

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

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(назва факультету)

Кафедра обладнання харчових технологій
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломної роботи

_____ .
магістр

(освітнього рівня)

на тему ***Модернізація плавителя сиру марки ПС-40 з дослідженням впливу особливостей конструкції робочих органів ротора та технологічних режимів роботи на процес оброблення сирної маси.***

Виконав: студент VI курсу, групи МОм-51
спеціальності

133 "Галузеве машинобудування" .

(шифр і назва спеціальності)

	_____ . (підпис)	<u><i>Каземир С.В.</i></u> (прізвище та ініціали)
Керівник	_____ . (підпис)	<u><i>Вітенько Т.М.</i></u> (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	_____ . (підпис)	<u><i>Ворощук В.Я.</i></u> (прізвище та ініціали)
Рецензент	_____ . (підпис)	_____ . (прізвище та ініціали)

Тернопіль - 2019 року

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Обладнання харчових технологій

д.т.н., проф. Вітенько Тетяна Миколаївна.

"7" жовтня 2019 року

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Білику Тарасу Васильовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Модернізація плавителя сиру марки ПС-40 з дослідженням впливу особливостей конструкції робочих органів ротора та технологічних режимів роботи на процес оброблення сирної маси.

керівник роботи д.т.н., проф. Вітенько Т.М.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від "7" жовтня 2019 року №4/7-887

2. Строк подання студентом роботи "17" грудня 2019 року

3. Вихідні дані до роботи Технічний паспорт та інструкції з експлуатації монтажу та технічного обслуговування і ремонту плавителя сиру марки ПС-40. Існуюча технологія виготовлення ковбасних плавлених сирів.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналіз сучасного стану об'єкту дослідження, вибір і обґрунтування основних напрямків дослідження. 2. Технологічна частина. 3. Конструктивна частина. 4. Дослідження впливу розмірів елементів ротора та частоти його обертання на процес оброблення сирної маси. 4.1. Постановка завдань дослідження.. 4.2. Результати моделювання. 4.3. Аналіз результатів. 5. Спеціальна частина. 6. Обґрунтування економічної ефективності. 7. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 7.1. Заходи з охорони праці і техніки безпеки в сирцеху. 7.2. Безпека у надзвичайних ситуаціях. 8. Екологія. Загальні висновки. .

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

Емульгуючий пристрій плавителя сиру марки ПС-40 (1л. ф.А1)

Машинно-апаратурна схема виробництва плавленого сиру (1л. ф.А1)

Плавитель сиру марки ПС-40 (2л. ф.А1)

Схема оброблення сирної маси плавителем сиру ПС-40 (1л. ф.А1)

Розрахункові схеми пари ротор-статор плавителя сиру ПС-40 (1л. ф.А1)

Моделювання тиску, температури, завихреності, швидкості деформації сирної маси в робочому контурі при розмірах пазів 6x6 мм і за частоти обертання ротора 1500 об/хв (1л. ф.А1)

Моделювання тиску, температури, завихреності, швидкості деформації сирної маси в робочому контурі при розмірах пазів 8x8 мм і за частоти обертання ротора 1500 об/хв (1л. ф.А1)

Моделювання тиску, температури, завихреності, швидкості деформації сирної маси в робочому контурі при розмірах пазів 6x6 мм і за частоти обертання ротора 3000 об/хв (1л. ф.А1)

Моделювання тиску, температури, завихреності, швидкості деформації сирної маси в робочому контурі при розмірах пазів 8x8 мм і за частоти обертання ротора 3000 об/хв (1л. ф.А1)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Обґрунтування економічної ефективності</i>	<i>Мосій О.Б. – к.е.н., доц.</i>		
<i>Охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях</i>	<i>Кравець О.І. – к.т.н., доц. Стручок В.С. – ст. викл.</i>		
<i>Екологія</i>	<i>Зварич Н.М. – к.т.н., доц.</i>		
<i>Спеціальна частина</i>	<i>Вітенько Т.М. – д.т.н., проф.</i>		
<i>Нормоконтроль</i>	<i>Ворощук В.Я. – к.т.н., доц.</i>		

7. Дата видачі завдання “7” жовтня 2019 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	1. Аналіз сучасного стану об'єкту дослідження, вибір і обґрунтування основних напрямків дослідження	25.10.19	
2	2. Технологічна частина	30.10.19	
3	3. Конструктивна частина	05.11.19	
4	4. Дослідження впливу розмірів елементів ротора та частоти його обертання на процес оброблення сирної маси	30.11.19	
5	4.1. Постановка завдань дослідження.	05.11.19	
6	4.2. Результати моделювання	25.11.19	
7	4.3. Аналіз результатів	30.11.19	
8	5. Спеціальна частина	03.11.19	
9	6. Обґрунтування економічної ефективності	20.11.19	
10	7. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	15.11.19	
11	8. Екологія	28.11.19	
12	Емульгуючий пристрій плавителя сиру марки ПС-40 (1л. ф.А1)	01.11.19	
13	Машинно-апаратна схема виробництва плавленого сиру (1л. ф.А1)	25.10.19	
14	Плавитель сиру марки ПС-40 (2л. ф.А1)	05.11.19	
15	Схема оброблення сирної маси плавителем сиру ПС-40 (1л. ф.А1)	30.10.19	
16	Розрахункові схеми пари ротор-статор плавителя сиру ПС-40 (1л. ф.А1)	01.11.19	
17	Моделювання тиску, температури, завихреності, швидкості деформації сирної маси в робочому контурі при розмірах пазів 6x6 мм і за частоти обертання ротора 1500 об/хв (1л. ф.А1)	25.11.19	
18	Моделювання тиску, температури, завихреності, швидкості деформації сирної маси в робочому контурі при розмірах пазів 8x8 мм і за частоти обертання ротора 1500 об/хв (1л. ф.А1)	25.11.19	
19	Моделювання тиску, температури, завихреності, швидкості деформації сирної маси в робочому контурі при розмірах пазів 6x6 мм і за частоти обертання ротора 3000 об/хв (1л. ф.А1)	25.11.19	
20	Моделювання тиску, температури, завихреності, швидкості деформації сирної маси в робочому контурі при розмірах пазів 8x8 мм і за частоти обертання ротора 3000 об/хв (1л. ф.А1)	25.11.19	

Студент

_____ (підпис)

Каземир С.В.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Вітенько Т.М.

