, якщо в зону роботи ножів попадає рука людини. Крім цього, все устаткування постачене дисплеєм керування.

Усі деталі виконані з нержавіючої сталі, що гарантує довгу і безперебійну роботу. Маються прецеденти роботи вовчка фірми "K+G WETTER" протягом 20 років без капітального ремонту. Обидві фірми випускають вовчки з функціями фаршемішалки, так називані вовчки-змішувачі. Це дозволяє позбутися від витрат на покупку фаршемішалки, заощадити місце в цеху і поліпшити структуру фаршу.

Діаметри вихідного отвору представлені в широкому діапазоні від 32 до 500 мм.



Рис. 1.5. Вовчок ME 130 (Seydelman)



Рис. 1.6. Вовчок К7-ФВП-114

Об'єм вовчка підбирається індивідуально до продуктивності цеху. Кутові вовчки фірми "K+G WETTER" ще одна модель, що дозволяє більш раціонально розподілити робочу площу цеху. Вихідний отвір вовчка розташований не по центрі корпусу, а ближче до краю, що знижує кількість переміщень. Так само,

дана модель характеризується бездоганною якістю, гарантією і тривалим терміном служби [4].



Рис. 1.7. Вовчок РМ 160 (Cato)

М'ясорубка-вовчок ЩФМЗ 109 001 призначена для подрібнювання м'яса і риби на фарш.

Вовчок призначений для неперервного здрібнювання кускового жилованного м'яса у процесі виготовлення фаршу. Вовчок складається з каркаса, у якому розміщені наступні функціональні вузли:

- приймний бункер для завантаження кускового м'яса;
- робочого шнека в корпусі;
- комплекту ріжучого механізму;
- привода обертання шнека;



Рис. 1.8. М'ясорубка-вовчок ЩФМЗ 109 001

Крім того, до складу вовчка входить настінний пульт правління, у якому розміщені елементи електричної схеми.

Продуктивність, кг/год	1200
Діаметр прийомних ґрат, мм	114
Частота обертання ножів, що ріжуть, і шнека, що подає, об/хв	120
Температура сировини, що завантажується, гр. С, не менше	+4
Геометрична місткість завантажувальної воронки, мЗ	0,05
Установлена потужність, кВт	5,5
Габаритні розміри, мм	880 x 570 x 1200
Маса, кг	400



Рис. 1.9. Вовчок 221 ФВ-012

Вовчок 221 ФВ-012 призначений для безупинного подрібнювання безкісткового жилованого м'яса і м'ясопродуктів при виробництві фаршів для ковбасних і інших м'ясних виробів. Комплектується набором змінних ґрат для різного ступеня подрібнювання . Деталі і вузли, що контактують із продуктом і обшивання виконані з нержавіючих сталей. Конструкцією передбачені швидке розбирання і зборка механізму подрібнювання , що створює додаткові зручності при обслуговуванні. Механізм подачі забезпечує рівномірне проходження сировини через блок, що ріже. При цьому виключається забивання його жиром і підігрівання м'ясних продуктів.

Продуктивність, кг/год	2500
Діаметр ножових ґрат, мм	120
Місткість чаші, м ³	0,25
Сумарна потужність, кВт	12,5
Габарити, мм	1600x900x1700
В упакованні	2000x1100x2000
Маса НЕТТО, кг	800

1.2. Аналіз та короткий опис машини марки А1-ФКЕ для подрібнення м'яса

Подрібнювач А1-ФКЕ призначений для тонкого подрібнювання сирого чи вареного м'яса при виробництві варених ковбас, сосисок, сардельок, а також паштетів і т.п. Сировина повинна бути попередньо подрібнена на вовчку через ґрати з діаметром отворів 3 мм і змішана з усіма необхідними компонентами у фаршемішалці.

Технічні характеристики подрібнювача:

Продуктивність, кг/год	4500
Кількість оборотів ножів, об/хв	2920
Споживана потужність, кВт	55
Габаритні розміри, мм	1075x820x725
Маса, кг	775

1.3. Мета та задачі, які виконуються у кваліфікаційній роботі

Мета роботи – модернізувати конструкцію машини марки А1-ФКЕ для подрібнення м'яса та зробити процес подрібнення менш енергозатратним.

Виконуються задачі:

проведення аналізу обладнання для подрібнення м'яса;

виконання конструктивних розрахунків подрібнювача м'яса марки А1-ФКЕ;

створення 3D моделей ножів з наступним дослідженням на міцність та деформування та аналізом отриманих результатів;

розроблення заходів з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

2. Підбір засобів, методів та методик досліджень

2.1 Програмне забезпечення, яке використовується в роботі

Всі обчислення для моделі [5] виконуються за допомогою MathCAD Express [6]. Ця система є однією з найсучасніших і універсальних математичних платформ, що підтримує чисельні й аналітичні обчислення, має зручний інтерфейс і потужні графічні можливості.

Для графічних побудов використовували AutoCAD. Цей пакет включає інструменти для тривимірного моделювання (твердотільного, поверхневого, полігонального), рендеринг із використанням mental ray, управління 3D-друком і підтримку хмар точок. Однак відсутність тривимірної параметризації ставить AutoCAD поза прямою конкуренцією з CAD-системами середнього класу, як Inventor чи SolidWorks.

Для аналізу напружень і деформацій ножа спроектовано його 3D-модель у SolidWorks, із подальшим аналізом у Simulation. SolidWorks забезпечує наскрізний процес проектування, аналізу й підготовки виробництва, підтримуючи CALS-технології.

2.2. Використання SolidWorks і модуля Simulation для виконання досліджень

SolidWorks [7–9] є одним з лідерів в ніші програмного забезпечення для розроблення 3D-моделей та комп'ютерного інженерного аналізу. Це обумовлено наступними його характеристиками.

- Зручний і зрозумілий інтерфейс, що дозволяє швидко навчитись працювати з ним користувачам без глибоких знань в області CAD.
- SolidWorks має в своєму арсеналі широкий набір інструментів для створення 3D-моделей, проведення аналізу міцності, теплового аналізу, аналізу динаміки тощо.

- SolidWorks має велику бібліотеку матеріалів, що дозволяє максимально якісно моделювати поведінку різних матеріалів, з яких виготовляються робочі органи.
- SolidWorks легко інтегрується з іншими програмними продуктами, що дозволяє автоматизувати багато процесів і підвищити ефективність роботи.

У кваліфікаційній роботі для дослідження міцності використано модуль Simulation. За його допомогою можна:

- Симулювати різні типи навантажень, які діють на ніж під час роботи (розтягування, стиснення, згин, кручення);
- Задати матеріал, з якого виготовлений ніж;
- Розбити модель на скінченні елементи для проведення чисельного аналізу.
- Розрахувати розподіл напружень і деформацій в моделі.
- Проаналізувати отримані результати на предмет відповідності конструкції заданим критеріям міцності.

Таким чином, застосування програмного комплексу SolidWorks з модулем Simulation для дослідження міцності ножів подрібнювача дозволяє забезпечити належний рівень якості і надійності при одночасному скороченні витрат і термінів розробки.

2.3. Інструментарій системи SolidWorks Simulation для проведення статичних досліджень

SolidWorks Simulation [10–12] - це потужний модуль, інтегрований в середовище SolidWorks, який дозволяє проводити баготр видів інженерного аналізу, зокрема:

статичний аналіз дозволяє визначити напруження і деформації в деталі під дією статичних навантажень;

динамічний аналіз використовується для аналізу поведінки деталі під дією змінних у часі навантажень;

аналіз на втомні навантаження дозволяє оцінити стійкість деталі до багаторазових циклів навантаження;

тепловий аналіз використовується для розрахунку температурного поля в деталі і викликаних ним напружень;

нелінійний аналіз дозволяє враховувати нелінійні матеріальні властивості і великі деформації.

топологічна і параметрична оптимізація дозволяє проводити оптимізацію конструкції за різними критеріями (мінімізація маси, максимізація жорсткості тощо).

Загальний порядок проведення досліджень у SolidWorks Simulation носить наступний характер.

1. Створення геометричної 3D моделі для розрахунків.

Деталізація геометрії. Створення точної 3D-моделі деталі або збірки, включаючи всі необхідні геометричні елементи (поверхні, тверді тіла, отвори тощо).

Спрощення геометрії для прискорення розрахунків, якщо деталь має складну геометрію.

2. Вибір типу аналізу.

Статичний аналіз (для визначення напружень і деформацій в деталі під дією статичних навантажень).

Динамічний аналіз (для змінних у часі навантажень (вібрації, удари).

Дослідження на втому (стійкість деталі при багаторазових циклах навантаження).

Тепловий аналіз (для розрахунку температурного поля в деталі і викликаних ним напружень).

Нелінійний аналіз (для випадків нелінійних властивостей матеріалів і великих деформацій).

3. Вибір матеріалів.

Виконується вибір матеріалу для кожної деталі з урахуванням його механічних властивостей (модуль Юнга, коефіцієнт Пуассона, межа текучості тощо).

4. Створення навантажень і закріплень.

Здійснюється задання сил, моментів, тисків, температурних навантажень та інших типів навантажень, які діють на деталь.

Здійснюється визначення областей, які є закріпленими (нерухожими) або мають обмежену рухливість.

5. Створення сітки.

Виконується автоматичне або ручне створення сітки скінченних елементів.

Виконується підбір оптимального розміру елементів сітки для забезпечення точності результатів і мінімізації часу розрахунку (наприклад, на переходах і в місцях концентрації напружень).

6. Проведення розрахунку.

Виконується запуск розрахунку із наступним моніторингом процесу, спостереженням за ходом розрахунку і контроль використання ресурсів комп'ютера.

7. Аналіз результатів.

Здійснюється аналіз розрахованого розподілу напружень, деформацій, температур та інших величин у графічному вигляді.

Виконується порівняння отриманих результатів з допустимими значеннями і визначення, чи відповідає конструкція заданим критеріям міцності.

8. Після виконання розрахунків, за необхідності виконується оптимізація конструкції, основними кроками якої є наступні:

внесення змін у геометрію моделі для покращення її характеристик;

уточнення матеріалу з більш підходящими властивостями;

модифікація умов навантаження і закріплення;

проведення повторного розрахунку для оцінки ефективності внесених змін.

3. Заходи з модернізації машини марки А1-ФКЕ

3.1 Розробка заходів з модернізації

3.1.1 Опис будови і принципу роботи ножового подрібнювача

Основними складальними одиницями подрібнювача [3,13] є: механізм подрібнення і станина, всередині якої встановлений електродвигун.

Механізм подрібнення має розподільувальний циліндр що обертається і спарені серповидні ножі – перша ступінь подрібнення; підрізний ніж що обертається, нерухомий ножовий диск і ножовий диск що обертається – друга ступінь подрібнення; підрізний ніж що обертається, нерухомий ножовий диск і ножовий диск що обертається – третя ступінь подрібнення і розвантажувальний диск з гайкою-регулятором.

Ножові диски третьої ступені навідміну від ножових дисків другої ступені мають більше число зубів і великі діаметри.

Перша ступінь механізму подрібнення розміщена в зварному циліндричному корпусі, виготовленому із нержавіючої сталі.

Друга, третя ступені подрібнення та розвантажувальний диск розміщений в литому корпусі, який кріпиться до станини.

Розподільний циліндр, спарені серповидні ножі, ножові диски що обертаються та розвантажувальний диск співвісно змонтований через проміжні кільця на втулці, яка за допомогою гвинта закріплюється на валі електродвигуна. Втулка з комплексом ножів повинна легко насаджуватись на вал електродвигуна і обертатися без заклинювання.

Нерухомі проміжні диски з проміжними кільцями жорстко закріплюються в корпусі за допомогою зажимної гайки.

Циліндричний корпус серповидних ножів кріпиться двома опорами до зажимної гайки. Площини нерухомих і рухомих дисків, утворюють зазор (0.08-0.1 мм) між ріжучими гранями.

Для встановлення потрібного зазору між ріжучими гранями служить гайка-регулятор, розміщена на розвантажувальному диску.

Нерухомі ножові диски що обертаються конструктивно виконані двосторонніми. Це дозволяє скоротити у два рази переточку (шліфовку) комплекту ріжучого механізму, так як при роботі машини взаємодіють лише прилягаючі грані різців нерухомих і рухомих ножових дисків.

Ножові диски при виготовленні і заточуванні комплекту шліфуються попарно кожен зі своїм кільцем і застосовуються тільки суміжно.

Основний комплект ножів механізму подрібнювача маркується номером креслення ножа і буквою А на торці деталі; перший запасний комплект номером креслення і буквою Б; другий – номером креслення і буквою В.

Робота подрібнювача проходить наступним чином: сировина насосом-живильником змішувача А1-ФЛВ\2, відрегульованим на необхідну степінь подрібнення (продуктивність) в залежності від подрібненого фаршу, по фаршопроводу подається в розподільний циліндр що обертається, звідки дякуючи дії центр обіжної сили через вікна направляючої в зону серповидних ножів для попереднього подрібнення і додаткового змішування.

Із першої зони подрібнення сировина поступає в другу і третю зони подрібнення. Дякуючи взаємодії ріжучих граней нерухомих і рухомих ножових дисків другої і третьої зон сировина остаточно подрібнюється і з допомогою розвантажувального диску по фаршопроводу направляється на наступну технологічну операцію.

3.1.3 Кінематичний розрахунок подрібнювача

На листі 2 зображена кінематична схема подрібнювача.

Ножевий вал з ножами 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 приводиться в рух від електродвигуна 1 через клинопасові передачі (2-3).

Подача сировини проходить по нагнітальному трубопроводу за допомогою насосів для перекачування фаршу. Для забезпечення ефективного подрібнення сировина ущільнюється за допомогою шнека 15.

Вивантаження готового фаршу здійснюється за рахунок обертання вивантажувального диска 6.

Ножевий вал приводиться в дію від електродвигуна з частотою обертання вала $n_{\partial 1} = 3000$ об/хв.

Кутова частота обертання ножового вала [14] :

$$\omega_{\partial 1} = \frac{\pi \cdot n_{\partial 1}}{30} = \frac{3.14159 \cdot 3000}{30} = 314 \text{ (рад/с)}$$

Попередньо вибираємо електродвигун із частотою обертання 3000 об/хв. Передаточне число клинопасової передачі приймаємо можна визначити за формулою:

$$i_{n1} = d_1 / d_2 = n_{\partial 1} / n_2 = 3000 / 3000 = 1$$

де d_1 – значення діаметра веденого шківів;

d_2 – значення діаметра ведучого шківів.

Оберти ножового вала:

$$\omega_1 = \omega_{\partial 1} / i_{n1} = 314 / 1 = 314 \text{ рад/с.}$$

3.1.4 Конструктивний розрахунок ножа подрібнювача

3.1.4.1 Розрахунок параметрів серповидного ножа подрібнювача

На процес різання впливають найбільше геометричні параметри ножів [15,16] .

Загальноприйнятими для таких ножів є:

β – кут заточки леза ножа;

α – задній кут леза ножа;

γ – передній кут леза ножа;

$\alpha + \beta$ – кут різання (головний);

δ_0 – кут ковзання леза ножа;

Θ – кінематичний кут різання леза ножа.

Найбільш раціональними кути заточки є у межах 12...18°. Якщо кут заточки леза ножа β менший 12° то відбувається згинання леза, це веде до швидкого

затуплення, і зростання величини опору різанню. При кутах заточки леза ножа β більших 20° стійкість леза є вищою, проте збільшується об'єм продукту, який обробляється ножом, це обумовлює ріст сили різання P_n , причому при $\beta = 45^\circ$ це збільшення відбувається у 1,5 – 3 рази. Прийmemo величину кута $\beta = 14^\circ$.

Для м'ясопродуктів рекомендується обирати кут ковзання леза $\delta_0 = 83...88^\circ$. Проте при тонкому подрібненні $\delta_0 = 70...80^\circ$. Прийmemo $\delta_0 = 75^\circ$.

Коефіцієнт проковзування леза:

$$k_c = \operatorname{tg}(\delta_0) = \operatorname{tg}(75^\circ) = 3,73.$$

Кінематичний кут різання:

$$\operatorname{tg}(\Theta) = \frac{\operatorname{tg}(\beta)}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2(\delta_0)}} = \frac{\operatorname{tg}(14^\circ)}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2(75^\circ)}} = 0,0645.$$

Звідки

$$\Theta = \operatorname{arctg}(0,0645) = 3^\circ 42'.$$

Припустимо, що лезо ножа є логарифмічною спіраллю. Логарифмічна спіраль — це крива лінія, в якій усі промені світла з однієї точки перетинаються під однаковим кутом (так званим кутом суміщення). Рівняння кривої в полярних координатах:

$$\rho = \rho_0 \cdot e^{k \cdot \varphi};$$

де φ – величина кута повороту;

ρ – радіус робочий;

ρ_0 – радіус початкової точки леза ножа;

k – параметр конструкційний.

$$k = \frac{\ln(q)}{2 \cdot \pi} = \operatorname{ctg}(\psi);$$

де q – коефіцієнт зростання;

ψ – кут між променем та дотичною до кривої у контрольній точці.

