

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

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра обладнання харчових технологій

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему:

Удосконалення вузла створення тиску преса
марки Е8-ОПГ для відтискання сиру

Виконав: здобувач вищої
освіти

6 курсу, групи МОм-61

спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

(шифр і назва спеціальності)

Конопка О. В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Шинкарик М.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Ворощук В.Я.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Вітенько Т.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2024

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ОХ
Вітенько Т.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)
« 11 » листопада 2024 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

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

здобувачу вищої освіти Конопці Олександр Василювичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ
для відтискання сиру

Керівник роботи Шинкарик Марія Миколаївна, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

2. Термін подання завершеної роботи 20 грудня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи Технічний паспорт та інструкції з експлуатації, монтажу та
технічного обслуговування і ремонту преса марки Е8-ОПГ для відтискання сиру.

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

Анотація. Вступ. 1. Аналіз сучасного стану пресів для сиру, вибір та обґрунтування основних
напрямків дослідження. 2. Обґрунтування методів та методик досліджень. 3. Розроблення
Розроблення нових проектно-технологічних і технічних вирішень щодо вдосконалення
пресу Е8-ОПГ. 4. Комп'ютерне моделювання наконечника штока вузла створення тиску
преса марки Е8-ОПГ для відтискання сиру. 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)

Прес марки Е8-ОПГ для відтискання сиру. Вигляд загальний (1 л. ф. А1)

Пневмоциліндр преса марки Е8-ОПГ для відтискання сиру (1 л. ф. А1)

Пневматична схема преса марки Е8-ОПГ для відтискання сиру (1 л. ф. А1)

Топологічна оптимізація наконечника штока вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ для
відтискання сиру (1 л. ф. А1)

Постановка задачі дослідження наконечника штока вузла створення тиску преса марки Е8-
ОПГ (1 л. ф. А1)

Дослідження наконечника штока з типом конуса 20/22 вузла створення тиску преса марки
Е8-ОПГ при навантаженні 7000Н. (1 л. ф. А1)

Дослідження наконечника штока з типом конуса 22/24 вузла створення тиску преса марки
Е8-ОПГ при навантаженні 7000Н. (1 л. ф. А1)

Дослідження наконечника штока з типом конуса 24/26 вузла створення тиску преса марки
Е8-ОПГ при навантаженні 7000Н. (1 л. ф. А1)

Прес марки Е8-ОПГ для відтискання сиру. Вигляд загальний (1 л. ф. А1)

Пневмоциліндр преса марки Е8-ОПГ для відтискання сиру (1 л. ф. А1)

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання « 11 » листопада 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Анотація		
2	Вступ		
3	1. Аналіз сучасного стану пресів для сиру, вибір та обґрунтування основних напрямків дослідження		
4	2. Обґрунтування методів та методик досліджень		
5	3. Розроблення нових проектно-технологічних і технічних вирішень щодо вдосконалення пресу Е8-ОПГ		
6	4. Комп'ютерне моделювання наконечника штока вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ для відтискання сиру.		
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	Прес марки Е8-ОПГ для відтискання сиру. Вигляд загальний		
14	Пневмоциліндр преса марки Е8-ОПГ для відтискання сиру		
15	Пневматична схема преса марки Е8-ОПГ для відтискання сиру		
16	Топологічна оптимізація наконечника штока вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ для відтискання сиру		
17	Постановка задачі дослідження наконечника штока вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ		
18	Дослідження наконечника штока з типом конуса 20/22 вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ при навантаженні 7000Н.		
19	Дослідження наконечника штока з типом конуса 22/24 вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ при навантаженні 7000Н.		
20	Дослідження наконечника штока з типом конуса 24/26 вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ при навантаженні 7000Н.		

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Конопка О. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Шинкарик М.М.

(прізвище та ініціали)

Анотація

Автор кваліфікаційної роботи освітнього рівня «магістр» – Конопка Олександр Васильович.

Тема кваліфікаційної роботи магістра: Удосконалення вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ для відтискання сиру.

Кваліфікаційну роботу магістра виконано в Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя в 2024 році

Кваліфікаційна робота магістра складається із розрахунково пояснювальної записки розміру 70 сторінки (26 рисунків) та графічної частини розміру 8 аркушів формату А1.

В даній роботі запропоновано рішення щодо удосконалення вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ для відтискання сиру.

Задачі, які вирішуються у кваліфікаційній роботі:

аналіз конструкцій сучасних пресів;

розроблення заходів з удосконалення преса марки Е8-ОПГ з виконанням відповідних розрахунків;

вибір методик та інструментів для виконання досліджень;

виконання досліджень згідно розробленої структури;

аналіз отриманих результатів досліджень;

розроблення заходів із охорони праці та техніки безпеки;

вирішення питань щодо безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Ключові слова: прес, основа, пресування, удосконалення.

Abstract

Oleksandr V. Konopka. Enhancement of the pressure creation unit in the E8-OPG press for cheese pressing. 133 “Industrial Machinery Engineering” – Ternopil Ivan Puluj National Technical University.-Ternopil, 2024.

The master's qualification work consists of a 70-page explanatory note (26 figures) and a graphic part of 8 sheets of A1 format.

The qualification work proposes a solution to improve the pressure creation unit of the E8-OPG press for pressing cheese.

Tasks to be solved in the work:

analysis of modern press designs;

development of measures to improve the E8-OPG press with the corresponding calculations;

selection of methods and tools for research;

performing research according to the developed structure;

analysis of the research results;

development of health and safety measures;

addressing safety issues in emergency situations.

Keywords: press, base, pressing, improvement.

Зміст

Анотація	4
Abstract	5
Зміст.....	6
Вступ.....	8
1. Аналіз сучасного стану пресів для сиру, вибір та обґрунтування основних напрямків дослідження.....	10
1.2. Аналіз та короткий опис пресу для сиру Е8-ОПГ	20
1.3. Мета та основні задачі кваліфікаційної роботи	20
2. Обґрунтування методів та методик досліджень	22
2.1. Вибір і обґрунтування методів і технічних засобів досліджень,	22
2.2. Алгоритм і методики проведення комп'ютерного дослідження.....	24
3. Розроблення нових проектно-технологічних і технічних вирішень щодо вдосконалення пресу Е8-ОПГ.....	27
3.1 Опис будови і принципу роботи пресу Е8-ОПГ	27
3.2 Розрахунок витрати стисненого повітря для пресування сиру	28
3.3 Аналіз структури преса типу Е8-ОПГ	31
3.4 Розрахунок пресуючого пневмоциліндра вузла створення тиску пресу для сиру.....	32
3.5 Розрахунок на тиск форми для пресування сиру.....	35
3.6. Заходи із експлуатації та обслуговування преса.	37
4. Комп'ютерне моделювання наконечника штока вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ для відтискання сиру	39
4.1. Постановка основних завдань дослідження.....	39

4.2. Результати моделювання наконечника штока вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ для відтискання сиру.	43
4.3. Аналіз результатів.....	52
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.	57
Висновки	63
Перелік посилань.....	65
Додатки.....	68

Вступ

На споживчому ринку представлено широкий асортимент сирів : тверді, м'які, розсольні, плавлені тощо. Це дозволяє виробникам орієнтуватися на різні смаки та потреби споживачів, створюючи нові види продуктів і підвищуючи свою конкурентоспроможність.

Сири багаті на білок, кальцій та інші корисні мікроелементи, що робить їх цінним компонентом збалансованого раціону. У світі зростає попит на продукти, які поєднують смакові якості та користь для здоров'я, що підвищує популярність сирів.

Виробництво сирів сприяє розвитку суміжних галузей, таких як молочне скотарство, постачання фермерської продукції, логістика, пакування тощо. Це створює нові робочі місця та позитивно впливає на економіку регіонів.

Сучасні технології дозволяють виготовляти сири з покращеними смаковими та поживними властивостями, мінімізувати витрати і вплив на навколишнє середовище. Інтенсивний розвиток виробництва сирів обумовлює необхідність удосконалення діючого створення нового технологічного обладнання.

Завданнями кваліфікаційної роботи є:

аналіз конструкцій сучасних пресів;

розроблення заходів з удосконалення преса марки Е8-ОПГ з виконанням відповідних розрахунків;

вибір методик та інструментів для виконання досліджень;

виконання досліджень згідно розробленої структури;

аналіз отриманих результатів досліджень;

розроблення заходів із охорони праці та техніки безпеки;

вирішення питань щодо безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження в роботу були зусилля і напруження у наконечнику пневмоциліндра вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ.

Предмет дослідження. Прес марки Е8-ОПГ із вузлом створення тиску.

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

Наукова новизна.

- розроблена 3D модель для моделювання наконечника штока пневмоциліндра преса для сиру;
- встановлено, що форма конічної частини наконечнику пневмоциліндра вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ впливає на параметри напружено-деформованого стану.

Отримані результати можна застосовувати для покращення діючого та створенні нового обладнання для пресування сирів.

Результати, представлені у роботі були показані на XIII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» 11-12 грудня 2024 року [1] .

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

1. Аналіз сучасного стану пресів для сиру, вибір та обґрунтування основних напрямків дослідження

1.1. Огляд обладнання для пресування сиру

Метою технологічного процесу пресування сирів [2,3] є забезпечення кінцевої вологості сиру, формування відповідної форми головки сиру та замикання поверхні. Різноманітність сирів (біля 600 видів) вимагає як особливого технологічного процесу так і різної конструкції апаратів для пресування [4,5]

. Тому в багатьох випадках процес пресування поділяють на 2 етапи : на першому проводять основне відділення сироватки і формування головки; на другому замикання поверхні головки і забезпечення кінцевої вологості сиру. Відповідно процес може проводитись на окремих апаратах , або суміщений на одному.



Рис. 1.1. Вертикальний прес для сиру Blockformer system 6 в (Tetra Pak)

Tetra Pak® Blockformer system 6 (рис. 1.1.) використовується для формування блоків для сиру чеддер. Формування проходить у вертикальній

колоні під дією гідростатичного тиску сироватки і сирних зерен. Основним елементом апарату є вертикально встановлена перфорована обичайка, встановлена в корпус циліндричної форми, більшого діаметру. Простір між ними використовується для збору сироватки. Завантаження проходить у верхній частині колони. В нижній частині – встановлено спеціальний ніж для відрізання блоків сиру.

Основна маса сироватки відводиться через отвори в колоні і потрапляє в простір між колоною і циліндричним корпусом.

Сирні зерна, маючи питому вагу в 1,5 разів більшу ніж має сироватка, осідають, рухаючись до дна колони формуючи пласт сирних зерен. В результаті тиску від впливу власної ваги, пласт сиру щільнішає, а сироватка виходить через обичайку із перфорацією. Сформована порція сиру поміщається до форми і віділяється ножем.

Відзначається відмінною якістю продукції, високою продуктивністю, стабільною точністю зважування, мінімальними втратами продукту та відкритою конструкцією, яка легко чиститься.

Точний контроль ваги забезпечується пневматичним приводом, який зводить відхилення ваги до мінімуму. Заради точності, бажана висота нарізки досягається дуже малими кроками - менше грама за раз. Встановивши максимальну вагу блоку, привід автоматично коригує виробничі параметри, якщо вага перевищує цю верхню межу.

Коли башта заповнена продуктом, повітря проходить через систему і переміщує його вздовж. Вбудована пластина-перехоплювач запобігає винесенню дрібних частинок разом з повітрям. Вона розміщена під невеликим кутом у башті, вловлюючи дрібні частинки (частинки сиру) з повітряного потоку та зменшуючи втрати до 50%.

В більшості апаратів для пресування тиск на сирну масу створюється за допомогою системи пневмоциліндрів і пресуючої плити на пласт, або на кожний окремий блок сиру розміщений у формі.

Прес для пресування сиру PRP-AP (рис. 1.2)- це автоматизований, зручний прес з регульованими програмами для автоматичного пресування і нарізки. Це багатофункціональний пристрій призначений для прийому сирної маси, зливу сироватки, автоматичного пресування за допомогою стисненого повітря, автоматичної або ручної нарізки сирної маси на бажані сирні блоки і автоматичного пресування сирної маси в сирні форми. Відрізняється широкими можливостями використання - підходить для виробництва напівтвердих і твердих сирів невеликими партіями від 1.000 л до 4.000 л.



Рис 1.2. Прес для пресування сиру PRP-AP (Plevnik)

Преси забезпечують кращий контроль якості сиру і відмінний вихід - приблизно 10% маси сиру від вихідної кількості молока. Прес типу PRP-AP з ріжучим ножом і сегментованою пресувальною плитою на рухомому мосту, який переміщується вздовж преса.

Деталі, які контактують з продуктом, виготовлені з нержавіючої сталі AISI 304. Прес складається з поглибленого стола для прийому сирної маси з сироваткою передніх дверцят, що використовуються як робоча поверхня, опори,

ємності для збору сироватки, -випускного клапану для сироватки, фіксованої дренажної решітки спереду і рухомої дренажної решітка ззаду, рухомого міста з пневматичним приводом, ножами і плитою для попереднього пресування.

Прес забезпечує просте регулювання тиску для попереднього пресування. Перевагами також є :

- автоматизоване виконання;
- рухома зливна решітка дозволяє переробляти різну кількість молока;
- підходить для середніх об'ємів молока (1 000-4 000 л);
- просте обслуговування.

Прес Kalt Maschinenbau AG спеціалізується на передових системах пресування сиру, призначених для ефективного та якісного виробництва сиру, призначений для різних типів сирів, з акцентом на напівтверді та тверді сири.



Рис. 1.3. Прес Kalt Maschinenbau AG

Запатентований касетний прес Kalt призначений для одно- та багатосерійного виробництва. Сир автоматично виливається в круглі або квадратні форми, м'яко пресується і вивантажується з форм на конвеєрну стрічку для подальшої обробки. Прес може працювати в автоматичному і напівавтоматичному режимі. Перевагою преса є можливість використання СІР миття та використання касетного пресового механізму.

Машина використовує касетні форми для рівномірного формування та пресування сирних блоків, забезпечуючи постійні розміри та вагу.

Напіваавтоматичне управління полегшує взаємодію з користувачем для коригування процесу, в той час як система Siemens S7 забезпечує точний контроль і моніторинг.

Перевагою є довговічність, що забезпечується надійною конструкцією та модернізацією .

Недоліками є робота в напіваавтоматичному режимі. Хоча це зменшує кількість ручної праці, але може бути не настільки ефективним, як повністю автоматизовані системи. Також прес використовує фіксований розмір форми, що обмежує універсальність для виробництва різних форматів сиру без модифікацій.

Касетний прес для сиру KALT ідеально підходить для середніх і великих молокопереробних підприємств, що спеціалізуються на виробництві стандартизованих сирних блоків. Стабільна продуктивність і простота очищення роблять його популярним вибором для виробників, які націлені на виробництво високоякісної, однорідної продукції.

Kalt Flow Press (рис. 1.4). Завдяки вдосконаленій системі наповнення та пресування преса Kalt Flow Press на одній лінії можна виробляти різні формати сиру в серійному режимі. Акуратно наповнений сир автоматично подається на пресувальну лінію з кондиціонером. Обсяг до 35'000 літрів. Працює в повністю автоматичному режимі.

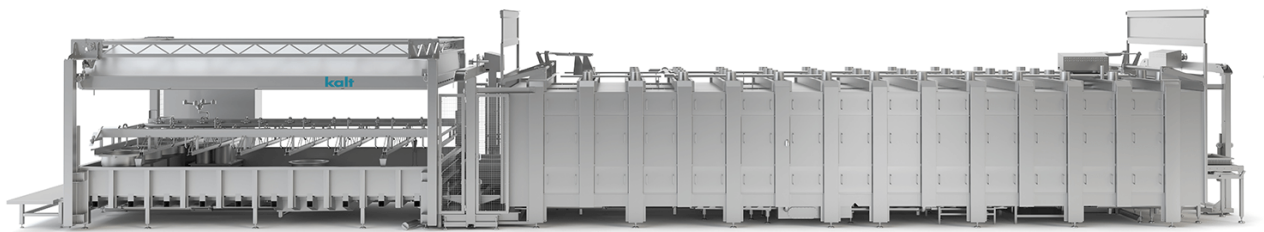


Рис. 1.4. Прес для сиру Kalt Flow Press.

Система безперервного пресування ідеально підходить для високопродуктивних виробничих ліній.

Може працювати з різними типами сиру і забезпечує дбайливу обробку для збереження якості сиру.

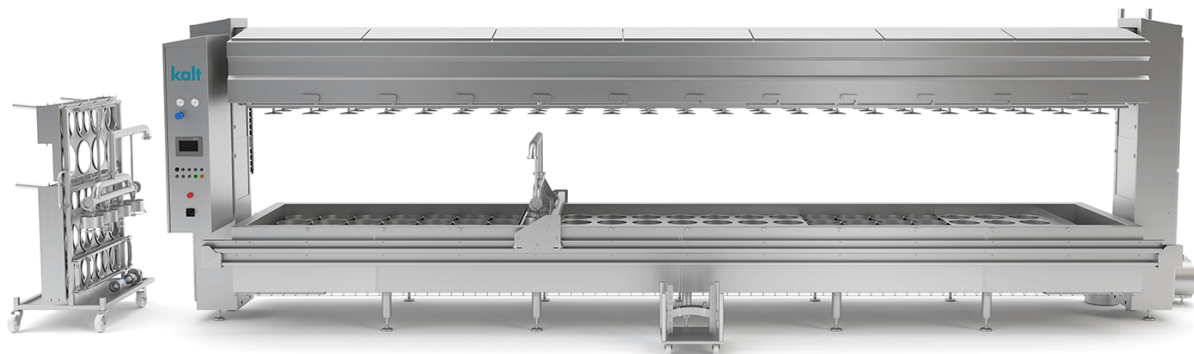


Рис. 1.5. Прес для сиру Kalt Multi Press

Мультипрес Kalt (рис. 1.5) призначений для односерійного та багатосерійного виробництва. На одній і тій самій установці можна виробляти різні формати. Об'єми 3'000 - 10'000 літрів.