_____ (прізвище та ініціали)

Реферат

Автор дипломної роботи: Каземир Сергій Володимирович

Тема дипломної роботи: Модернізація плавителя сиру ПС-40 з дослідженням впливу особливостей конструкції робочих органів ротора та технологічних режимів роботи на процес оброблення рецептурної сирної маси.

Дипломну роботу виконано в Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя в 2019 році

Дипломна робота складається з пояснювальної записки обсягом 101 сторінок (45 рисунків, 9 таблиць) та графічної частини з 10 креслень формату А1. У дипломній роботі пропонується технічне рішення з модернізації конструкції емульгуючої пари ротор-статор вузла ротора плавителя сиру ПС-40 із підбором технологічних режимів його роботи.

Основні завдання, які вирішуються в дипломній роботі:

аналіз сучасних конструктивних і технологічних рішень для термомеханічного оброблення сирних мас;

розробка заходів з модернізації плавителя сиру ПС-40;

технологічні розрахунки плавителя сиру ПС-40;

структурний кінематичний аналіз плавителя сиру ПС-40;

конструктивні розрахунки плавителя сиру ПС-40;

розробка заходів з експлуатації та технічного обслуговування плавителя сиру ПС-40.

дослідження із застосуванням SolidWorks FlowSimulation різних конструктивних вирішень пари ротор-статор плавителя сиру ПС-40 при різних робочих режимах;

аналіз результатів досліджень.

Також в дипломній роботі виконано техніко-економічне обґрунтування прийнятих рішень, вирішення питань охорони праці, охорони навколишнього середовища, і безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Зміст

Завдання	2
Реферат	4
Зміст	5
Вступ.....	7
1. Аналіз сучасного стану об'єкту дослідження, вибір і обґрунтування основних напрямків дослідження.....	9
1.1. Призначення, конструкція, особливості роботи плавителя сиру марки ПС-40	9
1.2 Літературний та патентний огляд обладнання для оброблення сирних мас	11
1.3. Теоретичний аналіз обробки плавленого сиру в емульгуючому пристрої.....	18
1.4. Основні технологічні процеси при виробництві сиру, види сировини і її характеристики.....	19
1.5. Висновки	21
2. Технологічна частина	22
2.1. Вибір технологічної схеми виготовлення ковбасних сирів.....	22
2.2. Опис технологічної операції, яка виконується на плавителі.....	23
2.3. Заходи з модернізації плавителя сиру ПС-40.....	23
2.4. Технологічний розрахунок плавителя сиру ПС-40	24
3. Конструктивна частина	25
3.1. Будова і принцип роботи плавителя сиру ПС-40	25
3.1. Енергетичний розрахунок плавителя сиру ПС-40.....	27
3.2. Кінематичний аналіз плавителя сиру ПС-40.....	28
3.3. Розрахунок ротора плавителя сиру ПС-40	30
3.4. Розрахунок пасової передачі приводу ротора плавителя сиру ПС-40	38
3.5. Розрахунок муфти шкребкової мішалки плавителя сиру ПС-40	40
3.6. Заходи з монтажу, експлуатації та технічного обслуговування плавителя сиру ПС-40.....	41

3.6.1. Основні заходи з монтажу плавителя сиру ПС-40	41
3.6.2. Технічна експлуатація плавителя сиру ПС-40.....	42
4. Дослідження впливу розмірів елементів ротора та частоти його обертання на процес оброблення сирної маси	45
4.1. Постановка завдань дослідження.....	45
4.2. Результати моделювання.....	46
4.3. Аналіз результатів.....	62
5. Спеціальна частина	64
6. Обґрунтування економічної ефективності	70
7. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	80
7.1. Заходи з охорони праці і техніки безпеки в сирцеху	80
7.2. Безпека у надзвичайних ситуаціях	85
7.2.1. Стійкість роботи підприємств харчової та переробної промисловості до дії проникаючої радіації та радіоактивного забруднення місцевості ядерного вибуху.....	85
7.2.2. Заходи щодо підвищення стійкості роботи об'єктів, що використовують у виробництві аміак	90
8. Екологія.....	93
Загальні висновки.....	98
Перелік посилань.....	100
Додатки	
Додаток А	
Специфікації	

Вступ

Харчова промисловість входить до продуктивних комплексів АПК. Її сировинна база досить поширена в Україні. Ще більш широкі межі розміщення споживачів продукції цієї галузі. Саме через це розміщення харчової промисловості має таку особливість, що виділяє її серед інших галузей, — її підприємства розміщуються повсюдно: скрізь, де є населений пункт, існує те чи інше виробництво харчової продукції. Проте розміщення окремих галузей цього виробництва має свої особливості залежно від ступеня впливу на них сировинного чи споживчого фактора. У відповідності з цим виділяються три групи галузей харчової промисловості:

1. Група галузей, що переробляє нетранспортабельну (або малотранспортабельну) сировину при високих нормах її витрат й обмежених строках зберігання і виробляє транспортабельну продукцію, здатну до зберігання. Ці галузі орієнтуються на джерела відповідної сировини. До складу цієї групи галузей входять цукрова, спиртова, крохмале-патокова, консервна, маслоробна, олійножирова.

2. До другої групи належать галузі, що переробляють транспортабельну сировину і випускають малотраїспортабельну продукцію, або продукцію з обмеженими строками її зберігання. Такі галузі розміщуються в районах споживання готової продукції. Це — хлібопекарська, кондитерська, пивоварна, макаронна, молочна, безалкогольних напоїв.