З умови випливає, що швидкість переміщення точки променем пропорційна радіусу, причому при $\omega = \text{const}$, кругова швидкість довільної точки леза, також пропорційна радіусу. Звідси

$$\frac{v_t}{v_n} = k_c = \text{const.}$$

При максимальній частоті ножового вала $n = 3000$ об/хв, значення колової швидкості в найбільш далекій від осі обертання точці робочої кромки леза:

$$v = \omega \cdot R = 314 \cdot 0,1 = 31,4 \text{ м/с.}$$

де ω – значення максимальної кутової швидкості обертання ножового вала;

R – радіус обертання найдалшої точки головної кромки леза.

Нормальна швидкість:

$$v_n = v \cdot \cos(\delta_0) = 31,4 \cdot \cos(75^\circ) = 8,1 \text{ м/с.}$$

Дотична швидкість:

$$v_t = v \cdot \sin(\delta_0) = 31,4 \cdot \sin(75^\circ) = 30,3 \text{ м/с.}$$

Перевіримо виконання умови:

$$\frac{v_t}{v_n} = \frac{30,3}{8,1} = 3,73 = k_c.$$

Таким чином, розрахунки виконано правильно.

3.1.4.2 Розрахунок зусиль різання на валі ножевому

При подрібненні виникають нормальна і дотична складові сили різання P_n , і P_t . Співвідношення цих сил залежать від кута ковзання [10].

Сили P_n і P_e можна визначити з рівняння прирівнявши потужності на різання.

$$z \cdot (P_n \cdot v_n + P_t \cdot v_t) = \frac{a \cdot S \cdot z \cdot n}{60 \cdot 1000 \cdot \eta};$$

де a – питома витрата енергії $\text{Дж}/\text{м}^2$ ($a = 200 \dots 320 \text{ Дж}/\text{м}^2$ [10];

S – площа перерізу фаршу, що подається під ножі, м^2 ;

z – кількість ножів;

n – кількість обертів ножевого вала $\text{об}/\text{хв}$;

η, η_1 – к.к.д. приводу $\eta = 0,9, \eta_1 = 0,85$

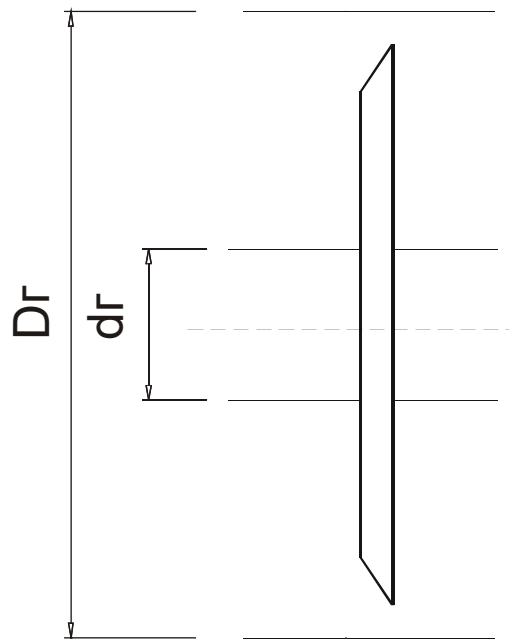


Рис. 3.1. Розрахункова схема площі горловини.

Площа S є площею заповненої горловини і рівна:

$$S = \frac{\pi \cdot (D_{\Gamma}^2 - d_{\Gamma}^2)}{4} = \frac{3,14 \cdot (0,2^2 - 0,07^2)}{4} = 0,028 \text{ м}^2;$$

Прийmemo $a = 300 \text{ Дж}/\text{м}^2$, [10]. Вважаючи що $P_n = P \cdot \cos(\delta_0)$;

$P_t = P \cdot \sin(\delta_0)$ знайдемо силу P , що діє на один ніж:

$$P = \frac{a \cdot S \cdot n}{60 \cdot 1000 \cdot \eta \cdot \eta_1 \cdot (v_n \cdot \cos(\delta_0) + v_t \cdot \sin(\delta_0))} =$$

$$= \frac{300 \cdot 0,028 \cdot 3000}{60 \cdot 1000 \cdot 0,9 \cdot 0,85 \cdot (8,1 \cdot \cos(75) + 30,3 \cdot \sin(75))} = 17,5H;$$

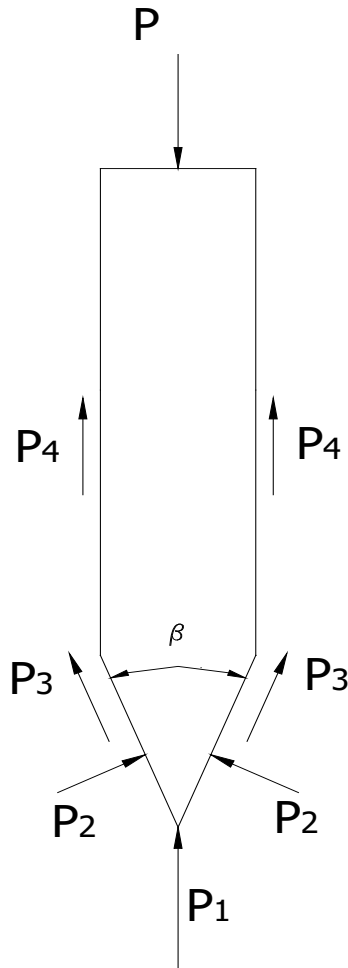


Рис. 3.2. Схема дії сил при різанні.

Тоді максимальна загальна сила, яка діє на всі ножі вала $P_3 = 6 \cdot P = 6 \cdot 17,5 = 105 H$.

Сила P , яка діє на ніж:

$$P = P_1 + 2P_2 \sin\left(\frac{\beta}{2}\right) + 2P_3 \cos\left(\frac{\beta}{2}\right) + 2P_4 = P_1 + 0,24P_2 + 1,98P_3 + 2P_4$$

де P_1 – сила, що діє у процесі розділення продукту;

P_2 – сила, що діє у процесі проникання ножа у продукт;

P_3, P_4 – сили тертя, що діють на поверхні різання та щоках ножа;

У процесі різання м'яса на щоках ножа виникають значні сили адгезії. Як видно з формули, якщо прийняти силу P за 100%, тоді частка сили P_1 становить 20%, сили P_2 – 5%, сили P_3 – 37% і сили P_4 – 38%. Сили P_1, P_2, P_3 для нових ножів будуть незмінними.

$$P_4 = 0,38 P = 0,38 \cdot 17,5 = 6,7 \text{ Н.}$$

$$P_1 + P_2 + P_3 = P - P_4 = 17,5 - 6,7 = 10,8 \text{ Н.}$$

У ножа з зменшеною бічною поверхнею сили тертя та сили, спричинені адгезією зменшаться. Попередня площа бічної поверхні S із врахуванням вирізу зменшилась в 1,65 рази або на 39 %. Тоді сила P_4 теж зменшиться в 1,65 рази і становитиме $P_4 = 6,7/1,65 = 4,1 \text{ Н.}$

Сила P становитиме:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 10,8 + 4,1 = 14,9 \text{ Н.}$$

Необхідну потужність на привід одного ножевого вала знайдемо за формулою:

$$\begin{aligned} N &= z \cdot (P_n \cdot v_n + P_t \cdot v_t) = z \cdot P(v_n \cdot \cos(\delta_0) + v_t \cdot \sin(\delta_0)) = \\ &= 6 \cdot 14,9 \cdot (8,1 \cdot \cos(75^\circ) + 30,3 \cdot \sin(75^\circ)) = 31812 \text{ Вт} = 31,8 \text{ кВт}. \end{aligned}$$

Необхідна потужність двигуна із врахуванням запасу і потужності, яка споживається подаючим шнеком:

$$N_{\text{д}} = 1,6 \cdot N / \eta = 1,6 \cdot 31,8 / 0,96 = 53 \text{ кВт}.$$

Підбираємо двигун потужністю $N_{\text{д}} = 55 \text{ кВт}$ марки 4A225M2Y3.

Таким чином, споживана потужність приводу ножевого вала зменшилась на 10 кВт (із 42 кВт до 31,8 кВт).

Крутний момент на ножевому валу становитиме:

$$T_{\text{с}} = z \cdot P \cdot L = 6 \cdot 14,9 \cdot 0,1 = 8,94 \text{ Н·м.}$$

3.1.4.3 Розрахунок серповидного ножа подрібнювача на міцність

Для розрахунку ножа на міцність представимо розрахункову схему на рис.

3.3.

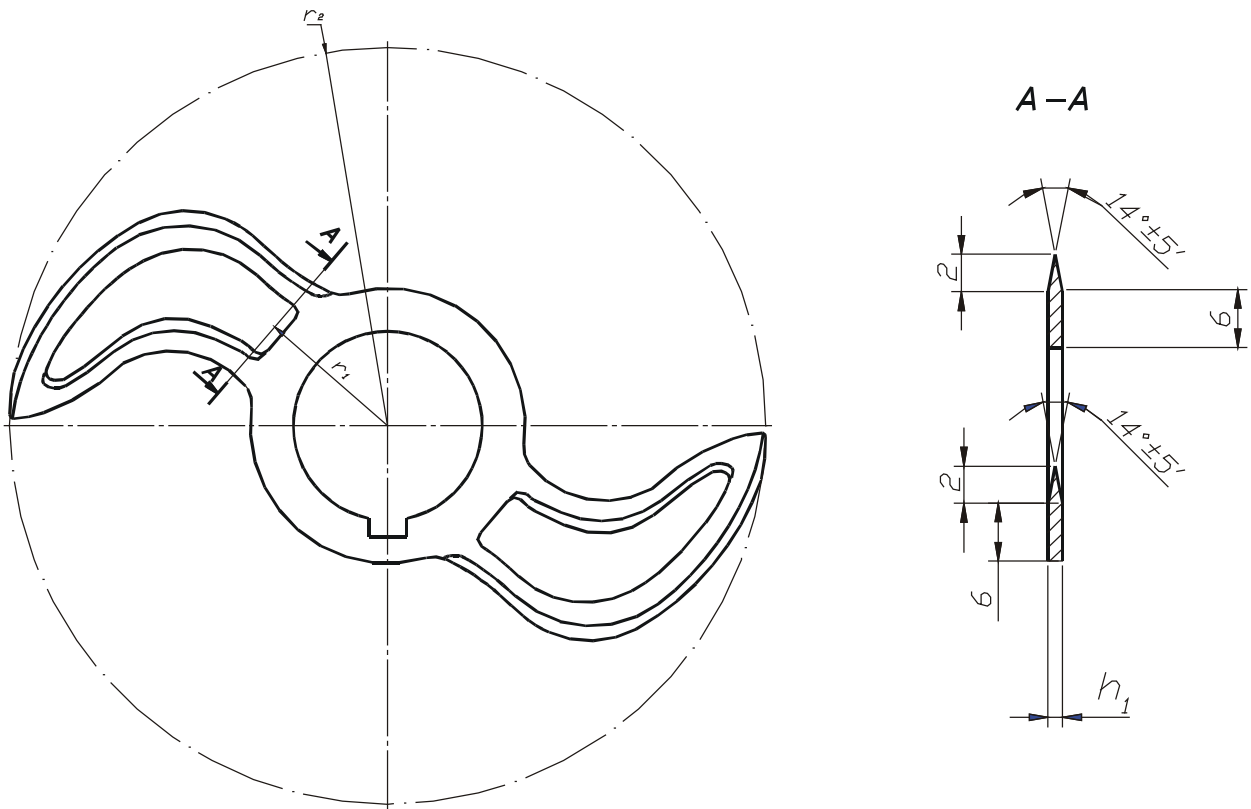


Рис. 3.3. Розрахункова схема ножа.

Небезпечним перерізом буде переріз А-А, так як площа перерізу ножа в даному місці мала, а діючий момент максимальний.

Силкові фактори, що діють на ніж, розраховані у попередньому пункті. Розподілена сила, яка діє на ніж рівна 17 Н. Приймемо, що ця сила прикладена у найбільш віддаленій від осі вала точці. Тоді згинаючий момент, що діє на ніж у небезпечному перерізі рівний:

$$M = F \cdot (r_2 - r_1) = 17 \cdot (0,1 - 0,04) = 1,02 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

Момент опору визначаємо приймаючи для спрощення переріз ножа прямокутний. Момент опору перерізу відносно осі x рівний:

$$W_x = \frac{I_x}{\rho_{\max}} = \frac{1}{\rho_{\max}} \cdot \left(\frac{h_1 \cdot 0,082^3}{12} - \frac{h_1 \cdot (l_1 + l_2 + l_3 + l_4)^3}{12} \right);$$

де $\rho_{\max}$ - відстань від центра координат до максимально віддаленої точки перерізу.

Підставляючи дані отримаємо:

$$W_x = \frac{1}{0,0175} \cdot \left(\frac{0,002 \cdot 0,035^3}{12} - \frac{0,002 \cdot (0,008 + 0,008)^3}{12} \right) = 3,69 \cdot 10^{-7} \text{ м}^3.$$

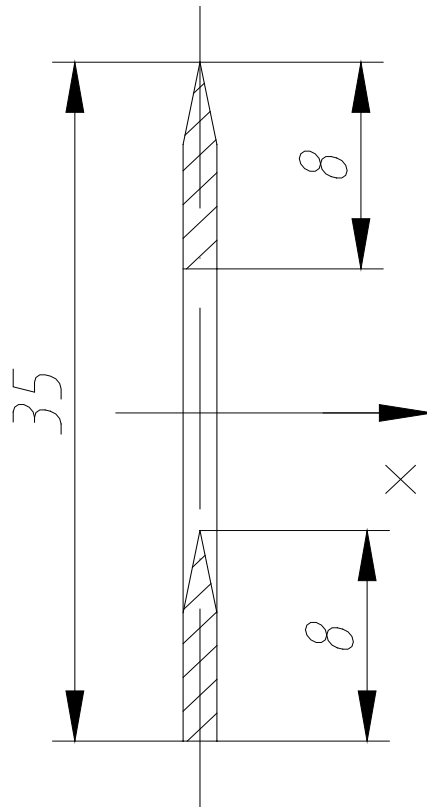


Рис. 3.4. Розрахункова схема для визначення моменту опору ножа.

Допустиме напруження рівне:

$$[\sigma_d] = \frac{\sigma_T}{n} = \frac{550}{2,5} = 220 \text{ МПа};$$

де $n = 2,5$ – коефіцієнт запасу міцності.

$\sigma_T = 550 \text{ МПа}$. – границя текучості сталі 40Н3.

Напруження згину, яке виникатиме в перерізі, рівне:

$$\sigma_{зг} = \frac{M}{W_x} = \frac{1,02}{3,69 \cdot 10^{-7}} = 2,76 \cdot 10^6 \text{ Па.}$$

Отримане значення напруження на порядок менше від допустимого $[\sigma_d] = 220 \text{ МПа}$.

Крім згину переріз ножа сприймає напруження зрізу.

Площа перерізу приблизно рівна

$$A = h_1 \cdot l_1 + h_1 \cdot l_2 + 0,5 \cdot h_1 \cdot l_3 + 0,5 \cdot h_1 \cdot l_4;$$

$l_1=0,006 \text{ м}; l_2=0,006 \text{ м}; l_3=0,002 \text{ м}; l_4=0,002 \text{ м}; h_1= 0,002 \text{ м}$. (з рисунка). Тоді:

$$A = 0,002 \cdot (0,006 + 0,006 + 0,5 \cdot 0,002 + 0,5 \cdot 0,002) = 2,0 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Напруження зрізу рівне:

$$\sigma_{зр} = \frac{F}{A} = \frac{17}{2,0 \cdot 10^{-6}} = 8,42 \cdot 10^6 \text{ Па.}$$

Отримане значення напруження менше від допустимого, отже умови міцності виконуються.