Прес поєднує в собі універсальність і автоматизацію, дозволяючи пресувати кілька сортів сиру в одній системі. Налаштовувані форми та розміри прес-форм для задоволення конкретних потреб клієнтів.



Рис. 1.6. Вертикальний прес для сиру Prensamatic (Fibosa)

Преси Prensamatic були розроблені для безперервного пресування сиру. Система пневматичних подушок характеризується оптимальним розподілом тиску у всіх типах форм, незалежно від їх форми та розміру. Завдяки адаптивності

подушки досягається однорідність сиру навіть при невеликій різниці у висоті. Пресувальні системи оснащені системами автоматичного завантаження і вивантаження, лотками і ємностями для збору сироватки. Всі вони пристосовані для СІР-очищення, включаючи миття конвеєрної стрічки і матраца, з використанням набору стратегічно розташованих спринклерів для забезпечення комплексної чистоти. Всі функції PRENSAMATIC контролюються за допомогою ПЛК і сенсорної панелі. Крім того, FIBOSA виробляє одноциліндрові преси з функцією автоматичного завантаження і розвантаження для безперервного пресування прес-форм великих розмірів. Також є широкий асортимент горизонтальних і вертикальних пресів з ручним завантаженням і розвантаженням для малого і середнього виробництва.



Рис. 1.7. Вертикальний прес для сиру (TEMIC S.L.U.)

Вертикальний прес для сиру (TEMIC S.L.U.) (рис. 1.7). Призначений для великих форматів, в якому кожна форма притискається незалежним гідравлічним циліндром.

Для виробництва сирів невеликими порціями або ексклюзивних видів сирів використовуються малопродуктивні апарати, більшість яких використовує багато ручних операцій.

В установці для непервного пресування сиру типу ОРР фірми APV (ПАСІЛАК) (рис. 1.8.) продуктивністю 1000, 1600, 2000 кг/год тиск пресування створюється за допомогою двох конвеєрів, віддалі між якими зменшується по напрямку переміщення сирної маси.

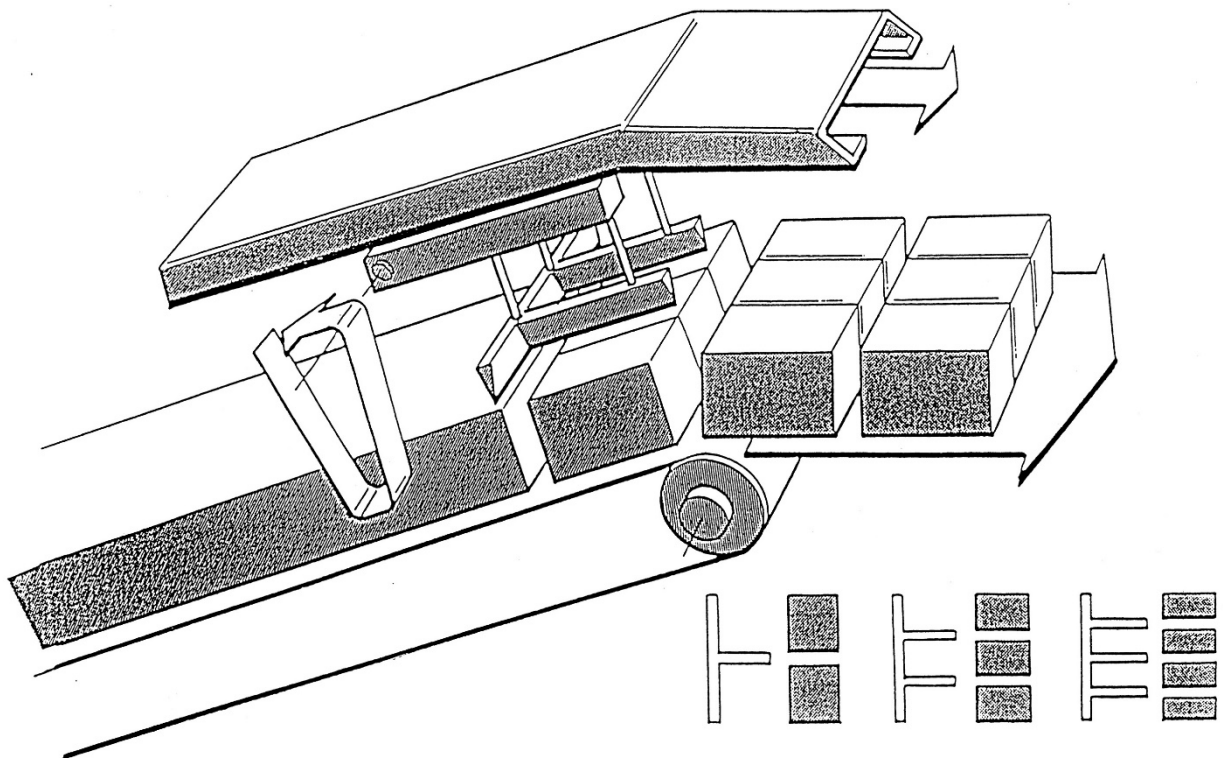


Рис. 1.8. Установка для непервного пресування типу ОРР.

Дно ванни виконане у вигляді конвеєра служить для дренажу сироватки і її транспортування. Конвеєр, що встановлений зверху служить для процесу пресування, яке може супроводжуватися регулюванням кута нахилу щодо нижнього конвеєра.

Положення пресуючого конвеєра регулюється електродвигуном.

Механізми різки, який змонтований на передній стороні підпресовуючої установки служить для розрізання пласту на бруски.

Сирний згусток переміщається конвеєром під обрізувальну пластину, якою регулюється параметри рівня згустку і поміщається під прес-конвеєр. По ходу переміщення сирного зерна вздовж конвейєра тиск зростає.

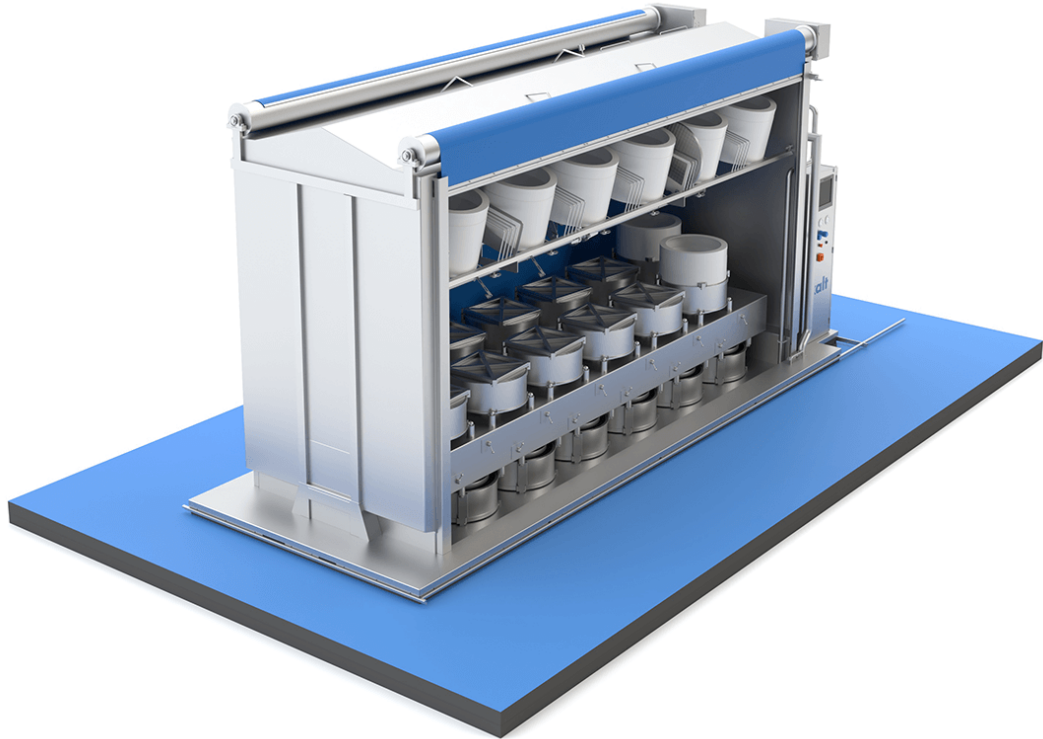


Рис. 1.9. Прес для сиру Turning Press.

Прес для сиру Turning Press (рис. 1.9.) має місткість 3 - 40 форм, сфера його застосування - великі блоки (Грюєр, Емменталь, Сбринц).

Призначений для специфічних виробничих етапів, що вимагають перевертання та рівномірного розподілу тиску. Мета застосування - покращання текстури та консистенції сиру під час пресування. Оптимізовані механізми пресування забезпечують максимальний вихід сиру та однорідну текстуру. Підходить як для невеликих кустарних сироварень, так і для великих промислових сироварень.

Прес для сиру Plevnik з функцією зливу та попереднього пресування



Рис. 1.10. Прес для сиру Plevnik з функцією зливу та попереднього пресування

Зливний прес POS – це прес для сиру з інтегрованим зливним столом, що дозволяє зливати, пресувати та пересувати сирну масу в одному пристрої. POS – призначений в першу чергу для сироварів з невеликими партіями молока (до 500 л/добу), яким потрібен прес для сиру.

Перевагою пневматичного зливного преса Plevnik є зливання, попереднє пресування та пресування за допомогою одного пристрою

Стіл для зливу використовується для зливу сирної маси. Робоча висота полегшує прийом сирної маси безпосередньо з котла.

Завдяки опорам на колесах пристрій легше переміщати по приміщенню. Одна фіксована і одна рухома решітка для зливу дозволяє переробляти різну кількість сирної маси. Ванна також дозволяє здійснювати попереднє пресування сирної маси за допомогою точок пресування та сегментованої перфорованої пластини. Після завершення всього процесу пресування і пресування POS можна використовувати як посудину для миття сирних форм.

1.2. Аналіз та короткий опис пресу для сиру Е8-ОПГ

Прес Е8-ОПГ призначений для пресування сиру під час виробництва. Він використовується в сироробних цехах і заводах для формування сирної маси в форми та видалення сироватки. Може збути застосований для різних типів сирів, що вимагають пресування

У процесі роботи механічне зусилля, створене у пневмоциліндрі, передається через шток з наконечником на форми з сирною масою.

Основними елементами конструкції є: міцна рама, платформи для форм, система пресування з регульованим зусиллям.

Технічні характеристики преса

Габаритні розміри, мм, максимум: довжина 2260; ширина 500; висота 3120

Маса, кг: 793

Продуктивність кг/змін: 240-250

Кількість одночасно встановлюваних форм: 24

Кількість секцій: 4

Кількість ярусів: 6

Тиск робочого середовища у пневмоциліндрах, кПа (кг/кв. см): найбільший 600 (6,0); найменший 100 (1,0)

Зусилля пресування, кН (кгс): найбільше 7,35 (750); найменше 1,18 (120)

Діаметр робочого поршня пневмоциліндра, мм: 125

Величина ходу штока робочого пневмоциліндра, мм: 723

Витрата стисненого повітря, куб. м., не більше: 0,15

1.3. Мета та основні задачі кваліфікаційної роботи

Мета роботи [6–8] – удосконалення конструкції преса марки Е8-ОПГ з урахуванням сучасних вимог до оброблення сирів, фективності, безпеки та надійності.

Завданнями кваліфікаційної роботи є:

аналіз конструкцій сучасних пресів;
розроблення заходів з удосконалення преса марки Е8-ОПГ з виконанням відповідних розрахунків;
вибір методик та інструментів для виконання досліджень;
виконання досліджень згідно розробленої структури;
аналіз отриманих результатів досліджень;
розроблення заходів із охорони праці та техніки безпеки;
вирішення питань щодо безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження були зусилля і напруження у наконечнику пневмоциліндра вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ.

Предмет дослідження. Прес з формами для пресування сиру.

2. Обґрунтування методів та методик досліджень

2.1. Вибір і обґрунтування методів і технічних засобів досліджень,

Застосування технологій 3D моделювання [9–11] дає значні переваги над традиційними методами проєктно-конструкторських робіт завдяки своїй точності, гнучкості та ефективності.

По-перше, це точність і деталізація. 3D моделювання дозволяє створювати об'єкти з надзвичайною геометричною точністю, що практично неможливо досягти при використанні традиційних креслень на папері. Завдяки цьому можна враховувати найдрібніші деталі проєкту ще на етапі розробки.

По-друге, 3D моделювання дає можливість візуалізації проєкту у реалістичному вигляді. Це дозволяє конструкторам, дизайнерам та клієнтам побачити кінцевий результат ще до його виготовлення. Візуалізація спрощує сприйняття складних концепцій та сприяє прийняттю обґрунтованих рішень.

Третя перевага — економія часу і ресурсів. Зміни у 3D моделі можна вносити швидко і легко, що суттєво скорочує цикл розробки та оптимізує витрати на матеріали і випробування. В той час як традиційні методи потребують переробки численних креслень при найменших змінах, у 3D середовищі все оновлюється автоматично.

Крім того, 3D моделювання значно покращує виявлення помилок та недоліків ще на ранніх етапах проєктування. Завдяки можливості віртуального тестування та симуляцій можна перевірити функціональність об'єкта, його стійкість до навантажень чи ефективність роботи без фізичного створення прототипів.

Ще однією важливою перевагою є гнучкість у співпраці. 3D моделі можна легко передавати між членами команди, а завдяки інтеграції з іншими програмами для аналізу, симуляції та виробництва можна досягти більшої узгодженості та ефективності роботи.

Таким чином, 3D моделювання є сучасним інструментом, що не лише підвищує якість проєктно-конструкторських робіт, але й дозволяє значно

зменшити час, витрати та ймовірність помилок у порівнянні з традиційними методами.

SolidWorks Simulation є одним із найкращих інструментів для 3D моделювання в процесі проєктно-конструкторських робіт завдяки своїй універсальності, функціональності та простоті використання. Ця програма поєднує у собі можливості створення точних 3D моделей та потужні засоби для інженерного аналізу, що робить її незамінною для сучасних інженерів і проєктувальників.

Перш за все, SolidWorks Simulation забезпечує інтегрований інженерний аналіз безпосередньо у середовищі 3D моделювання. Це дозволяє перевіряти міцність конструкцій, стійкість до навантажень, теплові характеристики та інші критичні параметри ще до виготовлення фізичного прототипу. Завдяки цьому можна виявити потенційні проблеми на ранніх етапах проєктування, що економить час і кошти.

Другою перевагою є простий і зрозумілий інтерфейс. SolidWorks Simulation розроблений таким чином, що навіть користувачі з базовими навичками у 3D моделюванні можуть швидко освоїти програму. Крок за кроком інструменти дозволяють налаштовувати параметри аналізу та отримувати точні результати. Це особливо важливо для підвищення продуктивності в інженерних командах.

Ще однією важливою особливістю є можливість проведення різних видів аналізу. SolidWorks Simulation [12,13] підтримує статичний, динамічний, термічний, вібраційний аналізи, а також оптимізацію конструкцій. Наприклад, можна перевірити, як деталь поводитиметься під впливом певних навантажень чи температур, і внести корективи до проєкту без додаткових затрат на тестування.

Крім того, програма дозволяє ефективно оптимізувати проєкти. SolidWorks Simulation може допомогти у зменшенні ваги конструкцій, підвищенні їхньої ефективності та надійності, що є критично важливим у сучасному машинобудуванні, аерокосмічній галузі та інших індустріях.

Ще однією вагомою перевагою є сумісність із виробничими процесами. Моделі, створені у SolidWorks, легко інтегруються у процеси 3D-друку, ЧПУ

обробки та інших методів виготовлення. Це забезпечує плавний перехід від проєктування до виробництва.

2.2. Алгоритм і методики проведення комп'ютерного дослідження.

Виконання комп'ютерного дослідження на статичну міцність у SolidWorks Simulation [9,14,15] здійснюється у декілька послідовних етапів, що дозволяють провести якісний інженерний аналіз конструкцій для визначення їхньої стійкості до навантажень. Цей процес є структурованим і передбачає точне виконання дій у середовищі SolidWorks.

1. Підготовка 3D моделі

На першому етапі необхідно створити геометричну 3D модель об'єкта у SolidWorks або імпортувати готову модель у програму. На цьому етапі важливо забезпечити коректність геометрії та врахувати всі необхідні деталі конструкції. Модель має бути максимально точною, оскільки саме на ній базуватиметься подальший аналіз.

2. Запуск середовища Simulation

Для початку дослідження на статичну міцність потрібно перейти до середовища SolidWorks Simulation:

Вмикаємо модуль Simulation (вкладка "Simulation" або через "Додатки" у SolidWorks).