3. Третю групу становлять галузі, що можуть бути розміщені як в районах зосередження сировини, так і в районах споживання готової продукції (м'ясна, борошномельна). До цієї групи входять і ті галузі, в яких стадії технологічного процесу можуть бути територіально відокремленими. Зокрема, в районах виробництва сировини здійснюються первинні стадії переробки сировини, а в районах споживання — стадії, що завершують процес переробки напівфабрикатів (тютюнова, виноробна).

Харчова промисловість має складну структуру. До її складу входить більше 20 галузей. Провідними галузями харчової промисловості України є цукрова, м'ясна, молочна, олійножирова, плодоовочеконсервна, кондитерська, спиртова, виноробна, соляна.

До складу молокопереробної промисловості входять маслоробна, сироварна, молочноконсервна галузі, а також виробництво продуктів з незбираного молока. Молокопереробна промисловість є складовою частиною молокопродуктового комплексу АПК. Розміщення галузі залежить від наявності сировини і масового споживача. В районах споживання розміщують підприємства, що випускають продукцію з незбираного молока. На сировину орієнтуються маслоробні, сироварні та молочноконсервні заводи. В Україні працює близько 500 підприємств молокопереробної промисловості. Маслоробні підприємства діють майже в усіх обласних і районних центрах.

В останні роки в нашій країні і за кордоном з розвитком молочної промисловості спостерігається тенденція збільшення випуску твердих сирів і продуктів на їхній основі, тому актуалізується завдання створення високопродуктивного енергоощадного технологічного обладнання для їхнього виробництва.

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

1.1. Призначення, конструкція, особливості роботи плавителя сиру марки ПС-

40

Плавитель сиру марки ПС-40 (лист 1) містить раму, на якій встановлена робоча ємність, оснащена теплообмінною сорочкою з тепловою ізоляцією. Робоча ємність закривається відкидною шарнірно закріпленою кришкою.

У середині ємності встановлена мішалка зі скребковими ножами, що плавають. Привід мішалки складається з хвильового мотор - редуктора, що з'єднується з мішалкою за допомогою муфти.

Кришка ємності оснащена оглядовим склом, запобіжним клапаном, вакуумметром і патрубком, з'єднаним рукавом з вакуумним насосом. Привідний вал мішалки герметизовано подвійним манжетним ущільненням.

У нижній частині місткості встановлене знімне коліно з патрубками, що з'єднані за допомогою запірної молочної арматури з лійками для подачі компонентів. Коліно за допомогою фланця закріплено на кришці емульгуючого пристрою.

Вихідний патрубок корпуса емульгуючого пристрою з'єднаний трубопроводом і триходовим краном з циркуляційним і вихідним патрубками.

Емульгуючий пристрій складається зі знімної кришки і корпуса, що за допомогою перехідника з'єднаний із фланцем електродвигуна. У середині корпуса встановлений відбивач. На валу електродвигуна за допомогою проміжного вала встановлена профільний ротор і насосна вставка.

Корпус емульгуючого пристрою герметизировано ущільненням.

При обертанні турбінки і лопатевої мішалки вихідні компоненти дозуються за допомогою запірної молочної арматури в емульгуючий пристрій.

Проходячи в робочому зазорі між турбінкою та відбивачем компоненти інтенсивно змішуються та емульгуються.

Емульгований продукт за допомогою насосної вставки подається по циркуляційному трубопроводі тангенціально на внутрішню стінку робочої ємкості.

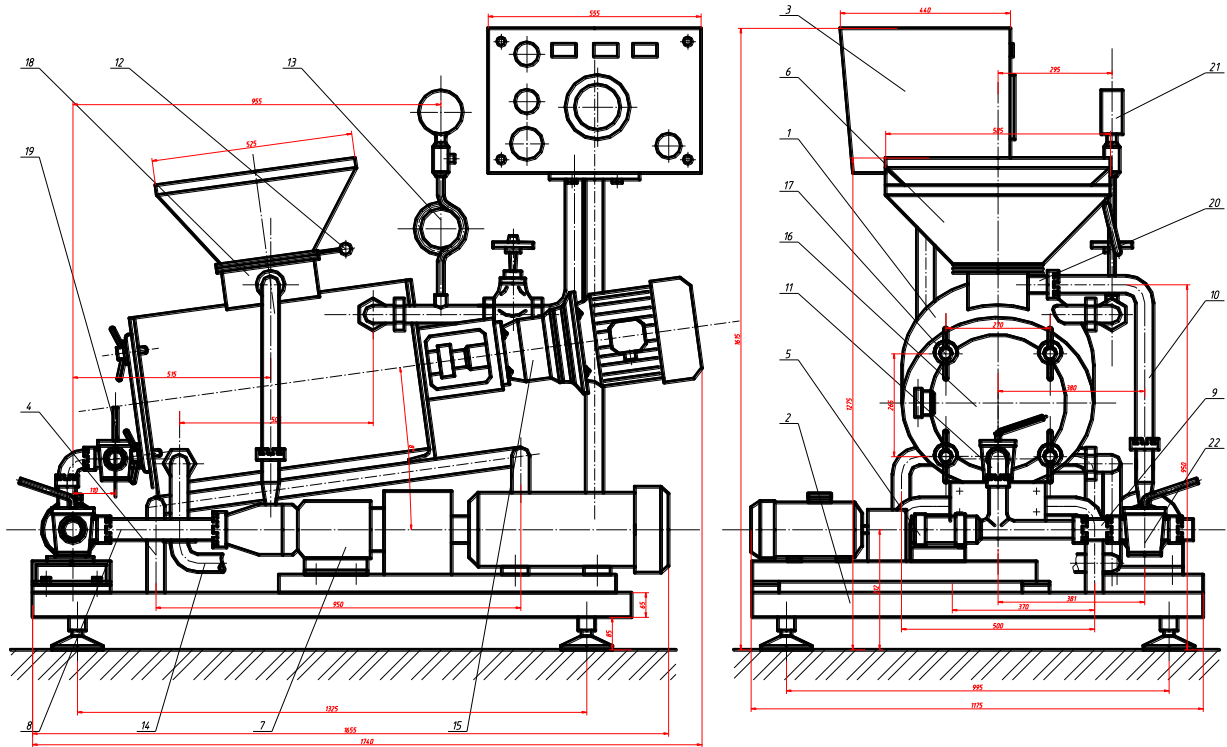


Рис. 1.1 Плавитель сиру марки ПС-40:

1 - Секція, 2 - Основа, 3 - Пульт управління, 4 - Рама, 5 – Установка електронасосна, 6-Бункер завантажувальний, 7-Агрегат диспергаційний, 8,9,10,11-Трубопроводи, 12-Засувка, 13-Вентиль, 14-Конденсатовідвідники, 15-Мотор-редуктор мішалки, 16 -Кришка відкидна 17 - Зажим різьбовий, 18 - Горловина, 19 - Кран проходний, 20 - Патрубок вхідний; 21 - Манометр, 22 - Кран триходовий.