3.2. Заходи з монтажу і експлуатації подрібнювача м'ясного фаршу безперервної дії марки А1-ФКЕ

3.2.1 Особливості монтажу, експлуатації і технічного обслуговування подрібнювача м'ясного фаршу безперервної дії марки А1-ФКЕ

Подрібнювач м'яса безперервної дії упакована в ящик типу П-1.10. Перед установкою подрібнювача м'яса безперервної дії на дно короба зніміть опори з рами і встановіть їх на дно між брусами. Подрібнювач м'яса безперервної дії кріпиться до кронштейна на нижній планці чотирма болтами та шайбами та закріплюється на кронштейні дротом. Запасні електронні компоненти упаковані в окрему коробку, прикріплену до дна основної коробки. Повний комплект запасних частин, за винятком змінного захвату, також упаковується окремо. Інструменти та інші запчастини також упаковані в цю ж коробку. Ця коробка також прикріплена до нижньої частини основної коробки. Інструкція з

експлуатації упакована в поліетиленовий пакет всередині основної коробки. Щоб вийняти подрібнювач безперервної дії з коробки, виконайте такі дії: Зніміть кришку та бічний щиток, послабте болти на дні коробки, зніміть чотири болти з кронштейна, за допомогою підйомного механізму підніміть подрібнювач на певну висоту від дна коробки, зручну для встановлення опор. Встановіть умову: опустіть подрібнювач на підлогу за межами коробки.

Подрібнювач м'яса безперервної дії допускається перевозити в упакованому та збереженому стані всіма видами транспорту відповідно до чинних Правил перевезень.

Упакований подрібнювач можна зберігати під навісом на складі або на території. Подрібнювач безперервної дії без тари допускається зберігати тільки в приміщеннях 4 категорії.

Якщо подрібнювач м'яса буде зберігатися більше 18 місяців, її необхідно повторно консервувати.

Транспортування машини до місця монтажу здійснюється механізованим транспортом або спеціальними санчатами. Для пересування по цеху використовується спеціальний візок з гумовими колесами вантажопідйомністю від 0,5 до 3 т. Візок пересувається вручну, а якщо вантаж важкий, то за допомогою електромобіля.

Подрібнювач вертикально перемішуються при навантаженні і розвантаженні із залізничного та автомобільного транспорту, підйомі на фундаменти, міжповерхові та антресолі.

Перед підняттям вантажу його піднімають, тобто підвішують до гака підйомно-транспортної машини чи механізму. Стропи можна кріпити не тільки до найбезпечнішої частини вантажу (рами), а й до дерев'яних саней під машину, шурупів до вантажу тощо.

Довжина гілок стропа повинна бути такою, щоб кут між гілками та вертикаллю не перевищував 60° , а кут між гілками стропа — 90° . Завантажувальний гак розташований приблизно над центром ваги безперервного фаршу, який необхідно підняти. Під час підйому підвішеного вантажу це

запобігає природному ковзанню стропа вздовж підвішеного вантажу у випадку, якщо підвішений вантаж втрачає рівновагу. Стрілки вказують напрямок «вгору», а знаки та написи вказують на спеціальні повідомлення.

3.2.2 Основні технічні умови на ремонт подрібнювача м'ясного фаршу безперервної дії

При підготовці подрібнювача м'яса ремонту [17–19] слід дотримуватись заходів, які забезпечують збереження деталей і унеможливають їх заміну деталями інших вузлів технічного пристрою. Розбирання машини проводять у певному порядку: спочатку розбирають привід і робочий орган. При укладанні розібраних деталей їх укладають на спеціальні дощечки з плічками.

Розбираючи машину, визначте ступінь зносу деталей. Перед ремонтними роботами очистіть і знежирте деталі. Зробіть таку саму відмітку на іншій частині, використовуючи пробійник. Величина зносу визначається стандартними методами. Шпонковий паз повинен мати чисті, без плям паралельні стінки, розміри яких перевіряються за шаблоном. Перевіряючи стан різьбових з'єднань, звертайте увагу в першу чергу на цілісність обертання різьби. Пошкодження різьби понад 1,5 витка неприпустимо. Незначні дефекти різьбових з'єднань виправляють мітчиками або плашками. Подовження нитки не повинно перевищувати 0,5 кроку на 10 ниток. На поверхні гайок і болтів не повинно бути вм'ятин.

Для деталей, які потребують ремонту, на місця, які потребують ремонту, наноситься звичайна фарба (зелена або жовта). Відбраковані частини зафарбовують червоною фарбою.

Результати огляду та перевірки дефектів записуються у спеціальний дефектний лист. Списки дефектів використовуються для визначення обсягу та змісту робіт з ремонту обладнання та для того, щоб документувати, які частини необхідно замінити або відремонтувати, які матеріали потрібні для ремонту та скільки буде коштувати ремонт обладнання.

3.2.3 Технічна експлуатація подрібнювача м'яса марки А1-ФКЕ

Подрібнювач м'яса А1-ФКЕ поставляється в зібраному вигляді згідно з описом поставки.

Порядок підготовки подрібнювача м'яса А1-ФКЕ до роботи такий:

- Прочитати інструкцію з експлуатації;
- Видалити антисептичну мастило;
- Провести необхідну санітарну обробку на подрібнювачі м'яса А1-ФКЕ;
- перевірити стан електропроводки;
- Виміряти опір заземлення підключеного до подрібнювача м'яса А1-ФКЕ від контуру заземлення магазину;
- Якщо необхідно, просушіть головний електродвигун (особливо під час тривалого зберігання або якщо робота була перервана більше ніж на один тиждень в умовах високої вологості). Причина сухості - недостатній опір ізоляції. Після висихання опір ізоляції має бути не менше 0,5 МОм;
- Перевірити роботу та правильність підключення електродвигуна подрібнювача м'яса А1-ФКЕ;
- перевірити роботу блокування;
- Після перевірки працездатності механізму вимкніть м'ясорубку А1-ФКЕ і встановіть запасні частини;

Обслуговує подрібнювач А1-ФКЕ один працівник 4-го розряду кваліфікації.

Налагодження оптимального режиму роботи подрібнювача м'яса А1-ФКЕ проводиться навченими механіками на м'ясопереробних підприємствах.

Для виробництва різних видів ковбасних виробів подрібнювач м'яса А1-ФКЕ може бути оснащена різними варіантами заміни запасних частин відповідно до технічних умов ковбасного виробництва.

Технічний контроль і випробування машини А1-ФКЕ. Індивідуальні випробування обладнання в режимі холостого ходу проводяться установником у присутності технічного нагляду замовника. Результати випробування обладнання

на холостому ході документуються як основа для випробування обладнання під навантаженням.

Індивідуальні навантажувальні випробування обладнання проводить комісія, яка призначається загальним наказом керівника підприємства та керівника генпідрядника.

При випробуванні обладнання під навантаженням перевіряється правильність взаємодії окремих вузлів і деталей, робота систем змащення і охолодження, встановлюється герметичність окремих вузлів і з'єднань трубопроводів, при цьому робота з'єднань перевіряється також апаратура керування та автоматики, встановлена на машині, що випробовується.

У цьому випадку машина працює в режимі холостого ходу протягом 10 хвилин.

Подрібнювач запускається та зупиняється кнопкою, розташованою на станині змішувача, але живильний насос змішувача не можна ввімкнути раніше, ніж двигун подрібнювача (електричний інтерфейс багатофункціональної машини (залежно від способу блокування)). Під час роботи з машиною дотримуйтесь наступних вказівок: Звертайте увагу на стан крайових поверхонь ножових дисків і час від часу виконуйте профілактичне обслуговування.

Зніміть конвеєр для фаршу, залийте його зовні окропом, підніміть і потрясіть, щоб звільнити його від фаршу.

Потім приєднайте лінію подрібнення і продезінфікуйте саму машину.

Спочатку налейте в бункер холодну воду, а потім гарячу воду і почистіть машину 2-3 хвилини з увімкненим двигуном подрібнювального механізму.

Використовувати для віджимання фаршу з конвеєра фаршу категорично забороняється.

Якщо ви розбираєте ріжучий механізм подрібнювача під час роботи, переконайтеся, що диск ножа прикріплений до тієї ж поверхні за замовчуванням під час повторного складання. Після 300-400 тонн виробництва торець (прилегла грань) ножового диска використовується шляхом повороту ножового диска на 1800°. Дотримуйтесь інструкцій зі складання ріжучого набору, наведених вище,

навіть якщо під час наступної роботи машини працюєте з протилежною ріжучою кромкою.

Після вироблення 300-400 тонн продукту з протилежного боку ріжучий комплект знімають і відправляють на заточування.

Рухомі та нерухомі ножові диски заточують шляхом двостороннього полірування торців до чистоти $\nabla 8$ відповідно до вказівок монтажної схеми.

Підрізні ножі заточуються по передній кромці зубів після 500-600 тонн виробництва.

Загострювати серповидний ніж після 6—7 змін роботи машини.

Не можна перегрівати ножовий диск під час заточування набору.

Нерухомий і рухомий ножові диски з обох кінців відполіровані до шорсткості поверхні 0,63.

У підрізного ножа заточує тільки передню сторону.

Загострити тильну сторону серповидного ножа.

Технічне обслуговування деталей комплексу (електродвигунів) повинно проводитися згідно з паспортом постачальника (виробника).

4. Моделювання і дослідження ножа машини марки А1-ФКЕ

4.1 Теоретичні дослідження моделі різання м'яса в ножовому подрібнювачі

Розроблення 3D моделі у SolidWorks [9] починається із формування базового елементу і подальшого додавання чи видалення основного матеріалу. При цьому спочатку будують ескіз твірної на площині, який підлягає перетворенню у тверде тіло (рис. 4.1). В арсеналі SolidWorks повний комплект функцій для втілення можливих геометричних побудов, а при потребі - редагування. Основна вимога, яка пред'являється SolidWorks до ескіза у процесі роботи з твердими тілами, - це замкненість і відсутність самопересікань контура.

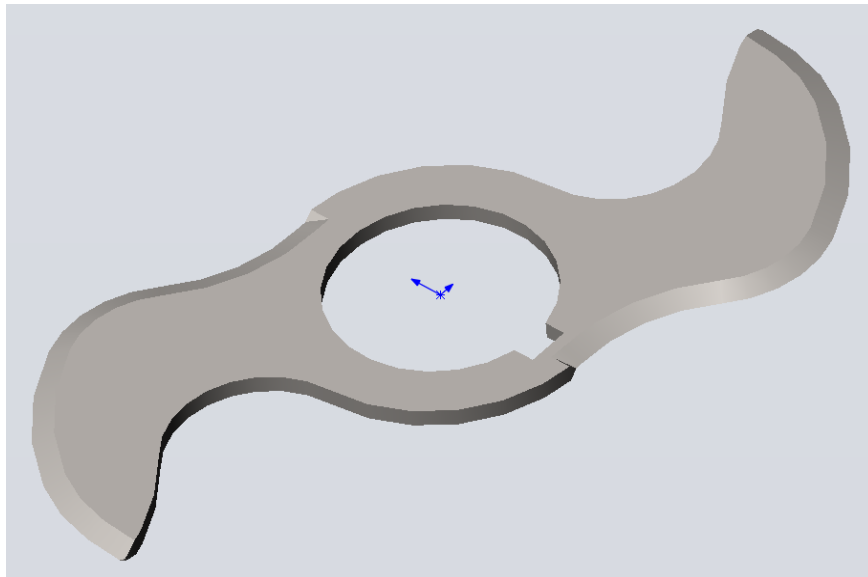


Рис. 4.1. 3D модель базової конструкції ножа

У процесі створенні контура відсутня необхідність точно дотримуватися необхідних розмірів, найважливішим на початку є задати положення його елементів одного відносно іншого. Завдяки тому, що формований ескіз побудований на параметричних залежностях, для кожного елементу задають необхідні розміри. Також для елементів, які відносяться до контура, можуть бути складені обмеження на розташування та на зв'язки із іншими елементами (рис. 4.2).

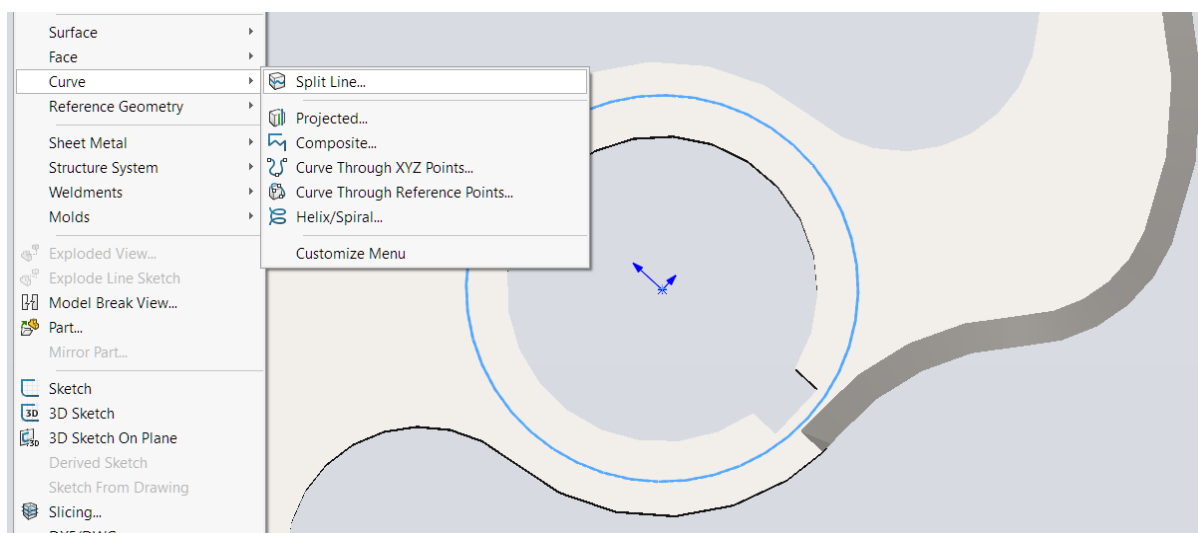


Рис. 4.2. Підготовка геометрії ножа до розрахунку (встановлення лінії роз'єму)

Після створення ескізу формується 3D модель. SolidWorks [10] містить засоби твердотілого моделювання, що ґрунтуються на поетапному додаванні або відніманні базових конструктивних елементів. Ескіз для формування базового елемента створюють на будь-якій робочій площині. У процесі створення твердотільної моделі ножа використано витискання заданого контура; далі за допомогою інструменту «виріз по траєкторії» формуються робочі профілі ріжучих кромки .

Параметри конструктивних елементів можна змінювати, тому ви можете будь-коли змінити параметри ескізу або базового тіла та перебудувати модель.

Дослідження міцності проводяться в SolidWorks Simulation для визначення кріплень, навантажень і властивостей матеріалу, а потім аналізують модель для відображення бажаних результатів деталей. Після завершення етапу інформація автоматично зберігається та відображається в дереві дослідження Simulation.

Навантаження для ножа задаємо по ріжучій кромці. Фіксацію вибираємо по внутрішньому отворі проковзування, по боках шпонки і відділених круглих елементах бокових сторін ножа – фіксоване (рис. 4.3).