Створюємо новий статичний аналіз, обравши опцію Static Study.

3. Задання матеріалу для моделі

На цьому етапі необхідно вибрати матеріал, з якого виготовлено об'єкт:

Матеріал обирається зі стандартної бібліотеки SolidWorks або додається вручну з налаштуванням параметрів, таких як модуль Юнга (E), межа текучості, щільність, коефіцієнт Пуассона тощо.

Вибір правильного матеріалу є критичним для точності розрахунків.

4. Визначення умов закріплення (граничних умов)

Для моделювання реального навантаження необхідно задати умови закріплення об'єкта:

Вибираємо вузли, ребра або поверхні моделі, які будуть зафіксовані.

Закріплення може бути повним (нерухоме закріплення) або частковим (обмеження переміщень чи обертань по певних осях).

5. Застосування навантажень

Наступний крок – задання зовнішніх навантажень, які діятимуть на конструкцію:

Можна застосовувати різні види навантажень: сили, тиск, момент, власну вагу (гравітація) або температурні впливи.

Важливо правильно вказати величину, напрямок і точку прикладання навантаження.

6. Налаштування сітки елементів

На цьому етапі виконується дискретизація моделі – розбиття конструкції на скінченні елементи, що є основою методу кінцевих елементів (МКЕ):

Створюється сітка з трикутних або чотирикутних елементів.

Для підвищення точності аналізу можна локально уточнити сітку у критичних місцях (наприклад, біля зон навантажень або закріплень).

7. Виконання розрахунку

Після налаштування всіх параметрів запускається обчислення:

SolidWorks Simulation проводить чисельний аналіз, використовуючи метод кінцевих елементів для розрахунку напружень, деформацій та переміщень у конструкції.

Програма автоматично обробляє задані граничні умови, навантаження та властивості матеріалу.

8. Аналіз результатів

Після завершення розрахунку проводиться аналіз результатів:

Візуалізація результатів відображається у вигляді графічних карт напружень (за критерієм фон Мізеса), деформацій та переміщень.

Можна перевірити, чи перевищують отримані значення допустиму межу текучості або міцності матеріалу.

Виконується інтерпретація даних: зони максимальних напружень виділяються кольором, що дозволяє локалізувати критичні ділянки конструкції.

9. Оптимізація конструкції

За необхідності, конструкція коригується для усунення слабких місць:

Модифікуються розміри, форма або матеріал об'єкта.

Повторюється аналіз для перевірки ефективності внесених змін.

10. Підготовка звіту

SolidWorks Simulation дозволяє автоматично генерувати звіт з результатами аналізу:

Звіт містить параметри дослідження, граничні умови, навантаження, результати напружень, деформацій і візуалізації.

Це дозволяє легко документувати результати для подальшого використання.

Такий підхід дозволяє ефективно оцінити міцність конструкції, оптимізувати її параметри та забезпечити надійність і довговічність у реальних умовах експлуатації.

3. Розроблення нових проектно-технологічних і технічних вирішень щодо вдосконалення пресу Е8-ОПГ.

3.1 Опис будови і принципу роботи пресу Е8-ОПГ

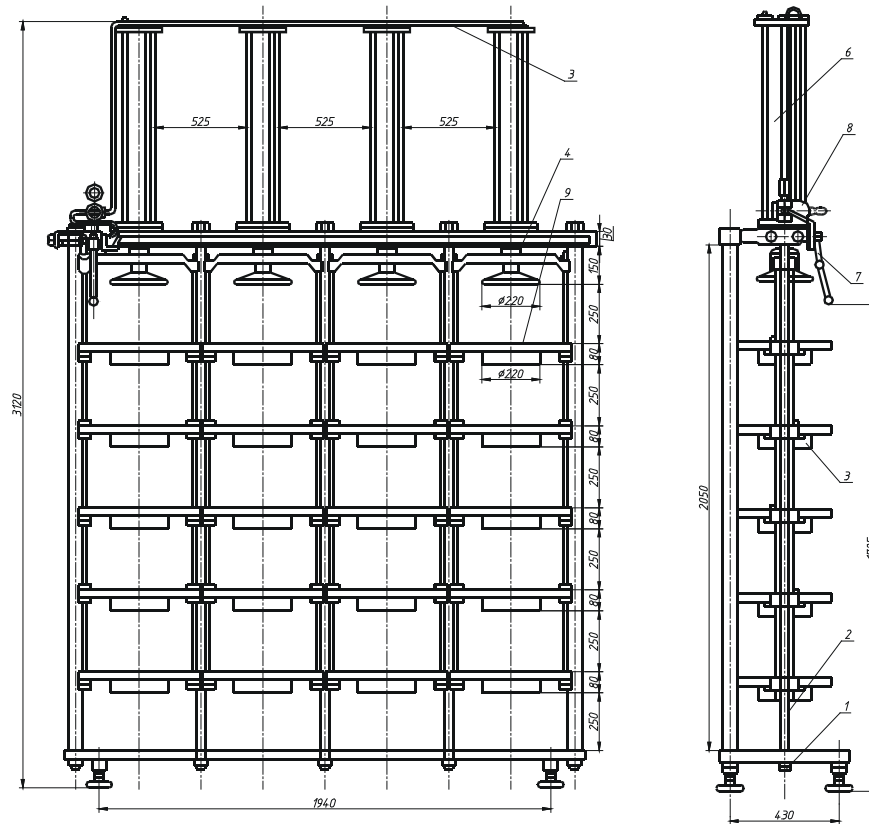


Рис. 3.1. Прес Е8-ОПГ для сирів:

1 - основа; 2 - стійка; 3 - полиця, 4 - траверса; 5 – пневматична система; 6 – пневматичний циліндр; 7 – керуючий вентиль; 8 - регулятор тиску.

Прес складається з рами, вертикальної стійки, полиці, траверси, пневмосистеми і пневмоциліндра . Основа - зварна рама з нержавіючої сталі з отворами під болти М30х90 для кріплення підставки. Вертикальна стійка виготовлена з труби діаметром 38 мм. Полиця преса має чавунну раму з обшивкою з нержавіючої сталі та посилена чавунним полотном. Траверса являє собою зварену С-подібну конструкцію, яка кріпиться болтами М30х90. Пневматична система включає регулюючі клапани, регулятори тиску і трубопроводи, які подають повітря в пневмоциліндри для переміщення штоків. Пневматичний циліндр складається з фланця, кришки, циліндра, поршня, штока

та ущільнення. Прес Е8-ОПГ має чотири прес-секції та п'ять прес-полиць, з'єднаних кабельними стяжками. Верхня полиця кріпиться до тяги пневматичного циліндра. Основа преса має регульовані ніжки для вирівнювання горизонтальних і вертикальних поверхонь.

Робочий хід. Переміщення полиці вгору та вниз виконується за допомогою ручки керування. При подачі повітря в нижню порожнину пневмоциліндра полиці піднімаються, а при подачі повітря у верхню порожнину опускаються для пресування сиру. Стіл повинен рухатися плавно без перекосів. При наявності динамометра перевірте рівномірність навантаження (допуск до 10%).

Для різних видів сиру регулюють тиск преса, повертаючи ручку регулятора. Компресорна система може працювати в автоматичному або ручному режимі. В автоматичному режимі тиск в ресивері контролюється електроконтактним манометром. Захист від короткого замикання та перевантаження забезпечує автоматичний вимикач АЕ2016.

3.2 Розрахунок витрати стисненого повітря для 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 1 переміщення пресуючої головки

довжина ходу $L_1 := 35$ см

діаметр $D_1 := 8$ см

кількість ходів за цикл $S_1 := 24$

кількість пневмоциліндрів $n_1 := 4$

Об'єм робочої порожнини:

$$B_1 := \frac{\pi \cdot D_1^2}{4} \cdot L_1 \cdot n_1 = 7.037 \times 10^3 \quad (\text{см}^3)$$

Сумарний геометричний об'єм за цикл

$$V_1 := B_1 \cdot S_1 = 1.689 \times 10^5 \quad (\text{см}^3)$$

Пневмоциліндр 2 переміщення пресуючої головки

довжина ходу $L_2 := 12$ см

діаметр $D_2 := 10$ см

кількість ходів за цикл $S_2 := 2$

кількість пневмоциліндрів $n_2 := 4$

Об'єм робочої порожнини:

$$B_2 := \frac{\pi \cdot D_2^2}{4} \cdot L_2 \cdot n_2 = 3.77 \times 10^3 \quad (\text{см}^3)$$

Сумарний геометричний об'єм за цикл

$$V_2 := B_2 \cdot S_2 = 7.54 \times 10^3 \quad (\text{см}^3)$$

Пневмоциліндр преса.

довжина ходу $L_3 := 15$ см

діаметр $D_3 := 10$ см

кількість ходів за цикл $S_3 := 2$

кількість пневмоциліндрів $n_3 := 4$

Об'єм робочої порожнини:

$$B_3 := \frac{\pi \cdot D_3^2}{4} \cdot L_3 \cdot n_3 = 4.712 \times 10^3 \quad (\text{см}^3)$$

Сумарний геометричний об'єм за цикл

$$V_3 := B_3 \cdot S_3 = 9.425 \times 10^3 \quad (\text{см}^3)$$

Приймаємо наступні технологічні режими роботи:

$P_m := 8$ (атм); $P_a := 1$ (атм); $Q_{ц} := 75$ (см³/хв);

$t := 60$ (хв); $Z := 7$ (шт); $K := 3$

$$Q_{\text{пов}} := \left[\frac{P_m}{P_a} \cdot (V_1 + V_2 + V_3) + Z \cdot Q_{ц} \cdot t \right] \cdot K = 4.555 \times 10^6 \quad (\text{см}^3)$$

3.3 Аналіз структури преса типу Е8-ОПГ

Розробка принципової структурної схеми преса для сиру [16,17] є необхідним етапом проєктування, який забезпечує систематизацію конструкції, виявлення основних елементів і їхньої взаємодії. Схема дозволяє не лише оптимізувати процес пресування, а й створити обладнання, що відповідає технічним, економічним та безпековим вимогам виробництва. Це сприяє підвищенню ефективності роботи обладнання, якості готового продукту та зниженню витрат на його проєктування і експлуатацію.

Створення наочної та систематизованої моделі, що відображає основні компоненти обладнання, їхні функціональні зв'язки та порядок взаємодії є важливим етапом інженерного проєктування, оскільки дозволяє визначити оптимальну конструкцію преса з урахуванням вимог до його продуктивності, надійності та функціональності.

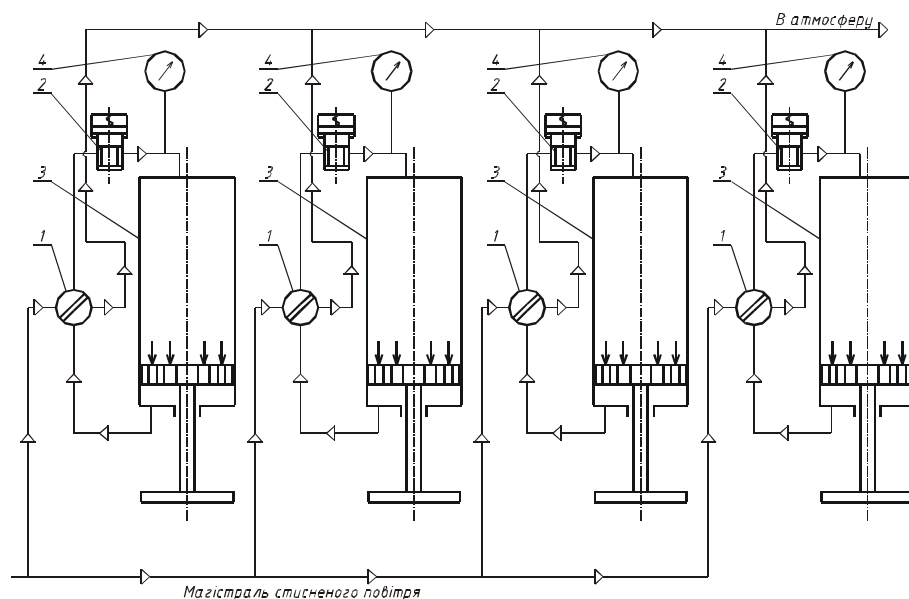


Рис. 3.2. Принципова структурна схема преса Е8-ОПГ:

1 – керуючий кран В 71-22; 2 – клапан БВ 57-13; 3 – пневматичний циліндр;
манометр.

За принципом дії прес є пристроєм з пневматичним приводом. Робочий орган (притискна плита) кріпиться до штока і рухається поступально.

Основною механічною роботою, яка виконується в пресі, є пресування головки сиру.

3.4 Розрахунок пресуючого пневмоциліндра вузла створення тиску пресу для сиру

У пневмоциліндрі зусилля зміщення створюється стисненням повітрям в робочій порожнині з поршнем. Розрахунок зводиться до визначення діаметра поршня при заданих технологічних параметрах робочого середовища.

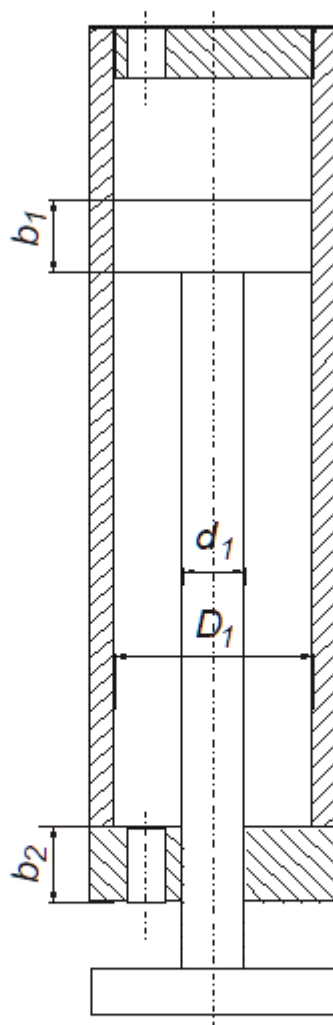


Рис. 3.3. Розрахункова схема пневмоциліндра

Вихідні дані до розрахунків:

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

$N_{\text{пс.п}} := 6000 \quad \text{Н};$

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

$$p_{\text{пит}} := 8.0 \cdot 10^5 \text{ Па};$$

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:

$$N_{\text{пор}} := k \cdot N_{\text{пс.п}} = 6.96 \times 10^3 \quad (\text{Н})$$

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

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

Визначаємо попереднє значення діаметра поршня:

$$D_1 := 1.15 \cdot \sqrt{\frac{N_{\text{пор}}}{p_{\text{пит}} - p_{\text{в}}}} = 0.112 \quad (\text{м})$$

Отримане значення D_1 заокруглюємо до найближчого більшої величини.

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

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

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

Отримане значення d_1 заокруглюємо до найближчої величини.

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

Визначаємо сумарне зусилля активного опору N_{TM} за залежністю:

$$N_{TM} = N'_{TM} + N''_{TM}$$

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

μ - коефіцієнт тертя $\mu := 0.15$

p_2 - радіальний тиск кільця [Па]:

$$p_2 := 9 \cdot 10^5 \text{ (Па)}$$

b_1 - ширина кільця

$$b_1 := 0.045 \text{ (м)}$$

n - число кілець $n := 1$

$$N'_{TM} := 0.1 \pi \cdot \mu \cdot p_2 \cdot b_1 \cdot n \cdot D_1 = 238.565 \quad (\text{Н})$$

При проведенні обчислень для штока:

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

Тут:

$$b_2 := 0.045 \text{ (м)}$$

$$d_1 = 0.04 \text{ (м)}$$

$$N''_{TM} := 0.1 \pi \cdot \mu \cdot p_2 \cdot b_2 \cdot n \cdot d_1 = 76.341 \quad (\text{Н})$$

$$N_{TM} := N'_{TM} + N''_{TM} = 314.905 \quad (\text{Н})$$

Розраховуємо ефективну площу поршня:

Для безштокової порожнини площу розрахуємо за формулою:

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

Для штокової порожнини:

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

Тут : D_1 - діаметр циліндра;

d_1 - діаметр штока.