1.2 Літературний та патентний огляд обладнання для оброблення сирних мас

До найбільш ефективного з точки зору енергетичних витрат є обладнання з циркуляційним контуром для проведення термомеханічної обробки, представником класу яких є гідродинамічні апарати роторного типу (біля 0,093 кВт на 1 кг продукту). Як зазначають З.Штербачек і П.Тауск [1], в цих апаратах спостерігається ефект гомогенізації, який досягається за рахунок ротора з великим числом обертів і дії на суміш значних тангенційних зусиль.

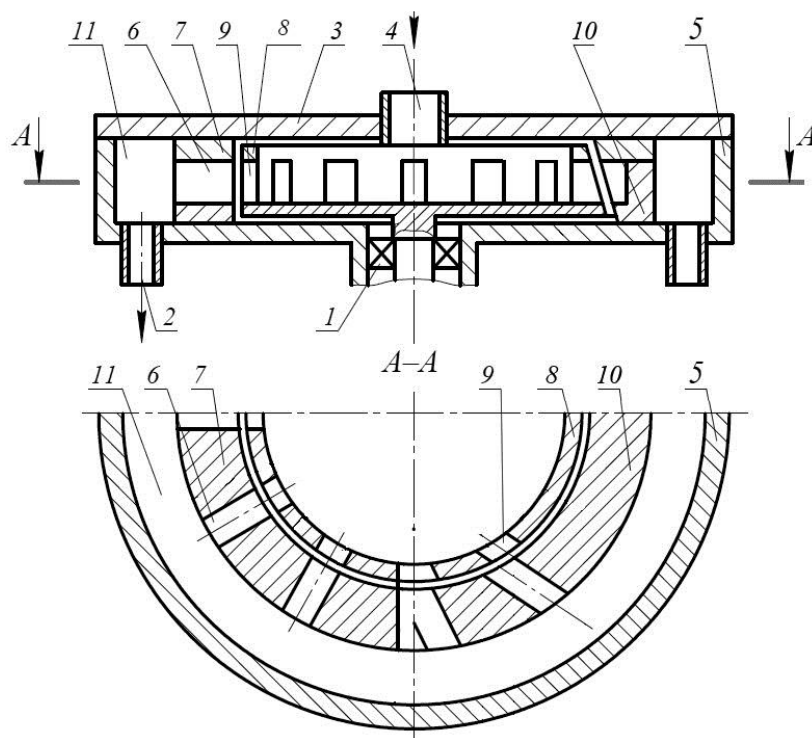


Рис. 1.2. Принципова схема роторного апарату:

1 – підшипник; 2 – впускний патрубок; 3 – кришка; 4 – випускний патрубок;
5 – корпус; 6 – канал; 7 – кришка статора; 8 – ротор; 9 – канал; 10 – статор;
11 – буферна порожнина.

Роторно-вихрові апарати для одержання емульсій застосовуються в різних галузях промисловості. Зокрема, в хімічній промисловості найбільшого застосування вони отримали при виробництві мінеральних мастил. В своїх роботах В.М. Червяков, В.Г. Однолько, Ю.В., Воробйов, В.Ф. Юдаєв відмічають ефективність їх використання для диспергування і змішування, розчинення фракцій. Основним із факторів інтенсифікації процесу є дискретно-імпульсний спосіб внесення енергії, виникнення явищ кавітації і резонансу. Проведені дослідження для циліндричних і конічних проникних роторів і статорів, які за конструкцією близькі до колоїдних млинів (рис. 1.2).

Автори зазначили, що для підвищення ефективності апаратів хімічної технології необхідно вводити велику густину енергії і потужності в оброблюваний об'єм. Тому апарати повинні створювати такі гідродинамічні умови в оброблюваному середовищі, щоб густина потужності трансформувалася від середньої безградієнтної до значної імпульсної потужностей. Слід зазначити, що насосний ефект, який створюється такими роторними апаратами є порівняно незначним. Тому для забезпечення циркулювання в'язких середовищ їх додатково оснащують насосами.

Для емульгування в'язких сумішей на базі кисломолочних продуктів застосовуються відцентрові емульгаційні пристрої.

Основною задачею процесу перемішування для плавителів сиру при виробництві сиркових мас є:

- забезпечення рівномірності структури оброблюваного продукту
- забезпечення і рівномірного розподілу в об'ємі концентрації структуроутворюючих складників суміші.

Серед апаратів такого типу, які експлуатуються в Україні, можна виділити установку ГУРТ, розроблену ВНИМИ і емульсор роторно-вихровий Я5-ОЕВ розробки ТІММ УААН. Також питанню розробки конструкції і дослідження роботи обладнання з циркуляційним контуром присвячено ряд робіт зарубіжних учених, де досліджується вплив механічної обробки на розмір частинок досліджуваного матеріалу.