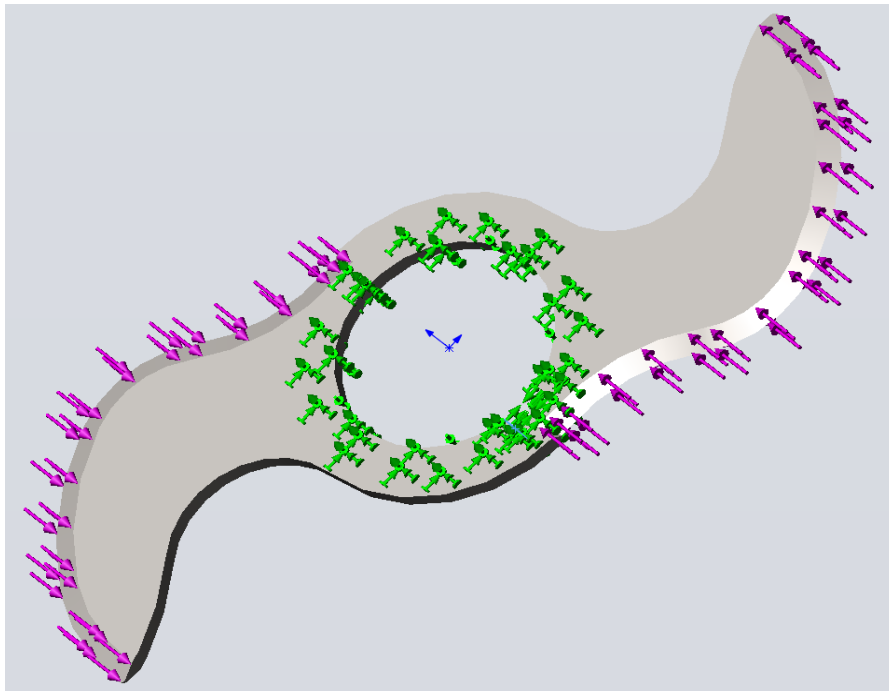


Рис. 4.3. Схема навантажень на ножі

Сітку сформуємо середньої точності криволінійного типу (рис. 4.4)

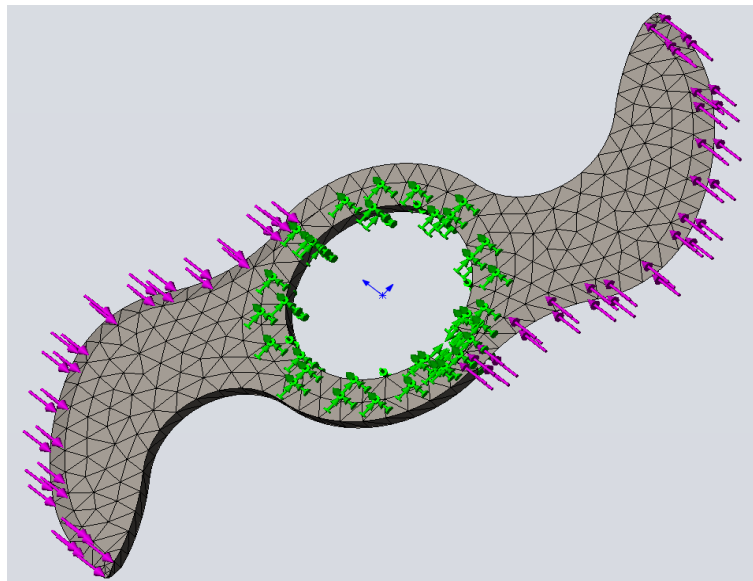


Рис. 4.4. Розрахункова сітка.

За основний матеріал візьмемо AISI 304 (рис. 4.5).

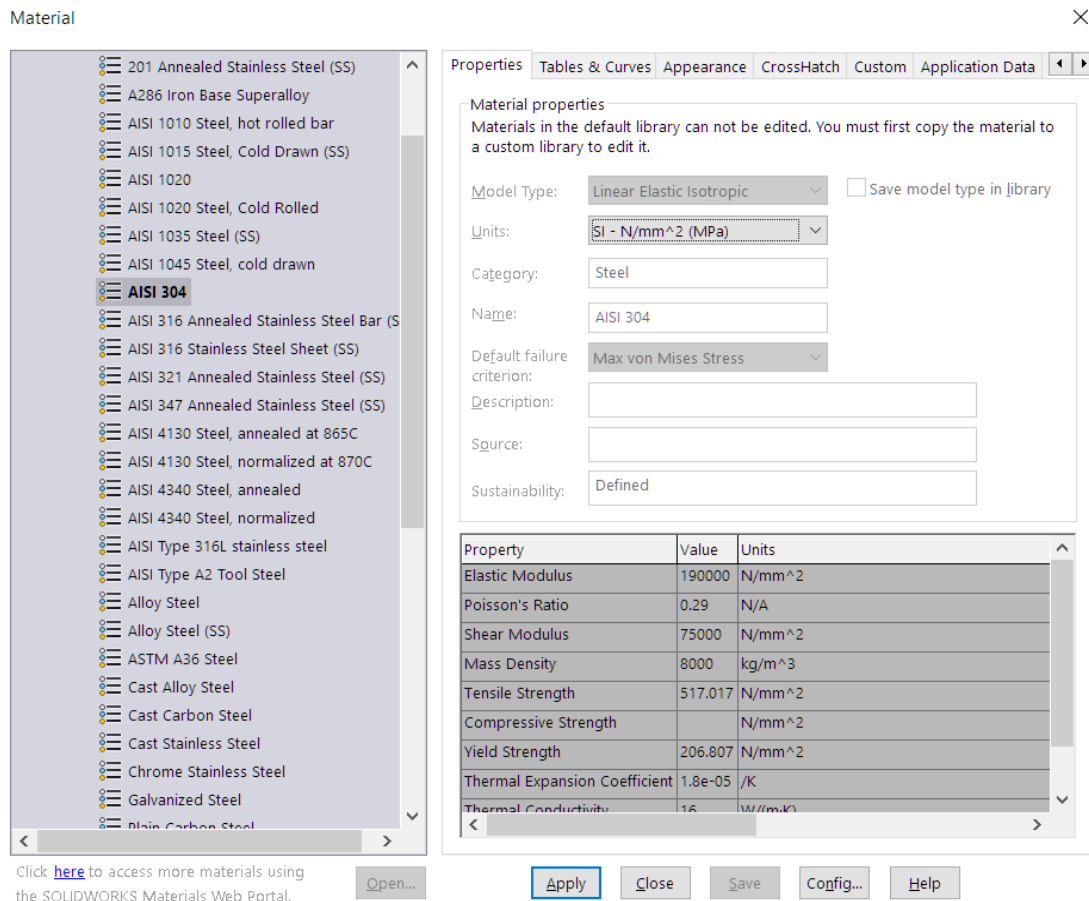


Рис. 4.5. Характеристики сталі AISI 304 для виготовлення ножів.

Для виготовлення ножів проаналізуємо три варіанти конструкції: одну з суцільним ножовим полотном, два – з вифреззованими пазами. Першим змодельуємо конструктивне рішення ножів без пазів.

Нижче подано масові і геометричні характеристики ножа.

Density = 8000 kilograms per cubic meter

Mass = 0.219107 kilograms

Volume = 0.000027 cubic meters

Surface area = 0.016965 square meters

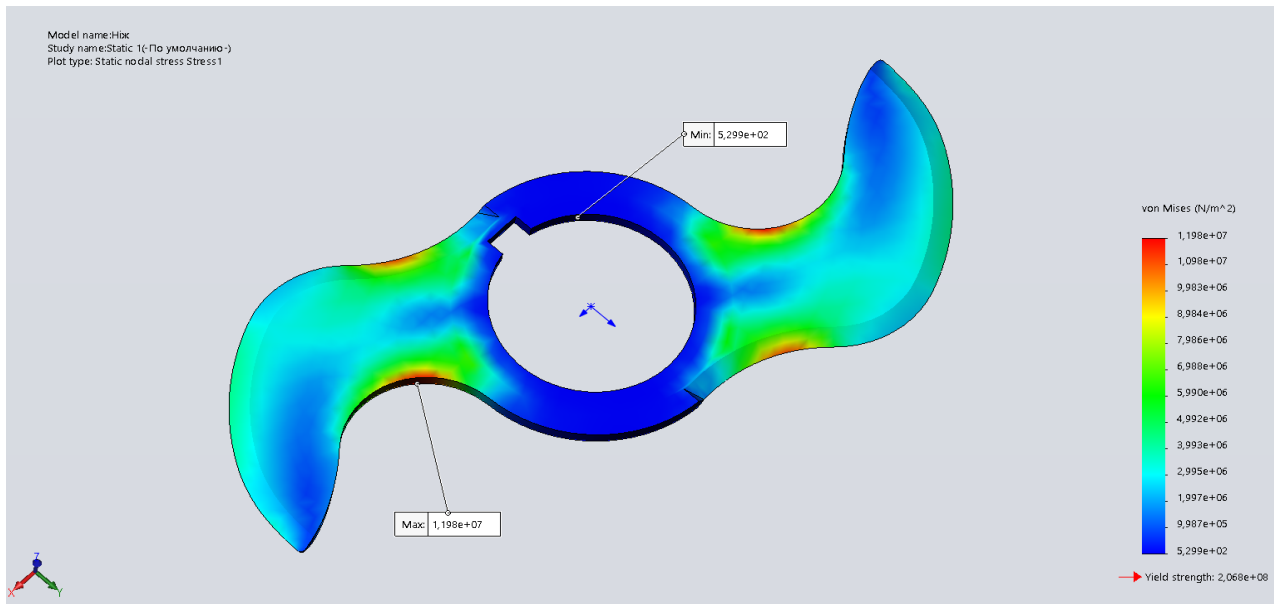


Рис. 4.6. Епюра напружень за фон Мізесом для ножа без перфорації діаметром 100 мм товщиною 4 мм зі сталі AISI 304

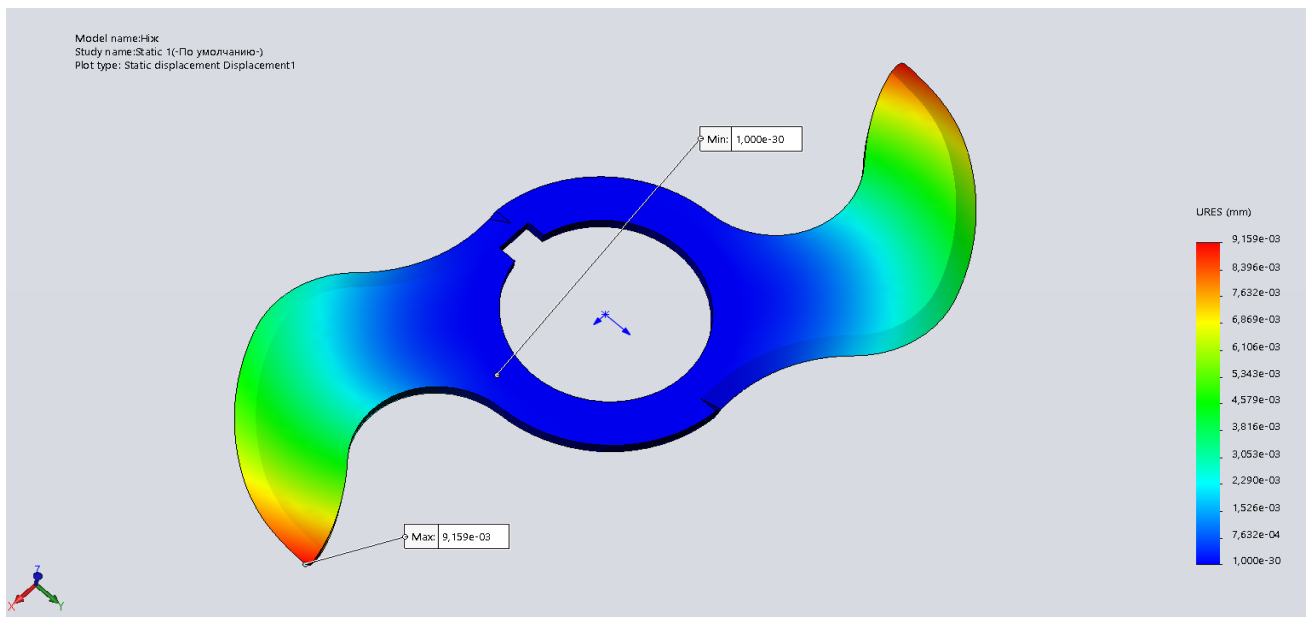


Рис. 4.7. Статичне переміщення для ножа без перфорації діаметром 100 мм товщиною 4 мм зі сталі AISI 304

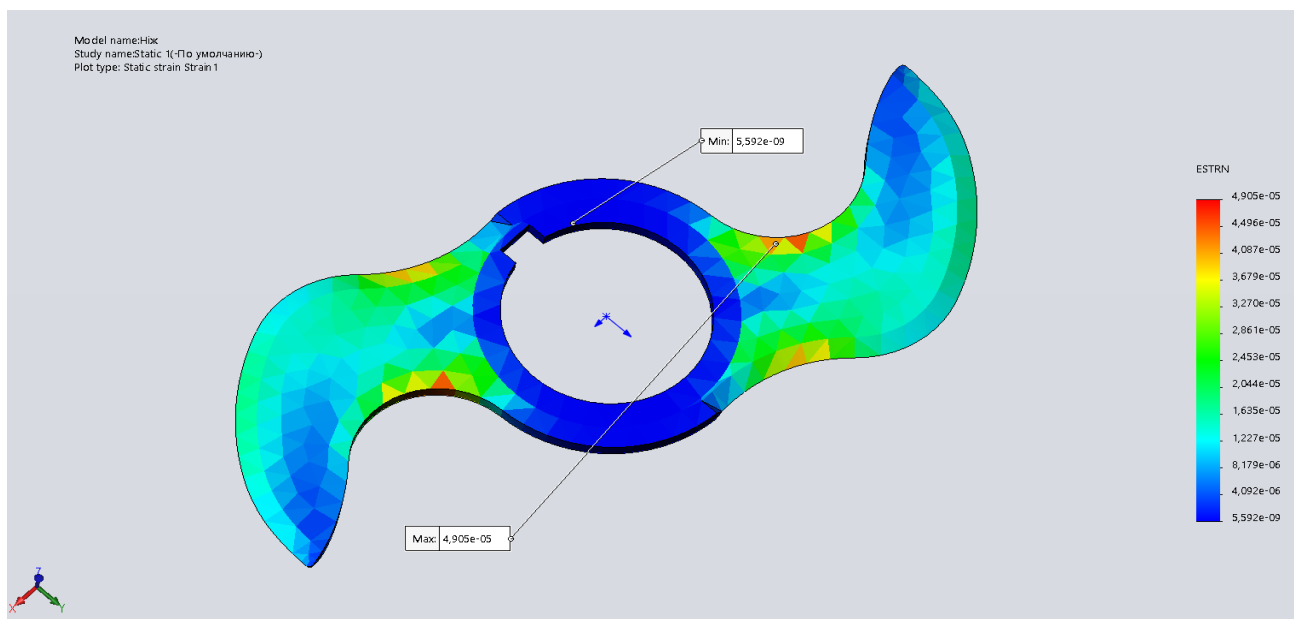


Рис. 4.8. Статична деформація для ножа без перфорації діаметром 100 мм товщиною 4 мм зі сталі AISI 304

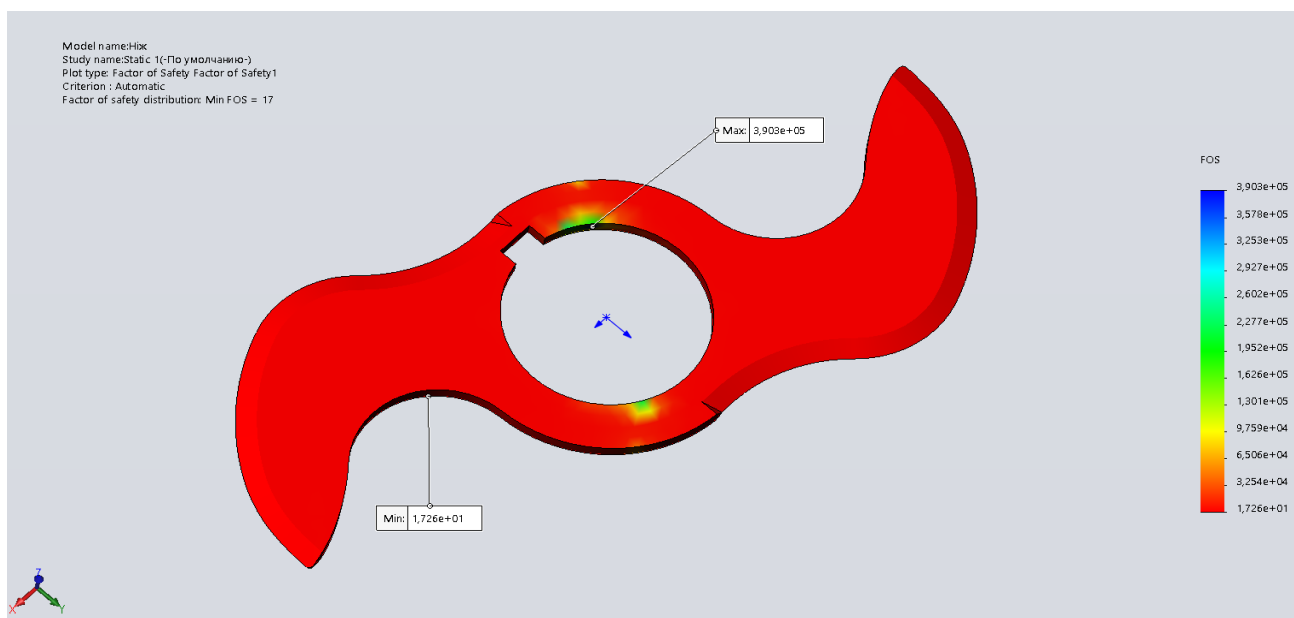


Рис. 4.9. Коефіцієнт запасу міцності для ножа без перфорації діаметром 100 мм товщиною 4 мм зі сталі AISI 304

Зведемо в таблицю 4.1 екстримальні переметри досліджених величин.