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

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

Знайдемо зусилля протитиску на вихлоп для безпружинних механізмів:

$$N_{\text{в}} := p_{\text{в}} \cdot F_{\text{е.ш}} = 660.913 \quad (\text{Н})$$

Визначаємо уточнене значення зусилля, розвиненого поршнем

$$N_{\text{пр.ут}} := N_{\text{пс.п}} + N_{\text{тм}} + N_{\text{в}} = 6.976 \times 10^3 \quad (\text{Н})$$

3.5 Розрахунок на тиск форми для пресування сиру

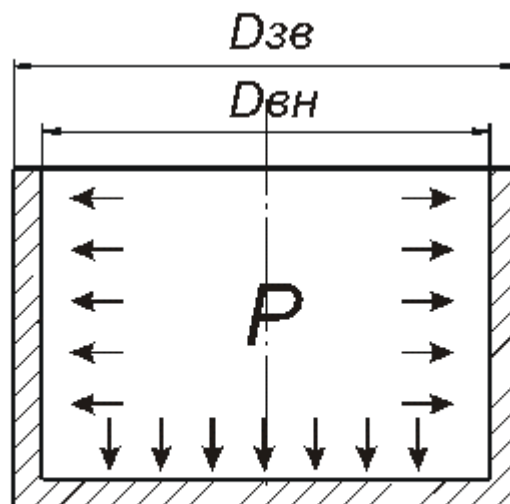


Рис. 3.4. Розрахункова схема форми для сиру

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

$$D_{\text{BH}} := 0.300 \quad (\text{м})$$

Попередньо приймаємо товщину стінок $s := 0.003 \quad (\text{м})$ і відповідно:

$$D_{\text{ЗВ}} := D_{\text{BH}} + 2 \cdot s = 0.306 \quad (\text{м})$$

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:

$$D_{\text{ЗВ}} := D_{\text{BH}} + 2 \cdot s + 2 \cdot c = 0.308 \quad (\text{м})$$

Площа порожнини форми у горизонтальній площині:

$$S_{\text{гор}} := \frac{\pi \cdot D_{\text{BH}}^2}{4} = 0.071 \quad (\text{м}^2)$$

Максимальний тиск, який розвивається:

$$P_{\text{max}} := \frac{N_{\text{пр.ут}}}{S_{\text{гор}}} = 9.869 \times 10^4 \quad (\text{Па})$$

Розрахуємо коефіцієнт товстостінності із врахуванням поправки на корозію:

$$\beta := \frac{(D_{\text{ЗВ}} - 2 \cdot c)}{D_{\text{BH}}} = 1.02$$

$$\ln(\beta) = 0.02$$

Прийmemo коефіцієнт міцності із врахуванням наявного зварного шва :

$$\phi := 0.91$$

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:

$$\text{по часовому опору:} \quad n_B := 2.4$$

$$\text{по опору текучості:} \quad n_T := 1.5$$

Допустиме напруження є меншим із двох наступних:

$$\sigma_{B, \text{доп}} := \frac{\sigma_B}{n_B} = 156.25 \quad (\text{МПа})$$

$$\sigma_{T, \text{доп}} := \frac{\sigma_T}{n_T} = 130 \quad (\text{МПа})$$

$$\sigma_{T, \text{доп}} < \sigma_{B, \text{доп}} \quad \text{тому} \quad \sigma_{\text{доп}} := \sigma_{T, \text{доп}} \quad \sigma_{\text{доп}} = 130 \quad (\text{МПа})$$

Допустимий тиск розрахуємо за формулою:

$$P_{\text{доп}} := 10^6 \cdot \sigma_{\text{доп}} \cdot \phi \cdot \ln(\beta) \quad P_{\text{доп}} = 2.343 \times 10^6 \quad (\text{Па})$$

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

$$P_{\text{max}} < P_{\text{доп}}$$

3.6. Заходи із експлуатації та обслуговування преса.

Помістіть заповнену форму на полицю преса так, щоб центр форми був суміщений з віссю преса. В іншому випадку форму сиру може спотворитися.

Якщо важко поставити форму для сиру на верхній рівень преса, рекомендується розмістити її на нижньому рівні.

Зніміть форму з нижньої полиці і поступово опустіть її вниз.

У процесі роботи прес управляється регулюючим клапаном [18].

Відповідно до технічного процесу виробництва сиру тиск у пневмоциліндрі необхідно регулювати від 1 до 10 атмосфер . Тиск регулюється регулятором тиску,

регулювання проводиться полицею вниз.

Обертання гвинта регулятора тиску проти годинникової стрілки зменшить тиск повітря, обертання за годинниковою стрілкою збільшить тиск. Остаточний тиск реєструють на манометрі [19]

Під час роботи металеві частини регулюючого клапана можуть піддаватися корозії, тому їх необхідно щомісяця розбирати, очищати та змащувати вазеліном або мастилом VUS.

Щомісяця вводити 20 г промислового мастила I20A в кожен циліндр у внутрішню порожнину пневматичних циліндрів.

У разі тривалого відключення, будь ласка, зупиніть прес. Від'єднайте повітропроводи та перевірте пневматичні циліндри та трубопроводи на наявність вологи. Потім нанесіть антисептичну мастило на всі металеві частини, не покриті фарбою або лаком.

Деталі преса з нержавіючої сталі також повинні бути покриті тонким шаром антисептичного мастила.

При демонтажі обладнання преси розбирають, консервують, пакують у дерев'яну тару і зберігають на складі. Допускається також зберігання пакувальних пресів під навісом.

4. Комп'ютерне моделювання наконечника штока вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ для відтискання сиру

4.1. Постановка основних завдань дослідження.

Із застосуванням SolidWorks створимо 3D модель наконечника штока вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ для відтискання сиру (рис. 4.1). При цьому використаємо інструмент Revolved Boss/Base [12] для ескізу твірної. Геометрично-масові характеристики наконечника штока: маса 5148.97 г; об'єм = 643620.85 мм³; площа поверхні = 102260.17 мм².

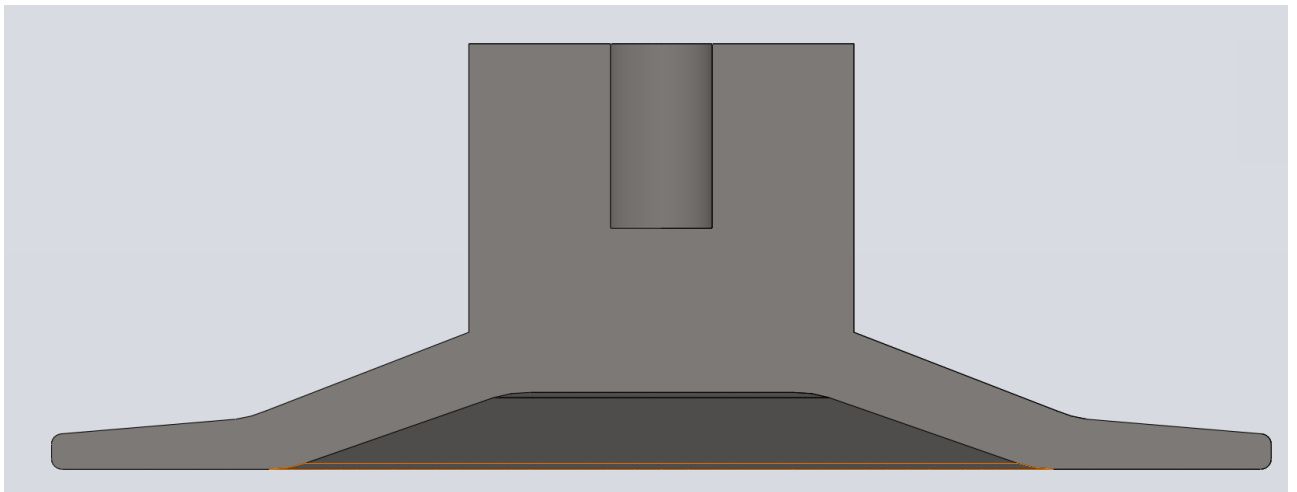


Рис. 4.1. 3D модель наконечника штока вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ для відтискання сиру.

Із конструктивних міркувань обираємо AISI 304 це один з найпоширеніших видів нержавіючої сталі, відомий своєю стійкістю до корозії, механічною міцністю та універсальністю у використанні.

Фізико-механічні властивості сталі AISI 304

Механічні властивості :

Границя текучості (0,2%): 205 МПа

Межа міцності на розтяг: 515-720 МПа

Твердість за Бринеллем: 123-201 НВ

Фізичні властивості:

Густина: 7,93 г/см³

Температура плавлення: 1400–1450 °C

Теплопровідність: 16,2 Вт/(м·K) при 100°C

Питома теплоємність: 500 Дж/(кг·K)

Електричний опір: 0,73 мкОм·м

Модуль пружності: 193 ГПа

Коефіцієнт теплового розширення: 17,2 мкм/(м·K) при 20-100°C

Стійкість до корозії

AISI 304 стійкий до окислення в атмосферних умовах та багатьох агресивних середовищах завдяки високому вмісту хрому (приблизно 18%) і нікелю (приблизно 8-10%).

Зазнає корозії в присутності хлоридів (наприклад, морська вода), що може спричинити корозію у вигляді точок.

Технологічні властивості

Зварюваність. Відмінна зварюваність без ризику утворення тріщин.

Оброблюваність. Добре піддається холодній обробці, але твердість може створювати труднощі при механічній обробці.

Формоздатність. Висока пластичність дозволяє легко створювати складні форми.

Основні сфери застосування

Виробництво кухонного обладнання (мийки, каструлі, прибори).

Харчова промисловість (ємності для зберігання продуктів).

Хімічна промисловість (реактори, трубопроводи).

Будівництво (елементи фасадів, поручні).

Автомобільна промисловість (декоративні елементи, вихлопні системи).

Після аналізу геометрії наконечника помітною є диспропорція між його циліндричною та конічно-дисковою частиною. Тому на першому етапі поставимо задачу топологічної оптимізації (рис. 4.2). Навантаження прикладається до

плоскої ділянки циліндроконічної частини наконечника. Величину навантаження із заокругленням до тисяч приймаємо 7000Н. Фіксацію задаємо по стінках та по торці циліндричної частини.

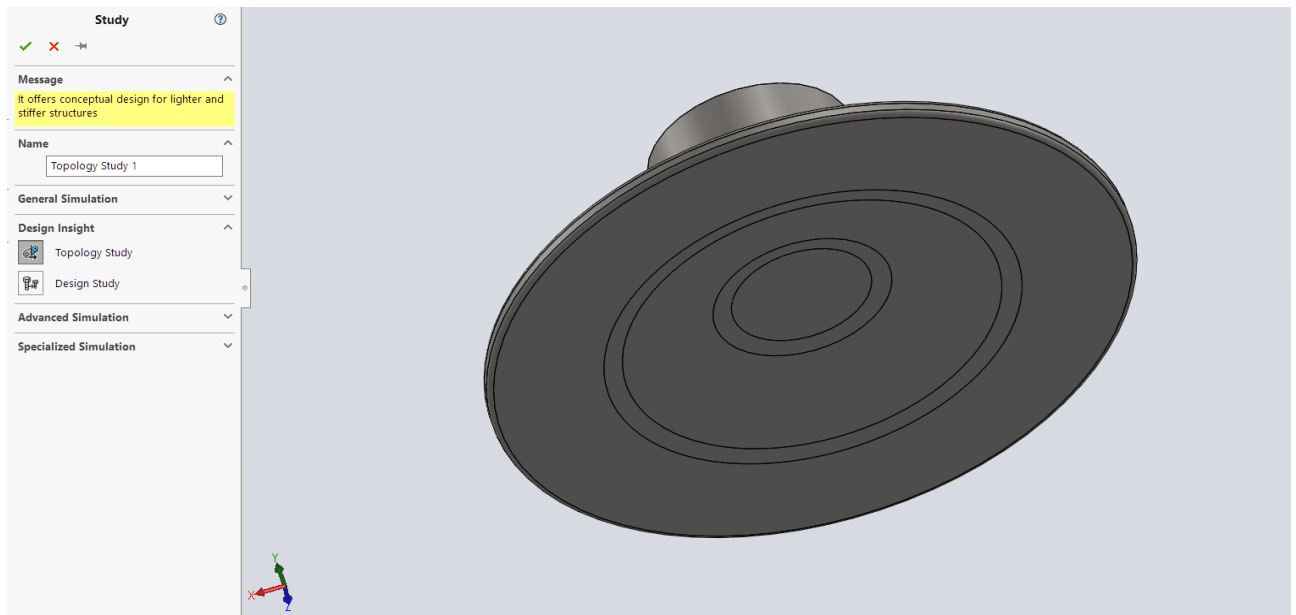


Рис. 4.2. Топологічна оптимізація наконечника штока вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ для відтискання сиру

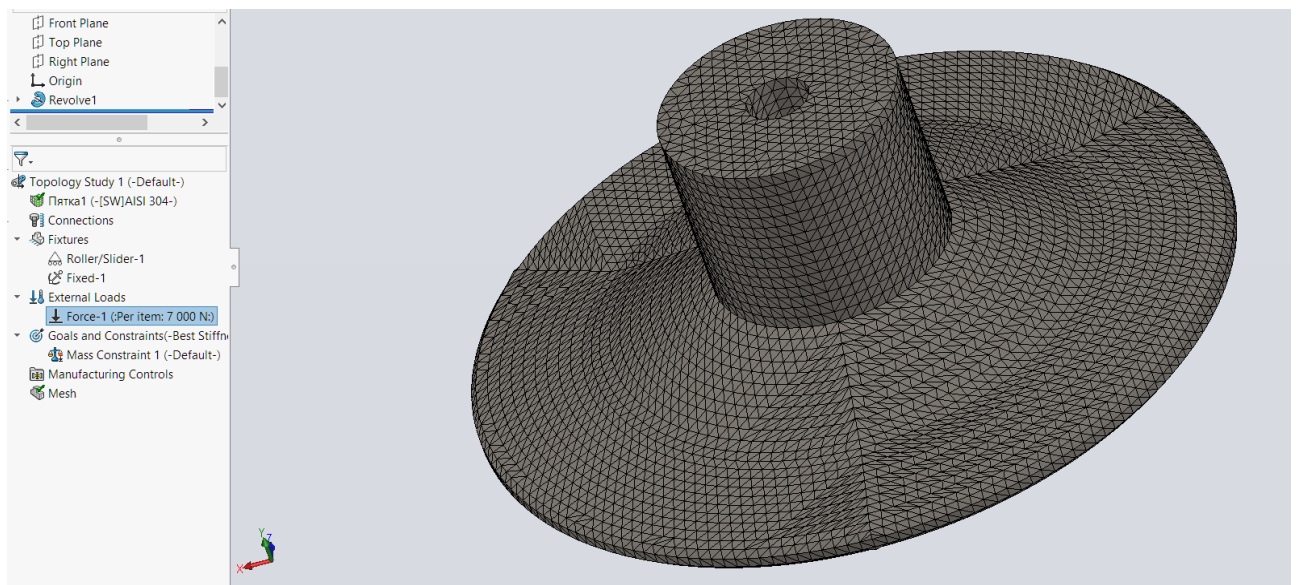


Рис. 4.3. Розрахункова сітка наконечника штока вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ для відтискання сиру

Оскільки конструкція не є складною, застосуємо стандартну розрахункову сітку, яку пропонує SolidWorks (рис. 4.3). Після проведення топологічних досліджень (рис. 4.4) наше припущення про наявність надлишкового матеріалу у циліндричній частині підтверджується. Також пропонується забрати частину матеріалу по центру внутрішнього конуса знизу. Після виконання цих рекомендацій виконаємо дослідження на міцність для трьох варіантів конструктивних виконання конуса, результати якого приведемо у наступному підрозділі.

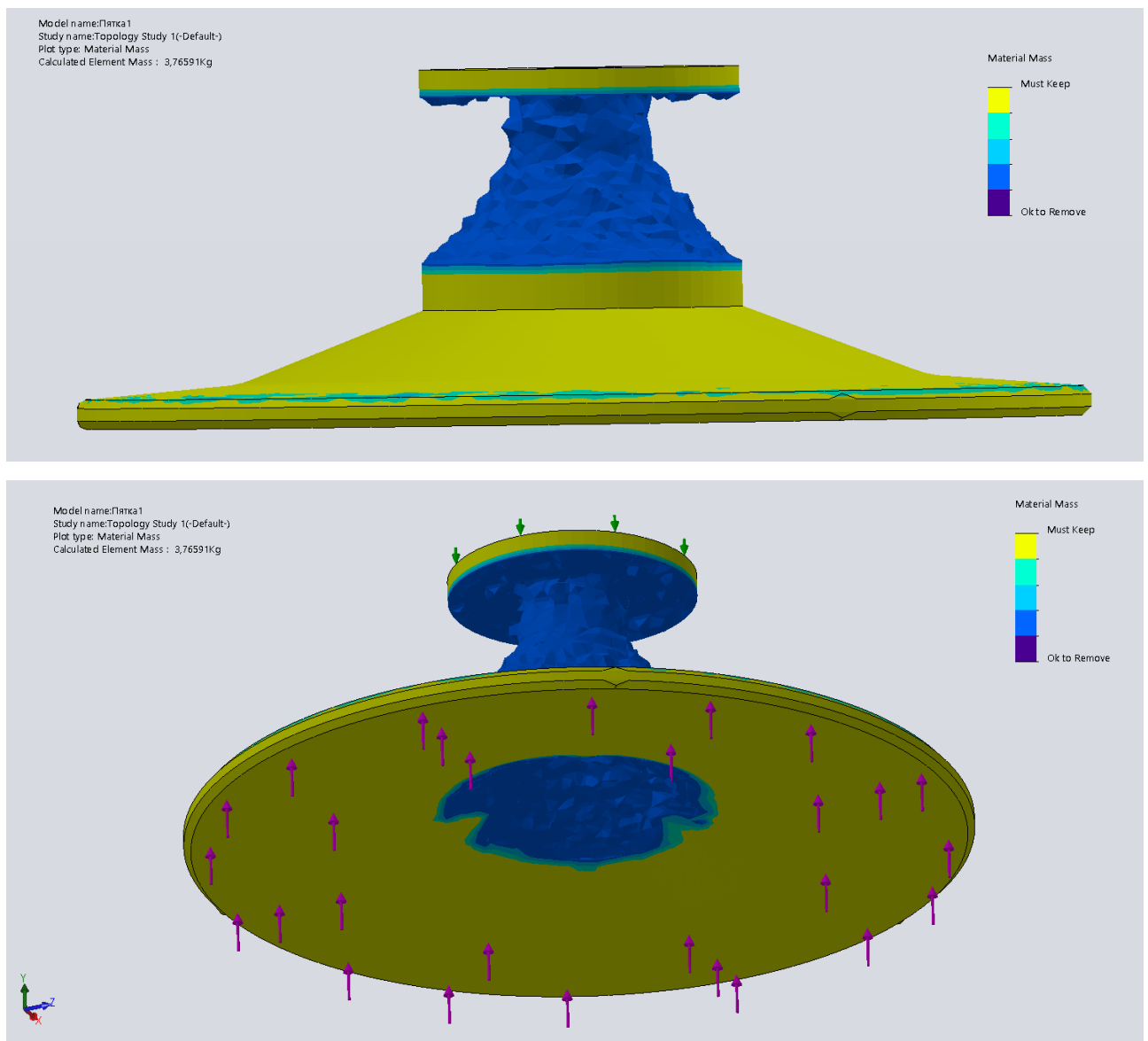


Рис. 4.4. Результат топологічних досліджень наконечника штока вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ для відтискання сиру

4.2. Результати моделювання наконечника штока вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ для відтискання сиру.

