

Тернопіль
2020

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)

« 25 » вересня 2020 р.

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування»

(шифр і назва спеціальності)

студенту Фіялка Віктор Іванович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Модернізація преса для сиру марки Я7-789 з дослідженням форм для сиру при різних режимах навантаження

Керівник роботи Ворощук Віктор Ярославович, к.т.н.,

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

Затверджені наказом ректора від « 25 » вересня 2020 року № 4/7-672.

2. Термін подання студентом завершеної роботи 21 грудня 2020 року

3. Вихідні дані до роботи Технічний паспорт та інструкції з експлуатації, монтажу та технічного обслуговування і ремонту для сиру марки Я7-789. Існуюча технологія виготовлення сиру.

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

Анотація. Вступ. 1. Аналіз сучасного стану об'єкту дослідження, вибір і обґрунтування основних напрямків дослідження. 2. Методи та методика досліджень. 3. Розроблення нових проектно-технологічних і технічних вирішень вдосконалення об'єкта дослідження. 4. Комп'ютерне моделювання форм для сиру під навантаженням. 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.. 5.1. Заходи з охорони праці і техніки безпеки в сирцеху. 5.2. Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях. Висновки. Перелік посилань.

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

Пневматична схема преса для сиру (1 л. ф.А1).

Прес для пресування сиру марки Я7-789 (1 л. ф.А1).

Пневмоциліндр преса для сиру марки Я7-789 (1 л. ф.А1).

3D моделі форм для сиру (1 л. ф.А1).

Дослідження форм прямокутної форми типорозміру 200x130-165x95h110 з подовгастою перфорацією (1 л. ф.А1).

Дослідження форм прямокутної форми типорозміру 200x130-165x95h110 з круглою перфорацією (1 л. ф.А1).

Дослідження форм круглої форми типорозміру 124-115h70 з подовгастою перфорацією (1 л. ф.А1).

Дослідження форм круглої форми типорозміру 124-115h70 з круглою перфорацією (1 л. ф.А1).

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 28 вересня 2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Анотація		
2	Вступ		
3	1. Аналіз сучасного стану об'єкту дослідження, вибір і обґрунтування основних напрямків дослідження		
4	2. Методи та методика досліджень		
5	3. Розроблення нових проектно-технологічних і технічних вирішень вдосконалення об'єкта дослідження		
6	4. Комп'ютерне моделювання форм для сиру під навантаженням		
7	5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.		
8	5.1. Заходи з охорони праці і техніки безпеки в сирцеху		
9	5.2. Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях		
10	Висновки		
11	Перелік посилань		
12	Графічна частина		
13	Пневматична схема преса для сиру		
14	Прес для пресування сиру марки Я7-789		
15	Пнеumoциліндр преса для сиру марки Я7-789		
16	3D моделі форм для сиру		
17	Дослідження форм прямокутної форми типорозміру 200x130-165x95h110 з подовгастою перфорацією		
18	Дослідження форм прямокутної форми типорозміру 200x130-165x95h110 з круглою перфорацією		
19	Дослідження форм круглої форми типорозміру 124-115h70 з подовгастою перфорацією		
20	Дослідження форм круглої форми типорозміру 124-115h70 з круглою перфорацією		
21			

Студент

(підпис)

Фіялка В.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Ворожук В.Я.

(прізвище та ініціали)

Анотація

Автор кваліфікаційної роботи освітнього рівня «магістр» – Фіялка Віктор Іванович.

Тема кваліфікаційної роботи магістра: Модернізація преса для сиру марки Я7-789 з дослідженням форм для сиру при різних режимах навантаження.

Кваліфікаційну роботу магістра виконано в Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя в 2020 році

Кваліфікаційна робота магістра складається із розрахунково пояснювальної записки розміру 72 сторінки (37 рисунків) та графічної частини розміру 8 аркушів формату А1.

В кваліфікаційній роботі магістра пропонуються заходи з модернізації преса для сиру марки Я7-789 з дослідженням форм для сиру при різних режимах навантаження в процесі вироблення твердих сортів сиру.

Основними задачами, які вирішуються в даній кваліфікаційній роботі магістра, є:

проведення аналізу конструкцій технологічного обладнання для відтиску сиру та теоретичних закономірностей його роботи;

розроблення заходів з модернізації преса для сиру марки Я7-789;

вибір методики та інструментарію проведення досліджень;

виконання запланованих досліджень;

технічні рекомендації щодо впровадження результатів досліджень;

розробка заходів з техніки безпеки;

вирішення питань цивільної безпеки.

Ключові слова: сир, відтиск, форма, прес.

Abstract

Fiialka V.I. Cheese press Ya7-789 modernization including the study of cheese forms at different loading modes. 133 “Industrial Machinery Engineering” – Ternopil Ivan Puluj National Technical University.-Ternopil, 2020.

Measures to modernize the cheese press Ya7-789 including the study of cheese forms at different loading modes during the hard cheese making process are proposed in Master’s qualifying papers.

The main tasks that are solved in these Master’s qualifying papers are:

analysis of technological equipment designs for cheese extruder and theoretical patterns of its work;

development of measures modernization the cheese press Ya7-789;

selecting methods and tools for research;

realization of planned studies;

technical recommendations for implementation of research findings;

development of safety measures;

solving civil security issues.

Keywords: cheese, extruding, shape, press.

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 літературних джерел технічних рішень для виконання процесу фільтрування	10
1.2. Обезводнення молочно-білкового згустку та його особливості	17
1.2. Аналіз та короткий опис об'єкту дослідження.	19
1.3. Техніко – економічне обґрунтування модернізації.	20
1.4. Мета та задачі кваліфікаційної роботи.	22
2. Методи та методика досліджень.....	23
2.1. Вибір і обґрунтування методів і засобів досліджень,.....	23
2.2. Алгоритм і методики проведення комп'ютерного дослідження.....	24
3. Розроблення нових проектно-технологічних і технічних вирішень вдосконалення об'єкта дослідження.	25
3.1 Будова і принцип роботи будова і принцип роботи пресу Я7-789	25
3.2 Розрахунок потреб у стисненому повітрі на пресування сиру.....	28
3.3 Структурний аналіз преса типу Я7-789	29
3.4 Розрахунок пневмоциліндра для сиру	31
3.5 Розрахунок форми для сиру	34
3.6. Особливості експлуатації і технічного обслуговування преса.	36
4. Комп'ютерне моделювання форм для сиру під навантаженням.....	39

4.1. Постановка завдань дослідження.	39
4.2. Результати моделювання форм для сиру під навантаженням.	40
4.4. Аналіз результатів.	53
5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.	54
5.1. Заходи з охорони праці і техніки безпеки в сирцеху	54
5.2. Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях.	60
Висновки	70
Додатки.	73

Вступ

Одними із найбільш рентабельних молокопродуктів є тверді сири, вершкове масло та морозиво. Сир – це поживний білковий продукт, який містить легкозасвоювані білки, жири, незамінні амінокислоти, пептиди, солі кальцію та фосфору. Сир є широко вживаний і шанований споживачами продукт і відноситься до делікатесів.

До одних із найбільш складних процесів відносять в першу чергу операції, пов'язані із пресуванням, дозріванням, складуванням сирів, а також їх миттям – тобто практично всіх операцій, які відносяться до групи формування і обробки головок сиру. При цьому ринок формує попит на багато типів форми і розмірів сирних головок, що обумовлює актуальність завдання розроблення нових форм для пресування сиру.

Завданнями дипломної роботи є

проведення аналізу конструкцій технологічного обладнання для відтиску сиру та теоретичних закономірностей його роботи;

розроблення заходів з модернізації преса для сиру марки Я7-789;

вибір методики та інструментарію проведення досліджень;

виконання запланованих досліджень;

технічні рекомендації щодо впровадження результатів досліджень;

розробка заходів з техніки безпеки;

вирішення питань цивільної безпеки.

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження були зусилля у формах для сиру під час пресування.

Предмет дослідження. Прес з формами для пресування сиру.

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

Наукова новизна.

- Встановлено, що тип перфорації впливає на напружено-деформований стан форм для сиру під навантаженням.

- Встановлено, що форми круглої форми здатні витримувати без руйнування вищі зусилля, ніж прямокутної.

- Розроблена комп'ютерна модель для розрахунку форм сиру.

Одержані результати можна застосувати при аналізі роботи діючих та створенні нових конструкцій обладнання для пресування сиру, вдосконаленні існуючих, а також для покращання режимів відтиску сиру.

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

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

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

1.1. Огляд літературних джерел технічних рішень для виконання процесу фільтрування

У харчових виробництвах часто виникає задача розділення рідинних неоднорідних систем на складові. Метою розділення є отримання однорідних фракцій сировини, напівфабрикатів і готових продуктів шляхом відділення із рідких та напіврідких речовин зважених твердих частинок. У процесі розділення рідинних середовищ можуть бути поставлені наступні задачі: виділити цінну рідку фракцію (осад розглядається як вторинний продукт), або зневоднити тверду фракцію. В якості прикладу до першого випадку можна привести - освітлення соків, сиропів, пива, вина, до другого - отримання кристалічного цукру з утфеля, формування і відтиску головок сиру.

Метод розділення неоднорідної системи вибирається у відповідності з характером її складових частин та стану фаз. В залежності від того, яка фаза рухається відносно другої, розрізняють два основних методи: осадження і фільтрування.

При осадженні тверді частинки рухаються у середовищі під впливом гравітаційних сил, сил інерції (відцентрової сили) або сил електричного поля.

При фільтруванні рідина проходить через пористу перепону, а тверді частинки відкладаються у вигляді осаду на поверхні фільтруючого матеріалу або у його товщі, поступово забиваючи пори перепони. Фільтрування здійснюється під впливом перепаду тисків на перепоні чи у полі відцентрових сил. Конструктивні особливості обладнання, яке використовується для розділення, обумовлені задачею процесу, видом та структурно-механічними властивостями оброблюваних продуктів.

За принципом дії фільтрувальне обладнання ділиться на обладнання, яке працює при постійному перепаді тисків або при постійній швидкості фільтрування; за способом створення перепаду тисків - на працююче під

вакуумом чи під надлишковим тиском; на обладнання неперервної і періодичної дії в залежності від організації процесу. У якості фільтруючих матеріалів використовують бавовняні, штучні і шерстяні тканини, плетені металеві сітки, пісок, гравій і пористі керамічні матеріали. Роль фільтруючого матеріалу грає і сам осад, який відкладається на перепоні. Підвищити степінь розділення продукту можна, якщо до утвореного осаду прикласти додатковий тиск, який спричинить ущільнення осаду і відділення рідини з пор. Цей спосіб підвищує економічність фільтрів і забезпечує вихід високоякісного продукту. Пристрої в яких проходять процеси фільтрування і відтиску називають фільтр - пресами. В різних галузях харчової промисловості впроваджуються автоматичні фільтр-преси, котрі повністю механізовані і оснащені діафрагмами для відтиску осаду. Широкого поширення набули преси різних модифікацій: у молочній промисловості для відтиску молочно-білкових згустків, у консервній промисловості для освітлення соків.

Фільтр - преси класифікують за розміщенням плит (з горизонтальними і вертикальними плитами), будові фільтрувальних камер (плиточно-рамні і камерні), організації подачі суспензії і відводу фільтрату, типу пристрою для затиску, переміщення плит (з ручним, електромеханічним, гідравлічним затиском). До переваг фільтр - пресів відносяться велика поверхня фільтрування, використання підвищеного перепаду тисків, проведення ефективного промивання і зневоднення осаду.

В плиточно-рамних фільтр - пресах фільтруючий блок складається з пустотілих рам і плит, які чергуються (рис. 1.1). Між ними затискається фільтрувальна тканина. Суспензія попадає в рамний простір по каналах, які утворюються отворами в плитах і рамах при затиску фільтр-пресу. Осад збирається на фільтрувальній тканині, а фільтрат відводиться з кожної плити у відкритий жолоб.

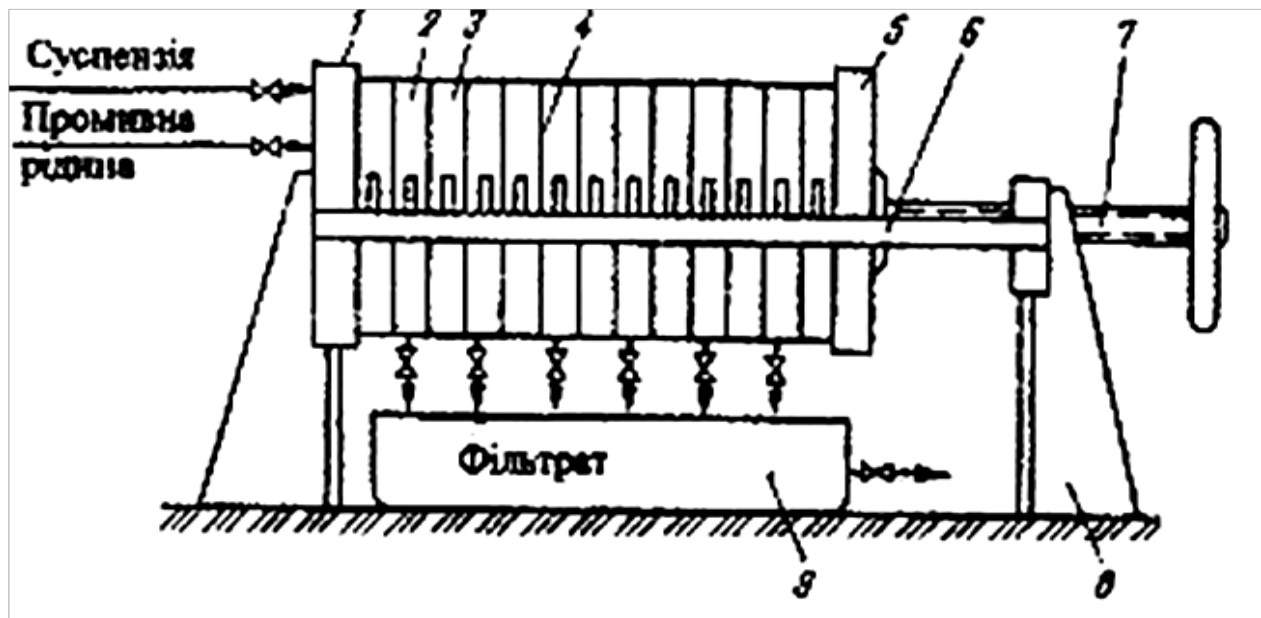


Рис. 1.1. Плиточно-рамний фільтр- прес:

1- упорна плита; 2-рама; 3-плита; 4-фільтрувальна тканина; 5-рухома плита;
6-горизонтальна направляюча; 7- гвинт, 8-станина; 9-жолоб.

При фільтруванні плодових соків в якості фільтрувальної перепони використовують опорний картон. Для їх фільтрування рекомендують плиточно-рамні фільтр-преси ФВВ-15 і ВФФ-30.

Технічні характеристики фільтр-пресів:

	ФВВ-15	ВФФ-30
Площа поверхні фільтрування, м ²	33	12
Продуктивність, дал/год	1100-1600	600
Кількість фільтрувальних плит, шт.	102	82
Робочий тиск, МПа, не більше	0,5	0,5
Потужність двигунів, кВт	9,7	5,5
Габаритні розміри, м	3,97x1.0x1,583	2,73x0,7x1.3
Маса, кг	2200	1150

Фірма В.С.Смоглес (Італія) розробила автоматичний фільтр-прес Ласта, обладнаний відтискними діафрагмами. Апарат складається з вертикальних фільтрувальних і відтискних плит, які чергуються. Між цими плитами

утворюється камерний простір. На рисунку 1.2 показано схему фільтрувальної камери Ласта.

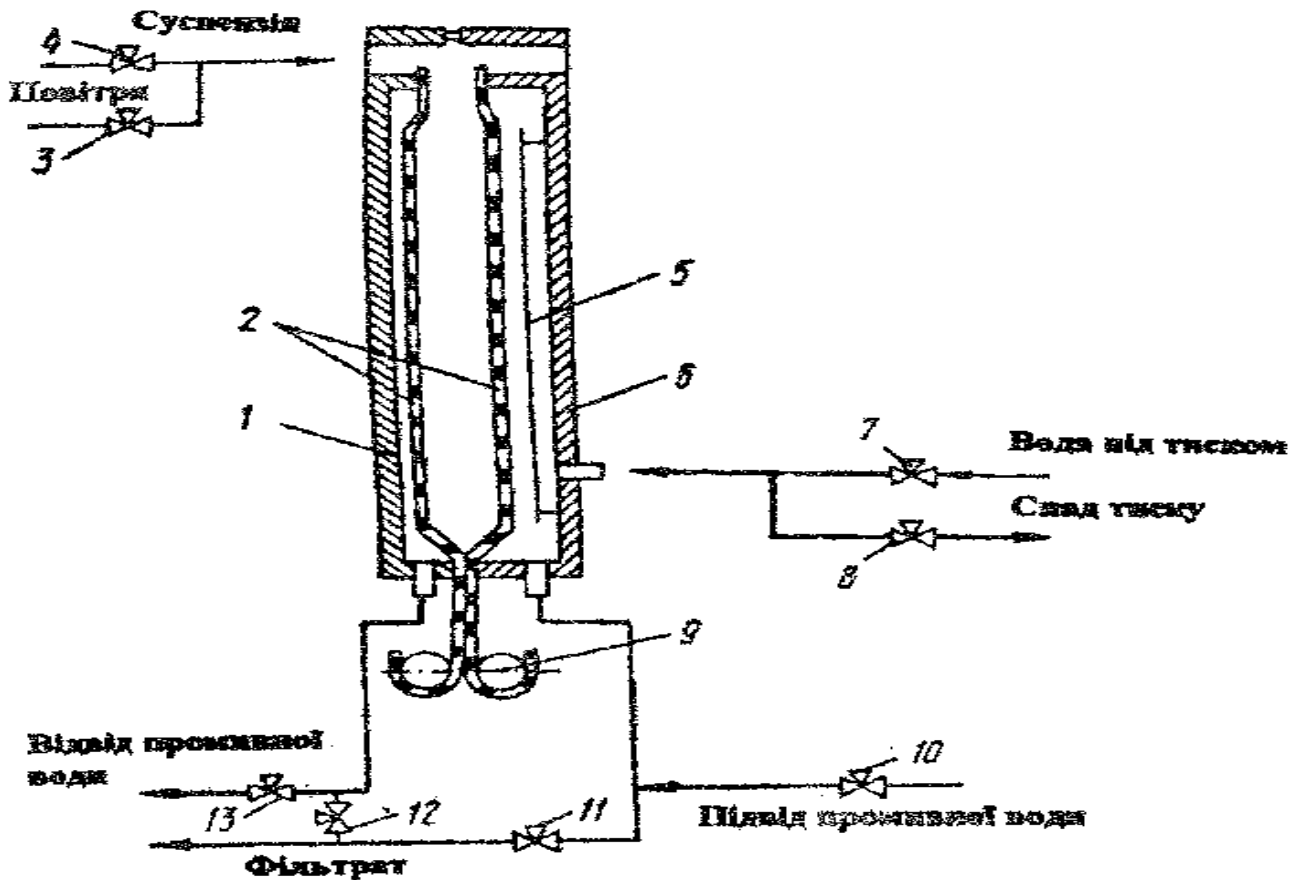


Рис. 1.2. Фільтрувальна камера Ласта:

1-фільтрувальна плита; 2-фільтрувальна тканина; 3,4-автоматичні клапани; 5- діафрагма; 6-відтискна плита; 7,8-автоматичні клапани; 9-ролики; 10-13-автоматичні клапани.

При відкриванні автоматичного клапану 4 суспензія подається в об'єм камери між фільтрувальною тканиною 2. Фільтрат відводиться по обидві сторони від полотен фільтрувальної тканини і при відкритих клапанах 11 і 12 направляється на виробництво. Після заповнення осадом порожнини між полотнами фільтрувальної тканини проводиться попередній відтиск осаду діафрагмою. При цьому в порожнину камери за діафрагмою через клапан 7

подається стиснуте повітря. Осад ущільнюється за рахунок зближення фільтрувальної тканини при підвищенні тиску в камерному просторі.

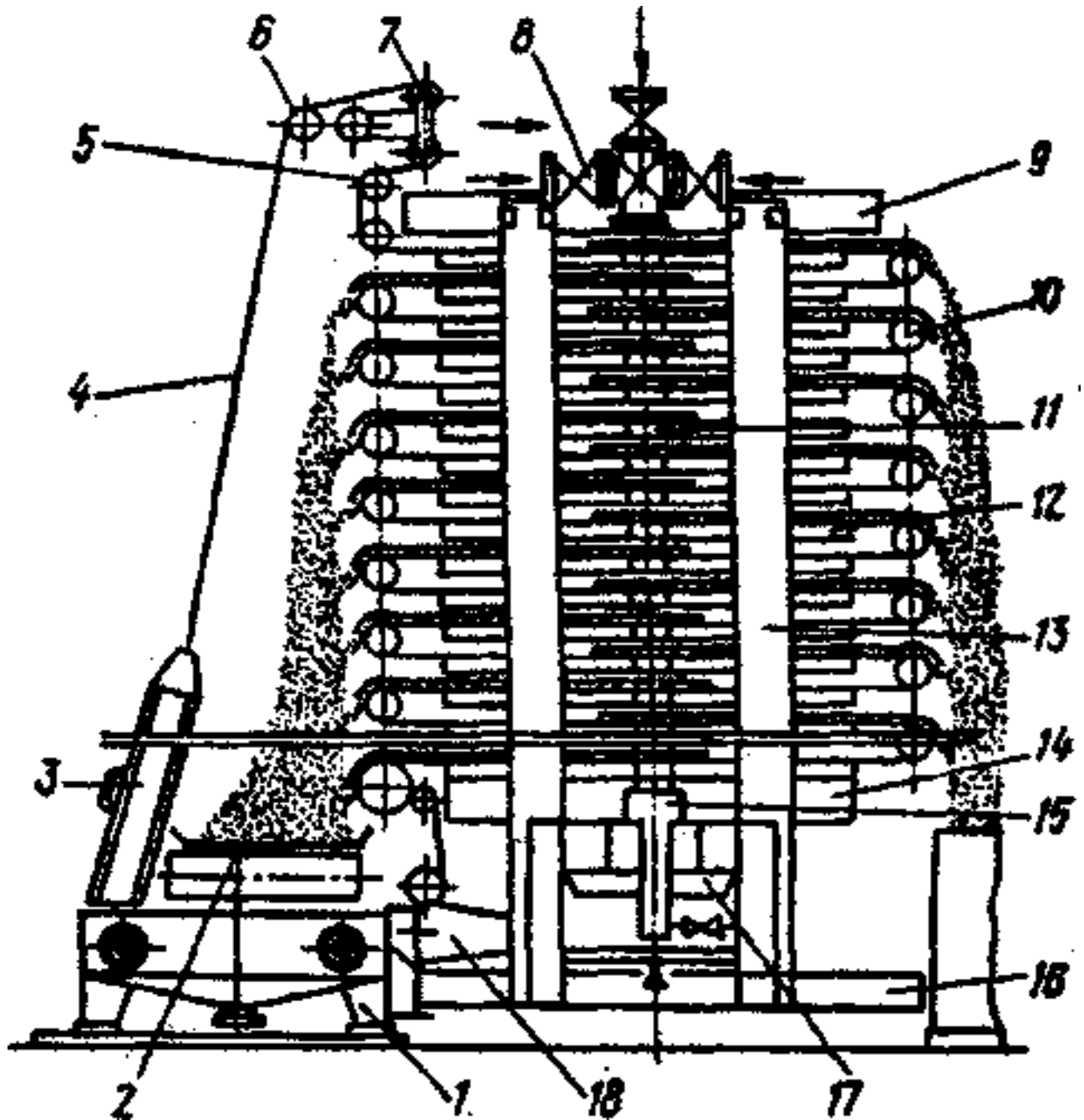


Рис. 1.3. Фільтр - прес ФПАКМ:

1-рама; 2-приймний лоток; 3-камера регенерації; 4—фільтрувальна тканина; 5-верхній ролик; 6-ролик регулювання розміщення тканини; 7-натяжний пристрій; 8-колектор подачі; 9-верхня упорна плита; 10-ролик тканини; 11-колектор тиску; 12-фільтрувальна плита; 13-стяжка; 14-відтискна плита; 15-блок зливу; 16-опорна плита; 17-механізм гідрозатиску; 18-привід переміщення тканини.