Таблиця 4.1

Результати дослідження ножа без перфорації діаметром 100 мм товщиною 4 мм
зі сталі AISI 304

Параметр	Мінімум	Максимум
Напруження за фон Мізесом	529.87	11978897.0
Статичне переміщення	0	0.00915887021
Статична деформація	5.59167601e-09	4.90481179e-05
Коефіцієнт запасу міцності	17.26	390296.9

Схема навантаження ножа з двома суцільними пазами аналогічна.
Сформована розрахункова сітка представлена на рис. 4.10.

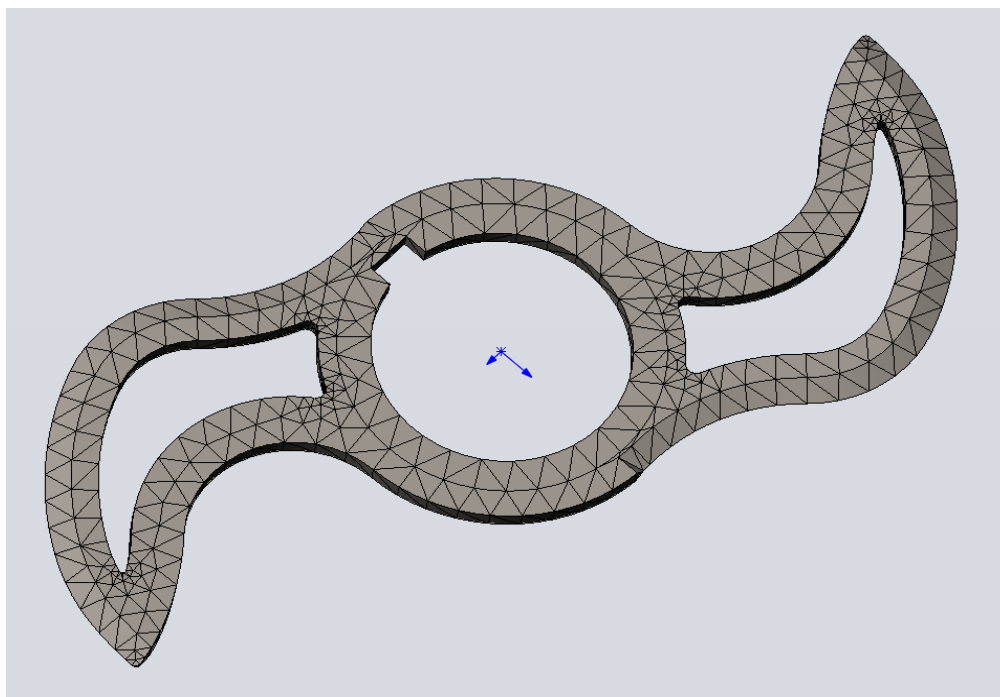


Рис. 4.10. Розрахункова сітка ножа з двома суцільними пазами.

Використовуючи інструмент вимірювання SolidWorks, визначимо масові і геометричні характеристики ножа і подамо нижче.

Density = 8000 kilograms per cubic meter

Mass = 0.163979 kilograms

Volume = 0.00002 cubic meters

Surface area = 0.014835 square meters

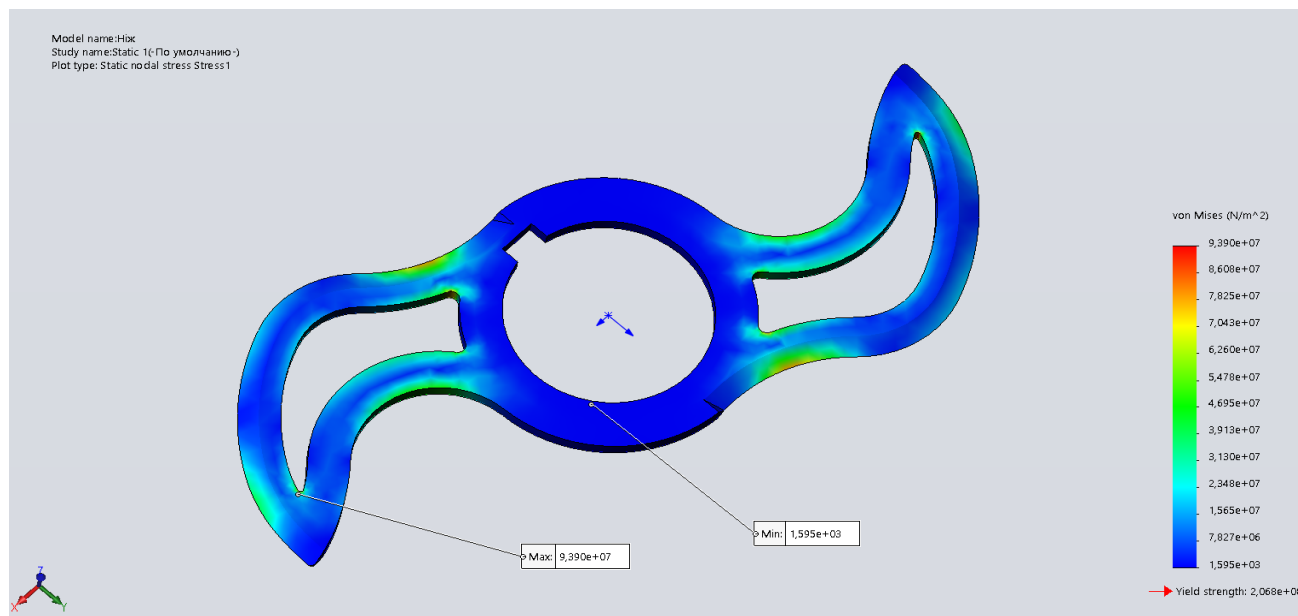


Рис. 4.11. Епюра напружень за фон Мізесом для ножа з двома суцільними пазами діаметром 100 мм товщиною 4 мм зі сталі AISI 304

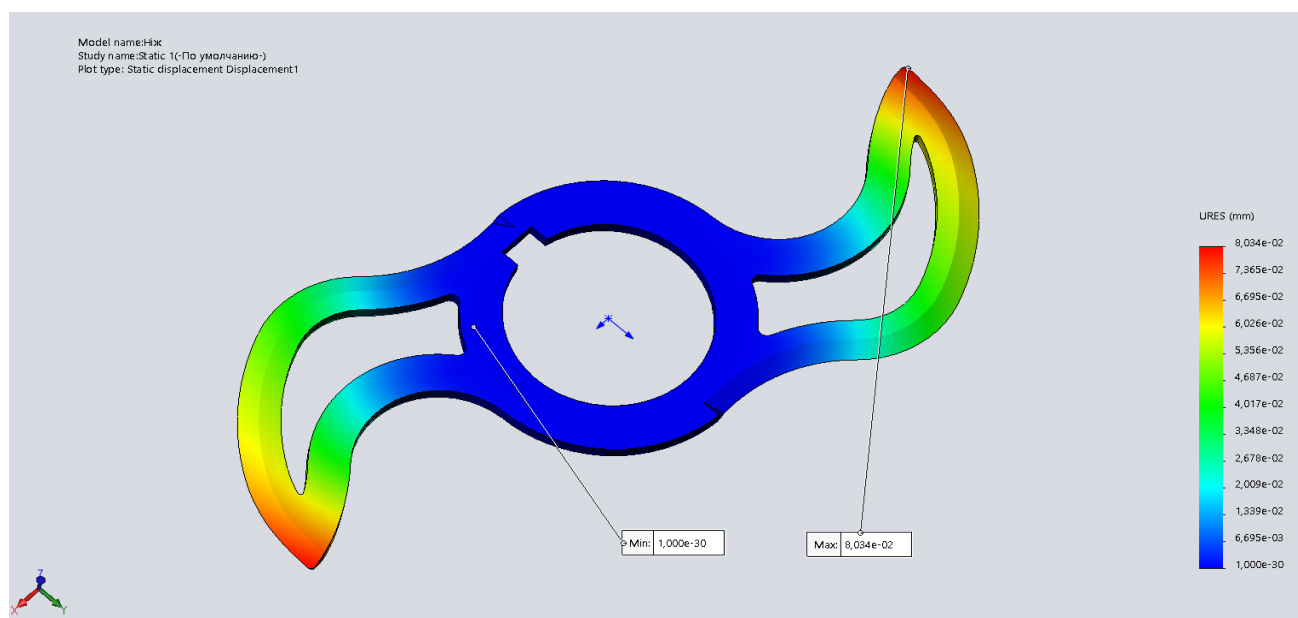


Рис. 4.12. Статичне переміщення для ножа з двома суцільними пазами діаметром 100 мм товщиною 4 мм зі сталі AISI 304

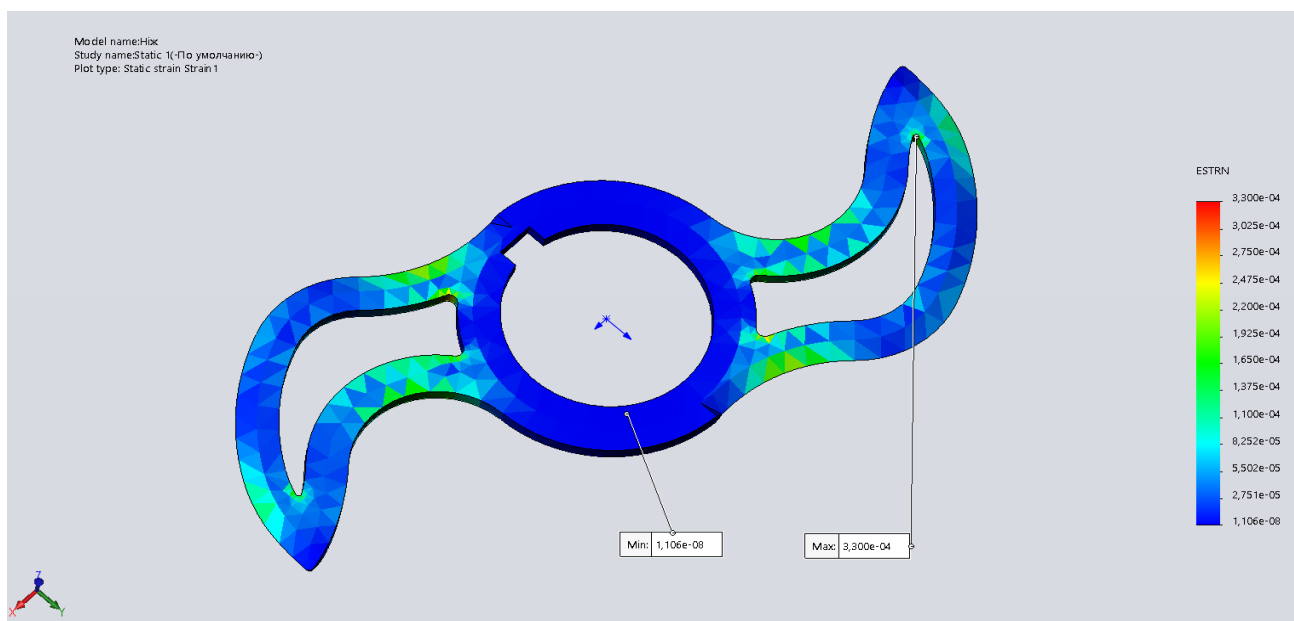


Рис. 4.13. Статична деформація для ножа з двома суцільними пазами діаметром 100 мм товщиною 4 мм зі сталі AISI 304

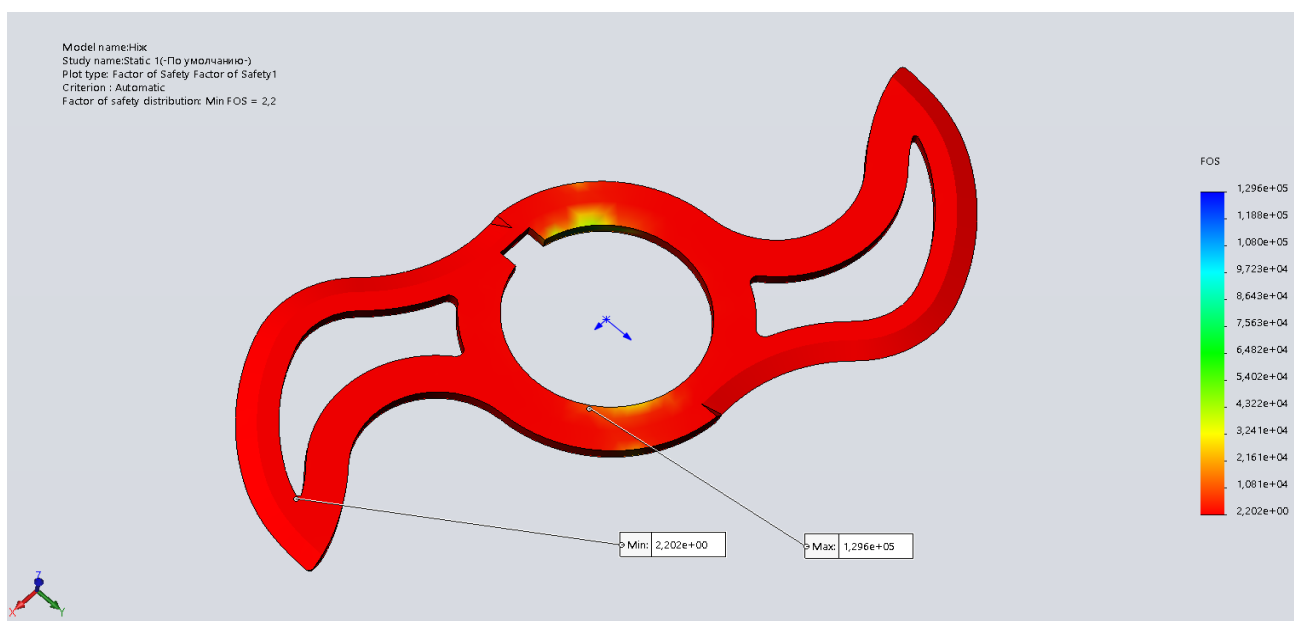


Рис. 4.14. Коефіцієнт запасу міцності для ножа з двома суцільними пазами діаметром 100 мм товщиною 4 мм зі сталі AISI 304

Зведемо в таблицю 4.2 екстримальні переметри досліджених величин для ножа з двома суцільними пазами.

Таблиця 4.2

Результати дослідження ножа з двома суцільними пазами діаметром 100 мм товщиною 4 мм зі сталі AISI 304

Параметр	Мінімум	Максимум
Напруження за фон Мізесом	1595.19	93904800
Статичне переміщення	0	0.0803404972
Статична деформація	1.10604379e-08	0.000330040406
Коефіцієнт запасу міцності	2.20230508	129643.4453125

Схема навантаження ножа з двома сегментованими пазами аналогічна до двоох попередніх випадків. Сформована розрахункова сітка представлена на рис. 4.15.

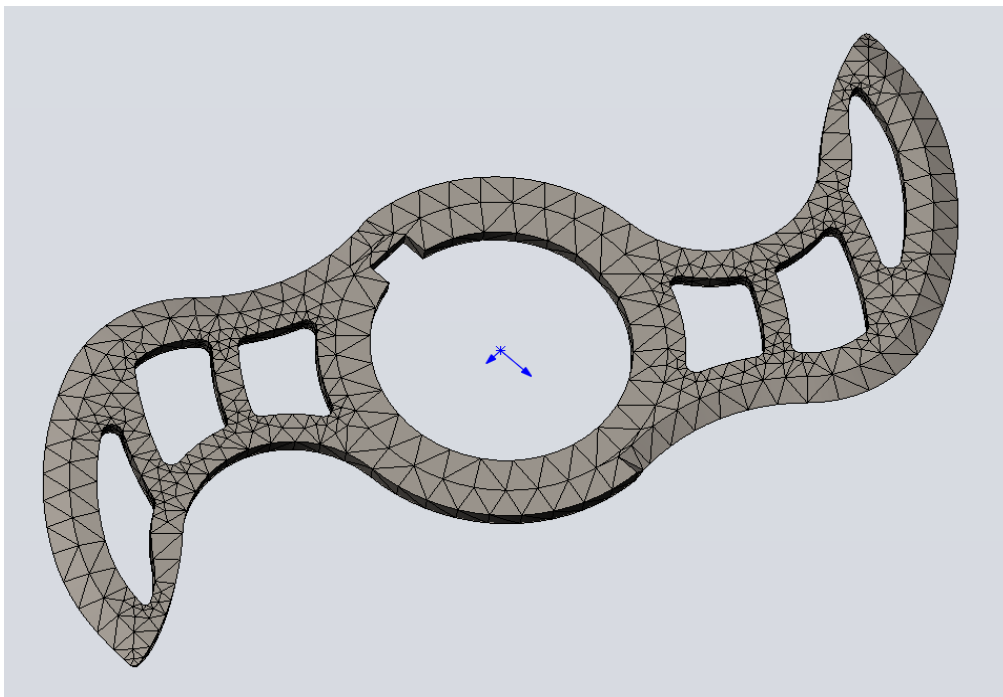


Рис. 4.15. Розрахункова сітка ножа з двома сегментованими пазами.