3D модель вдосконаленого наконечника штока вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ для відтискання сиру представлена на рис.4.5.

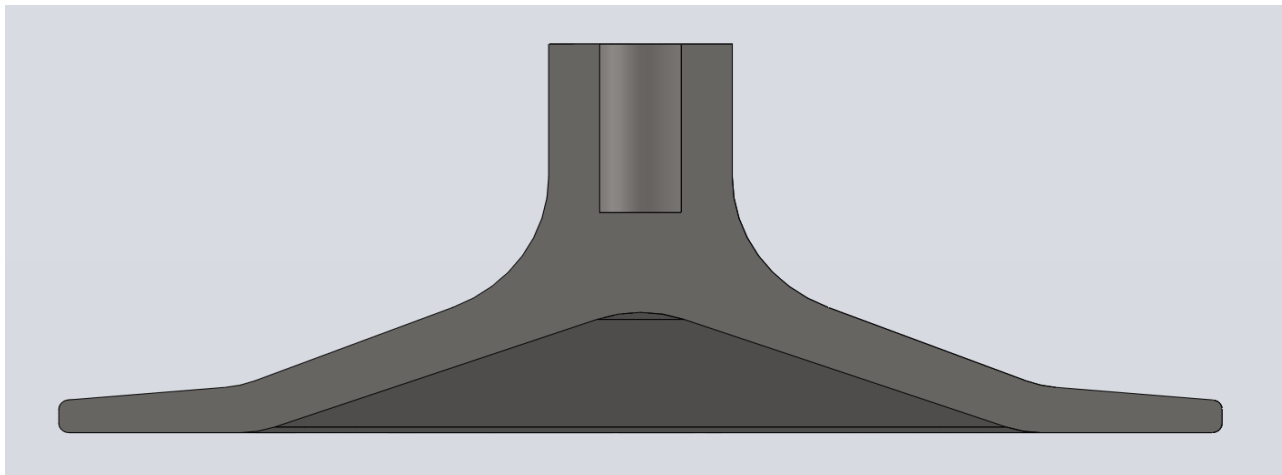


Рис.4.5. 3D модель вдосконаленого наконечника штока вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ

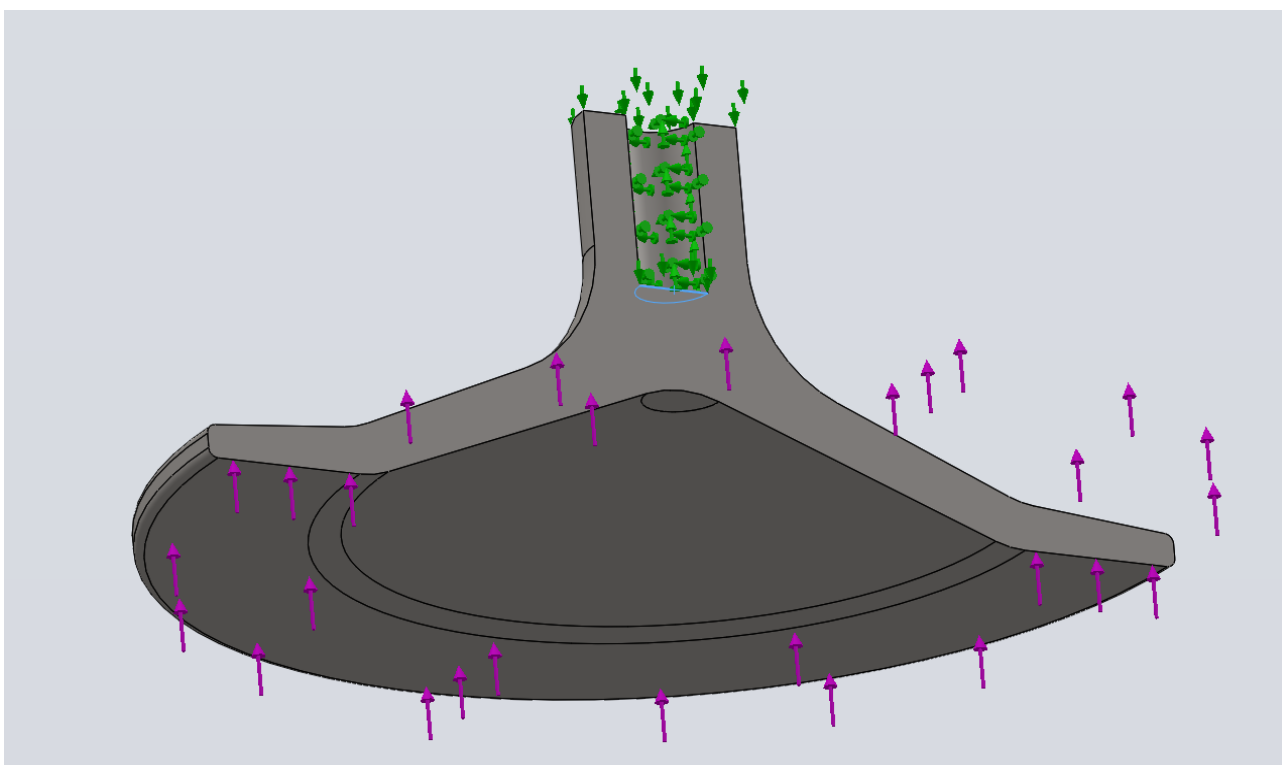


рис. 4.6. Розрахункова схема наконечника штока вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ.

Як і у попередньому підрозділі, навантаження прикладається до плоскої ділянки циліндроконічної частини наконечника (рис. 4.6). Величину навантаження із заокругленням до тисяч приймаємо 7000Н. Фіксацію задаємо по стінках та по торці циліндричної частини. Сітку (рис. 4.7.) виконуємо по типу «blended curvature-based mesh».

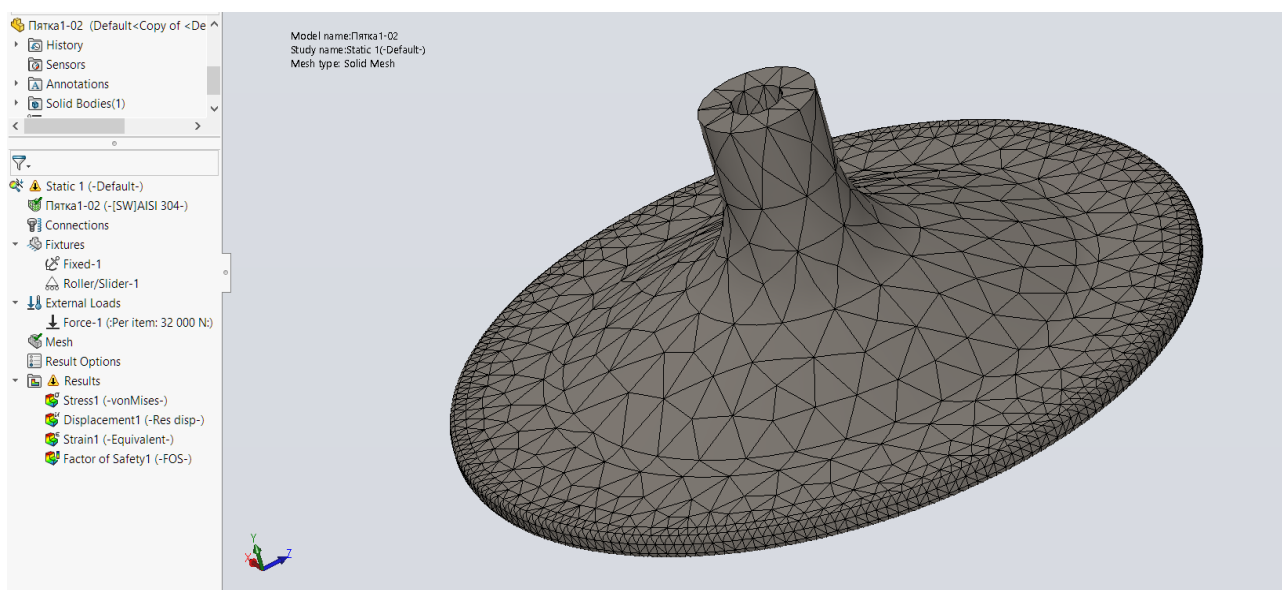


Рис. 4.7. Розрахункова сітка по типу «blended curvature-based mesh» для моделювання наконечника штока вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ.

Виконаємо розрахунки (рисунок 4.8.-4.11) для варіанту конусної частини наконечника штока 20° (внутрішній контур) та 22° (зовнішній контур). З метою спрощення надалі будемо використовувати позначення «тип конуса 20/22».

Геометрично-масові характеристики наконечника штока з типом конуса 20/22: маса 3697.75 г; об'єм = 462218.56 мм³; площа поверхні = 95059.98 мм².

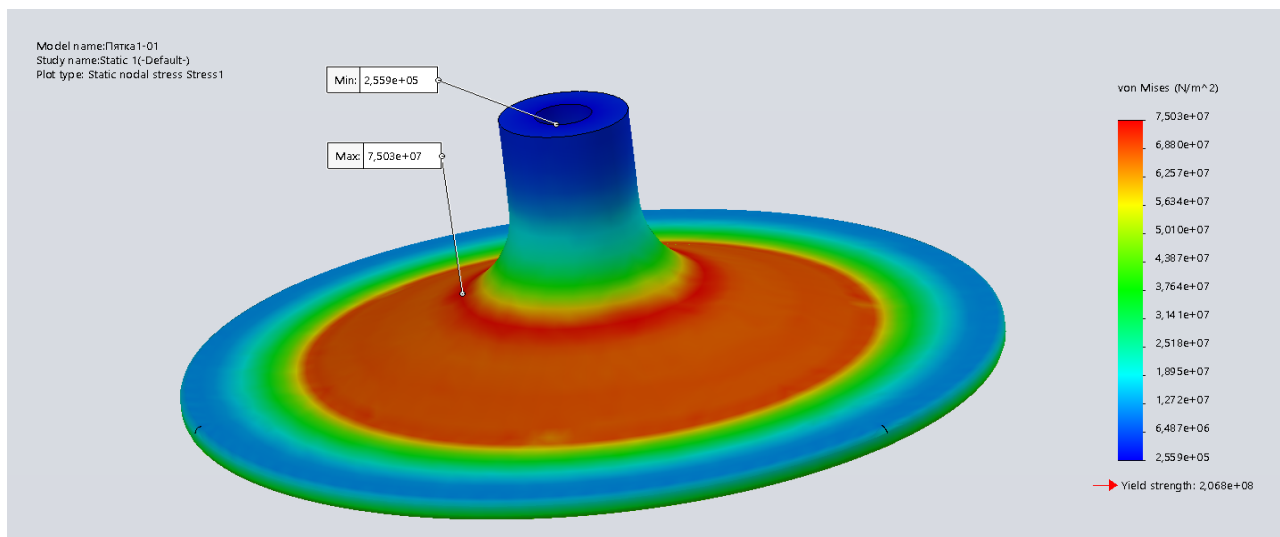


Рис. 4.8. Дослідження наконечника штока з типом конуса 20/22 вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ при навантаженні 7000Н.

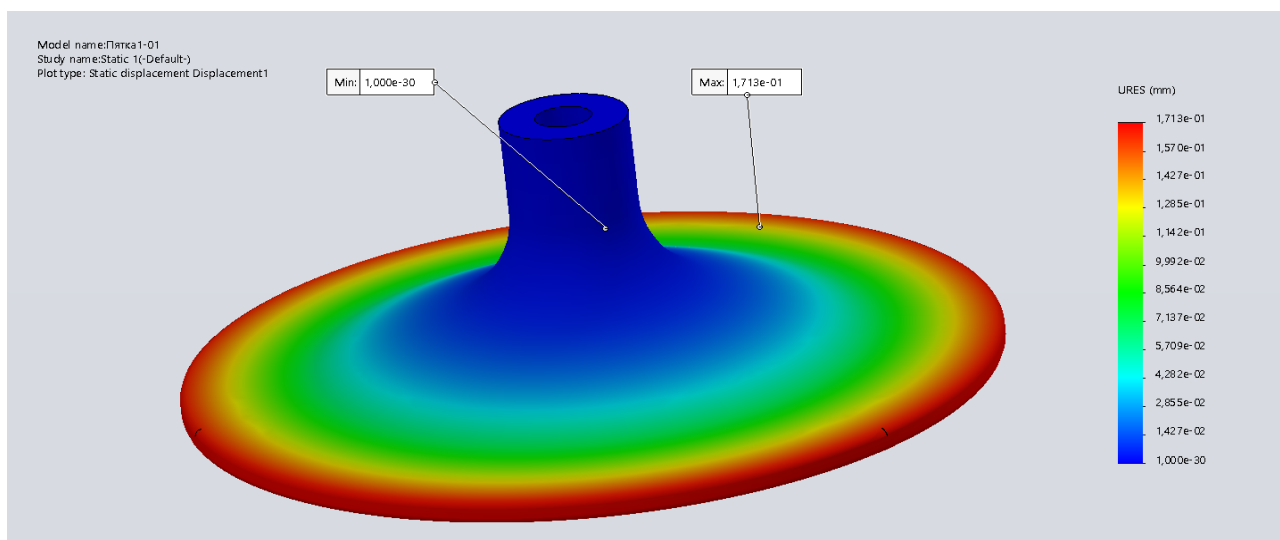


Рис. 4.9. Статичне переміщення для наконечника штока з типом конуса 20/22 вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ при навантаженні 7000Н

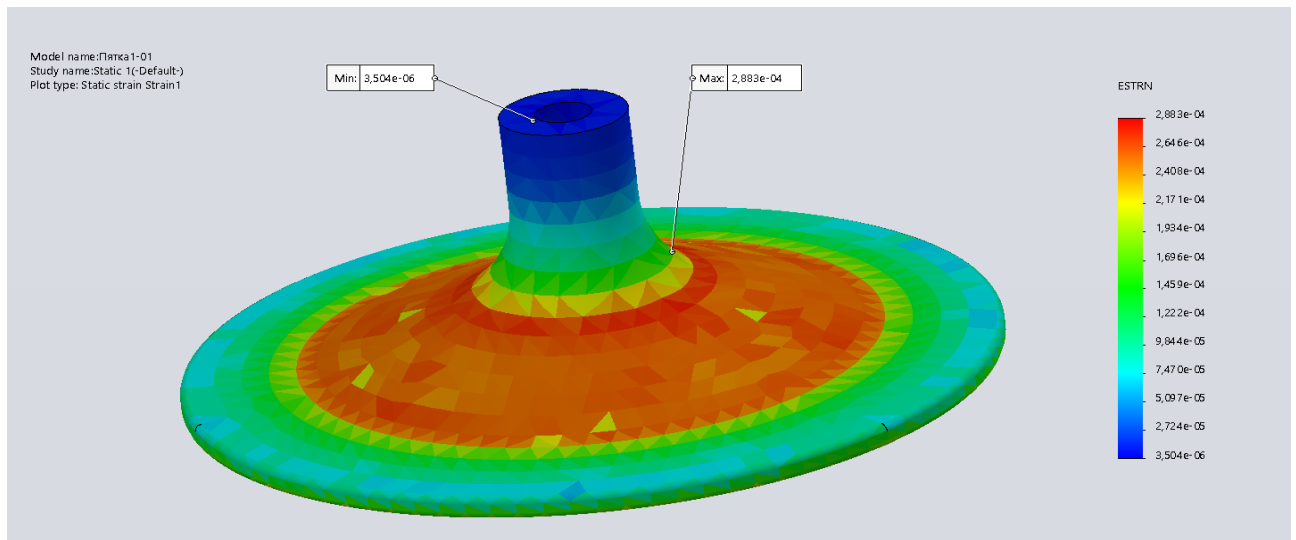


Рис. 4.10. Статична деформація для наконечника штока з типом конуса 20/22 вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ при навантаженні 7000Н.