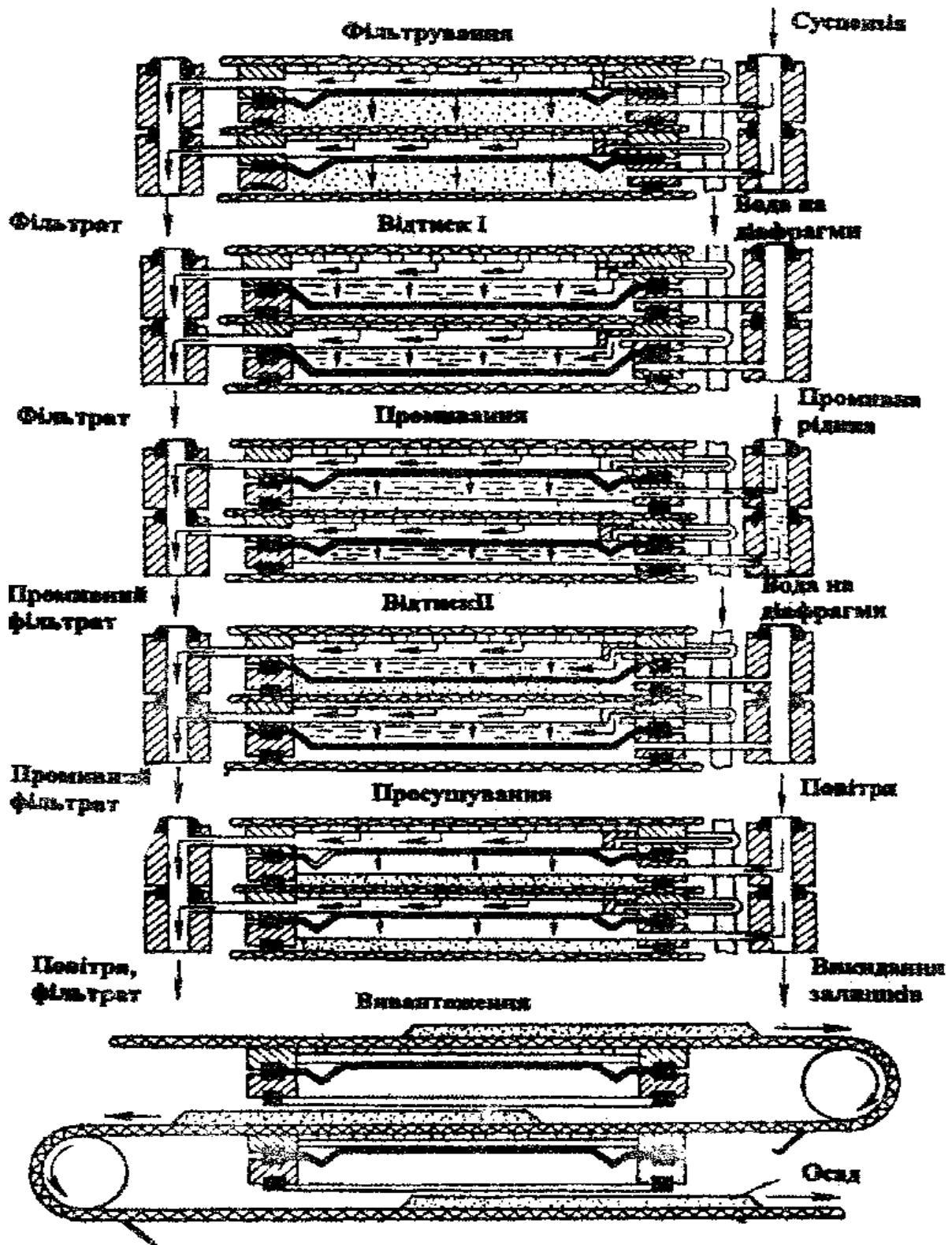


Рис. 1.4. Схема роботи фільтр - пресу ФПАКМ.

Промивна вода підводиться через клапан 10 і, поступаючи через шар осаду і два шари фільтрувальної тканини, відводиться через автоматичний клапан 13. Після закінчення промивання проводиться вторинний відтиск осаду. Відтиснутий

осад видаляється автоматично при розтиску плит і переміщенні фільтрувальної тканини по роликах 9.

Одним з найбільш прогресивних фільтр- пресів являється автоматичний фільтр- прес ФПАКМ, схему якого показано на рисунку 1.3.

Механізм гідрозатиску 17 виконує підйом, ущільнення і опускання набору плит. Фільтрувальна тканина 4 у вигляді нескінченної стрічки зигзагоподібно протягнута між плитами. У камері регенерації 3 встановлені орошуючі трубки для струминного промивання фільтрувальної тканини і ножі для очищення її від залишків осаду. Блок зливу 15 призначено для відводу фільтрату і промивної рідини. Із зворотньої сторони фільтр-пресу встановлено колектор подачі 8 з трьома клапанами, через які здійснюється підвід суспензії, промивної рідини і повітря в колектор тиску 11, зв'язаний з плитами 12. Фільтрувальна плита складається з двох частин: верхньої - корпусу з дренажною основою (для відводу фільтрату), і нижньої - рамки, котра являється камерою фільтрування. Між корпусом і рамкою розміщено відтискну резинову діафрагму.

Фільтр-прес автоматично здійснює шість технологічних операцій: фільтрування, відтиск І, промивання, відтиск ІІ, просушування, вивантаження. Принцип роботи фільтр-пресу ФПАКМ наступний (рис. 1.4). Після затиску і ущільнення набору плит суспензія через колектор подачі поступає у камерний простір плит. Осад відкладається на фільтрувальній тканині, а фільтрат через дренажну основу плит відводиться в колектор відводу. Через певний проміжок часу операція фільтрування закінчується і починається операція відтиск І.

При цьому на резинову діафрагму подають під тиском повітря і дофільтровують суспензію, яка залишилася. Потім проводять промивання осаду. Після цього проводять вторинний відтиск осаду і просушують його. По закінченні просушування розпочинають вивантаження. Протягом цієї операції проводиться розфіксація набору плит, після чого включається привід переміщення тканини і проводиться вивантаження осаду по обидві сторони фільтр-пресу.

Технічні характеристики фільтр-пресів :

	ФПАКМ-25	ФПАКМ-50
Площа поверхні фільтрування, м ²	25	50
Зазор між плитами, мм	45	50
Кількість фільтрувальних плит, шт.	16	20
Максимальна товщина осаду, мм	40	45
Робочий тиск, МПа, не більше	1,2	1,2
Потужність двигунів, кВт:		
механізму затиску плит	-	10
приводу переміщення тканини	5,5	5,5
Габаритні розміри, м	3,78x2,15x4,24	5x4,93x5,55
Маса фільтру, т	14,3	23,3

1.2. Обезводнення молочно-білкового згустку та його особливості

Обезводнення молочно-білкового згустку є одною із основних технологічних операцій і займає близько 60% основного технологічного часу. Цей процес найбільше трудомісткий і вимагає великої затрати ручної праці. Трудність механізації процесу зумовила більшість способів і пристроїв, які застосовуються в даний час у промисловості для обезводнення.

В основі пристроїв для обезводнення лежать наступні методи відділення вологи: самопресування, вакуумфільтрування, видалення вологи шляхом випаровування у вакуумкамері, обезводнення у відцентровому полі, відтиску.

Обезводнення дисперсних середовищ шляхом вакуумфільтрування, застосовується у харчовій, хімічній та інших гілках промисловості. Табачников В.П. і Сурков В.Д. встановили, що застосування вакууму дозволяє інтенсифікувати процес відділення вологи при виробництві сиру.

Другим широко розповсюдженим методом обезводнення молочних та інших харчових продуктів являється метод вакуумного випаровування вологи. Випаровування вологи під вакуумом дозволяє дві технологічні операції при виробництві сиру обезводнення продукту. Крім цього, цей період метод має і ряд

інших переваг. Так, при проведенні процесу без попереднього зливу сироватки в сир переходить до 90% молочного цукру, 60-65% мінеральних солей, 20-25% білка, до 20% жиру, які при традиційному способі виробництва переходять сироватку. При цьому значно підвищується енергетична цінність сиру.

Останнім часом багато дослідників надають перевагу обезводненню молочно-білкового згустку у відцентровому полі. Застосування відцентрової сили інтенсифікує процес розділення дисперсних середовищ, зокрема при формуванні і пресуванні сиру. Дослідження, проведені Добровольським Н.С., показали, що для обезводнення і формування сиру доцільно застосовувати центрифуги фільтруючого типу з додатковими пресуючими вантажами.

Найчастіше для обезводнення молочно-білкового згустку застосовується пресування. Як показують дослідження ряду авторів пресування дозволяє значно інтенсифікувати процес відділення води, а також представляє більші можливості у виборі конструкції пристроїв для обезводнення.

Важливим фактором, який дає суттєвий вплив на процес обезводнення сирного згустку при пресуванні, є фільтраційні характеристики фільтраційної тканини.

Фільтраційні характеристики тканин вивчалися Гур'яновим А.І. і Липатовим Н.Н.

При пресуванні жирного сирного згустку втрати сухих речовин з сироваткою також трохи зростають із збільшенням навантажень, але не перевищують втрат при пресуванні обезжиреного згустку. Дослідження показали, що фільтраційні характеристики тканин різко знижуються при обезводненні згустку, який має жир.

Процес відділення сироватки при обезводненні молочно білкового згустку зв'язаний з процесом синерезису (самовільного відділення сироватки).

На думку Владовца Н.Н., рушійною силою синерезису є прагнення білкової фази, яка має надлишок води і тому в даних умовах метастабільної, перейти у стан рівноваги. При цьому розрізняють внутрішній (мікросинерезис) і зовнішній (макросинерезис). В процесі мікросинерезису елементи білкової структури

звільняються від надлишку вологи і система стає врівноважена. При цьому виникають напруження у системі в цілому, що спричиняє деформацію структурної сітки – зміна об'єму, який зайнятий структурою. Зовнішній синерезис у значній мірі визначається внутрішнім синерезисом. Чим більше вологи звільняють елементи білкової структури при мікросинерезисі, тим активніше проходить макросинерезис. Збільшення білкової фази в процесі внутрішнього синерезису обумовлює зростання міцності згустку з часом.

Тобто, у результаті синерезису волога, зв'язана з білком переходить у вільний стан і, по мірі того, у міру цього, збільшується міцність частинок згустку. Очевидно, що обидва ці фактори впливають на процес обезводнення повністю, і на процес відтиску – частково. Явище стискання зерен і виділення вологи у праці називають синеретичною консолідацією.

Табачников В.П. відзначає, що процес синерезису згасає значно повільніше, ніж процес відтиску. Процес активного відтиску сироватки при виробництві сиру триває 3-5хв., а синерезис – 210-240хв. після внесення сичужного ферменту.

Синерезис згустку залежить як від властивостей самого молока, так і від технологічних параметрів виробничого процесу.

Одним із основних факторів, які впливають на синерезис згустку, є температура нагріву (відварювання) згустку перед обезводненням.

Фріденберг Г.В. відзначає вплив температури нагріву згустку на збільшення інтенсивності виділення сироватки у згустку, одержаному коагуляцією білків молока у потоці. Аналогічне явище спостерігається при підвищенні температури нагріву згустку при виробництві сирів.

1.2. Аналіз та короткий опис об'єкту дослідження.

Завданням на курсовий проект передбачається модернізація преса Я7-789 з метою забезпечення зменшення терміну пресування сирних головок.

Технічна характеристика преса

Продуктивність (по малому костромському сиру), кг/зміну	240-250
Кількість одночасно встановлюваних форм, шт.	24
Кількість секцій, шт.	4
Кількість ярусів в секції, шт.	6
Тиск стиснутого повітря в пневмоциліндрах, кг/см ² :	
найбільше	6,0
найменше	1,0
Зусилля пресування, кгс	
найбільше	750
найменше	120
Діаметр поршня пневмоциліндра, мм	125
Хід штока пневмоциліндра, мм	723
Габаритні розміри, мм, не більше:	
довжина	2260
ширина	500
висота	3120
Маса преса (без запчастин), кг, не більше	833

1.3. Техніко – економічне обґрунтування модернізації.

Розглядуваний в кваліфікаційній роботі прес експлуатують в умовах молокопереробних виробництв при виробництві сиру. Типова структура дотикаючих середовищ має наступні характеристики:

Рекомендованими до застосування матеріалами є:

Для виробництва рамок і кронштейнів застосуємо ковкий чавун КЧ 30-5 ГОСТ 1215-79:

Межа міцності при розтязі	300	МПа
Межа міцності при згині	490	МПа
Межа міцності при крученні	340	МПа
Твердість по Брінелю	1630	МПа
Ударна в'язкість	0,12	Дж/мм ²
Модуль пружності E	1,55*10 ⁵	МПа
Коефіцієнт Пуассона	0,23	
Питома вага (густина)	7200	кг/м ³

Для виробництва менш відповідальних елементів застосуємо сталь Ст5 ГОСТ 380-71:

Межа міцності при розтязі	500...620	МПа
Твердість по Брінелю	1700	МПа
Ударна в'язкість	0,8	Дж/мм ²
Модуль пружності E	1,9*10 ⁵	МПа
Коефіцієнт Пуассона	0,3	
Питома вага (густина)	7825	кг/м ³

Для виробництва відповідальних елементів і елементів, які мають дотик до продуктів харчування застосуємо сталь.

Форми для сиру виготовимо із дозволених для роботи з харчовими продуктами поліетиленів.

Застосування такого рішення для форм обумовлено можливістю виготовлення їх засобами 3d друку. При цьому можна обійтись без виготовлення дорогих прес-форм, що дозволить пришвидшити і здешевити перехід на нові формати головок сиру.

Застосування такого типу форм для сирних головок тягне за собою зміни в конструкції рами преса і модернізацію системи керування робочими пресуючими пневмоциліндрами і замінити на конструкцію без зворотної пружини. Залежно від виду і розмірів головки сиру пресуючі пневмоциліндри повинні забезпечувати різну величину осевого зусилля.

1.4. Мета та задачі кваліфікаційної роботи.

Мета роботи – отримати технічні рішення по формах для пресування сиру.

Об’єкт дослідження. Об’єктом дослідження були зусилля у формах для сиру під час пресування.

Предмет дослідження. Прес з полімерними формами для пресування сиру.

Завданнями дипломної роботи є

проведення аналізу конструкцій технологічного обладнання пресування;

розроблення заходів з модернізації преса для сиру марки Я7-789;

вибір методики та інструментарію проведення досліджень;

виконання запланованих досліджень;

технічні рекомендації щодо впровадження результатів досліджень;

розробка заходів з техніки безпеки;

вирішення питань цивільної безпеки.

2. Методи та методика досліджень

2.1. Вибір і обґрунтування методів і засобів досліджень,

В процесі здійснення конструкторських проектних розробок важливим елементом є вибору доцільнішого технічного рішення, опираючись на декілька навних можливих варіантів. Щоб не створювати дороговартісні прототипи, доцільно створити відповідні моделі готового виробу і порівняти їх за певними критеріями. Наявний рівень розвитку комп'ютерної техніки та програмного забезпечення дозволяє працювати з віртуальними зразками.

Набагато дешевше і швидше створити 3D модель форми для сиру і провести ряд обчислень у одній із чисельних програм, ніж виготовляти їх копії і проводити натурні експерименти. Тому для проведення досліджень у роботі вибрано систему Solidworks Simulation, яка є підсистемою програми Solidworks

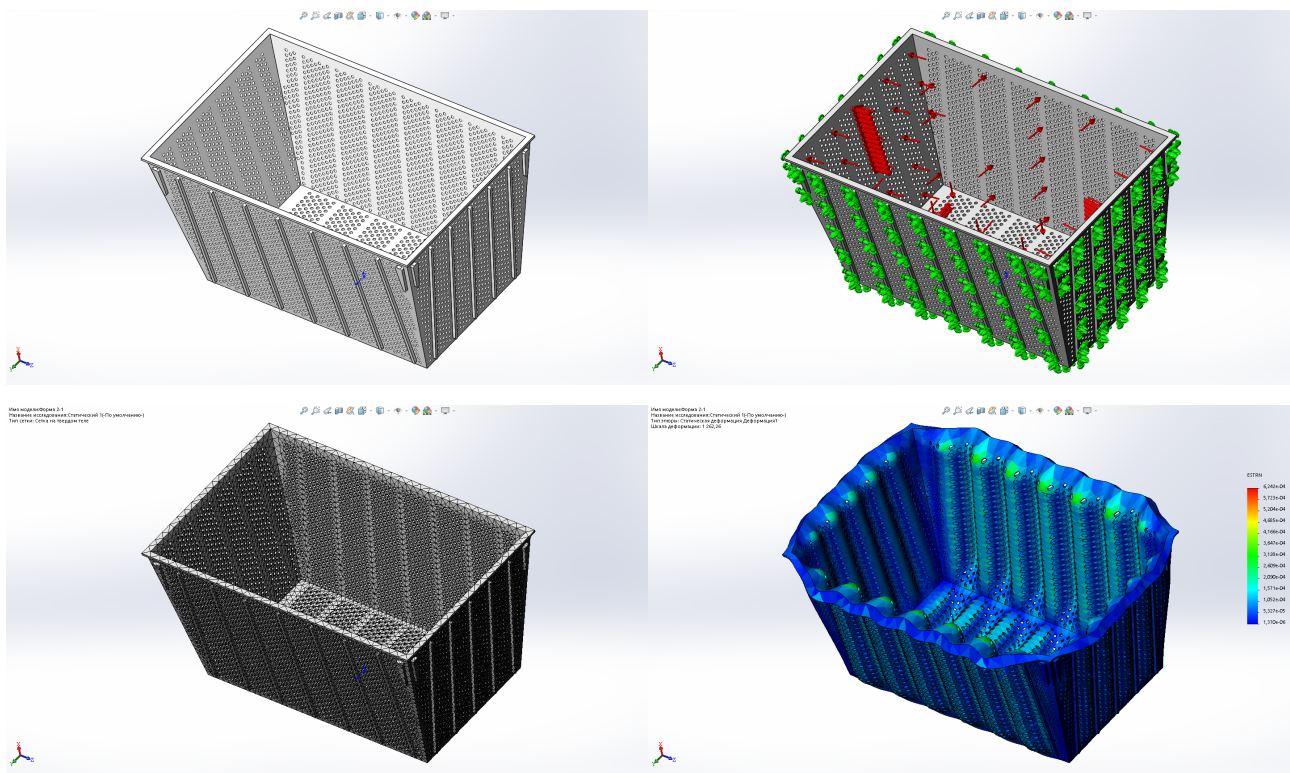


Рис. 2.1 – Етапи числових досліджень з використанням програми Solidworks Simulation

Solidworks Simulation –дозволяє мінімізувати трудові затрати на проведення досліджень за якісно виконаних досліджень.

Solidworks Simulation може працювати як з окремими деталями, так і зі зборками. При проведенні міцнісних досліджень у Solidworks Simulation аналізувати можна напруження, переміщення, запас міцності, а також проводити оптимізацію конструкції за чинними навантаженнями.

2.2. Алгоритм і методики проведення комп'ютерного дослідження.

Після того, як завершена робота над 3d моделлю, на її базі у програмі Solidworks створюємо проект статичного розрахунку. У сформованому проекті виконуємо наступні операції:

- уточнюємо матеріал, з якого виготовлено виріб;

- формуємо умови роботи з'єднань, якщо вони є;

- задаємо спосіб фіксації;

- задаємо площини під навантаженням і власне й самі навантаження;

- формуємо сітку;

- запускаємо обчислення;

у випадку неможливості отримати розв'язки за певних умов, зазвичай дослідники редагують параметри сітки і запускають обчислення повторно.

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

3.1 Будова і принцип роботи будова і принцип роботи пресу Я7-789

Прес складається зі станини, вертикальних циліндричних стійок, пресуючих полиць, траверси, пневмосистеми і пневмоциліндрів. Основа складається із зварного каркаса, фанерованого неіржавіючою сталлю. Основа має отвори, в які входять болти М 30х90 для кріплення стійок. Вертикальні стійки виконані з неіржавіючої труби діаметром 38 мм. Пресуючі полиці складаються з чавунних рамок, на які одягається облицьовування з привареними до неї давильниками. Облицьовування і давильники виконані з неіржавіючої сталі. У всередину давильника, для створення жорсткості, вкладена чавунна хрестовина. Траверса виконана з гнутого С-подібного профілю зварної конструкції. До неї приварені бобишки з отворами, в які входять болти М 30х90 для кріплення вертикальних стійок.

Пневмосистема складається з крана керування, регулятора тиску, трубопроводів, що підводять повітря до пневмоциліндрів для опускання і підйому штоків. Пневмоніліндри складаються з фланців, кришок, циліндрів, поршнів, штоків, ущільнювальних кілець втулок, манжетів.

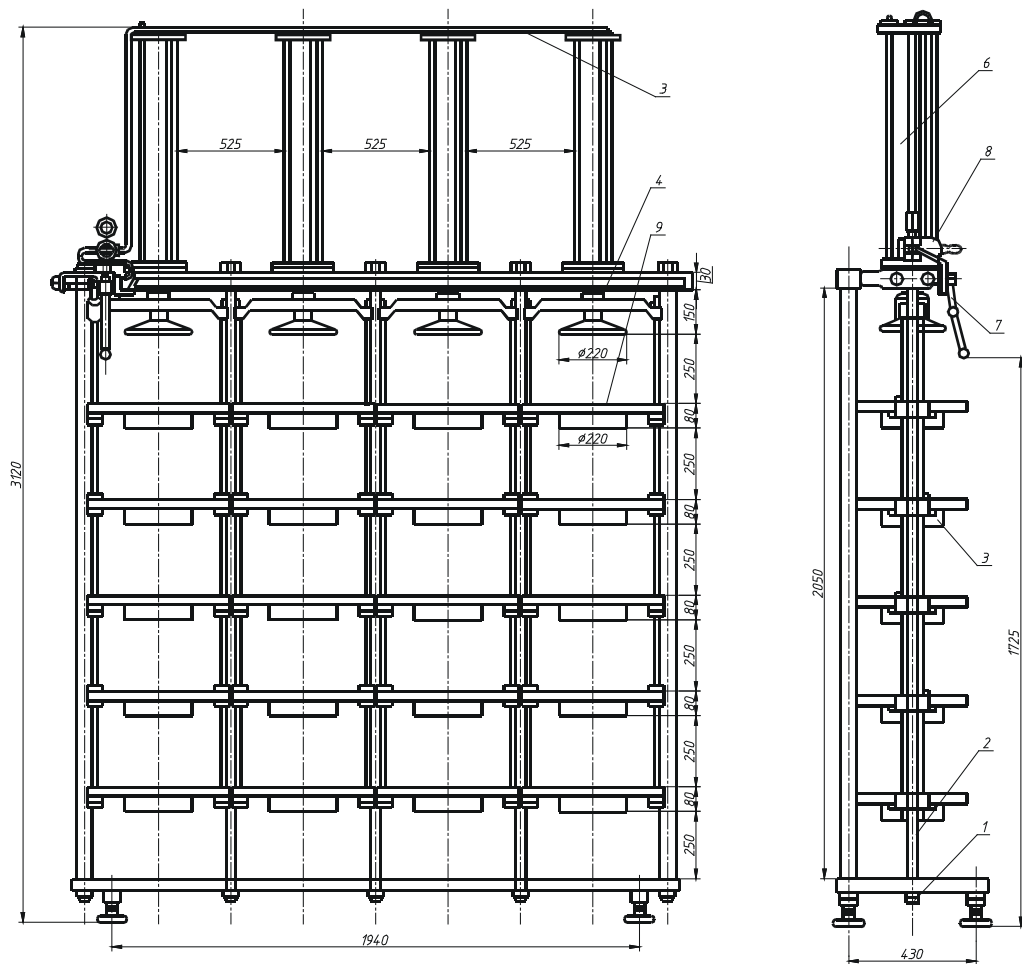


Рис. 3.1. Прес марки Я7-789 для сирів:

1 - основа; 2 - циліндрова стійка; 3 - пресуюча полиця, 4 - траверса; 5 - пневмосистема; 6 - пневмоциліндр; 7 - кран управління; 8 - регулятор тиску.