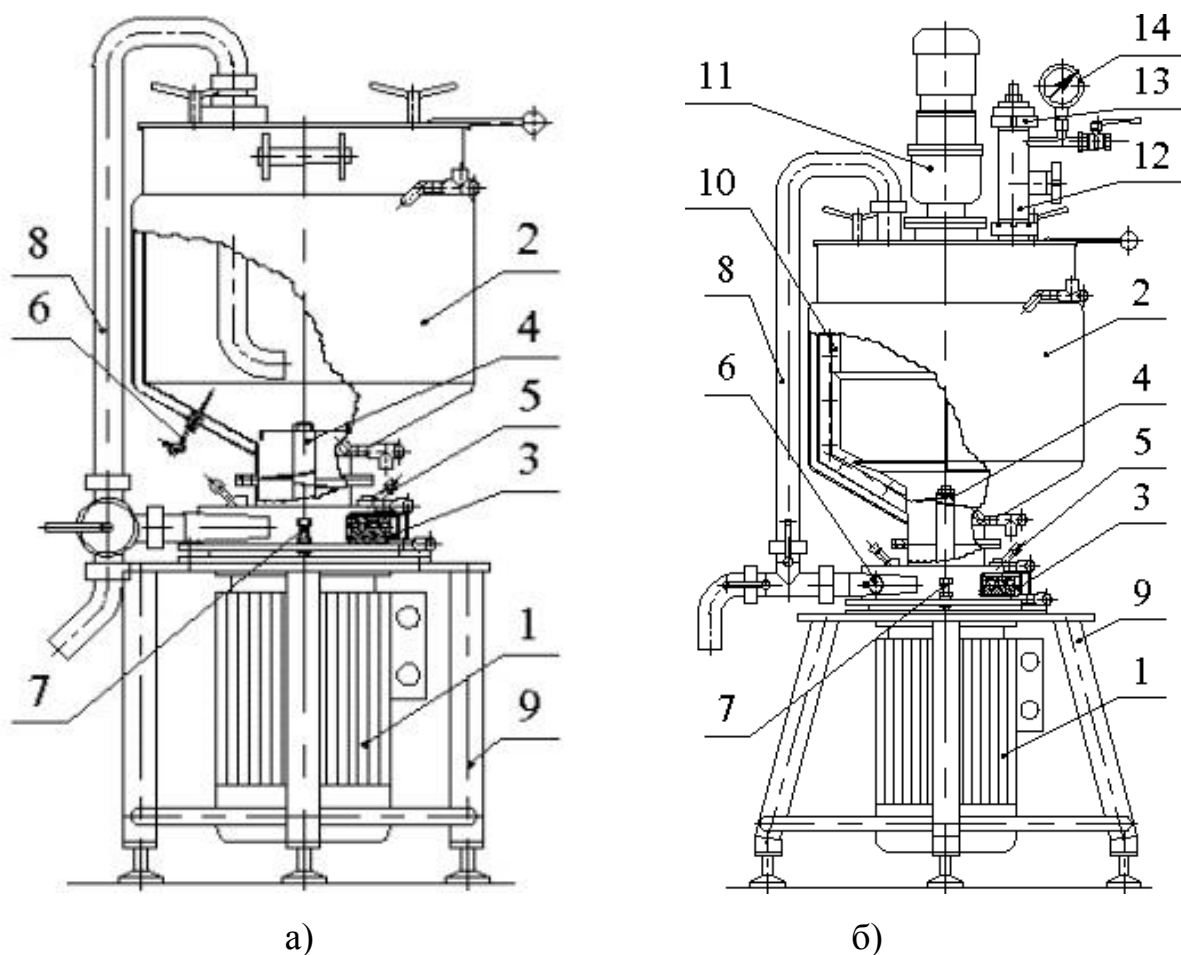


Рис. 1.3. Гідродинамічна установка роторного типу розробки ВНИМИ
 ГУРТ-300 (а) та ГУРТ-300/160 (б):

1 - привід, 2 - ємкість з теплообмінною сорочкою, 3 - роторний пристрій з теплообмінною сорочкою, 4 - додаткові насадки, 5 - вентиль системи уприскування газу, 6 - термopара, 7 - пристрій для регулювання зазору, 8 - лінія рециркуляції продукту з триходовим краном, 9 - рама, 10 - рамна мішалка з скребком, 11 - привід для мішалки, 12 - камера вакуумування, 13 - запобіжний клапан, 14 - мановакуумметр.

В апаратах можна проводити операції з диспергування, перемішування, гомогенізації, емульгування, аерації і термообробки (нагрівання і охолодження) багатокomпонентних сумішей харчових продуктів різної густини і в'язкості.

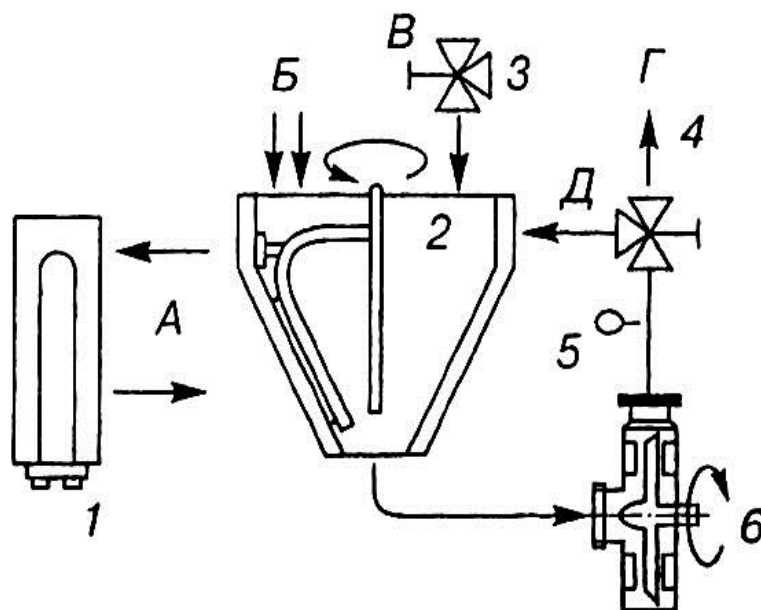


Рис. 1.4. Схема установки ВАТ «Оскон» з автономним блоком підготовки гарячої води:

1 – блок підготовки гарячої води; 2 – робоча ємкість; 3-дозатор; 4 - кран триходовий; 5 – датчик температури; 6 – насос-змішувач; А – гаряча вода; Б – сухі компоненти і білкові компоненти; В – рідкі компоненти; Г– вихід готового продукту; Д – циркуляція суміші.