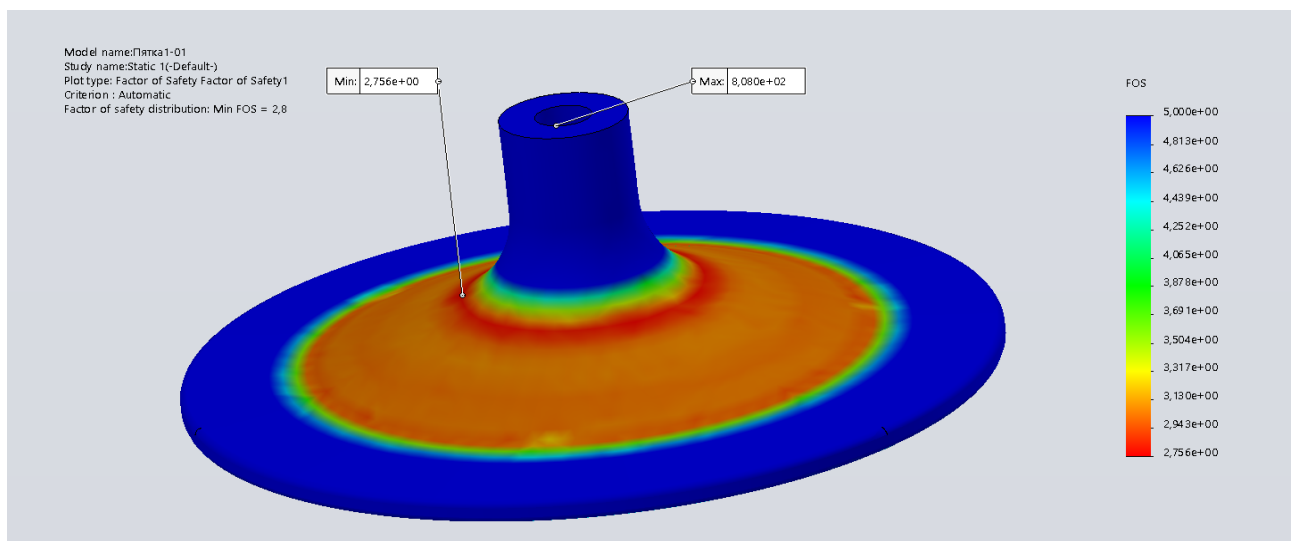


Рис. 4.11. Запас міцності (FOS) для наконечника штока з типом конуса 20/22 вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ при навантаженні 7000Н

Зведемо в таблицю 4.1 найбільші і найменші значення отриманих у процесі моделювання величин.

Таблиця 4.1

Результати моделювання наконечника штока з типом конуса 20/22 вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ при навантаженні 7000Н

Параметр	Мінімум	Максимум
Напруження за фон Мізесом, Н/м ²	255938.75	75029400
Статичне переміщення, мм	0	0.171284705
Статична деформація	3.50425171e-06	0.00028830627
Коефіцієнт запасу міцності	2.75634623	808.03

Виконаємо розрахунки (рис. 4.12.-4.15) для конуса по типу 22/24. Геометрично-масові характеристики наконечника штока з типом конуса 20/22: маса 3845.97 г; об'єм = 480746.84 мм³; площа поверхні = 95352.06 мм².

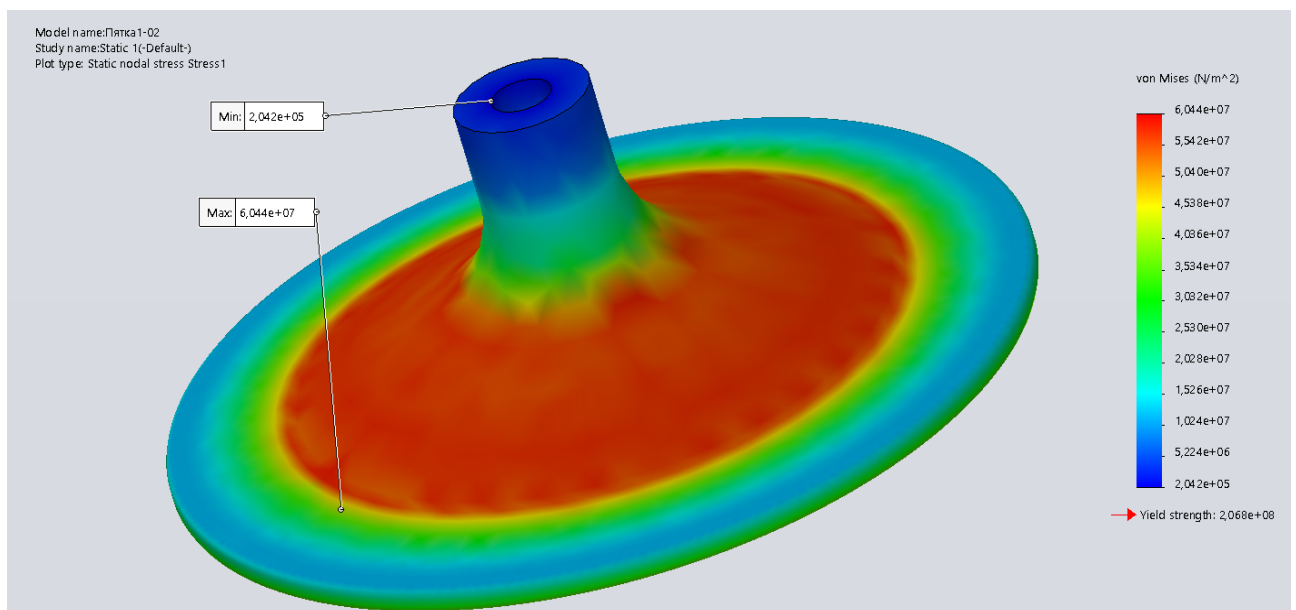


Рис. 4.12. Напруження за фон Мізесом для наконечника штока з типом конуса 22/24 вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ при навантаженні 7000Н.

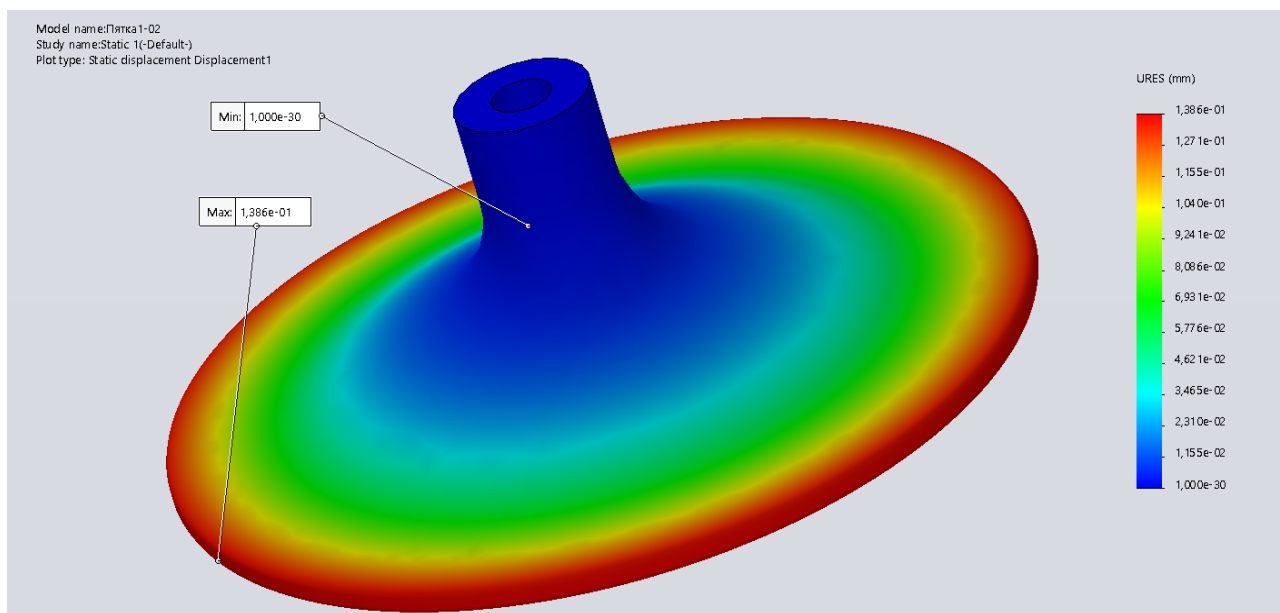


Рис. 4.13. Статичне переміщення для наконечника штока з типом конуса 22/24 вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ при навантаженні 7000Н

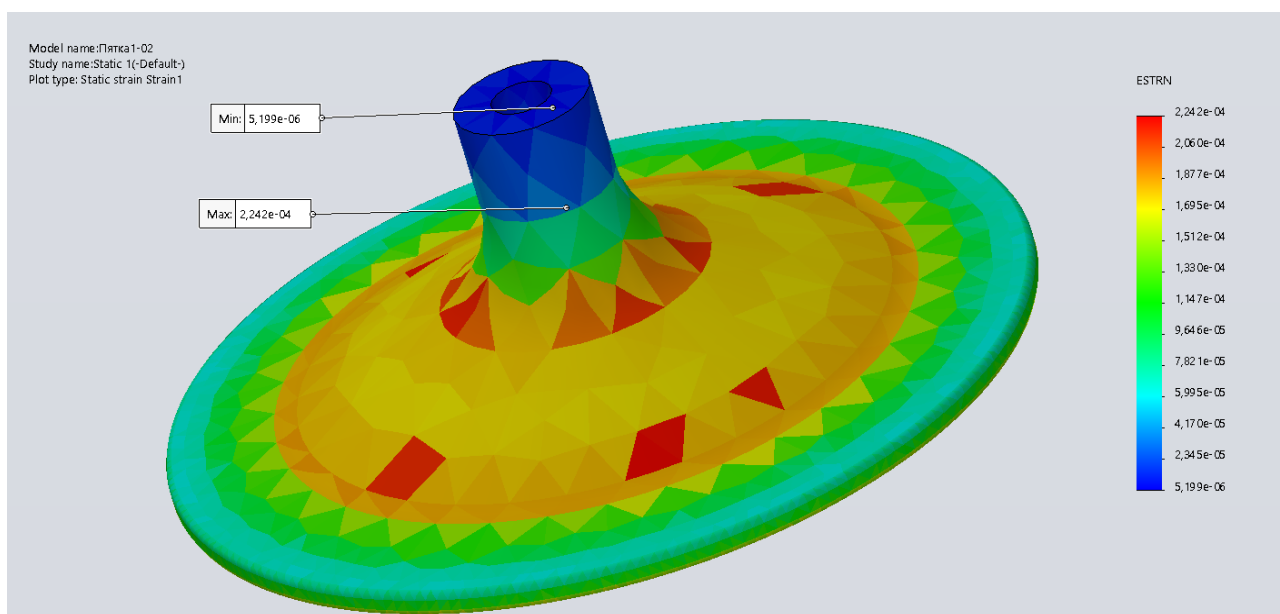


Рис. 4.14. Статична деформація для наконечника штока з типом конуса 22/24 вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ при навантаженні 7000Н.

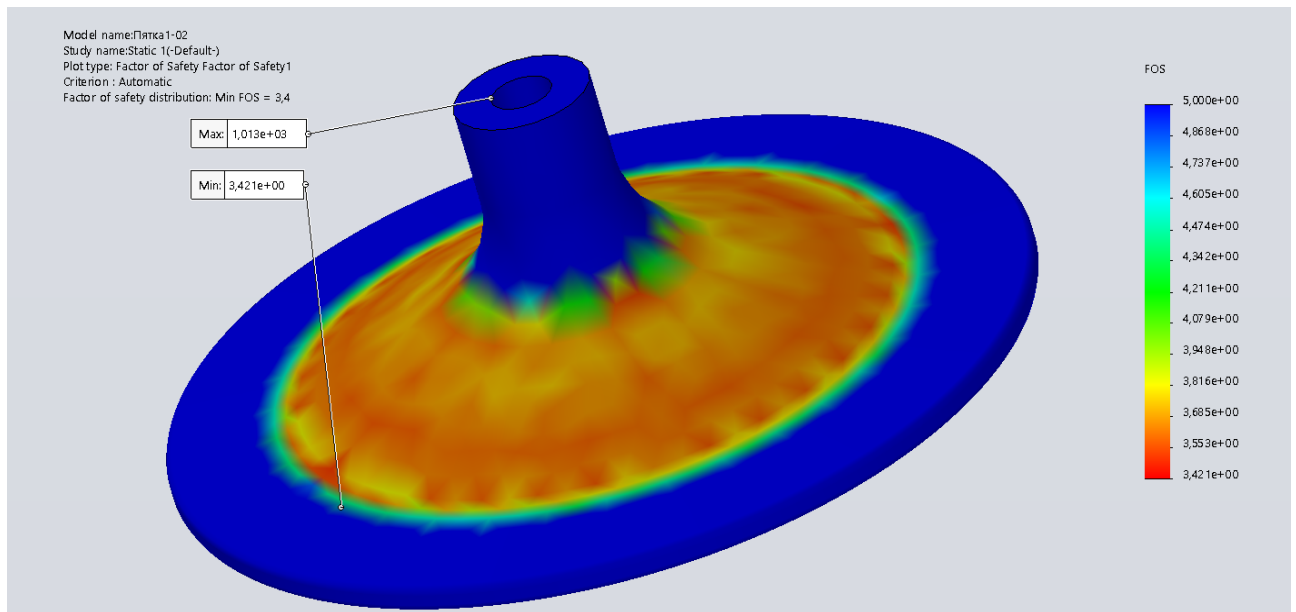


Рис. 4.15. Запас міцності (FOS) для наконечника штока з типом конуса 22/24 вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ при навантаженні 7000Н

Зведемо в таблицю 4.2 найбільші і найменші значення отриманих у процесі моделювання величин.

Таблиця 4.2

Результати моделювання наконечника штока з типом конуса 22/24 вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ при навантаженні 7000Н

Параметр	Мінімум	Максимум
Напруження за фон Мізесом, Н/м ²	204168.40625	60444648
Статичне переміщення, мм	0	0.138617888
Статична деформація	5.19906234e-06	0.000224220013
Коефіцієнт запасу міцності	3.42142797	1012,92

Виконаємо розрахунки (рис. 4.16.-4.19) для конуса по типу 24/26. Геометрично-масові характеристики наконечника штока з типом конуса 20/22: маса 4010.09 г; об'єм = 501261.60 мм³; площа поверхні = 95713.49 мм².

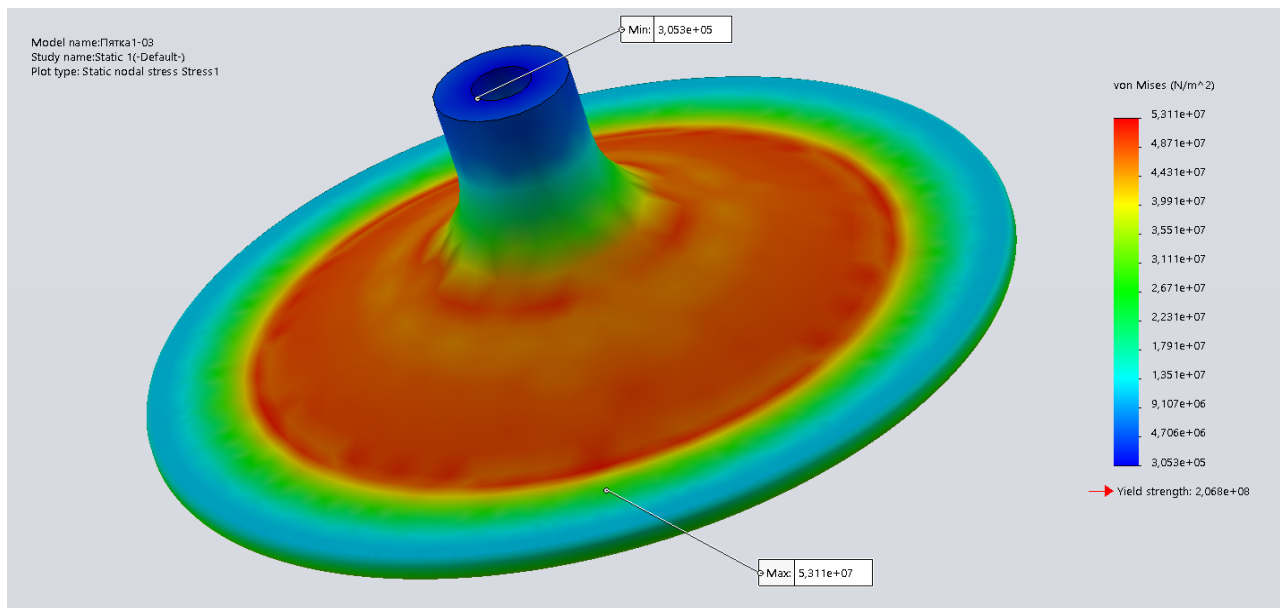


Рис. 4.7. Напруження за фон Мізесом для наконечника штока з типом конуса 24/26 вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ при навантаженні 7000Н.