Прес Я7-789 має чотири пресуючі секції, що складаються з п'яти пресуючих полиць, сполучених між собою стягуваннями. Верхній кінець стягувань кріпиться нерухомо, а нижній, проходячий через наскрізний отвір в полиці - рухомо. Верхні пресуючі полиці кріпляться стягуваннями до коромисел, насаджених на кінці штоків пневмоциліндрів і закріпленим притисками. Основи пресів мають регульовані ніжки, за допомогою яких можна провести виставлення преса в горизонтальній і вертикальній площинах. Робота преса відбувається наступним чином. Підйоми або опускання пресуючих полиць здійснюються рукояткою крана керування 7 шляхом повернення її вправо або вліво. При повороті рукоятки вправо стиснене повітря подається в нижні порожнини пневмоциліндрів - відбувається підйом пресуючих полиць. При повороті рукоятки вліво стиснене

повітря поступає у верхні поршневі порожнини - відбувається опускання пресуючих полиць і пресування сирів. Столи повинні рухатися вгору і вниз по напрямляючих стійках плавно, без заїдань і перекосів. Якщо сирзавод має в наявності динамометр (що бажано), то, встановлюючи його між столами, слід переконатися, що всі столи навантажені однаково (допускається відхилення зусиль пресування порядку 10%). Регулювання питомого тиску пресування проводиться поворотом рукоятки регулятора тиску. При обертанні рукоятки за годинниковою стрілкою тиск наростає, при обертанні проти годинникової стрілки тиск падає. Компресорна установка має два режими роботи: автоматичний і ручний. Автоматичний режим є основним і забезпечується перемиканням тумблера в положення «Автомат» і включенням автоматичного вимикача АЕ2016. Робота компресорної установки відбувається в наступному порядку. При порожньому ресивері контакт манометра замикає ланцюг, включаючи реле, яке своїми замикаючими контактами включає магнітний пускач компресорної установки. Контакт P_{min} шунтується замикаючим контактом реле. При досягненні в ресивері тиску, встановленого на шкалі манометра електроконтакта, його контакт включає реле, яке своїми розмикаючими контактами відключає попереднє реле і магнітний пускач. Захист від струмів короткого замикання і струмів тривалого перевантаження здійснює автоматичний вимикач АЕ2016. Ручний режим призначений для ремонтних і налагоджувальних робіт. Він забезпечується перемиканням тумблера в положення «Ручне». Кнопкою «Пуск» здійснюється включення компресорної установки, «Стоп» - її зупинка. У випадку, якщо тиск в ресивері перевищує допустимий, електроконтактний манометр контактом замикає ланцюг катушки і ланцюг магнітного пускача розмикається, зупиняючи двигун компресорної установки. Таким шляхом в ручному режимі здійснюється контроль максимального тиску в ресивері.

3.2 Розрахунок потреб у стисненому повітрі на пресування сиру

Розрахунок витрат стисненого повітря здійснюється на основі обліку об'єму робочих порожнин пневмоциліндрів, число ходів штоків за технологічний цикл, робочого тиску в пневмосистемі і втрат стисненого повітря за формулою:

$$Q_{\text{пов}} = \left[\frac{P_m}{P_a} \cdot \sum_{i=1}^n (B_i \cdot S_i) + Z \cdot Q_{\text{ц}} \cdot t \right] \cdot K$$

- де P_m робочий тиск стисненого повітря в пневмосистемі, атм;
 P_a тиск оточуючої атмосфери, атм;
 B_i об'єм робочої порожнини i -го пневмоциліндра, см^3 ;
 S_i число ходів i -го пневмоциліндра за цикл;
 Z число пневморозподільвачів;
 $Q_{\text{ц}}$ втрата стисненого повітря в пневморозподільвачі, $\text{см}^3/\text{хв}$;
 t тривалість технологічного циклу, хв;
 K коефіцієнт запасу на витік у пневмосистемі;

Пневмоциліндр для російського сиру.

довжина ходу $L_1 := 72.3$ см

діаметр $D_1 := 12.5$ см

кількість ходів за цикл $S_1 := 8$

кількість пневмоциліндрів $n_1 := 4$

Об'єм робочої порожнини: $B_1 := \frac{\pi \cdot D_1^2}{4} \cdot L_1 \cdot n_1$

$$B_1 = 35490.18 \text{ (см}^3\text{)}$$

Сумарний геометричний об'єм за цикл $V_1 := B_1 \cdot S_1$

$$V_1 = 283921.44 \text{ (см}^3\text{)}$$

Пневмоциліндр для голландського сиру.

довжина ходу $L_2 := 72.3$ см

діаметр $D_2 := 14$ см

кількість ходів за цикл $S_2 := 8$

кількість пневмоциліндрів $n_2 := 4$

$$\text{Об'єм робочої порожнини: } B_2 := \frac{\pi \cdot D_2^2}{4} \cdot L_2 \cdot n_2$$
$$B_2 = 44518.88 \text{ (см}^3\text{)}$$

$$\text{Сумарний геометричний об'єм за цикл } V_2 := B_2 \cdot S_2$$
$$V_2 = 356151.05 \text{ (см}^3\text{)}$$

Приймаємо наступні технологічні режими роботи:

$$P_m := 6 \text{ (атм); } P_a := 1 \text{ (атм); } Q_{\text{ц}} := 50 \text{ (см}^3\text{/хв);}$$
$$t := 60 \text{ (хв); } Z := 7 \text{ (шт); } K := 1.4 \text{ (шт);}$$

$$Q_{\text{пов}} := \left[\frac{P_m}{P_a} \cdot (V_1 + V_2) + Z \cdot Q_{\text{ц}} \cdot t \right] \cdot K \quad Q_{\text{пов}} = 5406008.88 \text{ (см}^3\text{)}$$

Питоме споживання стисненого повітря визначаємо за формулою:

$$Q_{\text{пит}} = \frac{Q_{\text{пов}}}{K_c}$$

де $K_c := 24$ шт - одночасно оброблюваних головок сиру.

$$Q_{\text{пит}} := \frac{Q_{\text{пов}}}{K_c} \quad Q_{\text{пит}} = 225250.37 \text{ (см}^3\text{/кг)}$$

3.3 Структурний аналіз преса типу Я7-789

Структурна схема складається на першому етапі конструювання нової машини або дослідження існуючої. Структурна схема включає основні частини устаткування, їх призначення і взаємозв'язок.

Основною механічною операцією, яка виконується пресом, являється пресування головок сиру.

По принципу дії прес відноситься до обладнання з пневматичним приводом. Робочий орган (пресуючі пластини) кріпляться на штоках і здійснюють поступальний рух.

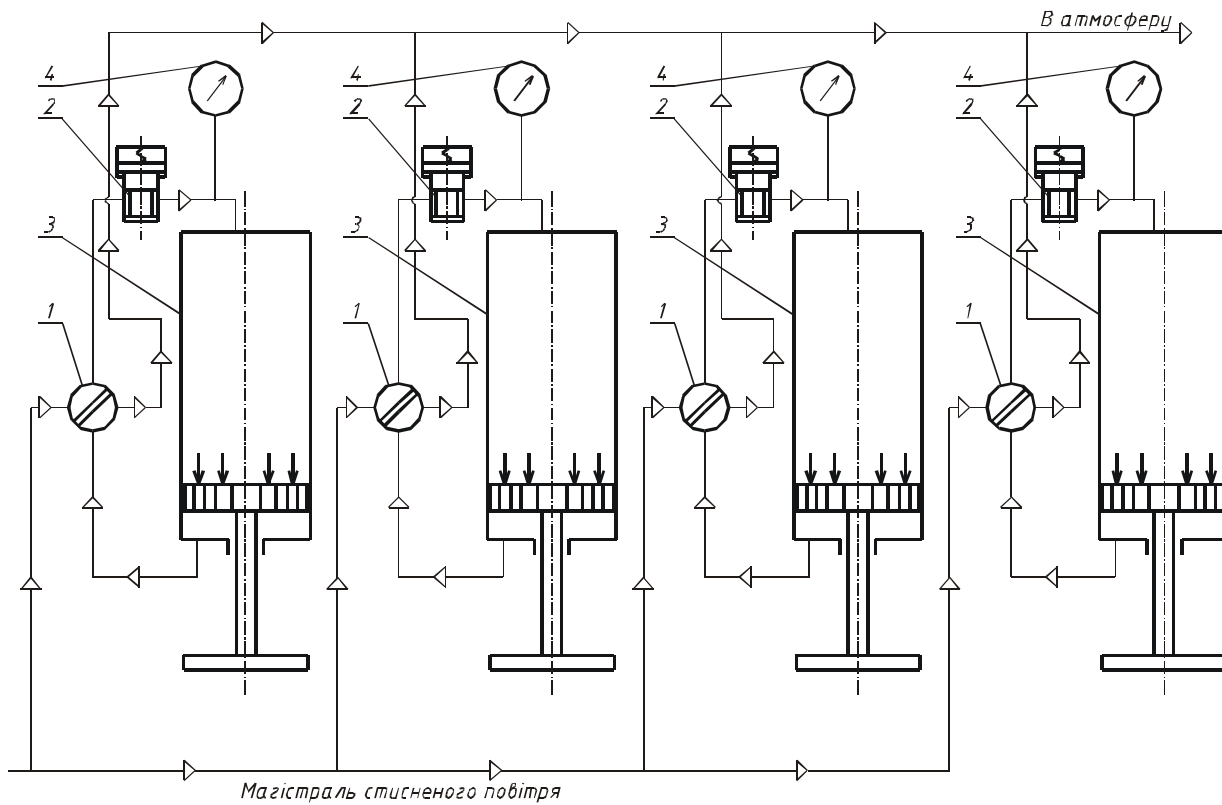


Рис. 3.2. Структурна схема преса:

1 – кран керування В 71-22; 2 – клапан БВ 57-13; 3 – пневмоциліндр; манометр.

3.4 Розрахунок пневмоциліндра для сиру

В даному пневмоциліндрі перестановче зусилля створюється тиском стисненого повітря в робочій порожнині на поршень.

Розрахунок зводиться до визначення діаметра поршня при заданих технологічних параметрах робочого середовища.

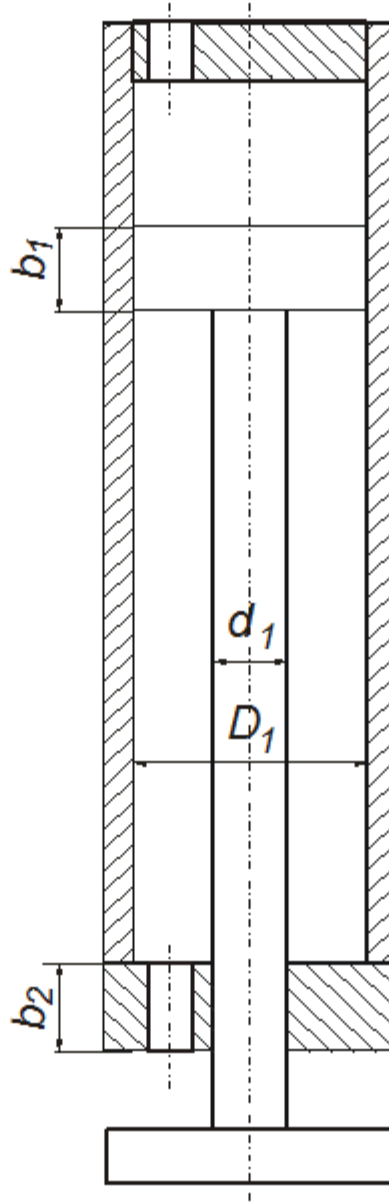


Рис. 3.3. Розрахункова схема пневмоциліндра.

Вихідні дані до розрахунків:

$N_{\text{пс.п}}$ - перестановчне зусилля в кінці прямого ходу штока

$$N_{\text{пс.п}} := 5500 \quad \text{Н};$$

$p_{\text{пит}}$ - тиск живлення виконавчого механізму відповідно з ГОСТ 6540-68

$$p_{\text{пит}} := 6.0 \cdot 10^5 \quad \text{Па};$$

Розрахунок виконаємо в наступній послідовності.

Задаємо коефіцієнтом навантаженості k , який враховує зусилля активного опору [], і має наступне значення:

$$k := 1.16$$

Визначаємо попереднє значення зусилля, яке повинно розвиватися поршнем за наступною формулою:

$$N_{\text{пор}} := k \cdot N_{\text{пс.п}} \qquad N_{\text{пор}} = 6380 \quad (\text{Н})$$

Задаємо тиском в вихлопній порожнині механізму, значення якого рекомендується приймати в межах 0,02...0,06 МПа .

$$\text{Приймаємо: } p_{\text{в}} := 0.6 \cdot 10^5 \quad (\text{Па})$$

Визначаємо попереднє значення діаметра поршня:

$$D_1 := 1.15 \cdot \sqrt{\frac{N_{\text{пор}}}{p_{\text{пит}} - p_{\text{в}}}} \qquad D_1 = 0.125 \quad (\text{м})$$

Отримане значення D_1 заокруглюємо до найближчого більшої величини згідно ГОСТ 6540-68.

$$\text{Приймаємо діаметр циліндра } D_1 := 0.125 \quad (\text{м})$$

Із співвідношення $d = (0,25 \dots 0,4)D$ визначаємо розрахунковий діаметр штока пневматичного елемента.

$$d_1 := 0.3 \cdot D_1 \qquad d_1 = 0.038 \quad (\text{м})$$

Отримане значення d_1 заокруглюємо до найближчої величини згідно ГОСТ 6540-68.

$$\text{Приймаємо: } d_1 := 0.04 \quad (\text{м})$$

Визначаємо сумарне зусилля активного опору $N_{\text{тм}}$ за залежністю:

$$N_{\text{тм}} = N'_{\text{тм}} + N''_{\text{тм}}$$

$$\text{де } N'_{\text{тм}} = 0.1 \pi \cdot \mu \cdot p_2 \cdot b_1 \cdot n \cdot D$$

μ - коефіцієнт тертя $\mu := 0.15$

p_2 - радіальний тиск кільця [Па]:

$$p_2 := 7 \cdot 10^5 \text{ (Па)}$$

b_1 - ширина кільця

$$b_1 := 0.045 \text{ (м)}$$

n - число кілець

$$n := 1$$

$$N'_{\text{TM}} := 0.1 \pi \cdot \mu \cdot p_2 \cdot b_1 \cdot n \cdot D_1 \quad N'_{\text{TM}} = 185.55 \quad (\text{Н})$$

При проведенні обчислень для штока:

$$N''_{\text{TM}} = 0.1 \pi \cdot \mu \cdot p_2 \cdot b_2 \cdot n \cdot d$$

Тут:

$$b_2 := 0.045 \text{ (м)}$$

$$d_1 = 0.04 \text{ (м)}$$

$$N''_{\text{TM}} := 0.1 \pi \cdot \mu \cdot p_2 \cdot b_2 \cdot n \cdot d_1 \quad N''_{\text{TM}} = 59.376 \quad (\text{Н})$$

$$N_{\text{TM}} := N'_{\text{TM}} + N''_{\text{TM}} \quad N_{\text{TM}} = 244.926 \quad (\text{Н})$$

Розраховуємо ефективну площу поршня:

Для безштокової порожнини площу розрахуємо за формулою:

$$F_e := \frac{\pi}{4} \cdot D_1^2$$

Для штокової порожнини:

$$F_{e.\text{ш}} := \frac{\pi}{4} \cdot (D_1^2 - d_1^2)$$

Тут : D_1 - діаметр циліндра;

d_1 - діаметр штока.

$$F_e := \frac{\pi}{4} \cdot D_1^2 \quad F_e = 0.012 \quad (\text{м}^2)$$

$$F_{e.\text{ш}} := \frac{\pi}{4} \cdot (D_1^2 - d_1^2) \quad F_{e.\text{ш}} = 0.011 \quad (\text{м}^2)$$

Знайдемо зусилля протитиску на вихлоп для безпружинних механізмів:

$$N_B := p_B \cdot F_{e.\text{ш}} \quad N_B = 660.913 \quad (\text{Н})$$

Визначаємо уточнене значення зусилля, розвиненого поршнем

$$N_{\text{пр.ут}} := N_{\text{пс.п}} + N_{\text{тм}} + N_{\text{в}}$$

$$N_{\text{пр.ут}} = 6405.84 \quad (\text{Н})$$

3.5 Розрахунок форми для сиру

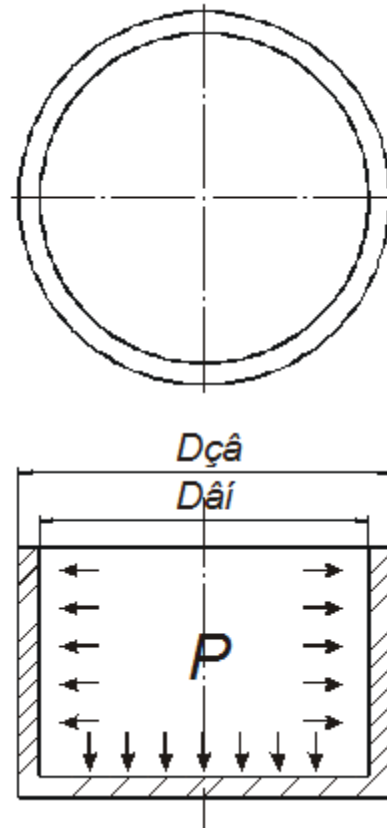


Рис. 3.5. Розрахункова схема форми для сиру

Із технічних умов на виробництво сиру в головках круглої форми приймаємо:

$$D_{\text{вн}} := 0.270 \quad (\text{м})$$

Попередньо приймаємо товщину стінок $s := 0.004 \quad (\text{м})$ і відповідно:

$$D_{\text{зв}} := D_{\text{вн}} + 2 \cdot s \quad D_{\text{зв}} = 0.278 \quad (\text{м})$$

Прийmemo поправку на корозію для стінки форми із врахуванням: $c := 0.001 \quad (\text{м})$ основних фізико-хімічних властивостей сталі 08X18T1.

Тоді товщина зовнішньої стінки форми:

$$D_{\text{зв}} := D_{\text{вн}} + 2 \cdot s + 2 \cdot c \quad D_{\text{зв}} = 0.280 \quad (\text{м})$$

Площа порожнини форми у горизонтальній площині:

$$S_{\text{гор}} := \frac{\pi \cdot D_{\text{вн}}^2}{4} \quad S_{\text{гор}} = 0.057 \quad (\text{м}^2)$$

Максимальний тиск, який розвивається:

$$P_{\text{max}} := \frac{N_{\text{пр.ут}}}{S_{\text{гор}}} \quad P_{\text{max}} = 1.328 \times 10^5 \quad (\text{Па})$$

Розрахуємо коефіцієнт товстостінності із врахуванням поправки на корозію:

$$\beta := \frac{(D_{\text{зв}} - 2 \cdot c)}{D_{\text{вн}}} \quad \beta = 1.03$$

$$\ln(\beta) = 0.029$$

Приймаємо коефіцієнт міцності із врахуванням наявного зварного шва згідно ОСТ 26-1046-74:

$$\phi := 0.91$$

Для сталі 08X18T1 допустимі напруження:

$$\text{Допустиме часове напруження: } \sigma_{\text{в}} := 375 \quad (\text{МПа})$$

$$\text{Межа текучості: } \sigma_{\text{т}} := 195 \quad (\text{МПа})$$

Відповідні коефіцієнти запасу міцності:

$$\text{по часовому опору: } n_{\text{в}} := 2.4$$

$$\text{по опору текучості: } n_{\text{т}} := 1.5$$

Допустиме напруження є меншим із двох наступних:

$$\sigma_{\text{в.доп}} := \frac{\sigma_{\text{в}}}{n_{\text{в}}} \quad \sigma_{\text{в.доп}} = 156.25 \quad (\text{МПа})$$

$$\sigma_{\text{т.доп}} := \frac{\sigma_{\text{т}}}{n_{\text{т}}} \quad \sigma_{\text{т.доп}} = 130 \quad (\text{МПа})$$

$$\sigma_{\text{т.доп}} < \sigma_{\text{в.доп}} \quad \text{тому} \quad \sigma_{\text{доп}} := \sigma_{\text{т.доп}} \quad \sigma_{\text{доп}} = 130 \quad (\text{МПа})$$

Допустимий тиск розрахуємо за формулою:

$$p_{\text{доп}} := 10^6 \cdot \sigma_{\text{доп}} \cdot \phi \cdot \ln(\beta) \quad p_{\text{доп}} = 3.454 \times 10^6 \quad (\text{Па})$$

Що на порядок більше, ніж розвинутий тиск при пресуванні сиру.

$$P_{\text{max}} < p_{\text{доп}}$$

3.6. Особливості експлуатації і технічного обслуговування преса.

Заповнені сирні форми повинні встановлюватися на пресуючих полицях так, щоб центр форми відповідав осі прижима. При недотриманні цього сири можуть мати перекося.

Якщо незручно встановлювати сирні форми на верхні полиці пресів, рекомендується завантаження починати при нижньому положенні полиць, для чого слід повернути рукоятку крана управління вліво.

Вивантаження форм проводити з нижніх полиць, поступове опускаючи їх вниз.

При пресуванні сирів малих розмірів по висоті (менше 120 мм) ходу штока пневмоциліндра 723 мм може бути недостатньо, на даний випадок рекомендується використовувати дерев'яні або пластмасові прокладки. Задля уникнення перекося сирів прокладки повинні бути рівними.

Управління пресами в процесі роботи здійснюється кранами управління.

Відповідно до технологічного процесу виготовлення сирів тиск в пневмоциліндрах повинен регулюватися від 1 до 6 атмосфер. Регулювання здійснюється регулятором тиску, причому регулювання проводиться при опущених полицях.

При поверненні гвинта регулятора тиску проти годинникової стрілки - тиск повітря падає і навпаки. Остаточний тиск фіксується по манометру.

В процесі роботи металеві частини крана управління можуть покриватися корозією, тому щомісячно кран необхідно розбирати, промивати і мастити технічним вазеліном, мастилом ВУС (солідол) ГОСТ 1033-73.

Таблиця 3.1.

Характерні несправності і методи їх усунення

Несправності	Причини	Методи усунення
Падіння тиску при пресуванні сирів. Регулятор тиску не тримає заданий тиск	Мідне кільце зім'ято.	Викрутити регулювальний гвинт і перевірити мідне кільце, якщо воно зім'яте, замінити новим.
	Лопнула мембрана	Замінити мембрану чи регулятор тиску.
	Не тримає повітря кран керування	Перевірити з'єднання мильною піною, зробити підтяжку.
		Перевірити золотник і при необхідності притерти його.
	Поршень циліндра пропускає повітря.	Проглянути поршень, змінити пружину або замінити поршень.
	Повітропроводи пропускають повітря.	Перевірити всі з'єднання мильною піною і підтягти їх.
Перекіс сирів після пресування.	Неправильно встановлені сирні форми.	Зробити перепресовку, правильно встановивши сирні форми і підкладки.
	Перекіс пресуючих полиць.	Проварити рух стягувань, якщо стягування заїдають - усунути заїдання.
Дуже повільний підйом і опускання штоків пневмоциліндрів.	недостатній тиск в мережі трубопроводів.	Перевірити роботу компресорної установки.

У внутрішню порожнину пневмоциліндрів необхідне щомісячно вводити мастило індустріальне И20А ГОСТ 20799-75 в кожний циліндр по 20 г.

При великих перервах в роботі преси слід законсервувати. Відключити повітряну магістраль, перевірити відсутність вологи в пневмоциліндрах і трубопроводах. Потім всі металеві частини, що не мають лакофарбових покриттів, змастити консерваційним мастилом К-17 ГОСТ 10877-64.

Деталі пресів із неіржавіючої сталі також змазати тонким шаром мастила для консервації.

При демонтажі устаткування преси розбирають, консервують, упаковують в дерев'яну тару і здають на складське зберігання. Допускається зберігання пакувальних пресів під навісом.

4. Комп'ютерне моделювання форм для сиру під навантаженням

4.1. Постановка завдань дослідження.