Гідродинамічна установка роторного типу розробки ВНИМИ (ГУРТ) (рис. 1.3) призначена для: диспергування, перемішування, гомогенізації, емульгування, аерації і термообробки (нагріву і охолодження) харчових рідин і рідкоподібних сумішей різної густини і в'язкості. Основною відмінністю установки ГУРТ-300/160 є наявність в ємкості рамної мішалки зі скребком. В установці ГУРТ-300 при отриманні майонезів, десертів, паст для перемішування достатньо фрезерної насадки на приводі ротора в поєднанні з тангенціальним введенням струменя продукту при рециркуляції, то для чистої білкової маси типу сиру кисломолочного і подібних по консистенції продуктів такого перемішуючого ефекту недостатньо.

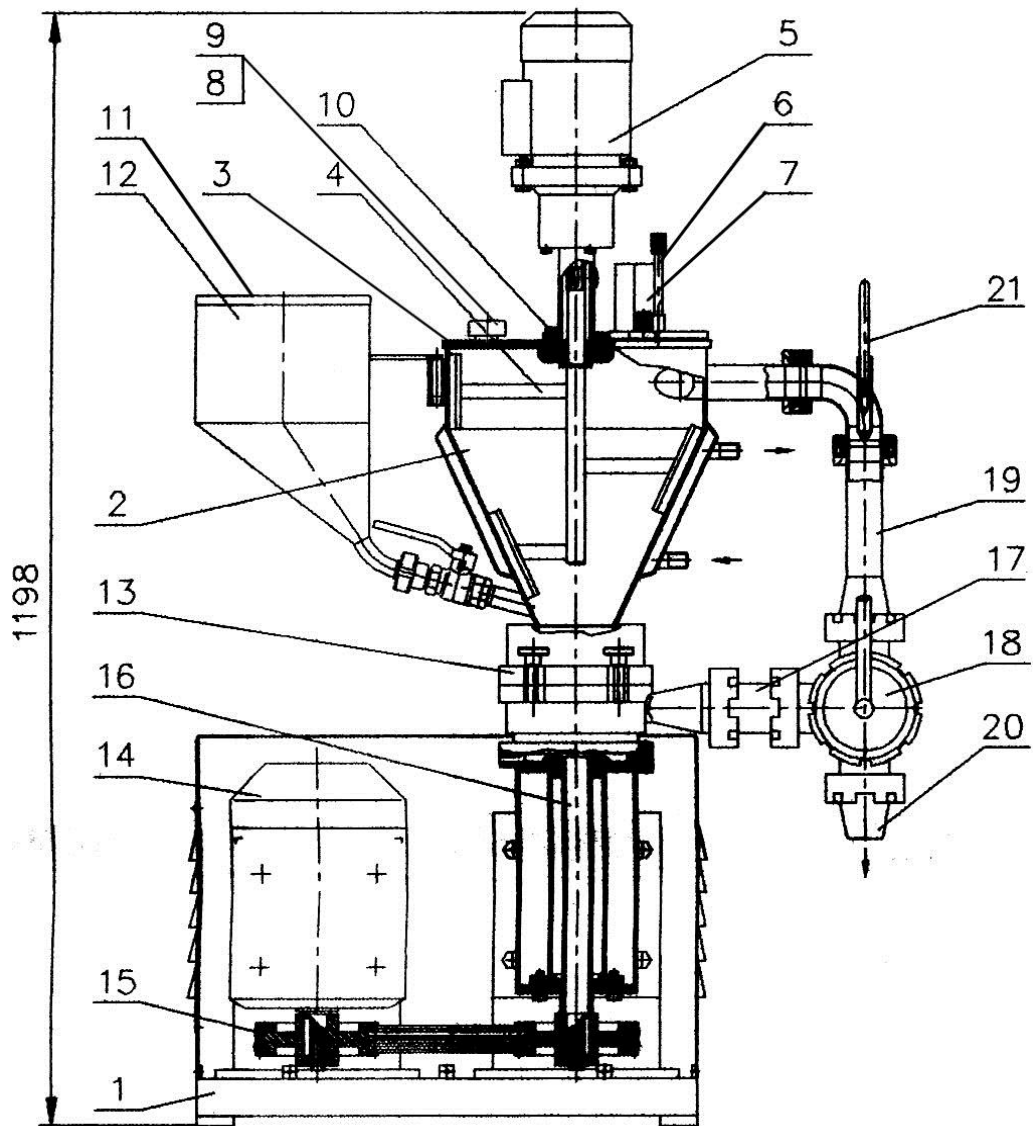


Рис. 1.5. Апарат марки Я5-ОЭВ для змішування і термічної обробки продуктів:

1 – рама; 2 – робоча ємкість; 3 – кришка; 4 – мішалка; 5 – мотор – редуктор; 6 – скло оглядове; 7 – вакуумметр; 8 – клапан; 9 – рукав; 10 – ущільнення; 11, 12 – лійка; 13 – пристрій емульгуючий; 14 – двигун; 15 – пасова передача; 16 – вал проміжний; 17 – трубопровід; 18 – кран триходовий; 19 – трубопровід; 20 – патрубок вихідний; 21 – термометр.

Для підвищення ефективності теплообміну і перемішування в установці ГУРТ-300/160 передбачена рамна мішалка зі скребком. В установках

передбачена можливість аерування продукту шляхом вприскування газу (в молочній промисловості використовується переважно азот).

Схожа за будовою і принципом роботи установка розроблена ВАТ «Оскон» (Росія) установка для отримання пастоподібних продуктів на білковій основі - машина з автономним блоком підготовки гарячої води. Вона складається з насоса-змішувача, бункера приготування і термізації продукту, компактного пульта управління (рис. 1.4)

Всі вузли даної машини змонтовано на рамі з неіржавіючої сталі. Як і інші аналогічні конструкції на базі системи ротор-статор, установка «Оскон» забезпечує подрібнення оброблюваного продукту, співмірне з колоїдним млином в поєднанні з ефективною тепловою обробкою.