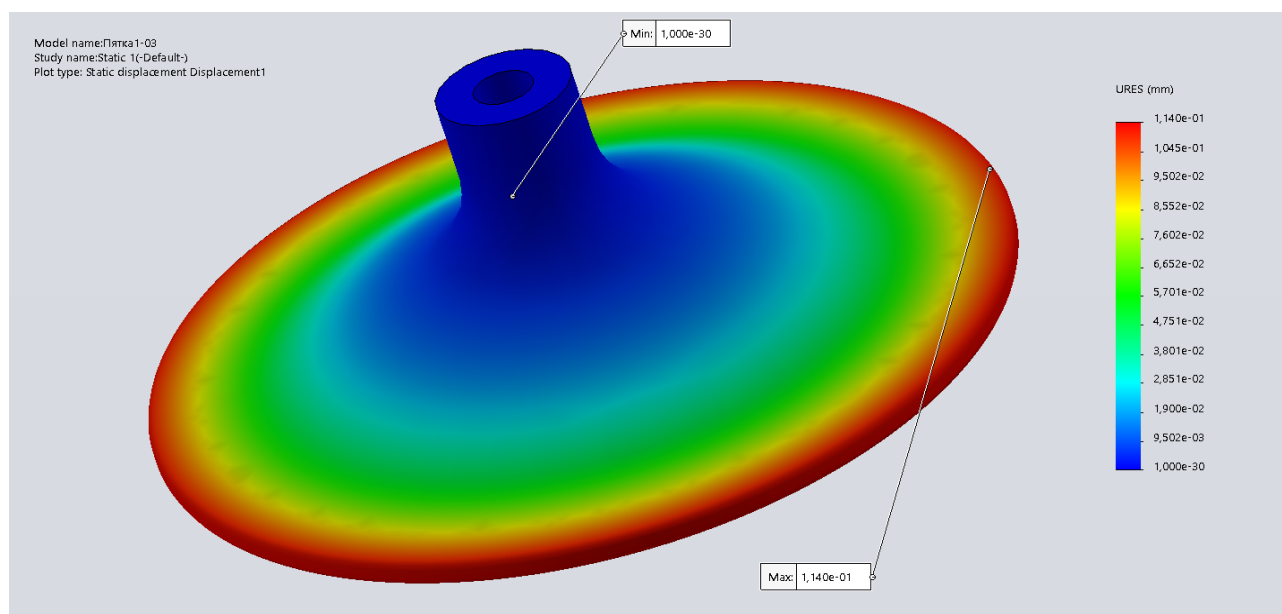


Рис. 4.8. Статичне переміщення для наконечника штока з типом конуса 24/26 вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ при навантаженні 7000Н

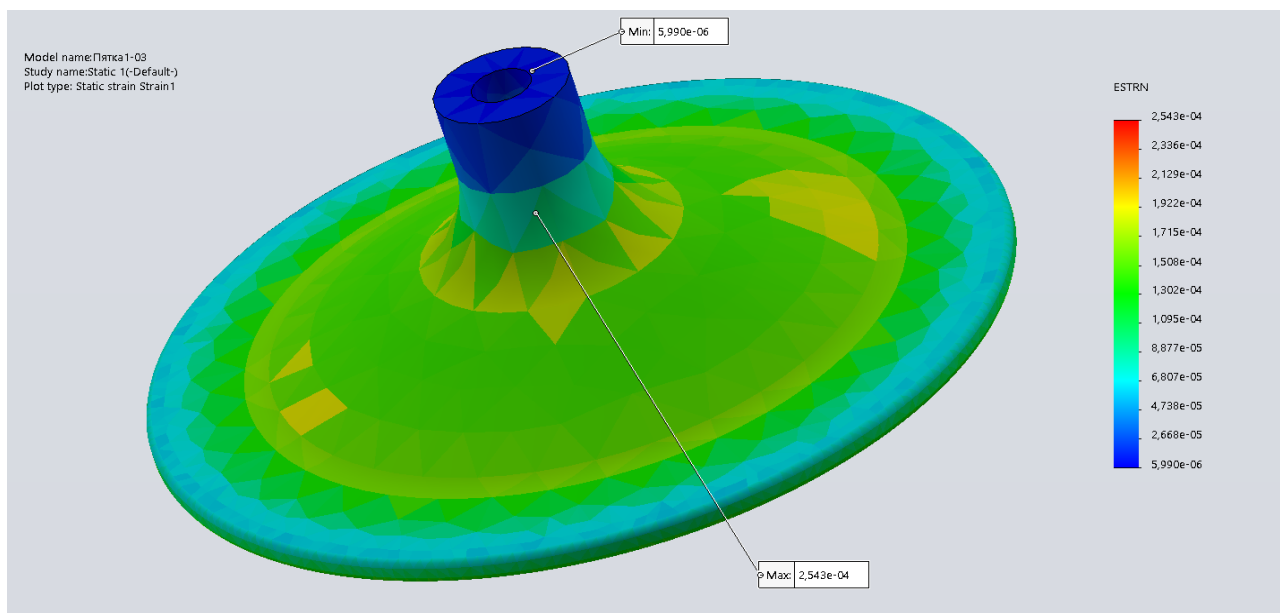


Рис. 4.9. Статична деформація для наконечника штока з типом конуса 24/26 вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ при навантаженні 7000Н.

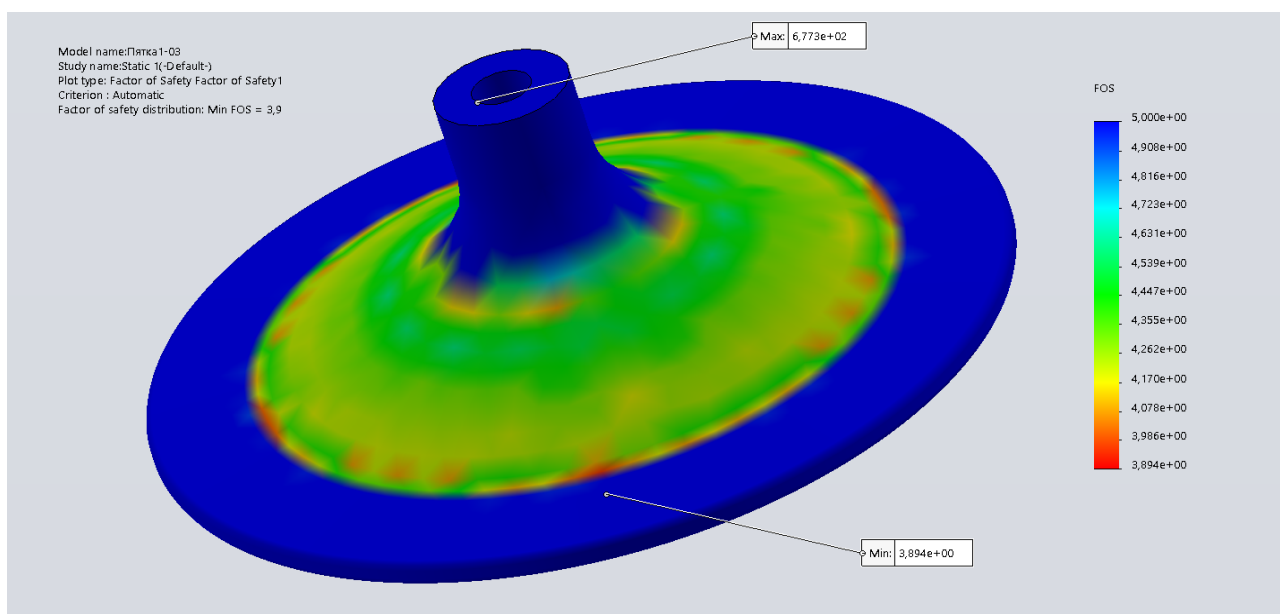


Рис. 4.10. Запас міцності (FOS) для наконечника штока з типом конуса 24/26 вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ при навантаженні 7000Н

Зведемо в таблицю 4.2 найбільші і найменші значення отриманих у процесі моделювання величин.

Таблиця 4.3

Результати моделювання наконечника штока з типом конуса 24/26 вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ при навантаження 7000Н

Параметр	Мінімум	Максимум
Напруження за фон Мізесом, Н/м ²	305342.22	53114628
Статичне переміщення, мм	0	0.114025816
Статична деформація	5.98976521e-06	0.000254315702
Коефіцієнт запасу міцності	3.89359808	677.29

4.3. Аналіз результатів

Після проведення візуального аналізу, в розділі було виконано топологічне дослідження наконечника штока пневмоциліндра преса Е8-ОПГ з метою оптимізації його геометрично-масових характеристик, в результаті якої досягли зменшення маси на 28%...39% для різних конструктивних виконань деталі, що в одиницях маси складає 1,1 кг...1,5 кг. При цьому забезпечувався достатній рівень механічної жорсткості та міцності конструкції, що було встановлено у процесі дослідження трьох варіантів виконання конусної частини наконечника штока: з кутом твірної внутрішнього контура : 20°, 22°, 24° та з кутом твірної зовнішнього контура 22°, 24°, 26°. З конструктивних міркувань та міркувань доступності обираємо матеріал для наконечника штока сталь AISI 304. У процесі дослідження всі три варіанти виконання мали достатній запас міцності та жорсткості. Так, зокрема, мінімум коефіцієнту запасу міцності складав 2,75 (тип конуса 22/22), 3,42 (тип конуса 22/24) та 3,89 (тип конуса 24/26). Максимальне значення рівня деформації складало 0,000288306 (тип конуса 20/22), 0,00022422 (тип конуса 22/24) та 0,000254316 (тип конуса 24/26). За результатами дослідження видно, що по співвідношенню маса/механічні характеристики найбільш привабливо

виглядає варіант наконечника штока із типом конуса 22/24, коли при незначному зростанні масових параметрів має місце суттєвіший приріст механічних характеристик.

5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5.1. Заходи з охорони праці і техніки безпеки в сирцеху

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 [20,21] 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.

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 розмішувати 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.

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.

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 чинними санітарними нормами.

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.

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.

5.2. Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Стійкість роботи ПрАТ Тернопільський молокозавод [22,23] в умовах надзвичайних ситуацій. Підприємство ПрАТ Тернопільський молокозавод складають споруди, в яких розміщуються виробничі цехи, технологічне обладнання, будівлі енергетичного господарства, системи енергопостачання, інженерні та паливні комунікації, системи зв'язку і управління, складське господарство, будівля та споруди адміністративного, побутового та господарського призначення. В технологічних процесах виробництва продукції на ПрАТ Тернопільський молокозавод використовують небезпечну хімічну речовину – аміак. Ця обставина зобов'язує керівництво заводу до особливих заходів безпеки на випадок надзвичайних ситуацій, які могли б призвести до викиду (випливу) аміаку в навколишнє середовище. В загальному під стійкістю роботи підприємств харчової та переробної промисловості розуміють їх можливість в умовах надзвичайних ситуацій мирного та воєнного часу виробляти продукцію в запланованому обсязі і номенклатурі, а при незначних пошкодженнях відновлювати виробництво в мінімальні терміни, стійкість роботи такого підприємства складається із : - стійкості інженерно-технічного комплексу

(будівель, споруд, систем енерго-, газо-, водозабезпечення, технологічного обладнання і т.п.) до дії зовнішніх факторів при аваріях, катастрофах, стихійних лихах, а також при застосуванні щодо них сучасної зброї; - стійкості виробничої діяльності (захист виробничого персоналу, надійність систем управління, постачання, поновлення роботи в найкоротші терміни); Шляхи і засоби підвищення стійкості роботи ПрАТ Тернопільський молокозавод:

- нагромадження фонду захисних споруд і засобів індивідуального захисту;
- розширення шляхів сполучення і розвиток всіх видів транспорту;
- утворення матеріально-технічних резервів;
- підсилення енергетичних потужностей; - розробка та постійне оновлення плану евакуації персоналу на випадок надзвичайної ситуації;

У технологічному процесі виготовлення молочної продукції використовуються холодильні установки, для роботи яких використовується як холодоагент аміак, що є небезпечною хімічною речовиною IV класу по хімічній небезпеці.

Характеристика аміаку:

Основні властивості : безцвітний газ з різким запахом. Легше повітря, розчинний у воді. При виході у атмосферу димить.

Вибухо – і пожежонебезпечність : Горючий газ. Горить при існуванні відкритого джерела вогню. Ємкості можуть вибухати при нагріванні. Пари утворюють з повітрям вибухонебезпечні суміші.

Небезпечність для людини : Небезпечний при вдиханні, при високих концентраціях можливий летальний випадок. Викликає сильний кашель та задуха. Пари діють дуже подразливо на слизові оболонки та шкіряний покрів, дотик викликає обмороження шкіри.

При враженні проявляються серцебиття, порушення частоти пульса, “приливи”, насморк, кашель, затруднення дихання, почервоніння та зуд шкіри,

Проведемо оцінку можливої хімічної обстановки у випадку виливу (викиду) аміаку з найбільшої за об’ємом одиничної ємності, яка використовується на підприємстві. Вихідні дані для розрахунку:

Внаслідок аварії було зруйновано ємність, де знаходилось 2,5 тони аміаку. Ємність обвалована. Висота обваловки 1м. Ємність знаходиться на території заводу біля компресорної. під час аварії вітер повернув в бік виробничих цехів, азимут вітру - 315°. На заводі працює 800 чоловік, забезпеченість протигазами - 90%. Метеорологічні умови: ясно, температура повітря 20°C, швидкість вітру менше 1м/с (інверсія). Проведемо розрахунки в наступному порядку.

1. Визначаємо еквівалентну кількість аміаку у первинній хмарі за формулою:

$$Q_{e1} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_7 \cdot Q_0$$

де: K_1 - коефіцієнт, що залежить від умов зберігання аміаку, $K_1 = 0,18$;

K_3 - коефіцієнт, що дорівнює відношенню значення уражаючої токсичної дози аміаку до значення уражаючої токсичної дози іншої НХР; $K_3 = 0,04$;

K_5 - коефіцієнт, що враховує ступінь вертикальної стійкості атмосфери, для інверсії $K_5 = 1$;

K_7 - коефіцієнт, що враховує вплив температури повітря, для 20°C $K_7 = 1$.

Q_0 - маса розлитого аміаку ($Q_0 = 3\text{т}$).

$$Q_{e1} = 0,18 \cdot 0,04 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 3 = 0,021\text{т}.$$

2. Визначимо еквіваленту кількість аміаку у вторинній хмарі:

Тоді:

$$Q_{e2} = (1 - K_1) K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot \frac{Q_0}{h \cdot d}$$

де: K_2 - коефіцієнт, що залежить від фізико-хімічних властивостей аміаку, ($K_2 = 0,025$);

K_4 - коефіцієнт, що враховує швидкість вітру у приземному шарі, ($K_4=1$); K_6

- коефіцієнт, що залежить від часу, що пройшов після аварії, ($K_6 = 3,03$) d -

густині аміаку ($d = 0,681 \text{ т/м}^3$); h - товщина шару рідини,

$$h = H - 0,2 = 1 - 0,2 = 0,8/$$

де: H - висота обваловування,

$$\text{Тоді: } Q_{e2} = (1 - 0,18) \cdot 0,025 \cdot 0,04 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 3,03 \frac{3}{0,8 \cdot 0,661} = 0,013\text{т}.$$

3. Визначимо повну глибину зони хімічного забруднення: Із довідкової таблиці глибина зони забруднення первинною хмарою дорівнює 1,25км, тобто $r_1 = 1,25\text{км}$.

Із таблиці Д1 знаходимо глибину зони забруднення вторинною хмарою $r_2 = 1,25\text{км}$.

Повна глибина зони забруднення r :

$$r = r_2 + 0,5 r_1 = 1,25 + 1,25 \cdot 0,5 = 1,8\text{км};$$

4.Визначаємо площу зони хімічного забруднення:

$$S = \frac{\pi r^2}{n} = \frac{3,14 \cdot 1,8^2}{1} = 10,2\text{м}^2.$$

де: n - коефіцієнт, що залежить від швидкості вітру (при $V < 1\text{м/с}$, $n = 1$).

Визначаємо час розповсюдження хмари забрудненого повітря по території заводу:

$$t = \frac{x}{V} = \frac{0,1}{5} = 0,02\text{год} = 72\text{с}.$$

де: x – відстань від джерела забруднення до заданого об'єкта.

В нашому випадку це відстань від компресорної станції до промислово-виробничого цеху: $x = 0,1\text{ км}$; V - швидкість переміщення попереднього фронту зараженої хмари, для інверсії $V = 5\text{км/год}$. 5. Визначаємо тривалість вражаючої дії аміаку. Тривалість вражаючої дії аміаку залежить від часу випаровування у площі розливу:

$$П_1 = 800 - \frac{800 \cdot 90}{100} = 80\text{чол}.$$

$$T = \frac{h \cdot d}{K_1 \cdot K_2 \cdot K_7} = \frac{0,8 \cdot 0,681}{0,025 \cdot 1 \cdot 1} = 21,7\text{год}.$$

із них смертельні: $80 \cdot 0,35 = 28\text{чол}$; середнього і важкого ступеня: $80 \cdot 0,4 = 32\text{ чол}$; легкого ступеня: $80 \cdot 0,25 = 20\text{чол}$; Таким чином, за результатами розрахунків маємо: Глибина зони зараження становить до 1,8км. Через 72 сек хмара забрудненого повітря з уражаючою концентрацією підійде до виробничих цехів. Тривалість уражаючої дії аміаку в зоні забруднення - до 22год.

6. Визначаємо можливі втрати n1 виробничого персоналу в осередку ураження, використовуючи відповідну довідкову таблицю методики .