Дослідження форм для сиру під навантаженням будемо виконувати за допомогою модуля SolidWorks Simulation. Досліджувати будемо пластикові форми прямокутної і круглої форми з перфорацією подовгастої і круглої форми (рис. 4.1-4.4)

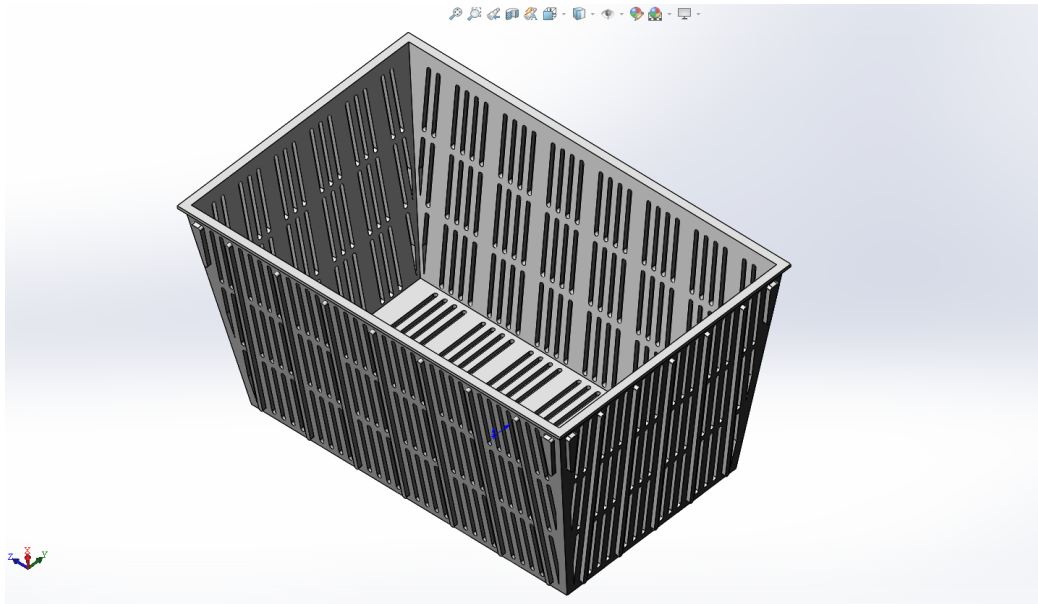


Рис. 4.1. Прямокутна форма типорозміру 200x130-165x95h110 з подовгастою перфорацією.

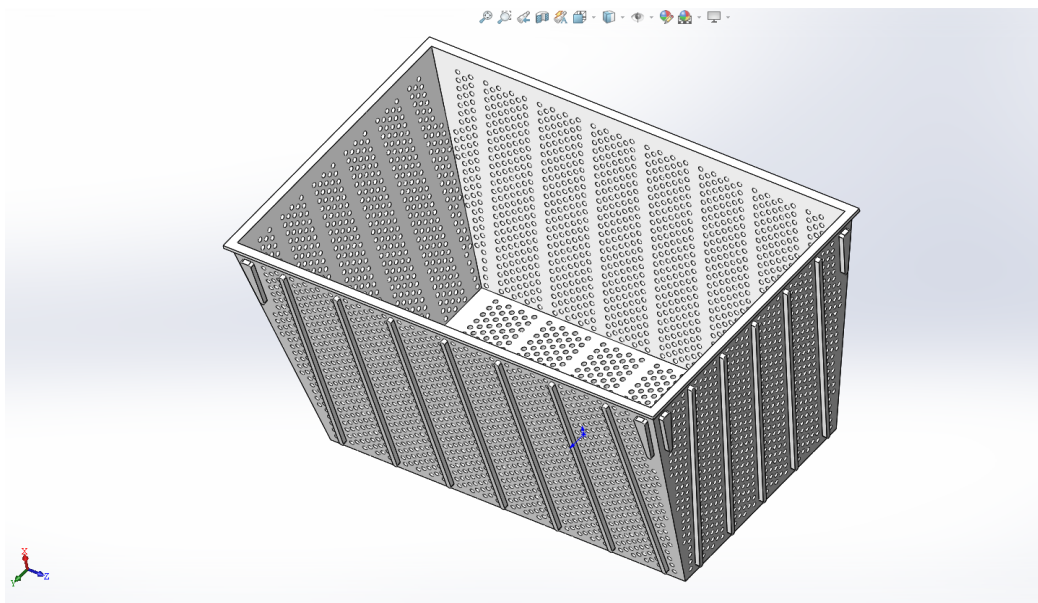


Рис. 4.2. Прямокутна форма типорозміру 200x130-165x95h110 з круглою перфорацією.

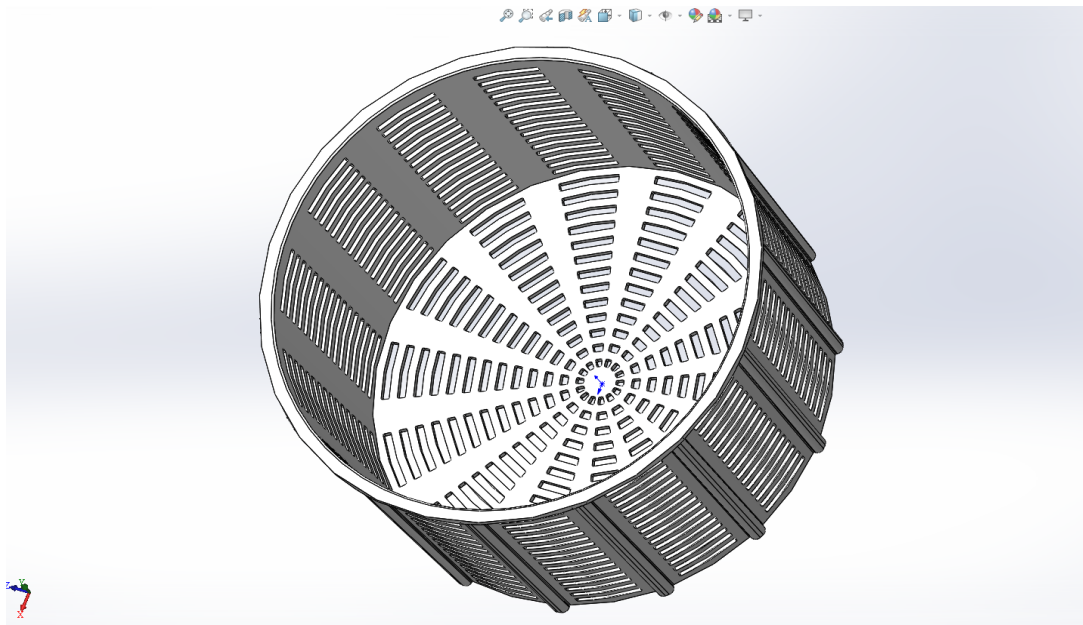


Рис. 4.3. Кругла форма типорозміру 124-115h70 з подовгастою перфорацією.

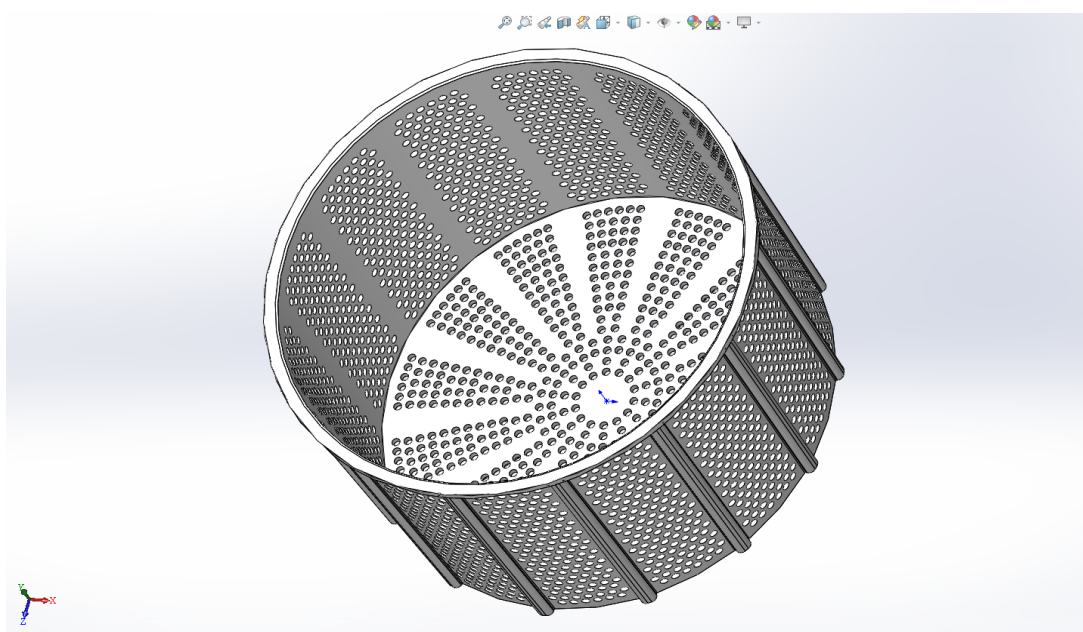


Рис. 4.4. Кругла форма 124-115h70 з круглою перфорацією.

4.2. Результати моделювання форм для сиру під навантаженням.

Спрощена розрахункова схема прямокутної форма типорозміру 200x130-165x95h110 з подовгастою перфорацією представлена на рис. 4.5. Вказано схематично кріплення і навантаження тиском 20кПа. На рис. 4.6. представлена розрахункова сітка пропонованого автоматично розміру комірок. На рис.4.7 – рис.4.10 наведено результати розрахунків згідно до поставленого завдання.

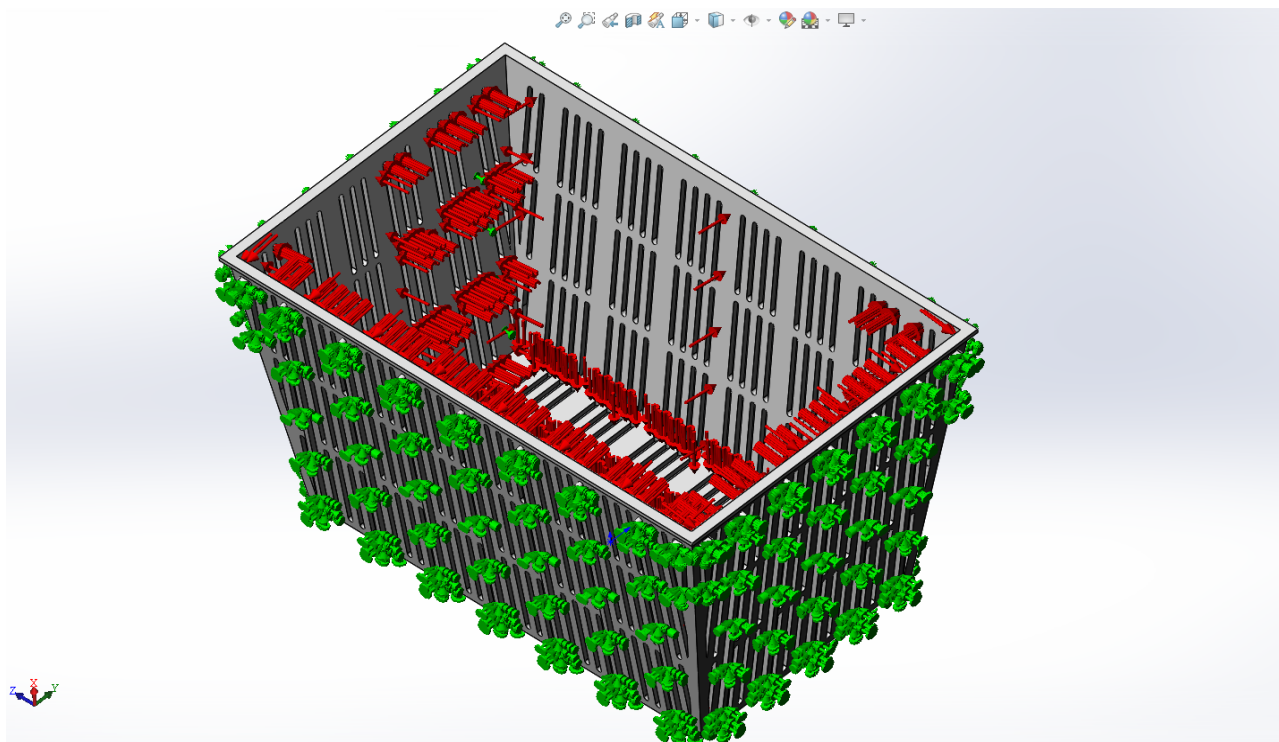


Рис. 4.5. Розрахункова схема прямокутної форми типорозміру 200x130-165x95h110 з подовгастою перфорацією

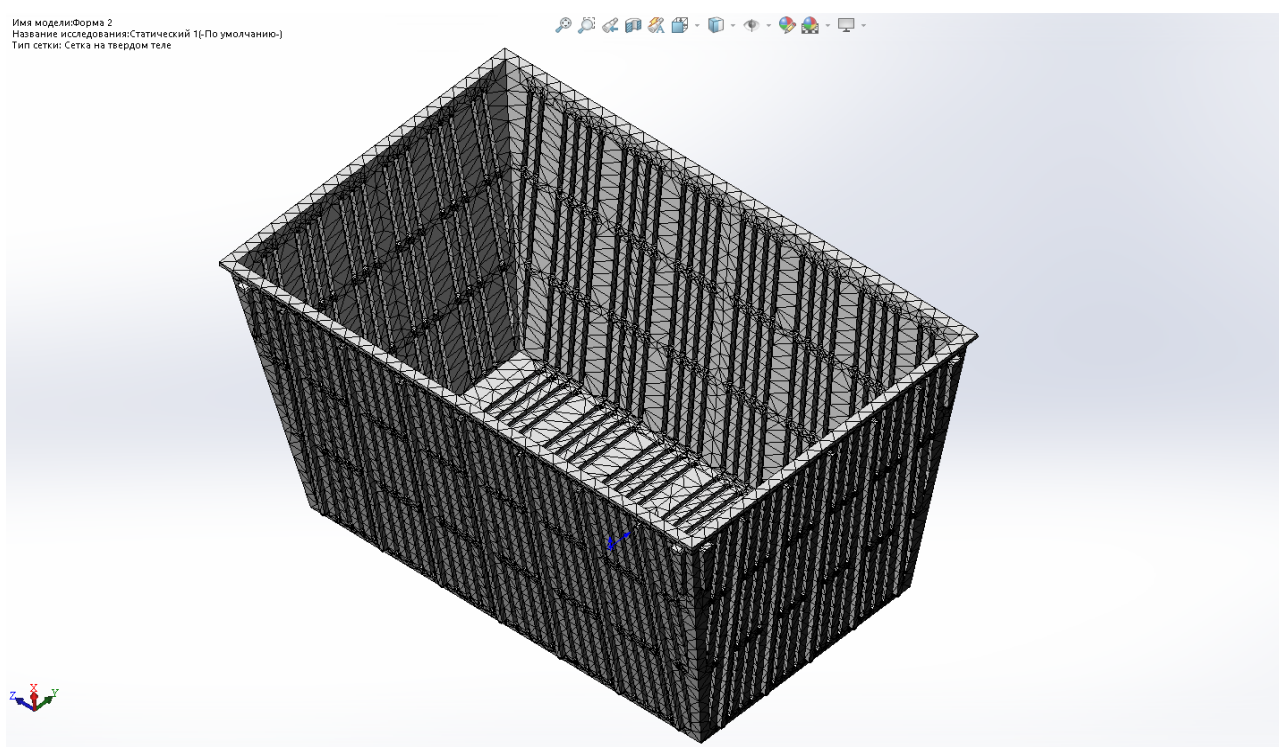


Рис. 4.6. Розрахункова сітка прямокутної форми типорозміру 200x130-165x95h110 з подовгастою перфорацією.

Имя модели: Форма 2
Название исследования: Статический 1 (По умолчанию)
Тип эпоры: Статический узловое напряжение Напряжение1
Шкала деформации: 210,106

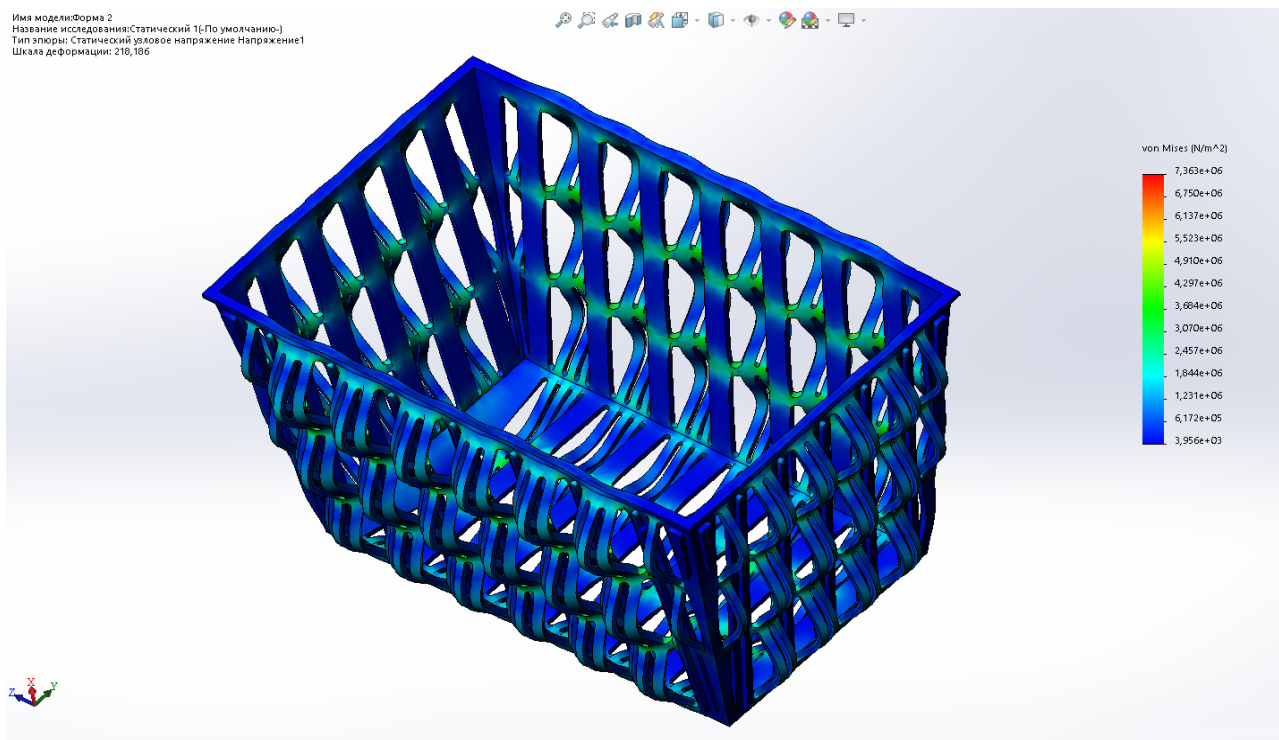


Рис. 4.7. Напряжения за фон Мизесом для прямоугольной формы типоразмёру 200x130-165x95h110 с подовгастою перфорацией при тиску 20кПа.

Имя модели: Форма 2
Название исследования: Статический 1 (По умолчанию)
Тип эпоры: Статическое перемещение Перемещение1

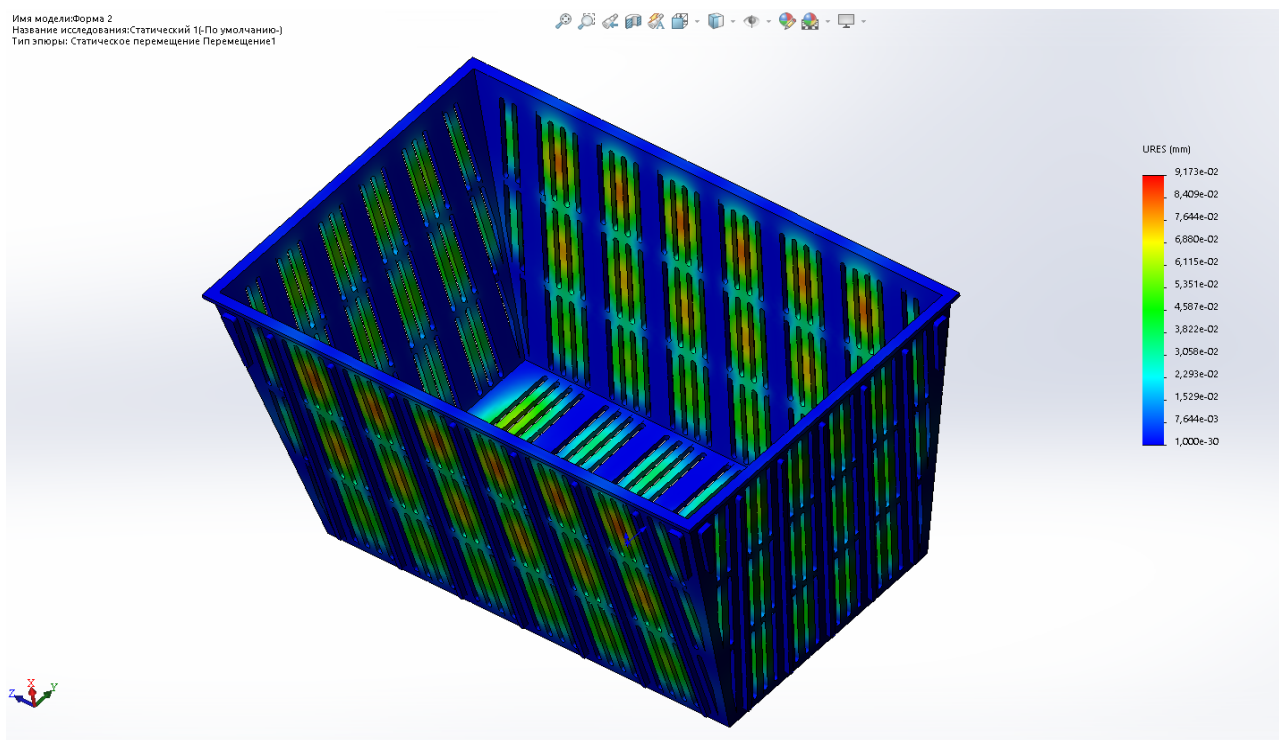


Рис. 4.8. Статичне переміщення для прямокутної форми типорозміру 200x130-165x95h110 з подовгастою перфорацією при тиску 20кПа.

Имя модели: Форма 2
 Название исследования: Статический 1 (По умолчанию)
 Тип элора: Статическая деформация Деформация1
 Шкала деформации: 210,106

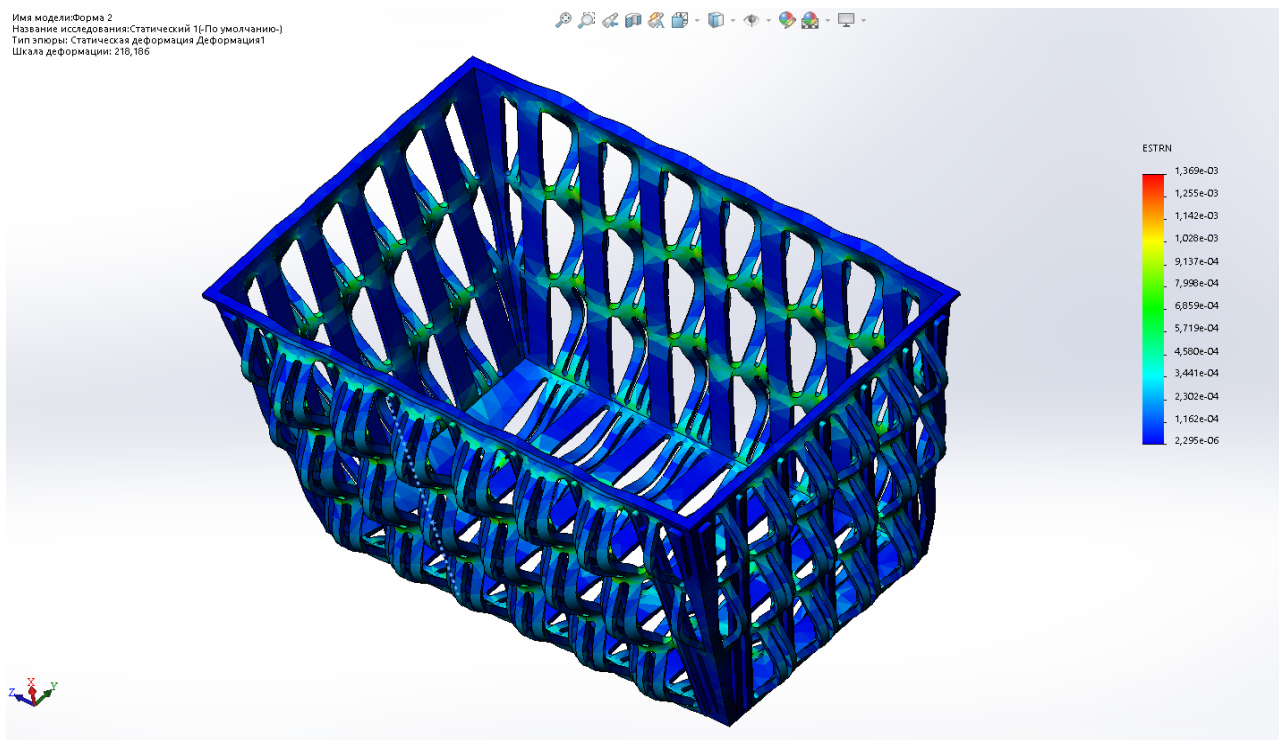


Рис. 4.9. Статична деформація для прямокутної форми типорозміру 200x130-165x95h110 з подовгастою перфорацією при тиску 20кПа.