Використовуючи інструмент вимірювання SolidWorks, визначимо масові і геометричні характеристики ножа і подамо нижче.

Density = 8000 kilograms per cubic meter

Mass = 0.160698 kilograms

Volume = 0.00002 cubic meters

Surface area = 0.015115 square meters

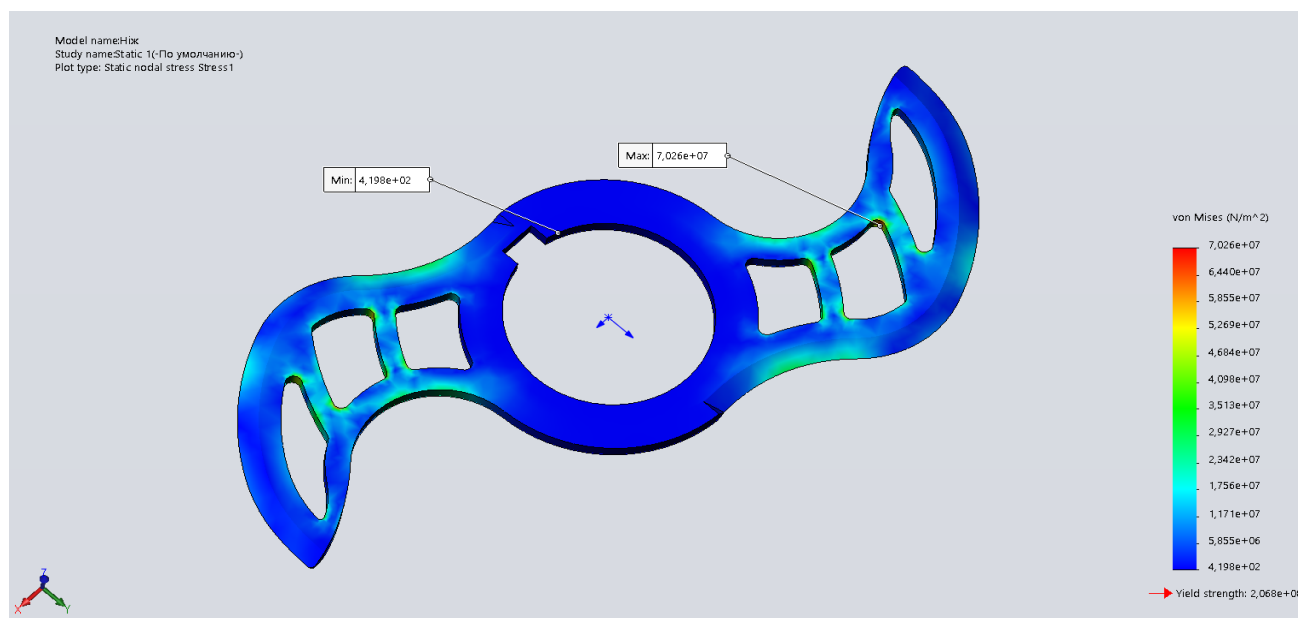


Рис. 4.16. Епюра напружень за фон Мізесом для ножа з двома сегментованими пазами діаметром 100 мм товщиною 4 мм зі сталі AISI 304

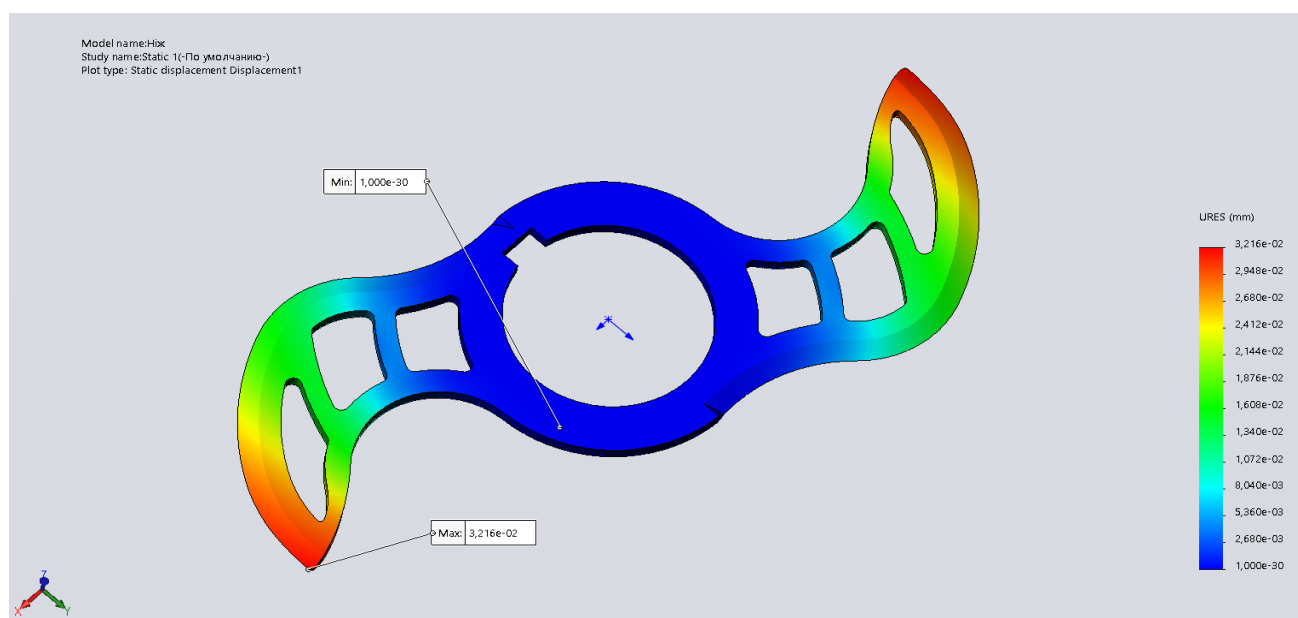


Рис. 4.17. Статичне переміщення для ножа з двома сегментованими пазами діаметром 100 мм товщиною 4 мм зі сталі AISI 304

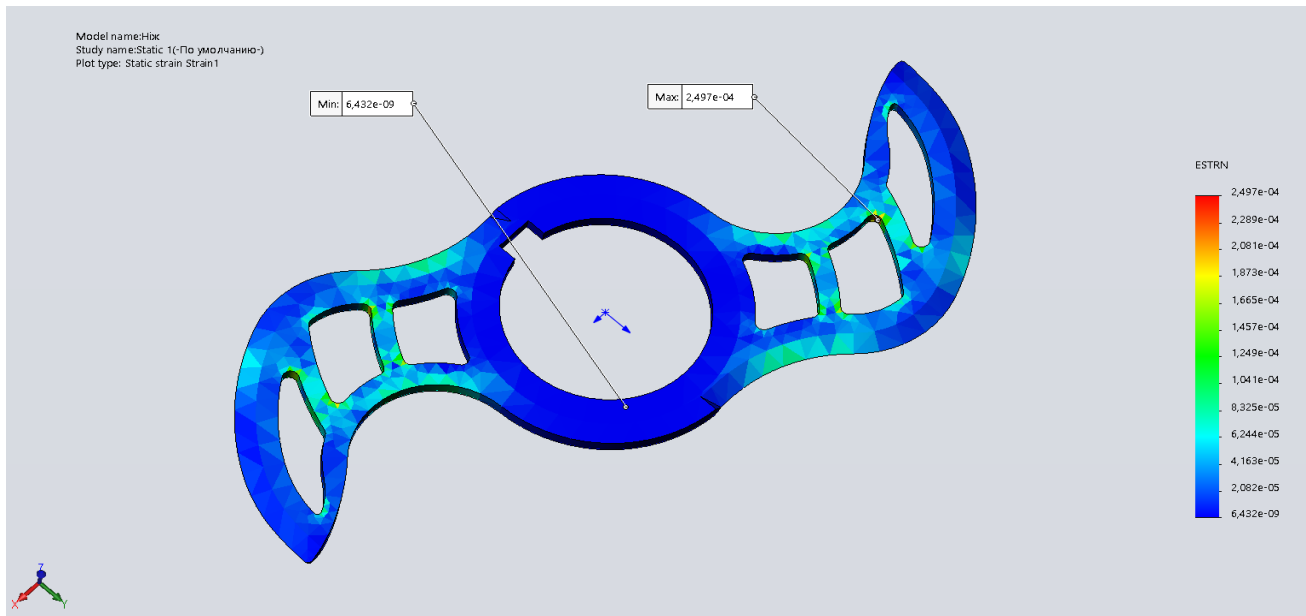


Рис. 4.18. Статична деформація для ножа з двома сегментованими пазами діаметром 100 мм товщиною 4 мм зі сталі AISI 304

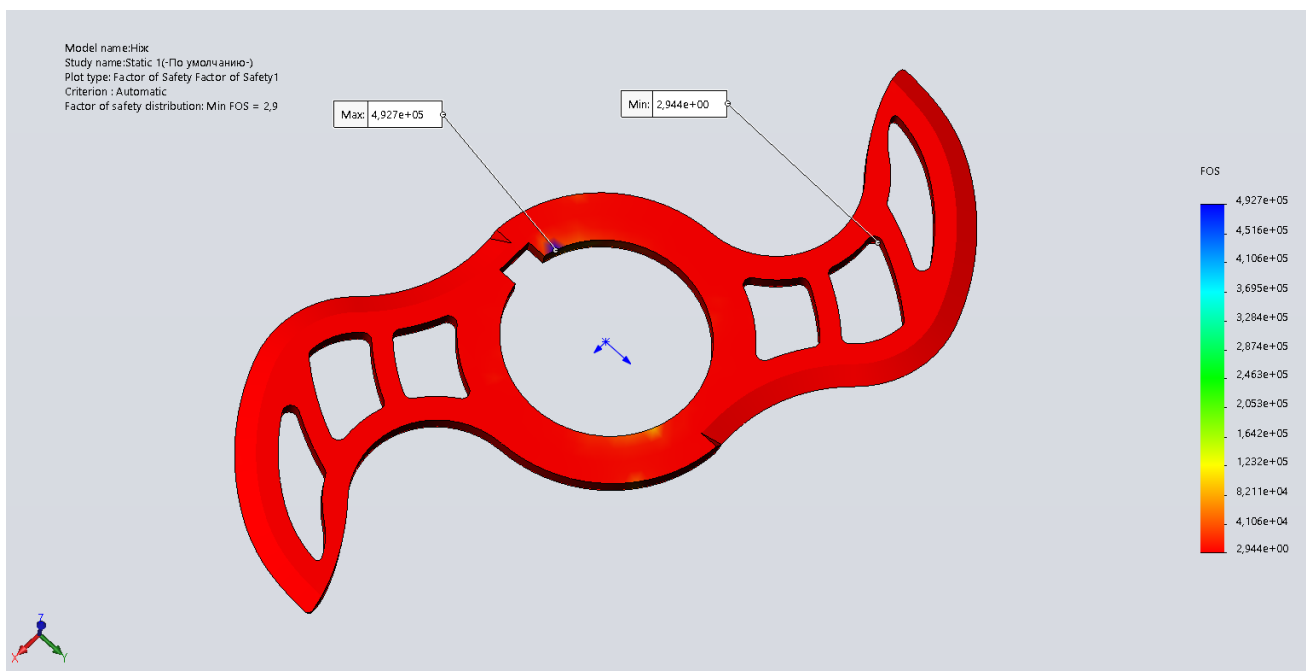


Рис. 4.19. Коефіцієнт запасу міцності для ножа з двома сегментованими пазами діаметром 100 мм товщиною 4 мм зі сталі AISI 304

Зведемо в таблицю 4.3 екстримальні переметри досліджених величин для ножа з двома сегментованими пазами.

Таблиця 4.3

Результати дослідження ножа з двома сегментованими пазами діаметром 100 мм товщиною 4 мм зі сталі AISI 304

Параметр	Мінімум	Максимум
Напруження за фон Мізесом	419.78	70258720
Статичне переміщення	0	0.0321592912
Статична деформація	0.000249738892	6.43230713e-09
Коефіцієнт запасу міцності	2.94350672	492661.09

4.2 Аналіз отриманих результатів

Для зменшення зростання температур фаршу та зменшення енергоспоживання у процесі подрібнення доцільно зменшити площу бічної поверхні ножа. За базовий вибрали контур товщиною 4 мм, вписаний у коло діаметром 100 мм на і виконаний на базі спіралі Архімеда. Дослідили три варіанти конструкції ножа : суцільний, з двома суцільними і двома сегментованими пазами. Площа бічної поверхні відмовідно складала: 0.016965 м², 0.014835 м² та 0.015115 м². Площа другого варіанту є на 12,5% менша від базової конструкції. Площа третього варіанта відповідно на 10,9%. Аналогічно меншими є витрати потужності на тертя бічної поверхні до сировини. Також варто зазначити, що коефіцієнт запасу міцності другого варіанту, з одним суцільним пазом, є на 25% меншим від варіанту з двома сегментованими пазами. Таким чином, зменшення бічної поверхні дуже суттєво спричиняє зменшення запасу міцності. Проте для обидвох вдосконалених варіантів він залишається цілком достатнім. Тому рекомендувати до використання можна обидві оновлені конструкції, проте ножі з двома суцільними пазами краще зас осувати для м'яса з меншим питомим зусиллям різання, а з двома сегментованими пазами – для м'яса із сухожиллями і хрящами.

5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5.1. Розроблення заходів з охорони праці і техніки безпеки

5.1.1 Заходи з безпечної експлуатації технологічного обладнання лінії для виготовлення ковбасних виробів

Основи вітчизняного законодавства про охорону праці досить чітко висвітлюють питання суб'єктивного права працівника на охорону праці [20,21] , показавши, що воно містить цілий ряд прав, наприклад: на робоче місце, захищене від впливу шкідливих чи небезпечних виробничих факторів; на одержання достовірної інформації від чи роботодавця державних і суспільних органів про стан умов і охорони праці; на навчання безпечним методам і прийомам праці за рахунок засобів роботодавця; на відмовлення без яких-небудь необґрунтованих наслідків для його від виконання робіт у випадку виникнення безпосередньої небезпеки для його життя і здоров'я до усунення цієї небезпеки й ін.

Виробництво ковбасних виробів забезпечується за допомогою наступного технологічного обладнання: конвейєрний стіл, волчок, фаршемішалка, насос для фаршу, кутер, ножовий подрібнювач, підйомники, фасувальний автомат.

Потенційними джерелами виникнення нештатних ситуацій при експлуатуванні конвейєрного столу являються механічна частина (власне конвейєр) та електрична частина (електродвигун приводу конвейєра). Всі рухомі частини, а зокрема точки стику зі столом повинні бути надійно закритими захисними кожухами. Електричні контакти ввиду підвищеної вологості в цеху повинні бути заізовані, а стіл і двигун – заземленими.

Волчок і кутер відносяться до високооборотного технологічного обладнання з електричним приводом. Всі рухомі елементи даних машин повинні бути закриті кожухами, а елементи електроприводу – заізовані в точках електричних контактів і заземленими. Для мінімізації і уникнення шкідливої дії вищеназваних чинників передбачається встановлення засобів шумо- і віброізоляції.

Робочі елементи фаршемішалок та ножового подрібнювача конструкційно розміщуються в закритому просторі тому явної небезпеки не становлять.

Елементи передач приводу даних машин слід закрити захисними кожухами, а корпуси заземлити.

Ножовий подрібнювач повинен обслуговуватись одним робітником, не молодшим 18 р. що пройшов медогляд, спеціальний інструктаж правил техніки безпеки і виробничої санітарії, що діють на м'ясокомбінаті, а також навчання безпечним методам роботи на кутері. Робітник повинен бути забезпечений спецодягом, спецвзуттям. Не допускаються до роботи люди у нетверезому, або хворобливому стані. Робота дозволяється лише на повністю справному обладнанні. На робочому місці повинна бути затверджена інструкція по техніці безпеки, з якою робітник повинен бути ознайомлений. У цеху повинна бути аптечка першої медичної допомоги. Протипожежний щит повинен бути обладнаний згідно правил.