Основні законодавчі та нормативно-правові акти).

У випадку ліквідації аварії з виливом (викидом) аміаку пропонується користуватися ізолюючими протигазами ПП-4М, ПП-5 або їх сертифікованими аналогами, фільтруючими промисловими протигазами з фільтруючими коробками великого габариту марки КД (коробка сірого кольору). Термін захисної дії протигазу при концентрації 2,3 мг/л без фільтру - 240хв, з фільтром і індексом "В" - 120хв. Респіратори РПГ-67 з патроном КД використовувати при концентрації пари аміаку в повітрі не більше 10-15 ГПК 0,2 - 0,3 мг/л. Для захисту шкіри пропонується використовувати захисний одяг, гумові чоботи, рукавиці. Ліквідація наслідків аварії з виливом аміаку передбачає своєчасне (негайне) оповіщення виробничого персоналу і населення, яким загрожує небезпека. Із зони аварії необхідно вивести сторонніх, на її території треба бути лише у засобах захисту. Необхідно усунути джерела відкритого вогню й почати усунення витікання або перекачати аміак в резервну ємність. Не допускати надходження аміаку у водоймище, тунелі, підвали, каналізацію. Якщо виникла пожежа то необхідно прибрати із зони пожежі все, що можливо і дати догоріти, треба охолоджувати ємності водою і гасити пожежу піском, водою з максимальної відстані. Для зменшення глибини зони хімічного забруднення пропонується використовувати водяні завіси, які створюються за допомогою пожежних гідрантів або поливальних шлангів. Перша допомога при ураженні аміаком - вивести потерпілого на свіже повітря, надати спокій, промити очі, шкіру, слизові оболонки водою або 2% розчином борної кислоти. В очі закапати 2-3 краплі альбуциду, провести інгаляцію киснем або теплою водяною парою. Якщо аміак потрапляє всередину організму, то він спричиняє блювоту і пронос. В цьому разі необхідно промити шлунок водою, підкисленою оцтом, випити склянку молока, лимонного соку або олії.

Таблиця 5.1

Результати оцінки хімічної обстановки:

Джерело забруднення	Тип СДОР	Кількість СДОР	Глибина зони забруд., км,	Площа зони забруд., км ²	Площа осередку ураження	Втрати від СДОР Чол.	Примітки
Зруйнована ємність	Аміак	2,5	1,8	10,2		80	

Висновки щодо надійності захисту промислово-виробничого персоналу.

В результаті проведеного аналізу небезпечних ситуацій, які можуть виникнути на ПрАТ Тернопільський молокозавод і призвести до руйнувань та людських жертв небезпечними є НС: виникнення виробничих аварій, стихійні лиха, пожежі, урагани, паводки, застосування ЗМУ. Найважливішими заходами щодо захисту від надзвичайних ситуацій техногенного характеру, які можуть виникнути на підприємстві, є дотримання правил техніки безпеки та умов технологічних процесів. У разі виникнення НС з викидом радіації усі працівники підприємстві забезпечуються засобами індивідуального захисту. У разі необхідності укриття уся зміна працюючих повинна бути евакуйована до найближчого міського ПРУ. Підвищити стійкість роботи об'єкта можливо за рахунок проведення і дотримання заходів запропонованих у даному підрозділі. Це дозволить не тільки уникнути людських жертв на випадок непередбачуваних надзвичайних ситуацій техногенного характеру, але й запобігти їх виникненню.

Висновки

В даній кваліфікаційній роботі запропоновано заходи з удосконалення вузла створення тиску преса марки Е8-ОПГ з урахуванням сучасних вимог до оброблення сирів, фективності, безпеки та надійності.

Вирішені завданнями кваліфікаційної роботи:

виконано аналіз конструкцій сучасних пресів;

розроблено заходи з удосконалення преса марки Е8-ОПГ з виконанням відповідних розрахунків;

вибрано методики та інструментарій для виконання досліджень;

виконано дослідження наконечника штока преса;

виконано аналіз результатів досліджень;

розроблено заходи щодо охорони праці та техніки безпеки;

вирішено питання щодо безпеки в надзвичайних ситуаціях.

У процесі комп'ютерного моделювання після проведення візуального аналізу, в розділі було виконано топологічне дослідження наконечника штока пневмоциліндра преса Е8-ОПГ з метою оптимізації його геометрично-масових характеристик, в результаті якої досягли зменшення маси на 28%...39% для різних конструктивних виконань деталі, що в одиницях маси складає 1,1 кг...1,5 кг. При цьому забезпечувався достатній рівень механічної жорсткості та міцності конструкції, що було встановлено у процесі дослідження трьох варіантів виконання конусної частини наконечника штока: з кутом твірної внутрішнього контура : 20°, 22°, 24° та з кутом твірної зовнішнього контура 22°, 24°, 26°. З конструктивних міркувань та міркувань доступності обираємо матеріал для наконечника штока сталь AISI 304. У процесі дослідження всі три варіанти виконання мали достатній запас міцності та жорсткості. Так, зокрема, мінімум коефіцієнту запасу міцності складав 2,75 (тип конуса 22/22), 3,42 (тип конуса 22/24) та 3,89 (тип конуса 24/26). Максимальне значення рівня деформації складало 0,000288306 (тип конуса 20/22), 0,00022422 (тип конуса 22/24) та 0,000254316 (тип конуса 24/26). За результатами дослідження видно, що по

співвідношенню маса/механічні характеристики найбільш привабливо виглядає варіант наконечника штока із типом конуса 22/24, коли при незначному зростанні масових параметрів має місце суттєвіший приріст механічних характеристик.

Розроблені рішення є актуальними і доцільними.

Перелік посилань

1. Конопка О.В., Бугера С.В. Методи визначення адгезії структурованих мас // Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей XIII міжнар. наук.-практ. конф. молодих учених та студентів. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2024. С. 159.
2. Машкін М.І., Париш Н.М. Технологія молока і молочних продуктів. Київ: НУХТ, 2006. 351 с.
3. Сухенко Ю.Г. та ін. Технологія сиру: підручник. Київ: Компрінт, 2015. 412 с.
4. Єресько Г.О., Шинкарик М.М., Ворощук В.Я. Технологічне обладнання молочних виробництв. Київ: Інкос, Центр навч. літ., 2007. 344 с.
5. Бабанов І.Г. та ін. Інноваційне обладнання молокопереробних підприємств. Київ: ТОВ «ІНКОС», 2019. 718 с.
6. Железняк І.О., Косенко В.В.; за ред. Косенка В.В. Основи наукових досліджень. Суми: СумДПУ ім. А.С.Макаренка, 2014. 284 с.
7. Грищенко І.М., Григоренко О.М., Борисейко В.А. Основи наукових досліджень. Київ: Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2001. 124 с.
8. Білуха М.Т. Методологія наукових досліджень. Київ: АБУ, 2002. 480 с.
9. Weber M., Verma G. SolidWorks Simulation 2017 Black Book. CAD/CAM/CAE Works, 2016. 362 p.
10. Almatarr T. Learn SolidWorks 2022. 2nd ed. Packt, 2022. 676 p.
11. Tran P. Certified SOLIDWORKS Professional Advanced Preparation Material. SDC Publications, 2018. 288 p.
12. Ворощук В.Я., Вітенько Т.М. Інжиніринг та 3D моделювання в середовищі SolidWorks: навч. посіб. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2023. 164 с.
13. Паска М.З. та ін. Інноваційний інженіринг: навч.-метод. посіб. Львів: ЛНУВМ та БТ ім. С.З. Гжицького, 2016. 82 с.
14. Kurowski P.M. Engineering Analysis with SolidWorks Simulation 2018. USA: SDC Publications, 2018. 597 p.

15. Systemes D. Theoretical Manual SolidWorks Simulation. Dassault Systemes, 2015. 114 p.
16. Самойчук К.О. та ін. Основи розрахунку та конструювання обладнання переробних і харчових виробництв: підручник. Київ: ПрофКнига, 2020. 428 с.
17. Ялпачик В.Ф. та ін. Розрахунки обладнання харчових виробництв: навчальний посібник. Мелітополь: Видавничий будинок ММД, 2014. 264 с.
18. Панченко В.О. та ін. Монтаж, експлуатація та ремонт гідромашин і гідропневмоприводів. Суми: СумДУ, 2015. 151 с.
19. Корольов О.О. Ремонт та відновлення обладнання галузі: методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для студентів усіх форм навчання спеціальності 181 – «Харчові технології». Частина II. Чернігів: ЧНТУ, 2017. 60 с.
20. Ткачук К.Н. та ін. Основи охорони праці: підручник. 2-ге вид. Київ: Основа, 2006. 448 с.
21. Одарченко М.С. та ін. Основи охорона праці. Харків: Стиль-Издат, 2017. 334 с.
22. Стручок В.С. Безпека в надзвичайних ситуаціях: методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2022. 156 с.
23. Стручок В.С. Техноекологія та цивільна безпека. Частина «Цивільна безпека». Тернопіль: ФОП Паляниця.
24. Шинкарик М. М. Комплексний підхід до оцінки якості технологічного процесу виробництва сиру кисломолочного неперервним способом / М. М. Шинкарик, О.І. Кравець, Паперняк Р.В.// Зб. тез доп. XIV Міжнародної науково-практичної конференції Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем 23-24 травня 2024 р. м. Чернігів, 2024. С. 310-312.
25. Improvement of environmental sustainability of milk processing enterprises / Oleh Kravets, Mariia Shynkaryk, Viktor Kravets // Scientific Journal of TNTU. — Tern.: TNTU, 2024. — Vol 114. — No 2. — P. 111–118.
26. Паперняк Р.В. Вплив механізації виробництва сиру кисломолочного на втрати білку / Р.В. Паперняк, М.М. Шинкарик, О.І. Кравець // мат. Міжнародної науково-

практичної конференції: «Біотехнології продовольчих продуктів: проблеми і перспективи» 10 грудня 2024 р. м. Київ : ДНУ «УкрНДІспиртбіопрод». 2024. С.68-69.

27. Heat exchange in a chamber apparatus with a circulation circuit during cheese masses production / Mariia Shynkaryk, Viktor Voroshchuk, Oleh Kravets, Olha Krupa, Natalia Zvarych // Scientific Journal of TNTU. — Tern.: TNTU, 2022. — Vol 108. — No 4. — P. 43–53.

28. Орлюк Ю.Т. Реологічні особливості виробництва сиру / Ю.Т. Орлюк, М.М. Шинкарик, О.І. Кравець, М.Р. Коневич / Збірник наукових праць «Продовольчі ресурси» – 2018р. – № 10. – С. 226-231

Додатки

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)
Університет імені П'єра і Марії Кюрі (Франція)
Маріборський університет (Словенія)
Технічний університет у Кошице (Словаччина)
Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса (Литва)
Наукове товариство ім. Т.Шевченка

АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Збірник
тез доповідей

**XIII Міжнародної науково-практичної
конференції молодих учених та студентів**
11-12 грудня 2024 року



УКРАЇНА
ТЕРНОПІЛЬ – 2024

УДК 637.147.2

О.В. Конопка, С.В. Бугера

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ АДГЕЗІЇ СТРУКТУРОВАНИХ МАС

O.V. Konopka, S.V. Buhera

METHODS OF DETERMINING THE ADHESION OF STRUCTURED MASS

У технологічних процесах харчової промисловості [1], таких як перемішування, дозування [2] та інш. необхідно враховувати адгезійні властивості продуктів. Важливим є правильно вибрати метод та прилад для вимірювання адгезії. Методи визначення адгезії можна розділити на прямі і непрямі. Прямі методи визначення міцності адгезії ґрунтуються на відриві певної маси продукту з фіксацією зусилля відриву $F_{\text{від}}$. Зусилля адгезії $f_{\text{від}}$ визначають як

$$f_{\text{від}} = F_{\text{від}} / S_{\text{к}}$$

Основними вузлами адгезіометрів є пристрій для закріплення досліджуванних зразків, блок для прикладення сили відриву, вимірювальний блок для визначення сили відриву. Пристрої для закріплення зразків є односторонніми і двохсторонніми. В залежності від властивостей продукту, який досліджуємо він може бути обмеженим або необмеженим з бокових сторін. Для мало структурованих зразків, наприклад, гелі (кефір, коагульований молочний згусток) обмеження зразку бічними поверхнями є обов'язковим. В двохсторонньому пристрої обмежений об'єм продукту знаходиться між двома поверхнями дисками. Такі пристрої використовувались для визначення адгезії відносно твердих продуктів (сирів).

Одним із факторів, від яких залежить адгезія - сила прикладена до пластини. Зовнішнє зусилля в більшості адгезіометрів прикладена до штоку пластини, яка розміщена зверху, або до самої пластини. В процесі відриву одна із поверхонь є закріпленою - до іншої прикладають силу.

Практичне використання одержали прилади важільного типу В пристроях такого типу можна задавати зусилля для формування адгезії і створення сили відриву. В одному із варіантів до кінця коромисла прикріплюють посудину, в яку підливають воду. Змінюючи швидкість подачі води можна визначити також залежність сили відриву від швидкості прикладення сили.

Адгезіометр на основі електричної схеми включає блок закріплення зразка, створення сили попереднього навантаження, та блоку створення сили відриву та її вимірювання. Сила попереднього навантаження створюється встановлення вантажу, а зусилля відриву прикладається до столика.

Адгезію визначають також непрямыми методами, вимірюючи силу, яка напружується від адгезії.

За маятниковим методом сила відриву ототожнюється з роботою зовнішніх сил по відриву заготовки.

Інший відносний метод оснований на визначенні сили і крутного моменту. Основним елементом методу є конічний конус, який встановлюється в продукт. Силу адгезії визначають як зусилля необхідне для виїмки конуса або крутний момент необхідний для його повертання.

Література

1. Поліщук Г.Є., Грек О.В., Скорченко Т.А. Технологія незбираномолочних продуктів: навчальний посібник. Вінниця: Нова Книга, 2005. 264 с.
2. Єреско Г.О., Шинкарик М.М., Ворошук В.Я. Технологічне обладнання молочних виробництв. Київ: Інкос, Центр навч. літ., 2007. 344 с.

39.	Данильченко Л.М, Лісовий В ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ПРОЦЕСІВ ФРЕЗЕРУВАННЯ	135
40.	І. Гевко, С. Коваль, А. Брикса РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЯКОСТІ ЗМІШУВАННЯ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ ГВИНТОВИМ КОНВЕСРОМ З ОБЕРТОВИМ КОЖУХОМ	137
41.	І. Гевко, А. Дячун, О. Стібайло СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ ЛОПАТЕВИХ СПІРАЛЕЙ ЗМІШУВАЧІВ	139
42.	Гевко, В. Бучинський, П. Леськів СИНТЕЗ НАКОПИЧУВАЛЬНО-ЗАВАНТАЖУВАЛЬНИХ БУНКЕРІВ	141
43.	І. І.Головач КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕЗВАЛЬНИХ СПІРАЛЬНИХ ШНЕКІВ	143
44.	І.В. Карп УДОСКОНАЛЕНИЙ ПНЕВМОШНЕКОВИЙ ТРАНСПОРТЕР СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ	144
45.	Каспрук В.Б, Височан Н.М МЕХАНІЗМ ВІДВЕДЕННЯ ПОВІТРЯ З ВОДОПРОВОДІВ	146
46.	Каспрук В.Б. к.т.н.; Брик І. А. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НАПОВНЮВАЧІВ НА ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ БЕТОНУ	147
47.	М.В. Стаднійчук, В.М. Федоревич, Є.П. Бегман ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ РІЗАННЯ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ЗАГОТОВКИ ДИСКОВОЮ ФРЕЗОЮ	148
48.	М.І. Цан; А.П. Сорочак ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМІВНОГО СТАНУ КРОКВЯНОЇ ФЕРМИ ВИРОБНИЧОЇ БУДІВЛІ	149
49.	М.П. Маришак ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ ФРЕЗ МЕТОДОМ АЗОТУВАННЯ	150
50.	М.Ю. Гадайчук АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ВИКОПУВАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ КОМБІНОВАНИМ ОДНОДИСКОВИМ КОПАЧЕМ	151
51.	М.Я. Сташків, В.М. Антонюк, В.Й. Оливко МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ В ОПОРАХ ЦИСТЕРНИ – НАПІВПРИЧЕПА	153
52.	Н.М. Світановський, В.В. Крупа АНАЛІЗ ЕЛЕМЕНТІВ УДОСКОНАЛЕНОГО ПРИВОДУ ПОДАЧ ВЕРТИКАЛЬНО- СВЕРДЛИЛЬНОГО ВЕРСТАТУ ЗАСОБАМИ SOLIDWORKS SIMULATION	154
53.	О.Б. Дорошкевич УДОСКОНАЛЕННЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО СИРОВИГОТОВЛЮВАЧА	156
54.	О.В. Камінський, А.П. Грабовський ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ ГВИНТОВОЇ ЗАГОТОВКИ СТІЙКИ У ПРОЦЕСІ ФОРМОУТВОРЕННЯ	157
55.	О.В. Конопка, С.В. Бугера МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ АДГЕЗІЇ СТРУКТУРОВАНИХ МАС	159
56.	О.В. Лах; А.О. Старих ВИБІР КОНВЕСРІВ З РОЗШИРЕНИМИ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ	160