Имя модели: Форма 2
 Название исследования: Статический 1 (По умолчанию)
 Тип элора: Запас прочности Запас прочности1
 Критерий : Авто
 Распределение запаса прочности: Мин. коэффициент запаса прочности = 6,9

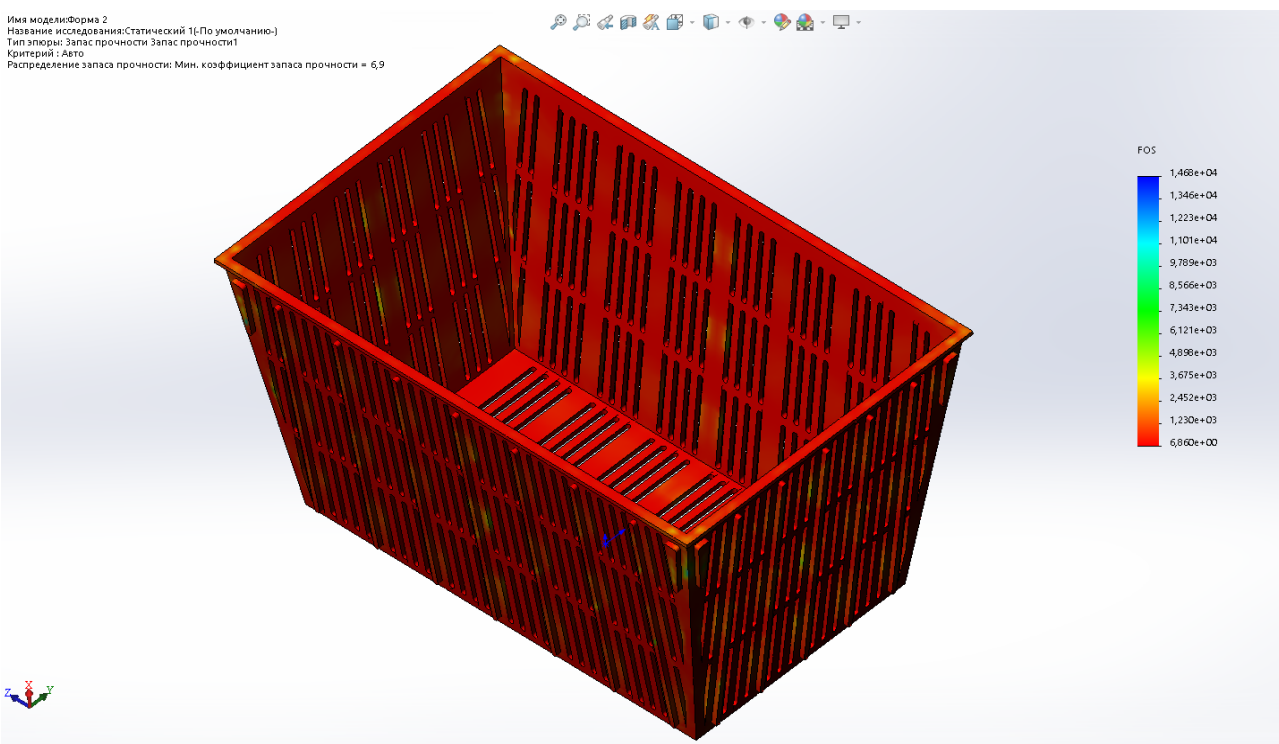


Рис. 4.10. Запас міцності (FOS) для прямокутної форми типорозміру 200x130-165x95h110 з подовгастою перфорацією при тиску 20кПа.

Спрощена розрахункова схема прямокутної форми типорозміру 200x130-165x95h110 з круглою перфорацією представлена на рис. 4.11. Вказано

схематично кріплення і навантаження тиском 20кПа. На рис. 4.12. представлена розрахункова сітка пропонованого автоматично розміру комірок. На рис.4.13 – рис.4.16 наведено результати розрахунків згідно до поставленого завдання.

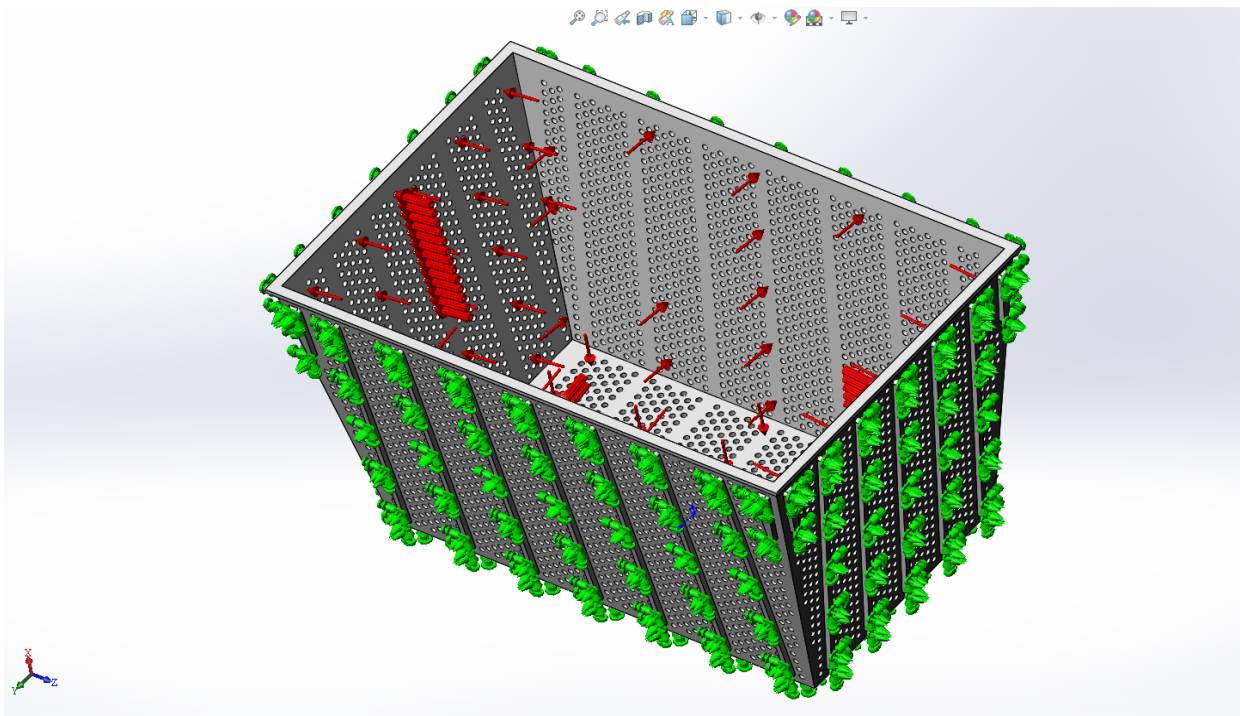


Рис. 4.11. Розрахункова схема прямокутної форми типорозміру 200x130-165x95h110 з круглою перфорацією

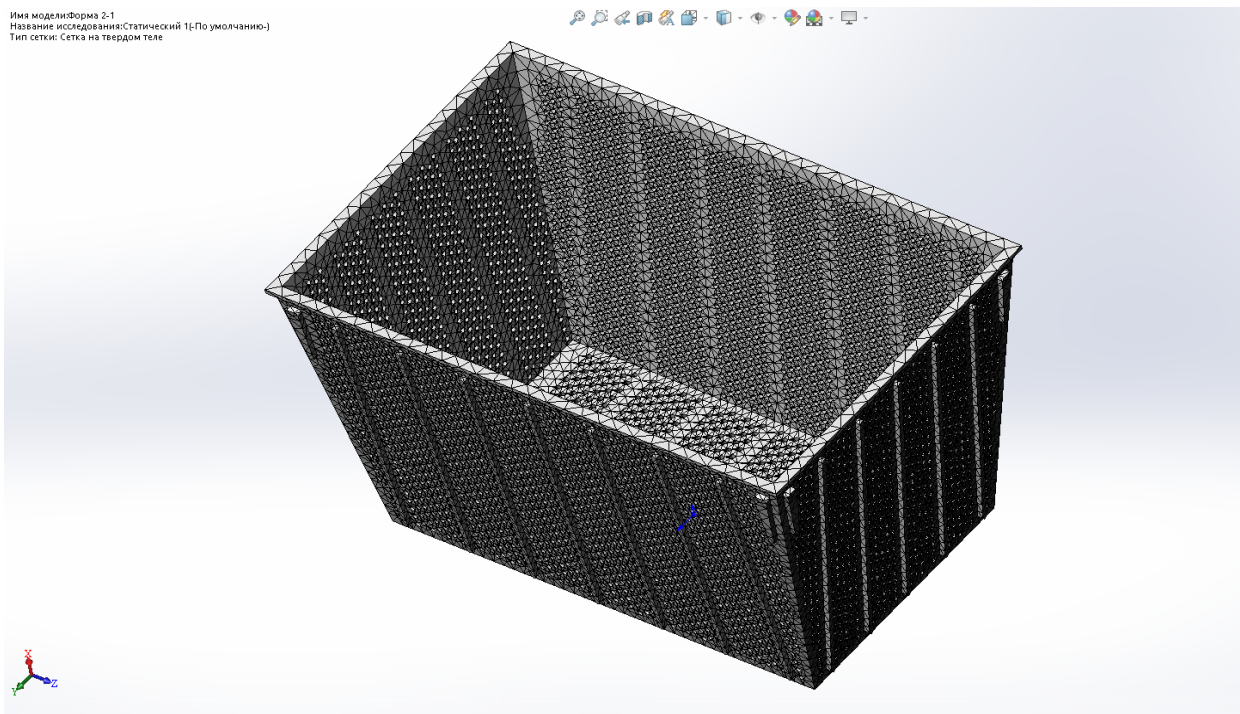


Рис. 4.12. Розрахункова сітка прямокутної форми типорозміру 200x130-165x95h110 з круглою перфорацією.

Имя модели: Форма 2-1
 Название исследования: Статический 1 (По умолчанию)
 Тип элора: Статический узловое напряжение Напряжение1
 Шкала деформации: 1 262,26

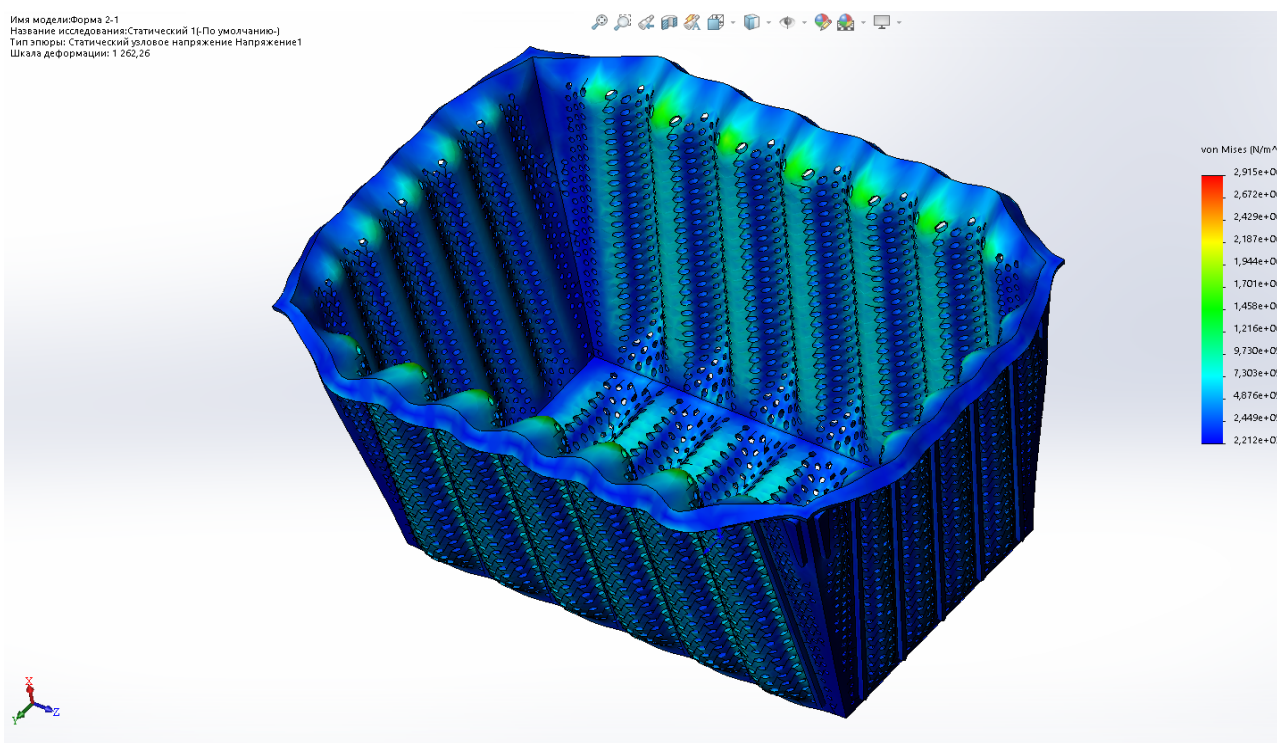


Рис. 4.13. Напряжения за фон Мізесом для прямокутної форми типорозміру 200x130-165x95h110 з круглою перфорацією при тиску 20кПа.

Имя модели: Форма 2-1
 Название исследования: Статический 1 (По умолчанию)
 Тип элора: Статическое перемещение Перемещение1
 Шкала деформации: 1 262,26

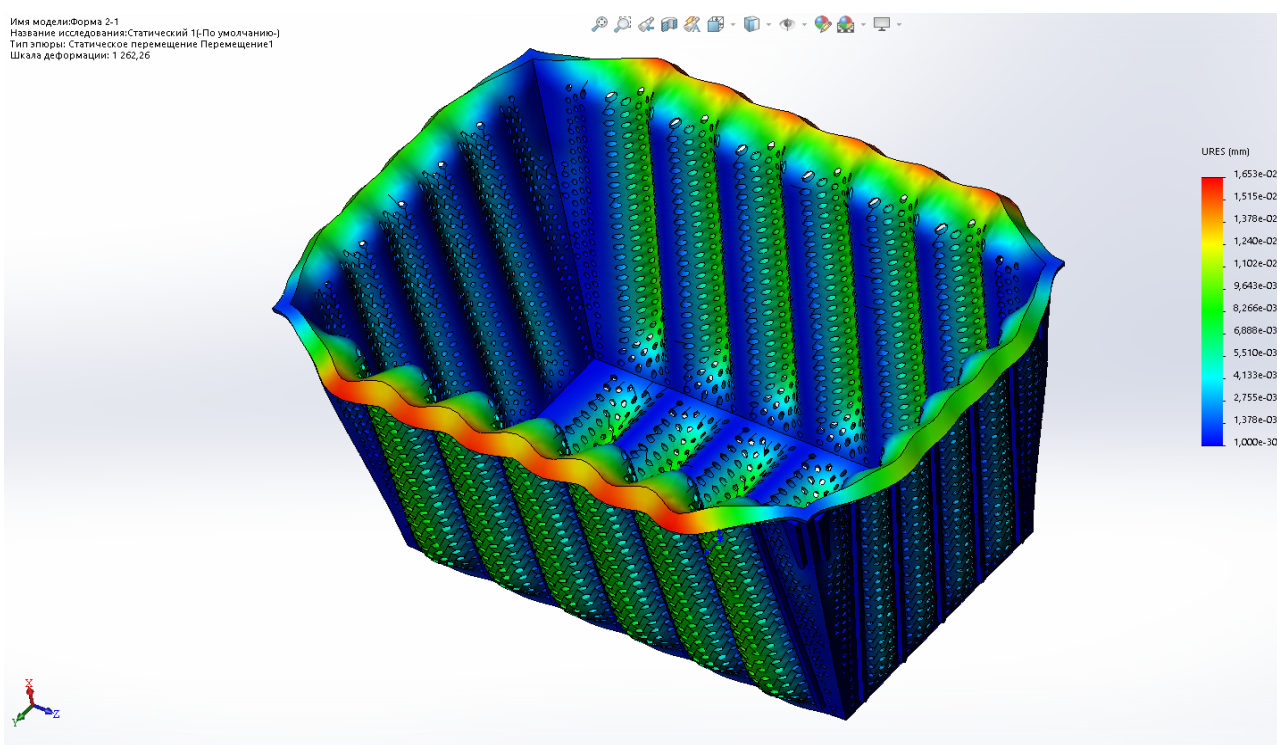


Рис. 4.14. Статичне переміщення для прямокутної форми типорозміру 200x130-165x95h110 з круглою перфорацією при тиску 20кПа.

Имя модели: Форма 2-1
 Название исследования: Статический 1 (По умолчанию)
 Тип элора: Статическая деформация Деформация1
 Шкала деформации: 1 260,26

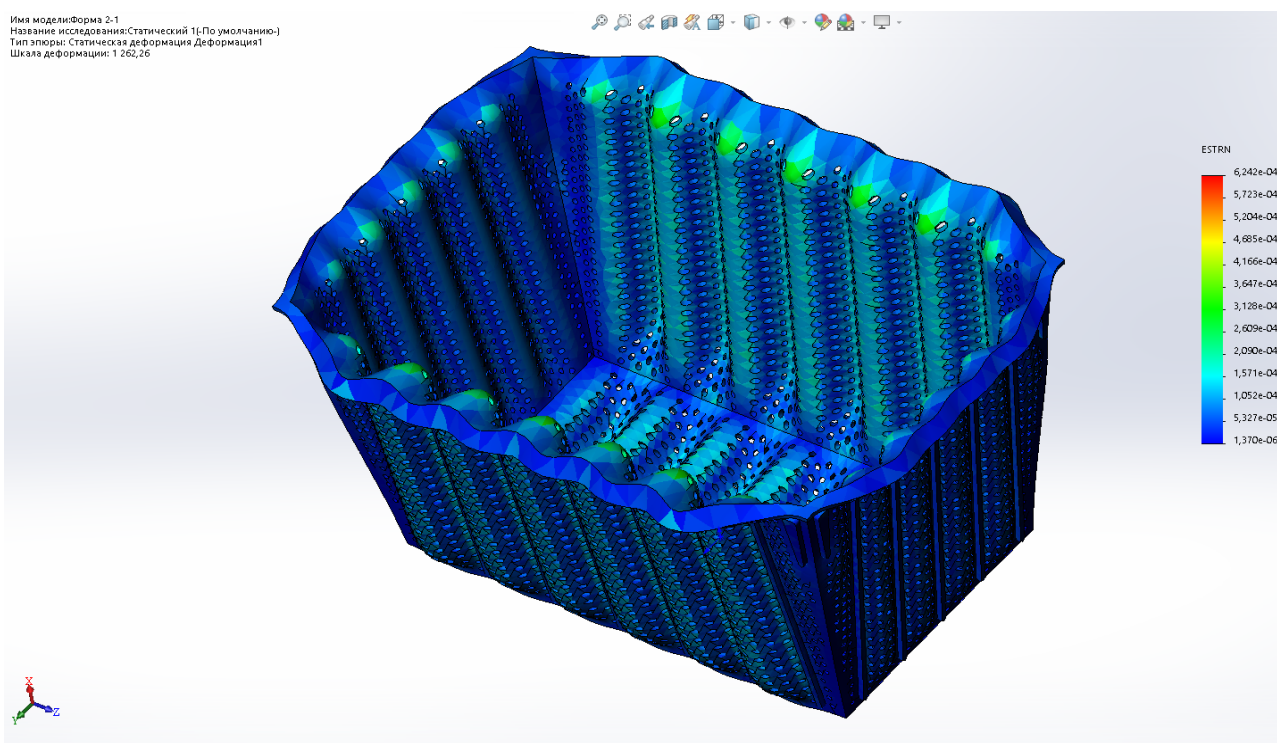


Рис. 4.15. Статична деформація для прямокутної форми типорозміру 200х130-165х95h110 з круглою перфорацією при тиску 20кПа.

Имя модели: Форма 2-1
 Название исследования: Статический 1 (По умолчанию)
 Тип элора: Запас прочности Запас прочности1
 Критерий: Авто
 Распределение запаса прочности: Мин. коэффициент запаса прочности = 25

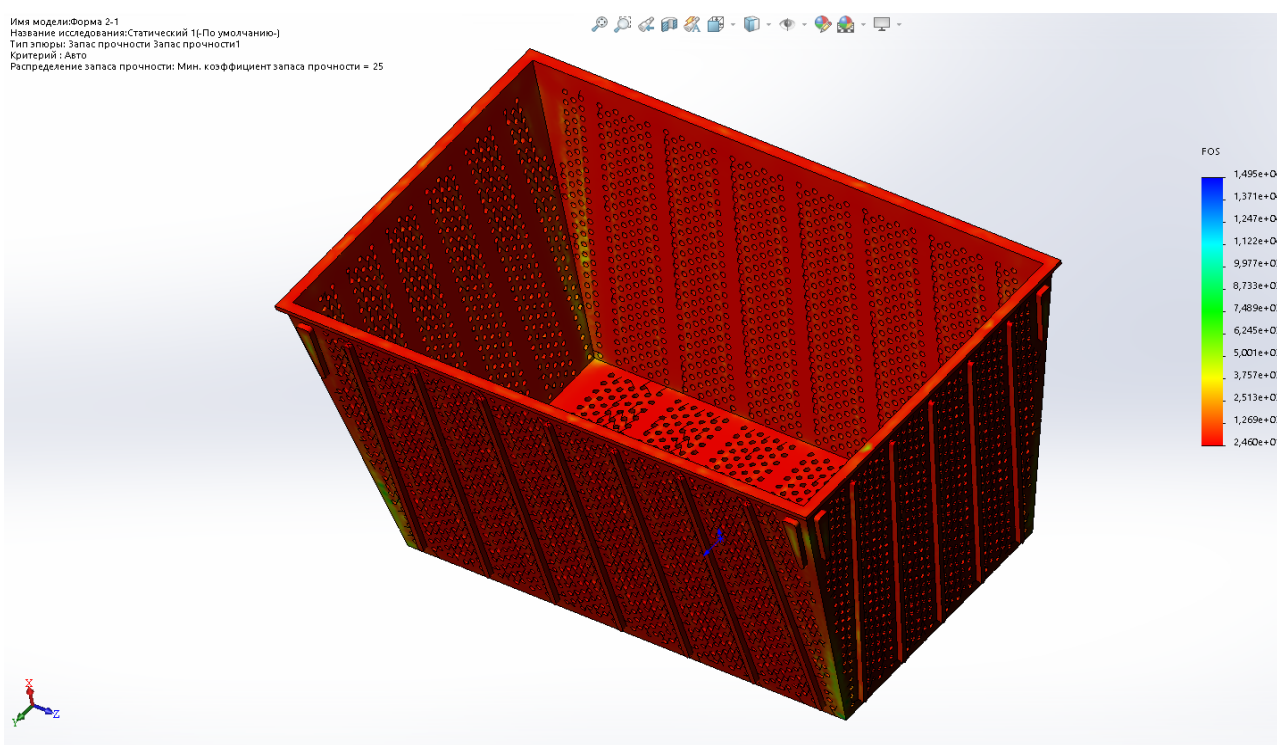


Рис. 4.16. Запас міцності (FOS) для прямокутної форми типорозміру 200х130-165х95h110 з круглою перфорацією при тиску 20кПа.