Перед початком роботи необхідно перевірити справність всіх механізмів, усунути сторонні предмети з чаші і перевірити роботу машини на холостому ходу; перевірити надійність заземлення і справність кінцевих вимикачів. Ножевий вал повинен бути обов'язково збалансованим. При виявленні несправності робітник повинен повідомити майстра цеху.

Під час роботи завантаження сировини проводити при закритих ножевих кришках. Завантаження необхідно проводити рівномірними порціями. Не дозволяється на ходу змінювати оберти чаші чи ножевого вала, оскільки це може призвести до поломки ножів. Продукт не повинен містити шматків кісток чи металевих включень.

По закінченні робочої зміни всі частини подрібнювача, що знаходились у контакті з продуктом, повинні бути очищені і промиті гарячою водою. При цьому необхідно слідкувати, щоб вода не потрапляла у електроапаратуру.

Воду і м'ясний сік необхідно злити через отвір, закритий спеціальною пробкою.

Робоче місце повинно добре освітлюватись природнім або штучним загальним освітленням. У приміщенні повинна працювати природна або механічна вентиляція.

На ПП МАСАР-АГРО встановлено триступеневий контроль за станом охорони праці на підприємстві.

- перша ступінь контролю – щоденно майстер цеху і громадський інспектор з охорони праці перевіряють стан робочих місць.

друга ступінь контролю – один раз в тиждень начальник цеху і представник комісії з охорони праці від профкому перевіряють стан охорони праці на робочих місцях.

третя ступінь контролю – один раз у місяць головний інженер, начальник цеху і представник комісії з охорони праці від профкому перевіряють стан охорони праці на робочих місцях.

При виникненні нещасних випадків розслідування ведеться згідно Положення про розслідування нещасних випадків на підприємстві.

Вимогами з безпечної насосу для фаршу передбачається якісне складання і забезпечення точності монтажу. При складанні насосу слід старанно встановлювати ущільнюючі прокладки, кільця і манжети. Основними небезпечними для людей факторами роботи насосів є вібрації та можливість ураження електричним струмом внаслідок надмірної вологості. Для мінімізації і уникнення шкідливої дії вищеназваних чинників передбачається встановлення віброізоляції і заземлення.

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

Технологічні трубопроводи повинні забезпечувати герметичність. Підтікання є недопустимим фактором, оскільки створює додаткові небезпечності для обслуговуючого персоналу (слизька підлога, підвищена вологість). Зростає імовірність падіння і отримання травм, а також ураження електричним струмом.

5.1.2 Санітарно-гігієнічні вимоги до експлуатації лінії для виготовлення ковбасних виробів

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

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

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

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

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

У виробничих приміщеннях найбільше прийнятно природне освітлення: світловий коефіцієнт (СК) повинний бути в межах 1:6 - 1:8. У побутових приміщеннях СК повинний бути не менше 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.

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, роликівих 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.

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).

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 в першу чергу відносяться ланцюгові та пасові передачі приводу технологічного обладнання, відкриті зубчаті передачі тощо.

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.

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.

Визначимо необхідний повітрообмін і його кратність для вентиляційної системи дільниці цеху, що має довжину 54 м, ширину 12 м, висоту 4,5 м. У повітряне середовище дільниці виділяється включення у кількості $P = 120$ г/год (для даного виду пилю $ГДК = 4$ мг/м³), концентрація пилю в робочій зоні $C_{p.з} = 2,8$ мг/м³, у приточному повітрі $C_{п} = 0,3$ мг/м³, концентрація пилю в повітрі, що видаляється з дільниці, дорівнює концентрації в робочій зоні ($C_{yx} = C_{p.з}$), тобто пил рівномірно розподілений у повітрі. Кількість повітря, що забирається з робочої зони місцевим відсмоктуванням, рівна $G_m = 1500$ м³/год.

Об'єм відділення цеху $V = 54 \cdot 12 \cdot 4,5 = 2916$ м³.

2. Необхідний повітрообмін

$$G_{np} = G_m + \frac{W - G_m(C_{p.з} - C_{п})}{C_{p.з} - C_{п}},$$

тобто

$$G_{np} = 1500 + \frac{120000 - 1500(2,8 - 0,3)}{2,8 - 0,3} = 48000 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$$

Кратність повітрообміну в дільниці

$$K = \frac{G_{np}}{V} = \frac{48000}{2916} = 16,46 \text{ 1/год}$$

тобто за 1 год повітря в дільниці повинно обмінюватися 16,46 раз.

5.2. Безпека у надзвичайних ситуаціях

5.2.1 Вступ

Цивільна оборона ставить перед собою такі завдання [22]:

- запобігання виникненню надзвичайних ситуацій техногенного походження і запровадження заходів щодо зменшення збитків та втрат у разі аварій, катастроф, вибухів, великих пожеж та стихійного лиха;
- захист населення від наслідків аварій, катастроф, великих пожеж, стихійного лиха та застосування засобів масового ураження;
- організація життєзабезпечення населення під час аварій, катастроф, стихійного лиха та у воєнний час;
- організація і проведення рятувальних та інших невідкладних робіт у районах лиха і осередках ураження;

Керівництво цивільною обороною ПП МАСАР-АГРО від зброї масового ураження здійснюється керівником підприємства.

Захист сировини, готової продукції, усунення аварій та наслідків надзвичайних ситуацій здійснюється групою знезаражування, аварійно-технічними ланцюгами, відділом пожежегасіння, санітарними постами. Всього зайнято в невоєнізованих формуваннях 67 чоловік.

5.2.2 Інженерний захист персоналу ПП МАСАР-АГРО та населення при надзвичайних ситуаціях

Одним із основних засобів захисту населення у надзвичайних обставинах мирного та воєнного часів є укриття людей у захисних спорудах, розташованих за місцем проживання, роботи та навчання.

Захисні споруди залежно від захисних властивостей розподіляються на:

сховища;

протирадіаційні укриття (ПРУ);

простіші укриття.

Сховищами називають інженерні споруди герметичного зразка, які забезпечують надійних захист людей від уражаючих факторів ядерного вибуху, отруйних та сильнодіючих отруйних речовин (ОР, СДОР), бактеріальних засобів (БЗ), а також високих температур і обвалів будівель.

За місцем розташування сховища можуть бути вбудованими під будинками (у підвалах) і побудованими поза будинками.

У мирний час їх використовуються під господарські приміщення. Сховище складається із основних і допоміжних приміщень. До основних відносяться приміщення для людей, тамбури, шлюзи. Допоміжними вважаються фільтровентиляційні установки, системи водопостачання, освітлення, опалення, санітарні кімнати і т.ін.

Повітря у сховища постачається за допомогою фільтровентиляційних установок (ФВУ), які працюють у трьох режимах роботи:

1. Режим чистої вентиляції – зовнішнє повітря очищається від радіоактивного пилу;
2. Режим фільтровентиляції – окрім радіоактивного пилу, повітря також очищається від отруйних речовин (ОР) та бактеріальних засобів (БЗ);
3. Режим повної ізоляції із регенерацією внутрішнього повітря – очищення повітря від вуглекислого газу (CO_2) та збагачення його киснем (O_2).

ФВУ може працювати як від електричної мережі, так і в ручному режимі.

Система водопостачання забезпечує людей водою для життя та гігієнічних потреб, вона підключена до міської мережі водопостачання. У разі припинення подачі води у сховищах повинен бути аварійний запас води з розрахунку 3 л на добу на одну особу.

Система освітлення працює від загальної електромережі. За відсутності струму використовуються ліхтарики, свічки.

Система опалення працює від загальної опалювальної мережі та інших теплових приладів.

Протирадіаційні укриття (ПРУ) призначені для захисту людей від зовнішнього гама-випромінювання та безпосереднього попадання радіоактивного пилу в органи дихання людини, на шкіру та одяг, а також світлового випромінювання ядерного вибуху. При належній міцності конструкції ПРУ в стані частково захистити від дії ударної хвилі та уламків зруйнованих будинків. Захисні властивості ПРУ в тому, що стосується проникаючої радіації, оцінюються коефіцієнтом послаблення випромінювання, який вказує, у скільки разів рівень радіації на відкритій місцевості вищий від рівня радіації у сховищі, і залежить від матеріалу, з якого побудовано ПРУ.

Простіші укриття-щілини викопують на глибину до 180-200 см, шириною 100-120 см, по дну – 80 см, із входом під кутом 90° до повздовжньої осі. Довжина визначається з розрахунку 0,5 м на одну особу. Роль та значення щілин в умовах аварії на АЕС або застосування ядерної зброї підвищується. Щілина може бути відкритою або перекритого типу. Перекриті щілини – це вдосконалені щілини, обладнані перекриттям із дерев'яних колод довжиною 240 см, боки яких обшиваються дошками. На перекриття насипається 50-60 см землі.

Захисні властивості місцевості залежать від її рельєфу, від форм місцевих предметів та їхнього розташування щодо осередку вибуху. Кращий захист забезпечують вузькі, глибокі яри. Височини із крутими схилами, земляні насипи, котловини, копри є добрим захистом від впливу уражаючих факторів ядерного вибуху.

Лісові масиви послаблюють дію усіх уражаючих факторів ядерного вибуху. Але неодмінно треба пам'ятати, що світлове випромінювання спричиняє в лісі пожежу. Окрім цього, дія ударної хвилі призводить до руйнувань і ломки дерев. За цих обставин найкраще розташовуватися на полях, галявинах і вкритих чагарниками просіках. При відсутності просік необхідно ховатися у глибині лісу на відстані 30-50 м від шляхів та просік і 150-200 м від узлісся, аби у разі пожежі зуміти швидко вибратися із лісового масиву.

При виникненні техногенної аварії на компресорній установці (аміак) або фільтрувальної станції (хлор), у цеху хімкомбінату і будь-якого ОНХ, що використовує хімічні речовини необхідно:

Оповістити працюючих на території об'єкта і людей, що живуть або працюють у районі аварії.

Процедура оповіщення розроблена заздалегідь і проводиться в такий спосіб: на всіх хімічно небезпечних об'єктах є інструкція для чергових і диспетчерів про порядок і черговість подачі сигналів, виклику на об'єкт керівного й особового складу невоєнізованих формувань ЦО, висилки транспорту і посильних.

Сигнал про аварію з викидом (виливом) СДОР, що надійшов диспетчеру підприємства, негайно доводиться до начальника ЦО об'єкта — першого керівника. Одночасно оповіщуються робітники, службовці, місцевий штаб ЦО і служби цивільної оборони. Повідомляють у міліцію і пожежну частину. Вмикаються звукові сирени в масштабі району або міста — сигнал “Увага всім!”.

Відповідно до рішення начальника ЦО об'єкта організуються роботи з ліквідації осередку ураження. У першу чергу для проведення аварійно-відбудовних і рятувальних робіт залучаються свої об'єктові формування: охорони суспільного порядку, протипожежні, медичні, протихімічного і протирадіаційного захисту, а потім, у залежності від масштабу аварії, прибувають і включаються в роботу формування міста або області.

Ізолювати район аварії в радіусі 200 м і більше (задача міліції).

Терміново організувати евакуацію працюючих із цеху або всього населення на відстань до 5 км з урахуванням кількості і характеру СДОР і напрямку вітру. Евакуація може бути вертикальною — на 5-10 поверхи при виході хлору і горизонтальною в інших випадках.

Спеціальна служба і ланки хімічної розвідки проводять оцінку масштабів аварії, виявляють вид СДОР і концентрацію її на місцевості. Керівництво об'єкта, штаб ЦО оцінюють обстановку, прогноз і виносять своє рішення.

Наявність і індикацію СДОР у повітрі можна визначити за допомогою різноманітних приладів (газоаналізаторів та ін.). Наприклад, при використанні

універсального газоаналізатора (УГ-2) по зміні кольору індикаторного порошку можна визначити вид СДОР:

- а) при наявності хлору — порошок стає червоного кольору;
- б) при наявності аміаку — синього;
- в) при наявності сірководню — коричневого.

Першу медичну допомогу в перші хвилини надають люди в порядку само- і взаємодопомоги — виносять на свіжий струмінь повітря з забрудненого помешкання, при необхідності роблять штучне дихання, зігрівають, промивають шкірні покриви і видимі слизові. Крім того, першу медичну допомогу надають СП, СД, ОСД і медробітники МНС, закріплені за даним об'єктом. Про це необхідно докладно знати.

Обсяг першої медичної допомоги при хімічному ураженні.

Якнайраніше надягання протигаза на себе і на ураженого. При цьому звернути увагу на шкіру обличчя, якщо на ньому є сліди ОР, СДОР (краплі, маслянисті плями), необхідно опрацювати її вмістом ІПП-8, тобто провести фрагмент часткової санітарної обробки і тільки потім надягати протигаз. Протигази повинні відповідати характеру СДОР:

- при ОР типу зарин, зоман, V-гази й ін. ФОР, а також ОР шкірнонаривної дії можуть застосовуватися будь-які фільтруючі протигази: ЦП-4, ЦП-5, ЦП-7, загальновійськові;
- при аварії з виходом хлору, аміаку краще застосовувати ізолюючі протигази (ІП-46), хоча можна звичайні фільтруючі на короткий час;
- для захисту від чадного газу (СО) використовують фільтруючі протигази з приєднаними до них гопкалітовими патронами;
- можливе використання промислових протигазів із коробками різноманітних марок — “А”, “У”, “Г”, “Е”, “КД”, “БКФ”, “М”, “З”. Такі протигази захищають далеко не від усіх СДОР, а конкретно від якої-небудь ОР, що виробляється або використовується на даному підприємстві. Час дії коробки від 1 до 3 годин, у залежності від концентрації СДОР і марки коробки.

При необхідності і наявності таких можна скористатися шланговими протигазами (ПШ-1, ПШ-2). Декілька слів про останні.

Шлангові протигази — найбільш прості прилади ізолюючого типу. Принцип їхньої дії складається в тому, що повітря для дихання забирається з чистої зони на визначеній відстані від працюючої людини (від 10 до 40 м) або попередньо очищується. Ними зручно користуватися при виконанні ремонтних і очисних робіт усередині різноманітних ємкостей, підземних сховищ і підвальних помешкань, де накопичуються пара СДОР. По засобі подачі повітря для дихання шлангові протигази діляться на самовсмоктуючі (ПШ-1) і з примусовою подачею повітря (ПШ-2). Останній має електроручну повітродувку і може обслуговувати відразу двох людей.

Крім того, для захисту від СДОР на багатьох об'єктах широко використовують промислові фільтруючі респіратори. Вдихуване повітря очищається від домішок паро- і газоподібних СДОР у респіраторах за рахунок протікання фізико-хімічних процесів, а від аерозольних домішок — завдяки фільтрації його через волокнисті матеріали. З цією метою застосовуються респіратори протигазові патронного типу (із фільтруючих елементів у виді патрона) — РПГ-67, і респіратор універсальний — РУ-60М.

Такими фільтруючими респіраторами можна скористатися при аварії з виходом в атмосферу таких СДОР: ацетон, бензол, ефіри, оксид сірки, сірководень, аміак, пара ртуті й ін. Тривалість захисної дії від 0,5 години до 15-20 годин.

Промисловістю, зокрема ВНПО “Респіратор” м. Донецька, серійно випускаються респіратори фільтруючого й ізолюючого типу, що дозволяють автономно перебувати людині в забрудненій СДОР атмосфері, надавати допомогу при дихальній недостатності зокрема у вугільній промисловості. До них відносять “Гірскорятувальники – 10, 11”, “Саморятувальники ізолюючі” – СІ-15, СІГ-1, С-90, ШСС-1у; “Респіратори ізолюючі регенеративні” – Р-30А, Р-34, Р-35.

Введення антидотів — здійснюється якнайшвидше (у лічені секунди, хвилини), за показниками в залежності від виду ОР (СДОР) і наявності такого взагалі:

- при ураженнях ФОР — тарен у табл. під язик або атропін із шприц-тубика у вигляді ін'єкції;
- при ураженні СДОР загальноотруйної дії (синильна кислота, хлорціан) використовується антидот амлінітрил в ампулах. Ампулу в синій марлевій обгортці роздавити пальцями і терміново помістити під шолом-маску протигаза ураженого ближче до носа. Денце ампули повинно бути звернене догори, щоб рідина витікала і змочувала марлеву обгортку;
- при ураженнях ОР подразної дії — роздавити ампулу з протидимною сумішшю і помістити під маску протигаза.