Аналогічною до попередньої є гідродинамічна установка марки ГД-600 розробки фахівців заводу «Молмаш» (Росія). Дана установка, призначена для вироблення високодиспергованих і гомогенних продуктів з однорідною структурою. Установка здійснює операції перемішування, подрібнення і термічної обробки харчових продуктів, як: сиркові пасти, сирні креми, маргарини, майонези, кетчупи і соуси, овочеві пасти, молочну карамель, фруктові-ягідні наповнювачі.

Вузол термічної обробки і змішування компонентів емульсора роторно-вихрового Я5-ОЭВ має робочу ємкість із шарнірною кришкою і теплообмінною сорочкою, у яку може подаватися гаряча вода чи пара, а також холодна вода. У середині робочої ємкості розташована лопатева скребкова мішалка, привід якої встановлений на шарнірній кришці.

Особливістю таких апаратів є наявність емульгуючого пристрою, в якому проходить механічна обробка продуктів, що забезпечує рівномірність розподілення концентрацій компонентів, циркуляцію продукту по замкнутому контурі, а отже рівномірну теплову і механічну обробку, а також механізоване вивантаження продукту з ємкості (рис. 1.6).

Емульгуючий пристрій емульсора Я5-ОЭВ виконаний у виді роторно-вихрового апарата з насосною вставкою. Вихідний патрубок емульгуючого

пристрою з'єднаний з циркуляційним трубопроводом. Мінімальний зазор між ротором 1 і корпусом 5 становить від $0,2 \div 0,4$ мм, число обертів ротора – 3000об/хв.

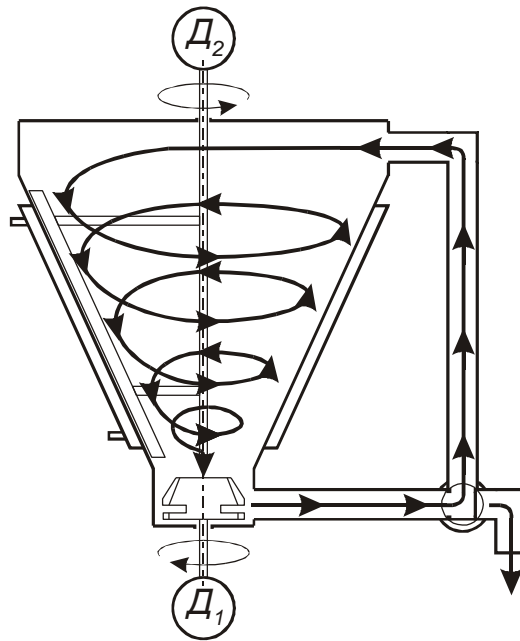


Рис. 1.6. Схема руху матеріалу в апаратах із циркуляційним контуром типу Я5-ОЕВ.

Таким чином, конструкція апаратів з емульгуючим пристроєм і з циркуляційним контуром дозволяє суттєво зменшити витрати потужності електродвигуна на механічну обробку і підвищити її ефективність за рахунок багатократної обробки при відсутності застійних зон.

1.3. Теоретичний аналіз обробки плавленого сиру в емульгуючому пристрої

Процес механічної обробки сирної маси в емульгуючому пристрої можна розглядати як два незалежних процеси:

механічна обробка при термічній обробці в ємкості;

механічна обробка в парі ротор статор.

Загальні витрати потужності N можна описати рівнянням:

$$N = N_{p-c} + N_M,$$

де N_{p-c} - витрата потужності в парі ротор-статор;

N_M - витрата потужності на привід мішалки.

Основна механічна обробка продукту проходить в парі ротор-статор, що забезпечує диспергування, інтенсивне змішування компонентів і циркуляцію продукту по замкнутому контурі. Таку, чи подібну конструкцію мають роторно-вихрові машини різних фірм, які застосовуються для термомеханічної обробки харчових продуктів (десертні маси, сири, кетчупи, майонези) [12].

Не дивлячись на це не створено відповідної теоретичної і експериментальної бази для їх розробки. З одного боку роботу плавителя можна розглядати як роботу мішалки в обмеженому просторі. Оскільки сиркова маса відноситься до неньютонівських рідин, то для опису її поведінки можна застосувати граничне напруження зсуву і ефективну в'язкість. Загально прийнятими залежностями для визначення потужності, що пропонуються Ф. Стренком, Н. Мюллером-Фішером, В.М. Червяковим, В.Ф. Юдаєвим [13] випадках є критеріальні рівняння типу:

$$Eu = f(Re, Fr),$$

де $Eu = \frac{\Delta p}{\omega^2 \cdot \rho} = \frac{N}{n^3 \cdot d^5 \rho}$ - критерій Ейлера;

$Re = \frac{n \cdot d^2 \cdot \rho}{\eta}$ - критерій Рейнольдса;

$$Fr = \frac{n^2 \cdot d}{g} - \text{критерій Фруда};$$

ω - кутова швидкість мішалки, рад/с;

Δp - різниця тисків, Па;

ρ - густина продукту, кг/м³;

η - в'язкість продукту, (Па·с).

n - число обертів мішалки, 1/с;

d - діаметр мішалки, м.

Проте необхідно зазначити, що дані рівняння не відповідають в повній мірі процесам, які проходять. Очевидно, критерій Фруда на цей процес впливати не буде, оскільки вплив гравітації буде не суттєвим. Харчові продукти, що піддаються обробці, в основному відносяться до неньютонівських рідин, а багато з них включають тверді частинки [14]. Запропонований при виведенні рівняння потужності для пластичних речовин [15] критерій

Хенстрема $He = \frac{\tau_0 \cdot \rho \cdot d^2}{\eta^2}$ (тут: τ_0 - граничне напруження зсуву) у випадку

в'язких рідин можна використати для перемішування, проте процес обробки характеризується також структуроутворенням. Значна частина енергії витрачається не тільки на переміщення маси, а також на її руйнування.