Спрощена розрахункова схема круглої форма типорозміру 124-115h70 з подовгастою перфорацією представлена на рис. 4.17. Вказано схематично

кріплення і навантаження тиском 20кПа. На рис. 4.18. представлена розрахункова сітка пропонованого автоматично розміру комірок. На рис.4.19 – рис.4.22 наведено результати розрахунків згідно до поставленого завдання.

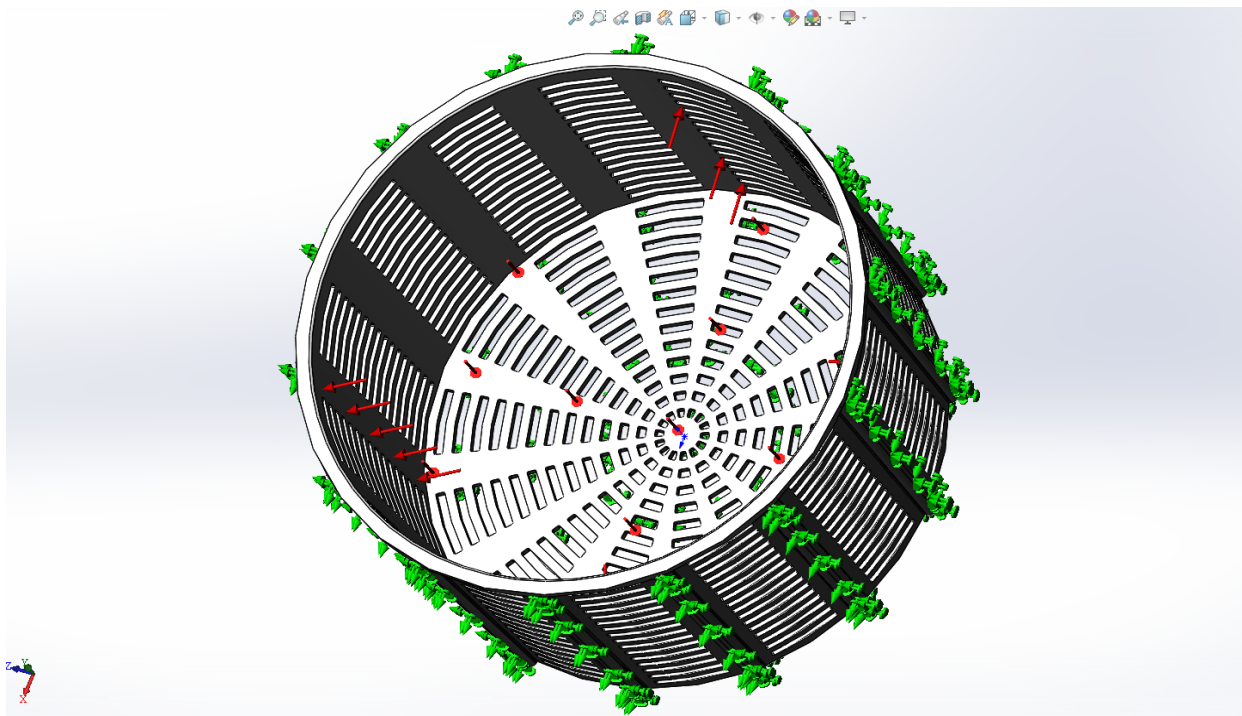


Рис. 4.17. Розрахункова схема круглої форми типорозміру 124-115h70 з подовгастою перфорацією

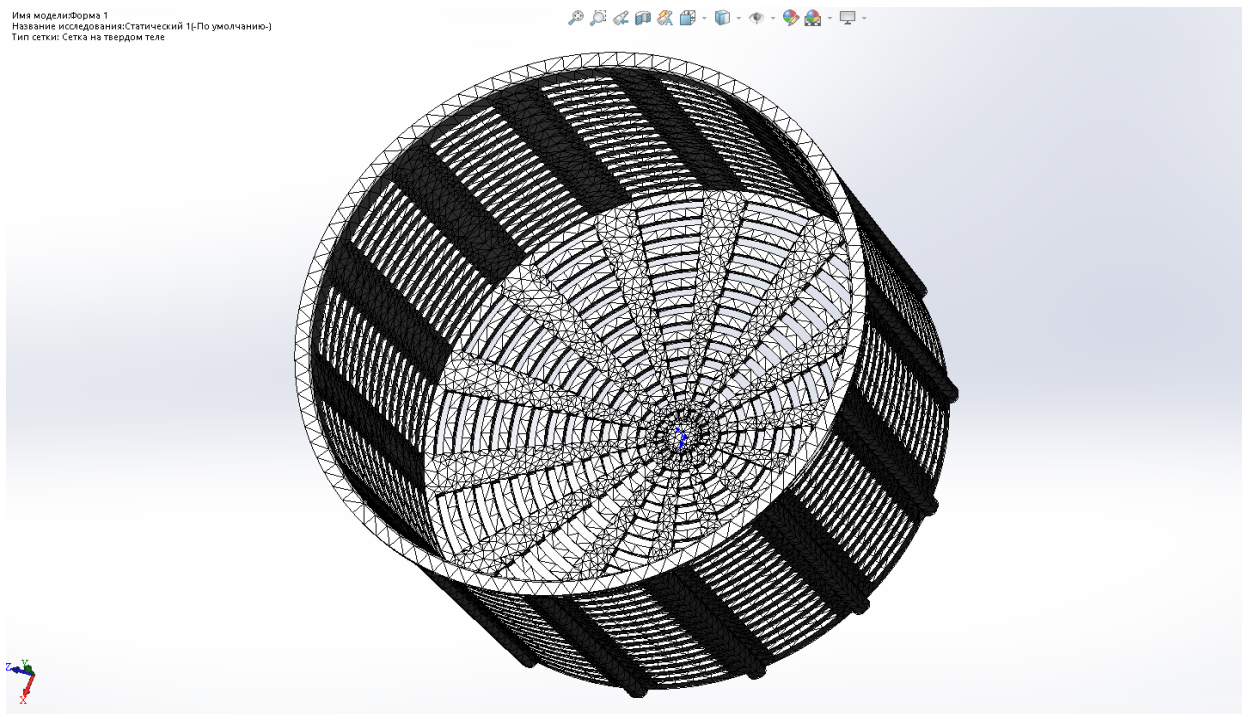


Рис. 4.18. Розрахункова сітка круглої форми типорозміру 124-115h70 з подовгастою перфорацією.

Имя модели: Форма 1
 Название исследования: Статический 1 (По умолчанию)
 Тип элора: Статическое узловое напряжение Напряжение1
 Шкала деформации: 1 217,16

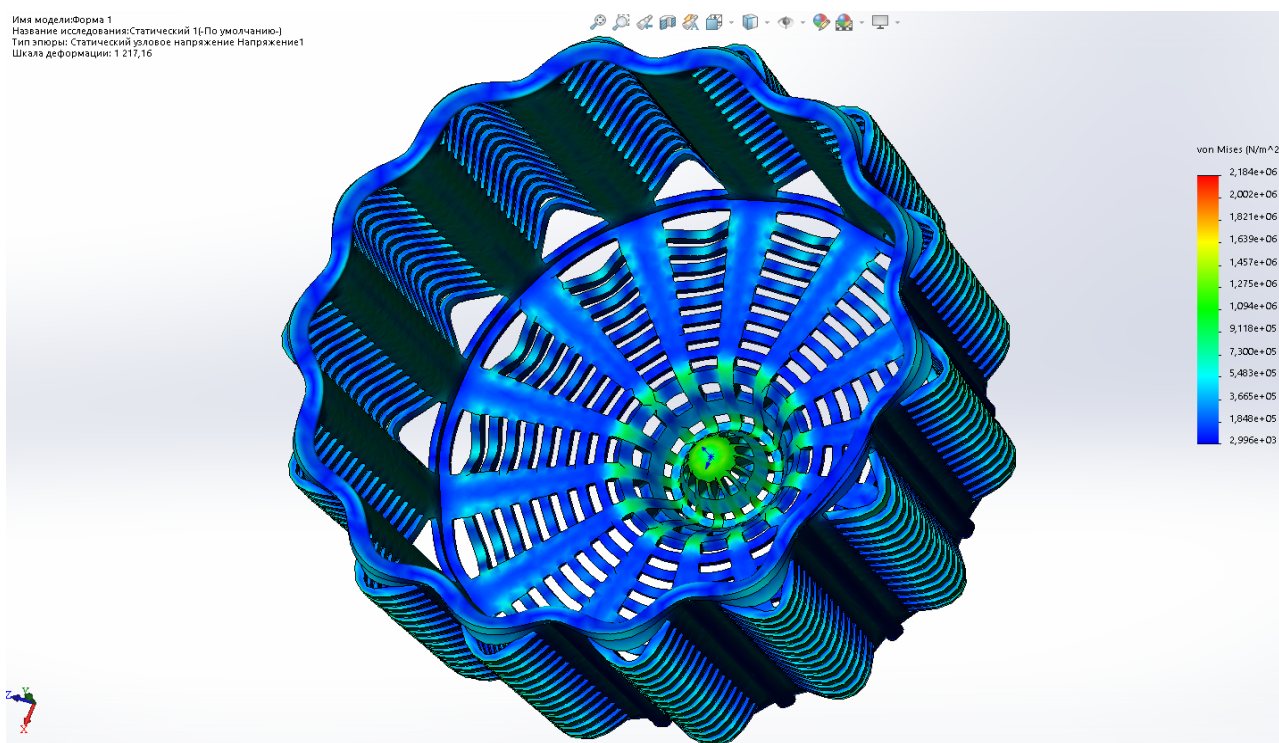


Рис. 4.19. Напряжения за фон Мізесом для круглої форми типорозміру 124-115h70 з подовгастою перфорацією при тиску 20кПа.

Имя модели: Форма 1
 Название исследования: Статический 1 (По умолчанию)
 Тип элора: Статическое перемещение Перемещение1
 Шкала деформации: 1 217,16

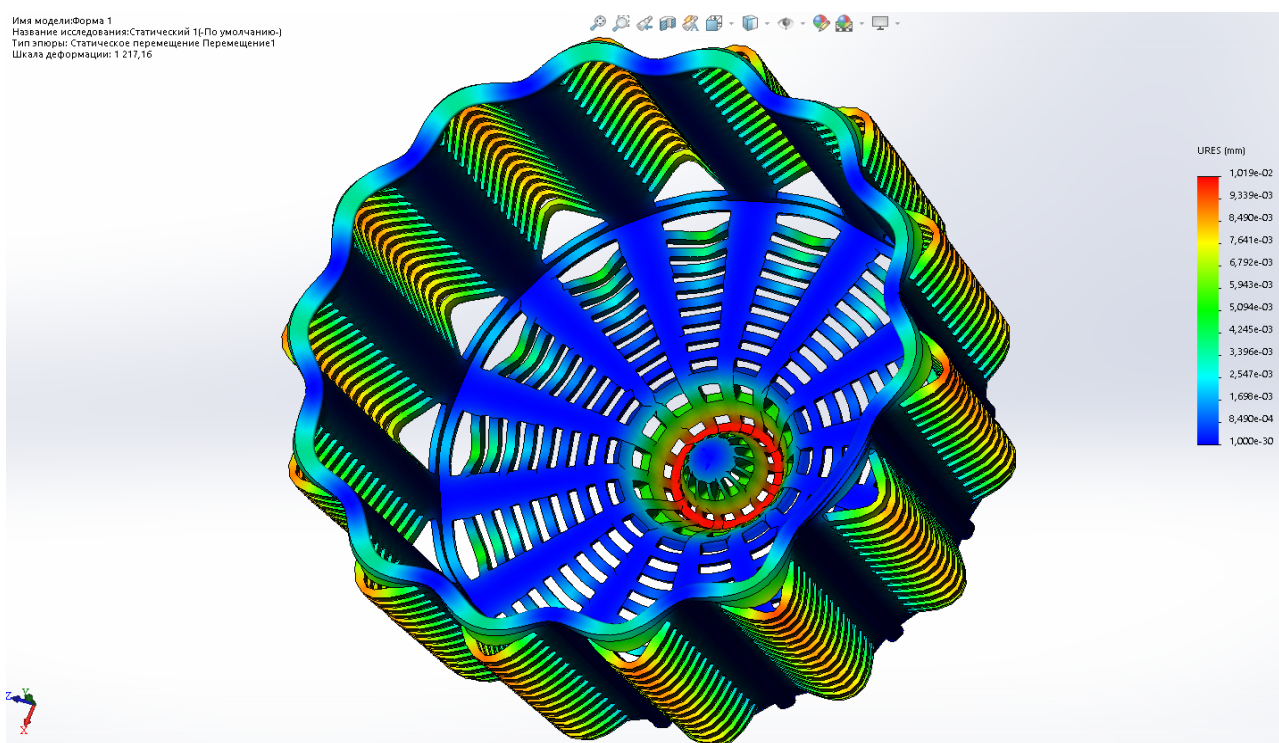


Рис. 4.20. Статичне переміщення для круглої форми типорозміру 124-115h70 з подовгастою перфорацією при тиску 20кПа.

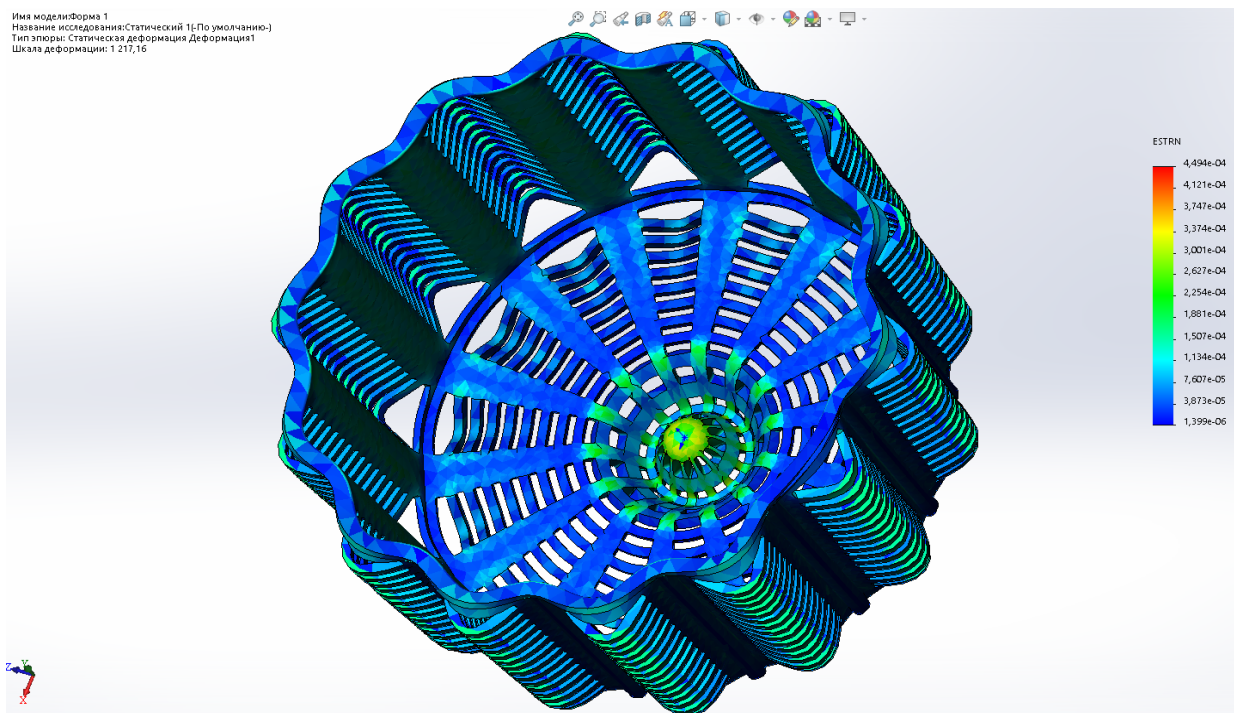


Рис. 4.21. Статична деформація для круглої форми типорозміру 124-115h70 з подовгастою перфорацією при тиску 20кПа.

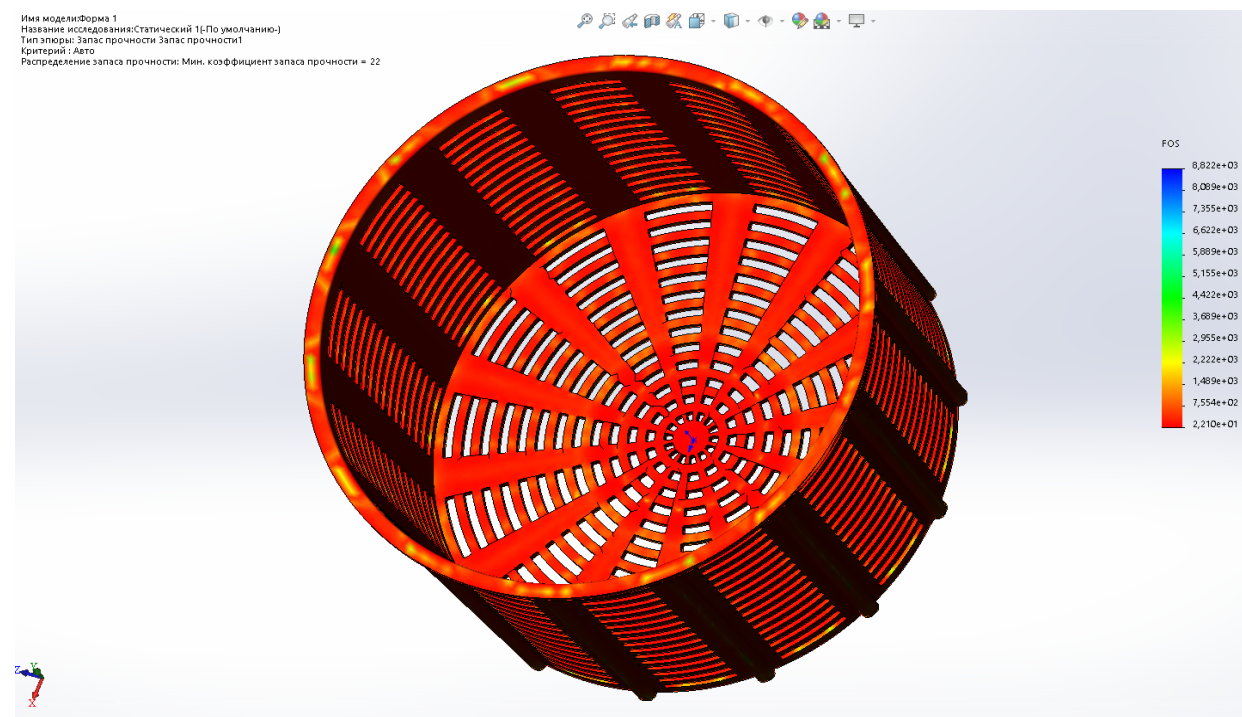


Рис. 4.22. Запас міцності (FOS) для круглої форми типорозміру 124-115h70 з подовгастою перфорацією при тиску 20кПа.

Спрощена розрахункова схема круглої форми типорозміру 124-115h70 з круглою перфорацією представлена на рис. 4.23. Вказано схематично кріплення і

навантаження тиском 20кПа. На рис. 4.24. представлена розрахункова сітка пропонованого автоматично розміру комірок. На рис.4.25 – рис.4.28 наведено результати розрахунків згідно до поставленого завдання.

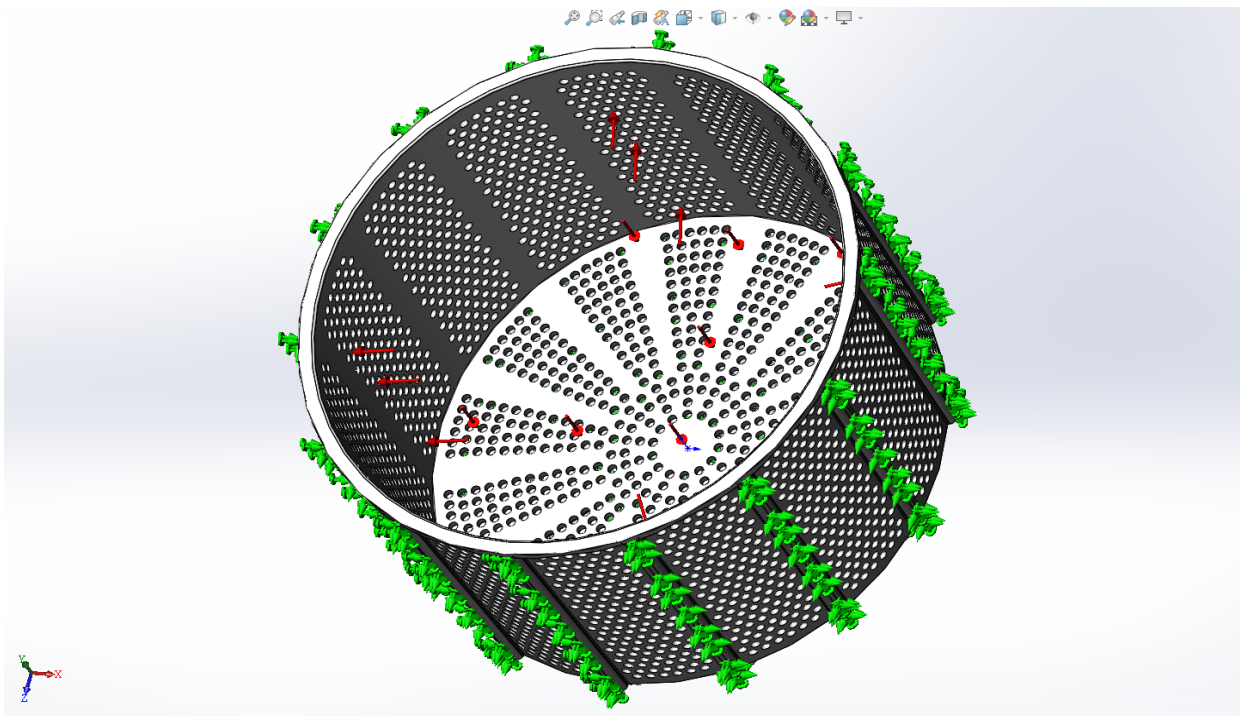


Рис. 4.23. Розрахункова схема круглої форми типорозміру 124-115h70 з круглою перфорацією

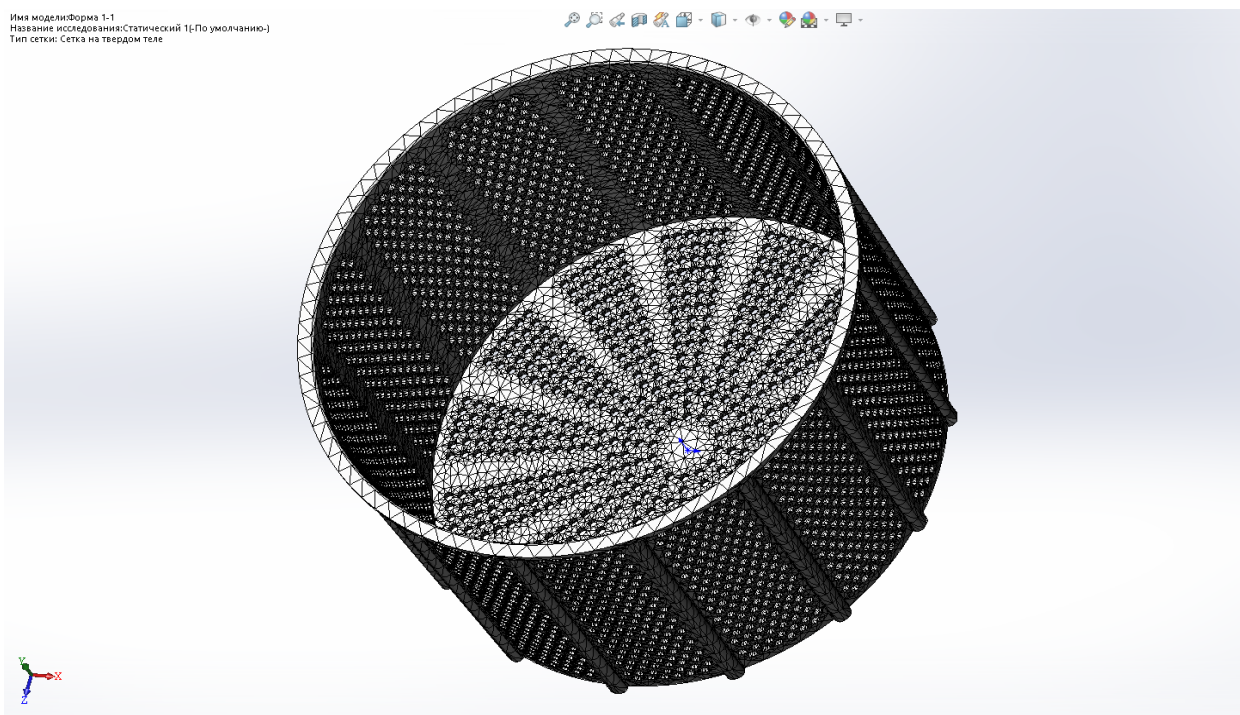


Рис. 4.24. Розрахункова сітка круглої форми типорозміру 124-115h70 з круглою перфорацією.