Часткова санітарна обробка за допомогою вмісту ІПП-8. Вона особливо ефективна при ураженнях СДОР нервово-паралітичної і шкірноаривної дії. При відсутності стандартного пакета ІПП-8 використовувати підручні засоби. При частковій санобробці обробляти не тільки відкриті ділянки шкіри, але і прилягаючі до них частини одягу — комірець, манжети і т.д.

При необхідності виконання штучного дихання (ШД). У зоні зараження його проводять ручними методами; постраждалий повинний знаходитися в протигазі (частіше застосовують метод Калістова за допомогою лямок). За межами осередку хімічного ураження можна використовувати ротові засоби ШД. У випадку ураження СДОР задущливої дії при розвитку набряку легенів — задишка, синюшність, виділення значної кількості слизу — ШД будь-яким засобом протипоказане (!). Повинна проводитися киснева терапія за допомогою дихальних приладів.

При зупинці серця або різкому порушенні його діяльності проводиться непрямий масаж серця з урахуванням конкретної обстановки (техніка ШД і масажу серця докладно вивчені в темі № 9 “Основи реанімації”).

У більшості випадків, особливо при ураженнях СДОР задущливої дії, що постраждали необхідно виносити з осередку ураження, тобто необхідно

максимальне обмеження фізичних навантажень постраждалим (тому що швидко розвивається набряк легенів — ядуха). Всіх постраждалих виносять на свіжий струмінь повітря, на спеціально обране підняте місце, зручне для вантаження на транспорт і подальшої евакуації з ОХУ.

Всі названі вище пункти першої медичної допомоги повинні добре засвоїти члени сандружин, робітники хімічних об'єктів, населення, що мешкає в районі хімічно небезпечних об'єктів і, природно, студенти, що вивчають курс “БЖД і ЦО”.

Заходи безпеки при проведенні аварійно-рятувальних робіт.

Рятувальники повинні працювати в захисних засобах: захисні костюми, ізолюючі протигази ІП-46, гумові чоботи і рукавички, шоломи з нагрудником, окуляри. Входити в осередок із навітряної сторони. У районі ОХУ суворо дотримуватися правил техніки безпеки: забороняється знімати засоби захисту, приймати їжу, воду, курити, розстібати одяг, сидати або лягати на зараженій місцевості.

При аварії з виходом хлору уникати низинних місць. Місця розливу хлору (із цистерн) заливати “вапняним молоком”, каустиком.

У зоні парів аміаку не курити! Вибухонебезпечно! Ємкість поливати при пожежі з великої відстані — вибух!

Не припускати попадання рідкого аміаку або хлору у водойми: усе живе загине.

Порядок роботи санітарних дружин (СД) в осередку хімічного ураження.

СД працюють в ОХУ частіше в складі рятувальних загонів. Командир СД, отримавши завдання і з'ясувавши обстановку, у свою чергу зобов'язаний:

- перед уведенням санітарної дружини в осередок ураження ознайомити її з обстановкою в осередку, повідомити, які ОР або СДОР викликали НС;
- дати команду на прийом відповідного антидоту особовим складом СД;
- вказує орієнтири і межі ділянки осередку ураження, виділеного для роботи СД;
- визначає місце роботи і дій кожної ланки СД;

- повідомляє гаданий обсяг першої медичної допомоги, порядок роботи носилкових ланок, указує шляхи і напрямки виносу і місця розміщення уражених перед вантаженням на транспорт, указує найближчі лікарні;
- повідомляє порядок поповнення антидотів, медичного майна і засобів захисту, витрачених у ході робіт;
- вказує місце свого перебування, порядок зв'язку, місце збору по закінченні робіт і багато іншого.

Ознайомившись з обстановкою, члени СД приймають антидот із профілактичною метою, надягають і старанно перевіряють один в одного засоби захисту органів дихання і шкіри і негайно направляються до місця роботи.

Медичну допомогу надають у першу чергу ураженим, що знаходяться на відкритій місцевості. Потім члени СД оглядають будинки, підвали, сховища й укриття, де населення могло вкриватися при виникненні НС. У першу чергу допомога надається дітям, вагітним жінкам, що не мають протигазів, і особам, що отримали комбіноване ураження. Дозування антидоту визначається індивідуально, але дітям дошкільного віку обов'язково в половинному розмірі. При наявності травми (механічної або термічної) і ураження СДОР перша медична допомога повинна надавати насамперед проти дії отруйної речовини (антидоти, протигаз, санобробка тощо) і тільки після цього допомога з приводу травми.

Тривалість роботи членів сандружин в ізолюючих засобах захисту повинна бути суворо регламентована і залежить від температури повітря. Так, при температурі повітря 30°C та вище час роботи визначено нормативами в 15-20 хв.; при температурі 25-29°C — 30 хв.; при температурі 20-24°C — 45-50 хв.; при температурі 15-19°C — 1,5-2 години; нижче 15°C — 3 години.

Командир СД постійно підтримує зв'язок із начальниками інших формувань ЦО і МНС, забезпечує взаємодію з ними, веде контроль за особовим складом своєї СД із метою попередження теплових ударів, особливо в жаркий час. При появі хиткої ходи й ін. ознак (запаморочення, нудота тощо) формування варто вивести з осередку.

По завершенні роботи в ОХУ СП і СД виводяться (вивозяться) за межі осередку хімічного ураження і проходять часткову, а потім і повну санітарну обробку на спеціальних обмивальних пунктах.

Повна санобробка включає проведення обробки тіла розчинами, що дегазують, із наступним обмиванням під душем (36-38°C) водою з милом, із зміною натільної білизни, одяги і взуття. Брудні одяг, взуття і спорядження (протигази, сумки, рукавички, чоботи й ін.) піддаються дегазації на спеціальних площадках відділення санобробки при суворому дотриманні заходів безпеки.

5.2.2 Висновки

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

Висновки

У кваліфікаційній роботі вирішується питання модернізації машини А1-ФКЕ. На основі аналізу конструкції технічного обладнання для різання м'яса запропоновано заходи з модернізації різального вузла машини А1-ФКЕ, а саме ножа. Представлено структурний аналіз машини А1-ФКЕ Е, проаналізовано шляхи вдосконалення конструкції ножа, запропоновано три констрiкції ножів та проведено порівняльне дослідження рівня міцності та деформації під час експлуатації. Розроблено заходи із охорони праці та дії в надзвичайних ситуаціях.

Для зменшення нагрівання фаршу та зменшення споживання енергії при подрібненні можна зменшити площу бічної поверхні ножа.

Для зменшення нагрівання фаршу та зменшення споживання енергії при подрібненні можна зменшити площу бічної поверхні ножа. Базовим вибрали контур товщиною 4 мм, вписаний у коло діаметром 100 мм на і виконаний на базі спіралі Архімеда. Дослідили три варіанти конструкції ножа : суцільний, з двома суцільними і двома сегментованими пазами. Площа бічної поверхні відмовідно складала: 0.016965 м², 0.014835 м² та 0.015115 м². Площа другого варіанту є на 12,5% менша від базової конструкції. Площа третього варіанта відповідно на 10,9%. Аналогічно меншими є витрати потужності на тертя бічної поверхні до сировини. Також варто зазначити, що коефіцієнт запасу міцності другого варіанту, з одним суцільним пазом, є на 25% меншим від варіанту з двома сегментованими пазами. Таким чином, зменшення бічної поверхні дуже суттєво спричиняє зменшення запасу міцності. Проте для обидвох вдосконалених варіантів він залишається цілком достатнім. Тому рекомендувати до використання можна обидві оновлені конструкції, проте ножі з двома суцільними пазами краще зас осувати для м'яса з меншим питомим зусиллям різання, а з двома сегментованими пазами – для м'яса із сухожиллями і хрящами.

Перелік посилань

1. Боднар В. Особливості вибору конструкційних матеріалів у харчовому машинобудуванні // Матеріали VII Міжнародної студентської науково-технічної конференції. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя, 2024. С. 283.
2. Гвоздєв О. В. Технологічне обладнання для переробки продукції тваринництва: навч. посіб. Суми: Довкілля, 2004. 420 с.
3. Некоз О. І., Батраченко О. В. Проектування м'ясорізальних вовчків: навч. посіб. Черкаси: Черкас. держ. технол. ун-т, 2014. 221 с.
4. Височанська Р. П. Технологічне обладнання цехів по переробці продукції тваринництва. Київ: НМЦ, 2006.
5. Вітенько Т. М., Ворощук В. Я. Сучасні підходи до конструювання і моделювання робочих органів технологічного обладнання харчових виробництв // Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності: Третя міжнародна науково-практична конференція, 4–6 вересня 2019 р. / за ред. Дейниченко Г. В. Харків: ХДУХТ, 2019. С. 108–109.
6. Шанайда В.В. Пакет MathCAD в інженерних розрахунках: навч. посіб. Тернопіль: ТДТУ, 2001. 163 с.
7. Howard W., Musto J. Introduction to Solid Modeling Using SOLIDWORKS 2018. New York: McGraw-Hill Higher Education, 2019. 401 p.
8. Keska P. SolidWorks 2021: Part Modeling, Assemblies, and Drawings. CADvantage, 2021. 1586 p.
9. Lombard M. Mastering SolidWorks. Sybex, 2019. 1219 p.
10. Ворощук В. Я., Вітенько Т. М. Інжиніринг та 3D моделювання в середовищі SolidWorks: навч. посіб. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2023. 164 с.
11. Kurowski P. M. Engineering Analysis with SolidWorks Simulation 2018. USA: SDC Publications, 2018. 597 p.

12. Weber M., Verma G. SolidWorks Simulation 2017 Black Book. CAD/CAM/CAE Works, 2016. 362 p.
13. Чепелюк О. М. та ін. Інноваційне обладнання м'ясопереробних виробництв: підруч. Київ: Видавництво «Сталь», 2021. 805 с.
14. Павлище В. Т. Основи конструювання і розрахунок деталей машин: підруч. 2-е вид. Львів: Афіша, 2002. 560 с.
15. Черевко О. І., Маяк В. І. та ін. Розрахунок технологічного обладнання харчових виробництв. Харків: ХДУХТ, 2018. 305 с.
16. Закалов О. В., Бортник А. І. Розрахунок типових робочих органів технологічного обладнання харчових виробництв. Тернопіль: Видавництво ТДТУ, 2005. 105 с.
17. Супрунчук В. К. та ін. Ремонт обладнання підприємств по переробці сільськогосподарської продукції. Київ: Урожай, 1992. 176 с.
18. Корольов О. О. Ремонт та відновлення обладнання галузі: метод. рекомендації до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 181 «Харчові технології». Ч. II. Чернігів: ЧНТУ, 2017. 60 с.
19. Шабаєв О. Є., Семенченко Д. А., Степаненко О. Ю. Лабораторний практикум з дисципліни «Експлуатація та ремонт гірничого обладнання». Донецьк: Вид. ДонНТУ, 2013. 33 с.
20. Ткачук К. Н. та ін. Основи охорони праці: підруч. 2-е вид. Київ: Основа, 2006. 448 с.
21. Березуцький В. В. та ін. Основи професійної безпеки та здоров'я людини: підруч. / за ред. Березуцького В. В. Харків: НТУ «ХПІ», 2018. 553 с.
22. Стручок В. С. Безпека в надзвичайних ситуаціях: метод. посіб. для здобувачів освітнього ступеня «магістр» усіх спеціальностей. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. 156 с.

Дотаток

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*



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

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ"

25-26 квітня 2024 р.

(збірник тез конференції)

Тернопіль 2024

УДК 66.017:664

Боднар В. – ст. гр. МОм-51

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ОСОБЛИВОСТІ ВИБОРУ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ У ХАРЧОВОМУ МАШИНОБУДУВАННІ

Науковий керівник: к.т.н. В. Ворошчук

Bodnar V.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

FEATURES OF THE CHOICE OF STRUCTURAL MATERIALS IN FOOD ENGINEERING

Supervisor: V. Voroshchuk

Ключові слова: конструкційні матеріали, харчове машинобудування, надійність

Keywords: structural materials, food engineering, reliability

Розвиток технологій створює нові вимоги до матеріалів, які потребують високої міцності, термостійкості та інших унікальних властивостей. Нові технології виготовлення, такі як адитивні процеси, вимагають матеріалів зі специфічними характеристиками.

У харчовому машинобудуванні використовується широка номенклатура різноманітних сучасних матеріалів для створення обладнання, яке відповідає вимогам щодо безпеки, гігієни та ефективності. Вибір конструкційних матеріалів у харчовому машинобудуванні є важливим завданням, оскільки вони повинні відповідати вимогам щодо безпеки харчових продуктів, гігієни, ефективності виробництва і тривалості служби обладнання. Основними особливостями щодо вибору такого типу матеріалів є наступні.

Безпека харчових продуктів. Матеріали повинні бути безпечними для контакту з харчовими продуктами і не містити шкідливих речовин, які можуть переходити у продукти.

Стійкість до корозії і окислення. В харчовій промисловості важливо використовувати матеріали, які не піддаються корозії або окисленню в умовах експлуатації.

Гігієнічні властивості. Матеріали повинні бути легкими у догляді, стійкими до забруднень і легкими для очищення.

Теплостійкість і хімічна стійкість. Матеріали повинні витримувати високі температури і взаємодію з різними хімічними речовинами, що використовуються у харчовій промисловості.

Механічна міцність і тривалість служби. Матеріали повинні бути міцними і довговічними, щоб витримувати робочі навантаження та тривалий термін експлуатації.

Економічність. Вибір матеріалів також пов'язаний з їхньою вартістю, тому важливо забезпечити оптимальне співвідношення між якістю і вартістю матеріалу.

Загальною практикою у харчовому машинобудуванні є використання нержавіючої сталі та інших спеціальних сталей, алюмінію, пластику та силікону через їхні властивості, що відповідають вимогам харчової промисловості.

Дудун Ю. УКРАЇНСЬКІ КУЛЬТУРНІ ПАМ'ЯТКИ: ВТРАТИ ВОЄННОГО ЧАСУ	254
Дудун Ю. ВПЛИВ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ НА СУСПІЛЬСТВО В СУЧАСНОМУ СВІТІ	256
Лубкович А. В'ЯЧЕСЛАВ ЛИПИНСЬКИЙ: ІДЕЯ ОПОРИ НА ВЛАСНІ СИЛИ В ТВОРЕННІ ДЕРЖАВИ І НАЦІЇ	259
Хоркава А. ВПЛИВ ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКОЇ ГОСПОДАРСЬКО-ЕКОНОМІЧНОЇ ПРЕСИ У МІЖВОЄННИЙ ПЕРІОД 1921-1939 РР. НА ФОРМУВАННЯ НАЦІОНАЛЬНОГО ЖИТТЯ	262
Жидун С. МАС-МЕДІА ЯК ЧИННИК ФОРМУВАННЯ СУСПІЛЬНОЇ СВІДОМОСТІ	264
Нестеренко А. АЛГОРИТМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КОНТРОЛЮ ТА ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ	267
Васильченко Є. АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ТА КЕРУВАННЯ ПАРАМЕТРАМИ МІКРОКЛІМАТУ У ВИРОБНИЧОМУ ПРИМІЩЕННІ ПРИ СКЛАДАННІ ПРИЛАДІВ	269
Селюк Д. АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ОЧИЩЕННЯ ВИРОБІВ	272
Янів С., Бойчук В. НЕНАСИЛЬНИЦЬКА КОМУНІКАЦІЯ В ОСВІТІ ПІД ЧАС ВІЙНИ	275
Оліховський В. ПРИСТРОЇ ДЛЯ СВЕРДЛІННЯ НАСКРІЗЬНИХ ОТВОРІВ	278
Кравченко Р. КВАС З БУРЯКІВ: ІДЕАЛЬНА ПОЖИВА ДЛЯ РІДКОЇ ОПАРИ	280
Сеньків К. ВЛАСТИВОСТІ АСФАЛЬТОБЕТОНУ, ЩО МІСТИТЬ РЕГЕНЕРОВАНЕ АСФАЛЬТНЕ ПОКРИТТЯ	281
Боднар В. ОСОБЛИВОСТІ ВИБОРУ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ У ХАРЧОВОМУ МАШИНОБУДУВАННІ	283
Стефанишин Т. ШЛЯХИ ЕКОНОМІЇ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ У ПЕРЕРОБНИХ ВИРОБНИЦТВАХ	284