Имя модели: Форма 1-1
 Название исследования: Статический 1 (По умолчанию)
 Тип элора: Статический узловое напряжение Напряжение1
 Шкала деформации: 926,307

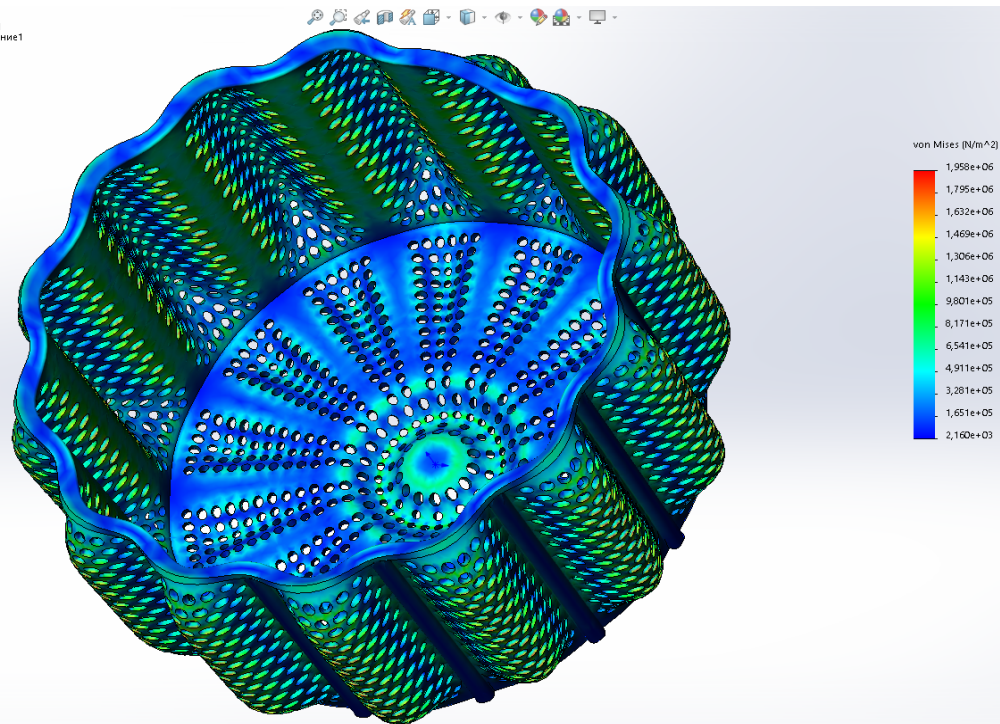


Рис. 4.25. Напряжения за фон Мизесом для круглой формы типорозміру 124-115h70 з круглою перфорацією при тиску 20кПа.

Имя модели: Форма 1-1
 Название исследования: Статический 1 (По умолчанию)
 Тип элора: Статическое перемещение Перемещение1
 Шкала деформации: 926,307

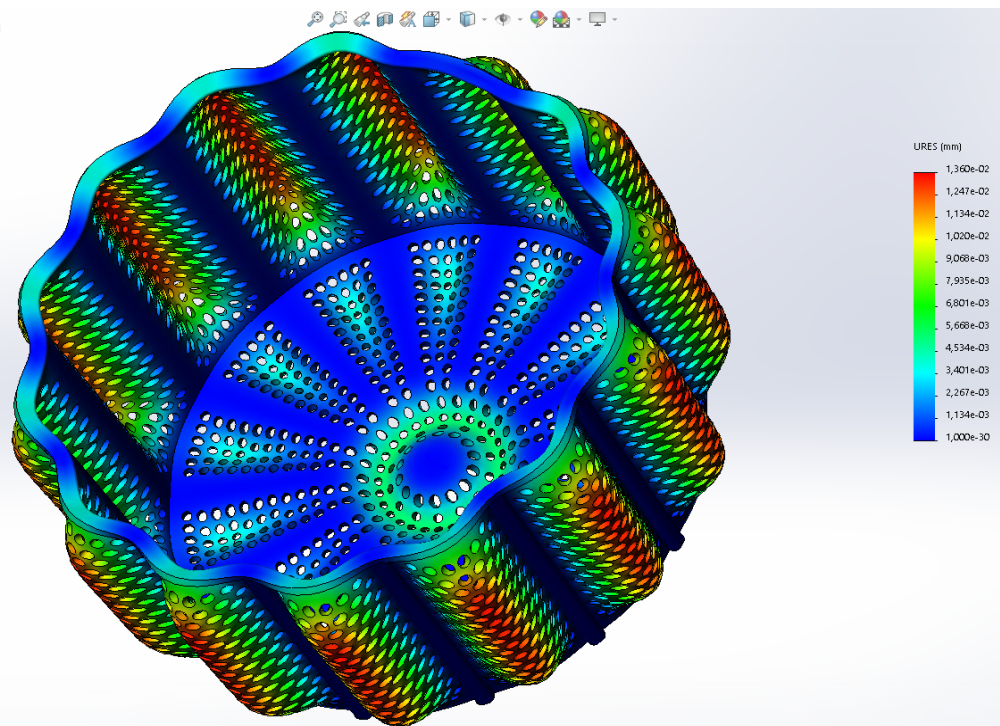


Рис. 4.26. Статичне переміщення для круглой формы типорозміру 124-115h70 з круглою перфорацією при тиску 20кПа.

Имя модели: Форма 1-1
 Название исследования: Статический 1 (По умолчанию)
 Тип элора: Статическая деформация Деформация1
 Шкала деформации: 526,307

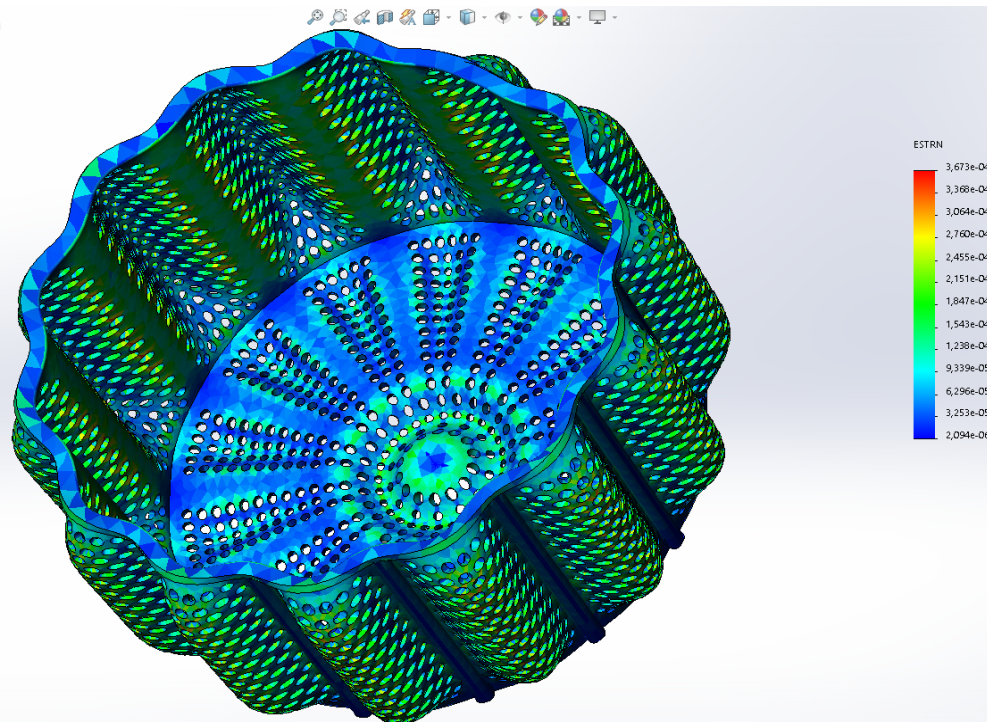


Рис. 4.27. Статична деформація для круглої форми типорозміру 124-115h70 з круглою перфорацією при тиску 20кПа.

Имя модели: Форма 1-1
 Название исследования: Статический 1 (По умолчанию)
 Тип элора: Запас прочности Запас прочности1
 Критерий: Авто
 Распределение запаса прочности: Мин. коэффициент запаса прочности = 25

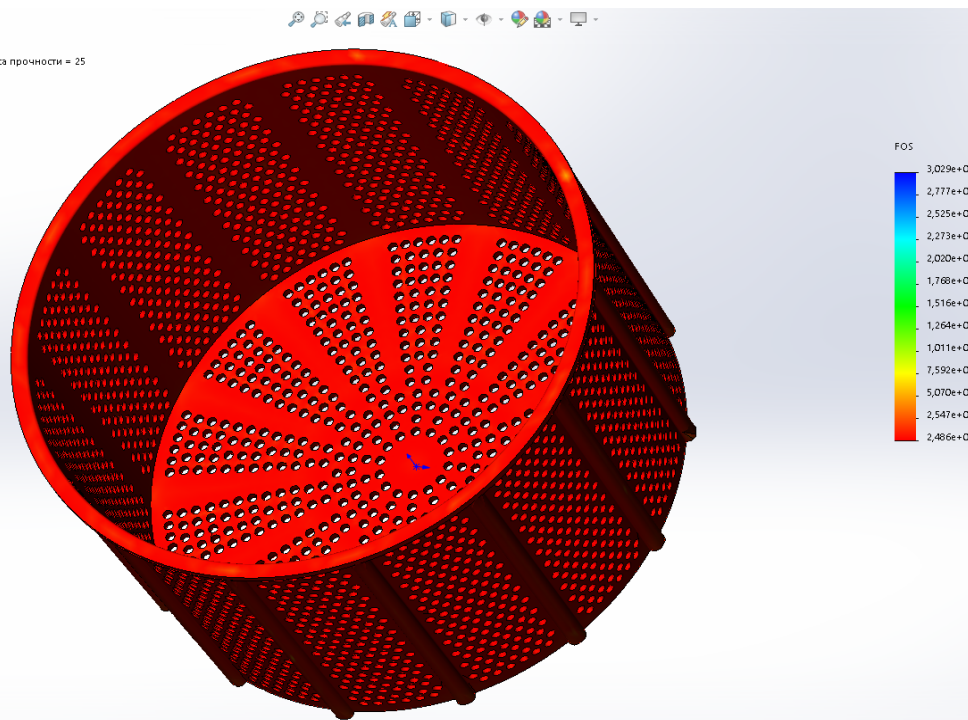


Рис. 4.28. Запас міцності (FOS) для круглої форми типорозміру 124-115h70 з круглою перфорацією при тиску 20кПа.

4.4. Аналіз результатів

При практичному виконанні досліджень в умовах виробництва було поставлено завдання дослідити роботу форм для пресування сиру прямокутної і круглої форми під навантаженням. Всі досліджувані форми мають достатні механічні характеристики для застосування при пресуванні сиру, напруження в усіх чотирьох розглянутих випадків у кілька разів є меншими від допустимих. Найменший коефіцієнт запасу міцності (FOS) був отриманий для прямокутної форми типорозміру 200x130-165x95h110 з подовгастою перфорацією при тиску 20кПа і складав 6,9. Інші три розглянуті конструкції мають FOS більше 20, що з запасом достатньо для пресування сиру. Крім того у процесі комп'ютерних досліджень встановлено, що аналогічні конструкції з круглою перфорацією краще працюють під навантаженням, ніж конструкції з подовгастою перфорацією, наприклад максимальне напруження за фон Мізесом у випадку форми типорозміру 200x130-165x95h110 складає 7,36МПа, тоді як з круглою перфорацією воно рівне 2,92МПа. Для круглих форм типорозміру 124-115h70 різниця менш помітна, але теж є: 2,18МПа при подовгастій перфорації та 1,96МПа при круглій перфорації. Тому форми з круглою перфорацією більш доцільно застосовувати при роботі на вищих тисках.

5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5.1. Заходи з охорони праці і техніки безпеки в сирцеху

Питанням охорони праці присвячено значну кількість публікацій, в яких описано різного роду методики і засоби захисту людини від оточуючих її небезпек. Цій же меті служить розвинена законодавча база України, різні санітарні норми (СН), санітарні норми і правила, ГОСТи, ДСТУ. До найбільш важливих і відповідно найчастіше вживаних належать ГОСТи: ГОСТ 12.0.001–82 “ССБТ. Основні положення”, ГОСТ 12.0.002–80 “ССБТ. Терміни і визначення”, ГОСТ 12.0.004–79 “ССБТ. Організація навчання робітників безпеки праці. Загальні положення”, ГОСТ 12.1.003–83 “ССБТ. Шум. Загальні вимоги безпеки”, ГОСТ 12.1.004–85 “ССБТ. Пожежна безпека. Загальні вимоги”, ГОСТ 12.1.005–82 “ССБТ. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони”, ГОСТ 12.1.019–79 “ССБТ. Електробезпека. Загальні вимоги і номенклатура видів захисту”, ГОСТ 12.1.030–81 “ССБТ. Електробезпека. Захисне заземлення, занулення” та інші.

До основного технологічного обладнання по виробництву твердих сирів відносяться: зважуючі приймальні місткості, відцентрові насоси, сепаратори ОЦМ-10, пастеризаційні установки ОП2-У5, сировиготовлювач, відокремлювач сироватки марки БО-01, прес-візки КП-420, агрегат для формування сиру, ванна В2-ОСВ-5 для соління сиру, сиромийна машина.

Основні вимоги з безпечної експлуатації електричних насосів передбачають в першу чергу 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.

Заземлення повинно відповідати ГОСТ 12.1.030–81 “ССБТ. Електробезпека. Захисне заземлення, занулення”.

Нормативним документом, який регламентує рівень шумів для різних категорій робочих місць і службових приміщень являється ГОСТ 12.1.003-83 “ССБТ. Шум. Загальні вимоги безпеки”.

Під час роботи підтікання насосу не повинно перевищувати встановлених для даної конструкції максимальних нормативних значень.

При несправному насосі (при задіванні робочих органів за корпус, кришку, при підвищеній вібрації та шумі) працювати не дозволяється.

Технологічні місткості закритого типу повинні в першу чергу 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.

Головними вимогами, які слід витратити при експлуатації молочних сепараторів, є:

- пуск і зупинка машини може проводитись тільки відповідальною за експлуатацію особою, призначеною відповідним наказом або розпорядженням на підприємстві;
- до обслуговування сепараторів допускаються працівники, які мають досвід роботи, пройшли спеціальну підготовку і вивчили інструкцію з експлуатації;
- перед пуском слід перевірити наявність заземлення, надійність кріплення болтових з’єднань, щільність закриття кришок;
- категорично забороняється знімати кришку сепаратора до повної зупинки;
- тарілки після миття слід монтувати суворо у встановленому порядку згідно нанесеної на них нумерації;
- у випадку постійного наростання вібрацій при роботі (входженні сепаратора у зону резонансу) слід відключити подачу електричного струму і негайно покинути приміщення цеху до повної самовільної зупинки сепаратора.

Відкриті місткості слід розміщувати на висоті, яка б унеможливила випадкове падіння у них обслуговуючого персоналу. Рекомендується встановлення захисних огорож.

Перед і після подачі продукту місткість слід обов'язково піддавати миттю.

При експлуатації установок для пастеризації суттєву небезпеку становлять ситуації, пов'язані з тепловими опіками. Стандартами передбачається максимально допустима температура поверхонь, які є вільні для дотику, не більша від 50°C. З метою забезпечення нормальних умов праці пропонується застосовувати теплоізоляцію або кожухи, які б забезпечували відсутність вільних умов дотику до нагрітих поверхонь. Для деяких випадків допускається застосування тканинних рукавиць (ГОСТ 12.4.020–82).

При експлуатації прес-візків КП-420, агрегата для формування сиру АФК-60, відокремлювача сироватки марки БО-01 особливу увагу слід звернути на їх герметичність і відсутність підтікання. Відкриті рухомі частини (зубчасті сегменти, муфти, виступаючі кінці валів, махові колеса, гребінки тощо), передачі (шків, паси) повинні мати захисні засоби, які забезпечують безпеку при обслуговуванні, виступаючі частини машин, що обертаються (шпонки, штопорні гвинти тощо) закриті гладенькими футлярами; зубчасті шестерні, муфти редукторів закриті з усіх сторін кожухами (щитками).

Для сиромийної машини характерним із виробничих небезпечних факторів є наявність елементів з підведеним електричним струмом, а також підведення гідравлічних комунікацій. Для забезпечення нормальних умов праці слід передбачити дерев'яні підставки для ніг, ретельну ізоляцію електричних з'єднань, а також заземлення відповідно ГОСТ 12.1.030–81 “ССБТ. Електробезпека. Захисне заземлення, занулення”.

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.

Експлуатація обладнання, пов'язаного з відкритими дзеркалами технологічних рідин (приймальні місткості ванни тощо) пов'язана з інтенсивним випаровуванням і виділенням теплоти. Одним з найбільш ефективних засобів боротьби з ними є встановлення місцевої вентиляції. До найбільш ефективних прикладів застосування місцевої вентиляції належать повітряні душі. Температури і швидкості руху повітря на постійних робочих місцях, які обслуговуються повітряними душами, слід приймати згідно з СН 245-71, а розрахункові параметри оточуючого повітря – згідно СНіП II-33-75.

Одними з найбільш поширених на переробних підприємствах небезпечних ситуацій є ситуації, пов'язані з використанням обладнання, яке має рухомі елементи (так звані механічні небезпеки). До механічних відносять небезпечності, які можуть виникнути біля любого об'єкту, здатного спричинити травму в результаті неспровокованого контакту об'єкту або його частини з людиною. До таких небезпечних елементів на молокозаводі в першу чергу відносяться ланцюгові та пасові передачі приводу технологічного обладнання, відкриті зубчаті передачі, перемішуючі робочі органи (перемішуючі органи ванн, мішалки резервуарів для зберігання молока) тощо. Ситуації, пов'язані з механічними небезпечностями нормуються ГОСТами 12.0.003–74, 12.0.002–80, 12.4.125–83 та ін.

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

Найбільш дієвими в такому випадку запобіжними заходами є створення умов, коли небезпечна частина не є легкодоступною (наприклад, закривається

кожухом чи кришкою), а також застосування кінцевих електричних контактних датчиків, які припиняють подачу струму у випадку відкриття або демонтажу запобіжної кришки чи кожуха.

Розрахуємо занулення сирцеку.

За умовами в цеху довжина провідників (фазового і нульового) складає 21 м; матеріал провідника – алюміній; діаметр провідників – 1,4 мм; відстань між фазовим і нульовим провідниками – 8 мм; фазна напруга – 220 В; коефіцієнт кратності струму розмикання – 3; розрахунковий опір трансформатора – 1,05 Ом.

Струм короткого замикання розраховуємо за формулою:

$$I_{\dot{e}\zeta} = \frac{U_{\dot{o}}}{\frac{Z_T}{3} + \sqrt{(R_{\dot{o}} + R_H)^2 + (l \cdot X_B)^2}} \quad (5.1)$$

де $R_{\dot{o}}$, R_H - активні опори фазного і нульового проводів відповідно; $l \cdot X_B$ - зовнішній індуктивний опір петлі "фаза-нуль"; $Z_T/3$ - розрахунковий опір трансформатора (за умовою - 1,05 Ом).

Для проводів із кольорових металів опір провідників визначається за формулою:

$$R = \rho \cdot l / S, \text{ Ом} \quad (5.2)$$

де ρ - питомий опір матеріалу провідника, l - довжина провідника, м;
 S - площа поперечного перерізу провідника, мм².

Для алюмінію $\rho = 0,01175$, отже:

$$R = 0,01175 \cdot 21 / (\pi(1.4)^2/4) = 0,16 \text{ Ом.}$$

Зовнішній індуктивний опір петлі "фаза - нуль":

$$l \cdot X_B = l \cdot 0.126 \ln(2D/d), \text{ Ом} \quad (5.3)$$

де D і d - відстань між проводами і діаметр проводу відповідно;

$$l \cdot X_B = 21 \cdot 0,126 \cdot \ln(2 \cdot 8/1,4) = 6,446 \text{ Ом.}$$

Визначимо струм однофазного короткого замикання

$$I_{\dot{e}\zeta} = \frac{220}{1,05 + \sqrt{(0,16 + 0,16)^2 + (6,45)^2}} = 29,32 \text{ А.}$$

Визначимо розрахункову кратність струму замикання:

$$I_H = I_{K3} / K_p \quad (5.4)$$

$$I_H = 29,32 / 3 = 9,77 \text{ A}$$

Виконання системи занулення розрахованої тільки на здатність відключити установку не гарантує повну безпеку. Можливі неспрацювання захисту по інших причинах і тоді на корпусах з'явиться напруга відносно землі.

Напруга буде максимальною при струмі, який дорівнює струму короткого замикання:

$$U_{пр\ max} = I_{K3} \cdot R_H, \text{ В} \quad (5.5)$$

$$U_{пр\ max} = 29,32 \cdot 0,16 = 4,7 \text{ В.}$$

Результат: струм короткого замикання становить 29,32 А, напруга дотику 4,7 В, що не перевищує допустиму напругу дотику 42В. Якби ця умова не виконувалась, то для зниження $U_{пр. \max}$ необхідно було б зменшувати опір нульового проводу (збільшивши його переріз чи проклавши паралельно декілька провідників) або використовувати повторно заземлення нульового проводу.

В результаті розрахунків було встановлено, що умови безпечної роботи повністю виконуються.

5.2. Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях.

5.2.1 Вступ

Безпека життєдіяльності (БЖД) наука, що вивчає проблеми безпечного перебування людини в довкіллі в процесі різних видів її діяльності (в т.ч. трудової). Вона більш універсальна дисципліна, ніж охорона праці чи цивільна оборона, адже дві останні розглядають лише окремі випадки безпеки в конкретних ситуаціях. Охорона праці цікавиться людиною, яка знаходиться в умовах виробництва, цивільна оборона – в надзвичайних ситуаціях, а безпека життєдіяльності у всіх життєвих обставинах.

Згідно закону України про Цивільну оборону України (№№ 555-XIV (555-14) від 24.03.99), цивільна оборона України є державною системою органів управління, сил і засобів, що створюється для організації і забезпечення захисту населення від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного, екологічного, природного та воєнного характеру.

Систему цивільної оборони складають: органи виконавчої влади всіх рівнів, до компетенції яких віднесено функції, пов'язані з безпекою і захистом населення, попередженням, реагуванням і діями у надзвичайних ситуаціях;

органи повсякденного управління процесами захисту населення у складі міністерств, інших центральних органів виконавчої влади, місцевих державних адміністрацій, керівництва підприємств, установ і організацій незалежно від форм власності і підпорядкування;

фонди фінансових, медичних та матеріально-технічних ресурсів, передбачені на випадок надзвичайних ситуацій;

системи зв'язку, оповіщення та інформаційного забезпечення;

центральный орган виконавчої влади з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи;

5.2.2 Засоби забезпечення оповіщення персоналу на ТОВ „ЕлАгрі Деренівка”

У надзвичайних ситуаціях у мирний час і в умовах війни обстановка може мінятися досить швидко. У зв'язку з цим від керівництва заводу, робітників, службовців вимагаються злагоджені дії після оповіщення ЦО, а також строге виконання передбачених заходів.

Один з елементів, що забезпечують захист робітників, службовців і заводу в цілому, - надійна система зв'язку й оповіщення. На ОГ зв'язок і оповіщення здійснюються на основі використання загальнодержавної і заводської систем зв'язку (телефон, телеграф, телетайп, гучномовний і селекторний зв'язок і ін.). Для інформаційного (однобічного) зв'язку застосовуються апаратура радіотрансляційного вузла і сирени, підключені до примусової системи оповіщення району (міста).

У створюваній системі оповіщення повинні враховуватися розміри займаної ОГ території: усі сигнали і розпорядження ЦО повинні бути почуті на будь-якій його ділянці. У місцях підвищеного шуму доцільно встановлювати додаткові сигнальні пристрої (світлосигнальні табло, дзвоники голосного бою, сирени й ін.).

Надійність функціонування різних засобів зв'язку забезпечується їхнім дублюванням, а також завчасним укриттям вузлів зв'язку (комутаторів) у захищених спорудженнях.

Для дублювання подаваних сигналів доцільно законсервувати і при необхідності використовувати в системі оповіщення заводські гудки. Крім того, як дублюючий зв'язок використовується виїзд (вихід) до місця оповіщення посильних (до основних посадових осіб і відповідальних фахівців), вищестоящим керівництвом - виїзд і канали зв'язку системи радіозв'язку ЦО республіки (краю, області).

5.2.3. Організація оповіщення по сигналах ЦО

При оповіщенні використовують наступні сигнали ЦО:

В військовий час:

1. Повітряна тривога
2. Відбій повітряної тривоги
3. Радіаційна небезпека
4. Хімічна тривога

В мирний час:

1. Аварія на АЕС
2. Аварія на хімічному об'єкті
3. Землетрус
4. Затоплення

На кожен з даних сигналів розроблена система заходів:

"Повітряна тривога" є сигналом небезпеки ядерного, хімічного і бактеріологічного нападу. Він передається штабом ЦО міста (району) по радіо, телебаченню, а на ОГ - ретрансляційними вузлами і заводськими сигналами. У виробничих і службових приміщеннях сигнал дублюється голосом.

З урахуванням сформованої обстановки по цьому сигналу:

припиняють будь-які роботи і виробничу діяльність у всіх цехах, відділах, службах, на ділянках за винятком компресорної, котельні, служб електро- і водопостачання, ООХР;

укривають персонал працюючої зміни підприємства в притулках і укриттях. В міру заповнення захисні спорудження закривають;

приводять до готовності ПУ(вузол зв'язку), організують на ньому цілодобове чергування облич з числа керівного складу і відповідальних виконавців;

здійснюють безаварійну зупинку чи об'єкта його окремих цехів (виробництв) відповідно до сіткового графіка і з обліком можливого швидкого поновлення роботи;

тимчасово припиняють подачу (підвіз) сировини, по можливості чи припиняють обмежують вивіз готової продукції;

організують захист підприємства, сировини, готової продукції, джерел водопостачання, технологічного й іншого устаткування від радіоактивних і отруйних речовин, а також від бактеріологічних засобів;

керівник заводу вивчає сформовану обстановку, уживає відповідних заходів захисту і рішення про наступну діяльність заводу.

Сигнал "Відбій повітряної тривоги" передається, коли минула безпосередня небезпека нападу чи супротивника напад з повітря закінчилося.

По сигналу "Відбій повітряної тривоги":

проводять радіаційну, хімічну, бактеріологічну розвідку території підприємства, будинків і споруджень для установлення виду зараження, ступеня поразки об'єкта, рівня радіації;

підприємство продовжує свою роботу в звичайному порядку, якщо його територія не була заражена і не піддається небезпеки бути зараженої РО, ОВ и БО із сусідніх заражених територій;

усі спорудження і пристрої, призначені для забезпечення ЦО підприємства, приводять до готовності, маючи на увазі можливість нанесення супротивником повторного удару;

при виявленні зараження території і споруджень підприємства РО, ОВ и БО вирішують питання про час виходу людей із притулків (укриттів), встановлюють обсяг і послідовність проведення робіт з ліквідації наслідків впливу ОМП на ОГ і організують їхнє виконання.

Сигнал "Радіаційна небезпека" подається при безпосередній чи погрозі виявленні радіоактивного зараження з метою попередження про небезпеку радіоактивного зараження. За результатами прогнозування чи обстановки вказівкам штабу ЦО району (міста) установлюють характер переміщення радіоактивної хмари і визначають можливість і рівні зараження, що очікуються на території заводу. При цьому проводять наступні заходи:

вкривають у захисних спорудженнях персонал заводу; з урахуванням

передбачуваного рівня зараження встановлюють режим його захисту, порядок використання засобів індивідуального захисту і характер наступної виробничої діяльності;

підсилюють радіаційну розвідку для оцінки, обстановки, установлення можливих рівнів зараження об'єктів, у першу чергу сировини, готової продукції і води;

проводять підготовчі заходи для забезпечення безаварійної зупинки підприємства (при необхідності проводять безаварійну зупинку підприємства в цілому чи окремих його ділянках, деяких цехів);

сповіщають постачальників про тимчасове припинення прийому готової продукції;

готують матеріали, що вкриваються, і пристрої для швидкого укриття сировини, продукції й устаткування;

проводять заходу щодо частковій герметизації виробничих приміщень і джерел водопостачання;

переводять максимально можлива кількість сировини і продукції в герметизованні приміщення, а їхню частину, що залишилася, а також виключене устаткування вкривають;

приводять до готовності радіологічне відділення об'єктної лабораторії до проведення аналізів на забруднення радіоактивними речовинами сировини і продукції;

установлюють порядок проведення знезаражування об'єктів, здійснення санітарної обробки персоналу, дій по попередженню замету радіоактивних речовин у захисні спорудження;

компресорну і котельню переводять на знижений режим роботи за рахунок скорочення числа діючих компресорів і казанів.

Сигнал "Хімічна тривога" подається при погрозі хімічного чи нападу при виявленні хімічного чи бактеріологічного зараження, По цьому сигналі на ОГ:

використовують наявні в розпорядженні засобу індивідуального захисту, при необхідності - засобу з аптечки АИ-2 і індивідуального протихімічні пакети; при

бактеріологічному нападі здійснюють екстрену чи специфічну профілактику;
працюючих поза приміщеннями вкривають у притулках і укриттях;
здійснюють безаварійну зупинку устаткування в короткий термін у виробничих цехах;
герметизують виробничі приміщення і джерела водопостачання;
компресорну і котельню переводять на знижений режим роботи;
забезпечують швидке перевезення сировини і продукції в герметизовані приміщення (камери);
укривають сировину, що залишилася, і продукцію, а також виключене устаткування накривними матеріалами;
по можливості доустатковують укриття, виробничі і службові приміщення для забезпечення додаткового захисту від проникнення хімічних речовин і бактеріологічних засобів;
організують роботу групи хімічної розвідки і хімічного відділення об'єктової лабораторії по індикації 0В та встановленню ступеня зараження об'єкта, а при бактеріологічному нападі - бактеріологічного відділення об'єктової лабораторії по доборі проб на бактеріальні засоби і пересиланню їх для дослідження в лабораторії України;
після одержання даних за результатами індикації 0В та ступеня зараження приступають до проведення відповідних заходів щодо ліквідації наслідків хімічного нападу, а не зайнятих виконанням цих заходів евакуюють у безпечні зони;
створюють необхідні санітарно-гігієнічні умови, спрямовані на попередження (зниження) поширення інфекцій (ізоляція захворілих, санітарна обробка уражених, уведення чи карантину обсервації).

Здійснюють також інші міри захисту з урахуванням виду застосування 0В та бактеріальних засобів,

У системі ЦО застосовуються й інші сигнали, команди і розпорядження, зв'язані з погрозою виробничих аварій, стихійних лих і катастроф. Порядок їхнього виконання розробляють завчасно з урахуванням можливих аварій на АЕС,

хімічно небезпечних об'єктах затоплень (підтоплень), землетрусів, зсувів, пожеж, сніжних заметів і т.д.

Приклади варіантів текстів штабу ЦО при виникненні н/с в мирний час.

1. При аварії на АЕС:

“Увага, говорить штаб цивільної оборони.

Громадяни, на атомній електростанції виникла аварія.

В районі електростанції та населених пунктах Підгороднє, Довжанка очікується випадення радіаційних осадів.

В зв'язку з цим населення, що проживає в вказаних населених пунктах, повинно знаходитись в приміщеннях. Потрібно провести додаткову герметизацію жилих приміщень та місць де знаходиться домашня худоба. На далі діяти за вказівками штабу ЦО.”

2. При аварії на хімічно небезпечному об'єкті:

“Увага, говорить штаб цивільної оборони.

Громадяни, на м'ясо комбінаті виникла аварія з розливом сильнодіючої отруйної речовини - аміаку.

Хмара отруєного повітря рухається в напрямку підприємства елеватора ТОВ „ЕлАгрі Деренівка”.

В зону хімічного зараження попадає до елеватора ТОВ „ЕлАгрі Деренівка” та прилеглі території.

В зв'язку з цим населення, що проживає на вул. Бічній, Пастуській та Шевченко потрібно знаходитись в приміщеннях. Провести герметизацію своїх квартир.

Населенню, що проживає на вул. Гоголя, Шиндлера та Сахарова покинути свої дома, організації та виробництво, вийти і переміщатись в район Острова. Отриману інформацію передати сусідам.

На далі діяти за вказівками штабу ЦО.”

3. При можливості землетрусу:

“Увага, говорить штаб цивільної оборони.

Громадяни, у зв'язку з можливістю виникнення землетрусу приміть всі

необхідні міри перестороги. Відключіть газ, воду, електроенергію, оповістіть сусідів про отриману інформацію.

Візьміть необхідну одягу, документи, продукти харчування, воду та вийдіть на вулицю. Допоможіть пристарілим та хворим. Займіть місця далеко від будівель та ліній передачі електроенергії.

Знаходячись в будівлі під час першого поштовху станьте в дверний проїм. Зберігайте спокій.

Будьте уважні до повідомлень штабу ЦО.”

4. При повені:

"Увага! Говорить штаб цивільної оборони.

Громадяни! У зв'язку з підвищенням рівня води в ріці очікується підтоплення будинків у районі вулиць Шевченка, Дачної, Зарічна і. Населенню, що проживає на цих вулицях і в селищі, зібрати необхідні речі, продукти харчування, воду, відключити газ, електроенергію і вийти в район гори "Висока" для реєстрації на збірному евакопункті і відправлення в безпечні райони. Про отриману інформацію повідомите сусідам, допоможіть старим і хворим.

При раптовому підйомі рівня води зайняти місце на висоті (верхні поверхи будинків, даху, дерева) і очікувати допомоги.

У будь-якій обстановці не втрачайте самовладання, не піддавайтеся паніці.

Будьте уважні до повідомлень штабу ЦО".

Зразки текстів повідомлень штабу ЦО населенню при виникненні повітряної, хімічної чи радіаційної небезпеки у воєнний час.

1. При повітряній небезпеці:

"Увага! Говорить штаб цивільної оборони.

Громадяни! Повітряна тривога!

Відключіть світло, газ, воду, погасіть вогонь у печах. Візьміть засоби індивідуального захисту, документи, запас продуктів і води. Попередите сусідів і при необхідності допоможіть хворим та старим вийти на вулицю. Якнайшвидше дійдіть до захисного спорудження чи сховайтесь на місцевості. Дотримуйте спокою і порядок.

Будьте уважні до повідомлень штабу ЦО".

2. При відбої повітряної тривоги:

"Увага! Говорить штаб цивільної оборони. Громадяни! Відбій повітряної тривоги. Усім повернутися до місць роботи чи проживання. Допоможіть хворим і, старим. Будьте готові до можливого повторного нападу супротивника. Завжди майте при собі засобу індивідуального захисту.

Будьте уважні до повідомлень штабу ЦО".

3. При погрозі хімічного зараження:

"Увага! Говорить штаб цивільної оборони.

Громадяни! Виникла безпосередня погроза хімічного зараження. Надягніть протигази, укрийте дітей у дитячих захисних камерах. Для захисту поверхні тіла використовуйте спортивний одяг, комбінезони і чоботи.

При собі майте плівкові (полімерні) накидки, чи куртки плащі. Перевірте герметизацію житлових приміщень, стану вікон і дверей. Загерметизуйте продукти харчування і створіть в ємкостях запас води. Укрийте сільськогосподарських тварин і корм. Сповістіть сусідів про отриману інформацію. При необхідності допоможіть хворим і старим.

Відключите електронагрівальні прилади.

Надалі дійте відповідно до вказівок штабу ЦО".

4. При погрозі радіоактивного зараження:

"Увага! Говорить штаб цивільної оборони.

Громадяни! Виникла безпосередня погроза радіоактивного зараження.

Приведіть у готовність засобу індивідуального захисту і тримаєте їх постійно при собі. По команді штабу ЦО надягніть їх.

Для захисту поверхні тіла від забруднення радіоактивними речовинами використовуйте спортивний одяг, комбінезони і чоботи.

При собі майте плівкові (полімерні) накидки, чи куртки плащі. Перевірте герметизацію житлових приміщень, стан вікон і дверей. Загерметизуйте продукти харчування і створіть в ємкостях запас води.

Укрийте сільськогосподарських тварин і корм.

Сповістіть сусідів про підучену інформацію.

Допоможіть хворим і старим.

Надалі дійте відповідно до вказівок штабу ЦО".

Примітка. Тексти звертань передаються протягом 5 хв, передача іншої інформації припиняється. При необхідності зміст тексту звертань дозволяється змінювати.

5.2.4. Висновки

Проведення всіх вище зазначених заходів, введення посади черговий диспетчер по ЦО та дотримання всіх інструкцій мінімізує втрати персоналу при виникненні надзвичайних ситуацій, як в мирний так і воєнний час.

Висновки

В даній дипломній роботі запропоновано заходи модернізації преса для сиру марки Я7-789 з дослідженням форм для сиру при різних режимах навантаження в процесі вироблення твердих сортів сиру.

В дипломній роботі було здійснено постановку і запропоновано варіант вирішення задач:

виконано аналіз конструкцій технологічного обладнання для пресування;
розроблено заходи з модернізації преса для сиру марки Я7-789;
вибрано методику та інструментарій проведення досліджень;
виконано заплановані дослідження.

За результатами комп'ютерного моделювання встановлено, що досліджувані у роботі чотири види форм мають достатні механічні характеристики для застосування при пресуванні сиру, напруження в усіх чотирьох розглянутих випадків у кілька разів є меншими від допустимих. Найменший коефіцієнт запасу міцності (FOS) був отриманий для прямокутної форми типорозміру 200x130-165x95h110 з подовгастою перфорацією при тиску 20кПа і складав 6,9. Інші три розглянуті конструкції мають FOS більше 20, що з запасом достатньо для пресування сиру. Крім того у процесі комп'ютерних досліджень встановлено, що аналогічні конструкції з круглою перфорацією краще працюють під навантаженням, ніж конструкції з подовгастою перфорацією, наприклад максимальне напруження за фон Мізесом у випадку форми типорозміру 200x130-165x95h110 складає 7,36МПа, тоді як з круглою перфорацією воно рівне 2,92МПа. Для круглих форм типорозміру 124-115h70 різниця менш помітна, але теж є: 2,18МПа при подовгастій перфорації та 1,96МПа при круглій перфорації. Тому форми з круглою перфорацією більш доцільно застосовувати при роботі на вищих тисках.

Розроблені рішення є актуальними і доцільними.

Перелік посилань

1. Єресько Г.О. Технологічне обладнання молочних виробництв. / Г.О. Єресько, М.М. Шинкарик, В.Я. Ворощук.— К. : ЦНЛ “Інкос”, 2007. — 344 с.
2. Поперечний А.М. Процеси та апарати харчових виробництв / Поперечний А.М., Черевко О.І., Гаркуша В.Б., Кирпиченко Н.В.—К.:ЦУЛ, 2007.—304с.
3. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості. /За ред. І.С.Гулого – Вінниця: Нова книга, 2001р. –576с.
4. Митин В.В. Курсовое и дипломное проектирование оборудования предприятий мясной и молочной промышленности.— М.:Колосс, 1992.— 272с.
5. Г.С. Писаренко. Справочник по сопромату / Г.С. Писаренко.— К.: Наукова думка, 1988.— 734с.
6. Лацинский А.А. Основы конструирования и расчёта химической аппаратуры. Справочник / Лацинский А.А., Толчинский А.Р.— Л.: “Машиностроение”, 1970.— 752с.
7. Фіялка В.І. Особливості формувального обладнання / Фіялка В.І., Смольчук І.В. // Збірник тез доповідей ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 25-26 листопада 2020 року. — Т. : ТНТУ, 2020. — Том 2. — С. 156.
8. Гальперин Д.М. Монтаж и наладка оборудования предприятий пищевой промышленности/ Гальперин Д.М.— М.: Высшая школа, 1984.— 279с.
9. Мирончук В.Г. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості; навчальний посібник / Мирончук В.Г., Орлов Р.О., Українець А.І. та ін.—Вінниця: Нова книга, 2004.—288с.
10. Касаткин А.Г.. Основные процессы и аппараты химической технологии. Учебник для вузов. 10-е издание, стереотипное, доработанное. Перепечатка с издания 1973 г. / А.Г. Касаткин. — М. : Альянс, 2004. — 753с.
11. Лабораторный практикум по процессам и аппаратам пищевых производств: Учеб. для вузов / под ред. А.С. Гинзбурга .- 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Агропромиздат, 1990. - 256 с.

- 12.Алямовский А.А. SolidWorks Simulation. Инженерный анализ для профессионалов: задачи, методы, рекомендации. / А.А. Алямовский. – ДМК Пресс, 2015. – 562 с.
- 13.Алямовский А.А. SolidWorks Simulation. Как решать практические задачи. / А.А. Алямовский. – BHV, 2012. – 445 с.
- 14.SolidWorks 2010: Расширенное моделирование деталей. / SolidWorks Corporation, SolidWorks Corporation.– 2009.– 333 с.
- 15.SolidWorks 2010 - Моделирование сборок. / SolidWorks Corporation, SolidWorks Corporation.– 2009.– 393 с.
- 16.Никитин В.С. Охрана труда на предприятиях пищевой промышленности / В.С. Никитин, Ю.М. Бурашников. –М.: Агропромиздат, 1991.– 349с.
- 17.Сенькин Е.Г. Охрана труда в пищевой промышленности / Е.Г. Сенькин.– М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1981.– 248с.

Додатки

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

АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Збірник

тез доповідей

Том II

**IX Міжнародної науково-технічної
конференції молодих учених та студентів**

25-26 листопада 2020 року



**УКРАЇНА
ТЕРНОПІЛЬ – 2020**

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

CURRENT ISSUES IN MODERN TECHNOLOGIES

Book

of abstract

Volume II

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

25th-26th of November 2020



**UKRAINE
TERNOPIL – 2020**

14.	А.А.Паламар, О.А.Колихалін, О.С.Покотило ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ПАРАМЕТРИ ВОД ПРИ ЗБЕРІГАННІ	153
15.	О.М. Ракоча, Х. Циб, Л.А. Сторож ВИКОРИСТАННЯ ІМБИРУ ДЛЯ ЗБАГАЧЕННЯ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ	154
16.	Т.П. Савчук ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ МАСЛОВИГОТОВЛЮВАЧІВ ПЕРІОДИЧНОЇ ДІЇ НА ПІДПРИЄМСТВАХ НЕВЕЛИКОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ	155
17.	І.В. Смольчук, В.І. Фіялка ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ	156
18.	І.Я. Стадник, М.М. Фік, М.О. Василько, О.О. Василько ВИМОГИ ДО РОБОЧИХ ОРГАНІВ МАШИНИ	157
19.	О.Ю. Старинський ДОСЛІДЖЕННЯ КАВІТАЦІЙНОЇ ХАРАКТЕРИСТИК ГОМОГЕНІЗАТОРА КЛАПАННОГО ТИПУ	158
20.	О.М. Середницький, В. І. Грицаюк ФЕРМЕНТОВАНІ ПРОДУКТИ – ОСНОВА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКТІВ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ	159
21.	О.П. Хава, В.Р. Сельський, О.С. Покотило ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД МОЛОКА ПРИ СКИСАННІ	160
22.	О.І. Худик ОСОБЛИВОСТІ МЕХАНІЧНИХ ПРОЦЕСІВ РОЗДІЛЕННЯ	161
23.	М. В. Цимбал, М. Д. Кухтин ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ КОНЦЕНТРАЦІЇ НІТРАТІВ ПІД ЧАС ПЕРЕРОБКИ МОЛОЧНОЇ СИРОВИНИ	162
24.	О.І. Кравець, Д.П. Шок ДОСЛІДЖЕННЯМ ПРОЦЕСУ ВІДТИСКУ ТЕХНІЧНОГО КАЗЕЇНУ	163

СЕКЦІЯ: ЕКОНОМІЧНІ ТА СОЦІАЛЬНІ АСПЕКТИ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

1.	Рамахе Абдулла Тх. Сабар ДЕЯКІ НАПРЯМКИ УДОСКОНАЛЕННЯ ПЛАНУВАННЯ ДІЯЛЬНОСТІ ФАРМАЦЕВТИЧНОГО ЗАКЛАДУ	164
2.	Абдулхамід Садік Абубакар, О.М. Владимир НАПРЯМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ	165

УДК 664.14

І.В. Смольчук, В.І. Фіялка

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

I.V. Smolchuk, V.I. Fiialka

FORMING EQUIPMENT FEATURES

Процес формування харчових середовищ - один з найскладніших процесів харчової технології. Саме в цьому процесі у всьому різноманітті проявляється весь діапазон фізико-механічних властивостей формованого матеріалу і, відповідно, ставляться високі вимоги до технологічного обладнання.

Конструкторські рішення формуючих машин повністю визначаються технологічними властивостями відповідного середовища, яке у даних машинах піддається обробці.

Процеси формування харчових середовищ досить різні і різноманітні внаслідок специфічності і різноманіття видів сировини, що переробляється.

Для переробки пластичного напівфабрикату в готові вироби певної форми і розміру використовуються наступні види формувань: відсадження, штампування, виливок, різання, пресування, екструзія і ін.

Особливу увагу заслуговує виробництво виробів губчастої структури (пастили, зефіру, збиті і кремові цукерки тощо) формуванням. Відмінними рисами виробництва цих продуктів є як неможливість їх зберігання до формування (внаслідок дії тиску відбувається зменшення пишності піноподібної структури), так і руйнування піноподібної структури при формуванні.

Застосовують такі види екструзії:

1. Холодна екструзія - відбуваються тільки механічні зміни в матеріалі внаслідок повільного його переміщення під тиском і формування цього продукту з утворенням заданих форм.

2. Тепла екструзія - поряд з механічним здійснюється тепловий вплив на оброблюваний продукт, причому продукт підігрівається ззовні.

3. Гаряча екструзія - процес проводиться при високих швидкостях і тисках, значному переході механічної енергії в теплову, що приводить до різних по глибині змін в якісних показниках продукту.

Удосконалення теорії та методів розрахунку формувального обладнання є завданням, рішення якої забезпечить оптимальне конструювання його вузлів з метою отримання продукції необхідної якості.

Основні цілі математичного моделювання процесів і технологічного обладнання формування складаються в поглибленні фізичного (якісного) розуміння процесу і його кількісному описі з максимально можливим наближенням до реальної технологічної практики. Для створення робочих теорій процесу формування застосовують моделі ізотермічного, адіабатичного, політропного і довільного теплового режимів роботи зони дозування. Найбільш точно реальну фізичну картину процесу екструзії відображають реологічні моделі. Реальний рух розплаву полімеру в зоні дозування - це тривимірне неізотермічне течіння аномально в'язкої рідини.

Одним з перспективних напрямків подальшої розробки теорії, методів розрахунку і конструктивних рішень формувального обладнання є дослідження впливу зазору між у каналах руху робочих середовищ.