Для визначення витрат потужності на обробку та розрахунку плавителів сиру необхідно встановити відповідні критеріальні залежності, а також одержати відповідні дослідні константи для сиркових мас.

1.4. Основні технологічні процеси при виробництві сиру, види сировини і її характеристики

При виробництві твердих сирів базовими є наступні технологічні процеси.

Приймання молока – визначення його якості і сортування. Приймання молока здійснюється в три етапи (вранішнє, обіднє, вечірнє) і забезпечується приймальним відділенням сирзаводу та лабораторією. Основним обладнанням, розміщеним в ньому, є прийомні ванни та насосні установки.

Підготовка молока до переробки – очистка, пастеризація, нормалізація молока. Для виконання даних операцій застосовується наступне технологічне обладнання: сепаратори-молокоочищувачі, пастеризаційно-охолоджувальні установки, сепаратори-вершковідділювачі, танки для молока. Причому, кількість сепараторів та пастеризаційно-охолоджувальних установок приймається з запасом для забезпечення їх миття без зупинки технологічного процесу заводу.

Сквашування, обробка згустку і сирного зерна – забезпечується сировиготовлювачами. Формування сирних головок. Здійснюється за допомогою формовочних апаратів. Пресування сиру здійснюється в спеціальних пресах. В залежності від типу сиру пресування повинно забезпечуватись від 2-х до 12-годин. Фінішними операціями є соління сиру, миття сирних головок, і дозрівання. Основними видами сировини є молоко та полімерна фасувальна плівка.

У випадку коли виготовляється ковбасний плавлений сир, бруски сиру на початковому подрібнюються, подаються до змішувача-подрібнювача, в якому змішується з іншими складниками та проходить термообробку. Подрібнений плавлений подається до фасувально-пакувального автомата, після якого батони подаються на коптильну камеру.

Характеристики молока:

- жирність: 3,8-0,8%
- теплопровідність: 0,48...0,54 Вт/(м*К)
- теплоємність: 3,85...3,99 кДж/(кг*К)
- динамічна в'язкість $3,5...1,8*10^3$ Па*с.

1.5. Висновки

Мета роботи: є зменшення енергозатрат при обробленні сиру у плавителі із розробленням необхідних технічних рішень з плавителя сиру ПС-40.

Об'єкт, методи та джерела дослідження. Основним об'єктом дослідження є процес гідромеханічна обробка сирної маси у плавителі ПС-40. Методи виконання роботи: економіко-статистичний, графічний, порівняльний, математичного моделювання; теоретико-емпіричний.

Основними задачами, які вирішуються в даній дипломній роботі, є: аналіз аналогів і модернізація плавителя сиру марки ПС-40, розробка заходів з монтажу його ремонту і технічного обслуговування, дослідження впливу особливостей конструкції робочих органів ротора та технологічних режимів роботи на процес оброблення рецептурної сирної маси, розробка заходів з техніки безпеки при експлуатації технологічного обладнання потокової лінії виготовлення плавленого сиру, вирішення питань охорони навколишнього середовища і безпеки життєдіяльності.

2. Технологічна частина

2.1. Вибір технологічної схеми виготовлення ковбасних сирів

У роздрібному продажі ковбасний сир розфасований батонами із оболонками з неорганічних матеріалів.

В процесі виробництва сирів такого типу, до роздробленого сиру вносяться смакові добавки і ретельно їх вимішують і подрібнюють. Подрібнену масу плавлять і розфасовують, часто не охолоджуючи. Ковбасні сири немасових сортів обробляють у термокамерах.

Виробництво ковбасних сирів в значній мірі аналогічне виробництву плавлених сирів. Проте є ряд технологічних виробничих нюансів, які відрізняють ці два типи продуктів. Розглянемо послідовність технологічних етапів.

Підготовка рецептурної маси. Основними складниками для виробництва ковбасних сирних виробів є: традиційні сири з недоліками структури і зовнішнього вигляду, творог, молочний жир, вершкове масло, спеції і багато інших добавок, в тому числі для плавлення рецептурної сирної суміші. Основні складники рецептурної суміші подрібнюються у апаратах типу Штефана або на вовчках. Далі рецептурну суміш замішують і відправляють на вистоювання. При цьому відбувається ферментування суміші.

Дозрівання рецептурної сирної суміші. Під час дозрівання відбувається взаємопроникнення складників суміші. Солі плавителів забезпечують набрякання білку і таким чином спрощують процес плавлення рецептурної сирної суміші і забезпечують гомогенність продукту.

Плавлення сирної маси здійснюють у спеціальних казанах, у яких за рахунок нагрівання до 80 °С і ретельного перемішування рецептурна суміш набуває належних органолептичних характеристик.

Ковбасні сири розасовують у спеціальні оболонки за допомогою вакуум шприців. Наповнені батони закліпсовують дрововим матеріалом за допомогою спеціальних приспособлень .

Після фасування батони ковбасного сиру підвішують на спеціальні гаки, після чого доводять температуру до 18-30°C у холодильниках.

Охолоджений ковбасний сир потім закопчують димом зі стружки фруктових дерев за температури 40-65 °C у спеціальних камерах. Якщо немає стружки фруктових дерев, використовують стружку будь-яких порід дерев, окрім хвойних. У випадку масових сортів ковбасних сирів процес коптіння виконують не завжди, але тоді вносять у продукт препарат рідкого диму.

Після завершення технологічного циклу батони ковбаснийного сиру пакують у ящики і відправляють у торгівлю.

2.2. Опис технологічної операції, яка виконується на плавителі

У робочій ємності попередньо, за допомогою вакуумного насоса створюється розрідження. При обертанні турбінки і лопатевої мішалки вихідні компоненти дозуються за допомогою запірної молочної арматури в емульгуючий пристрій. Проходячи в робочому зазорі між турбінкою та відбивачем компоненти інтенсивно змішуються та емульгуються.

Емульгований продукт за допомогою насосної вставки подається по циркуляційному трубопроводі тангенціально на внутрішню стінку робочої ємності. У ємності він падається термічній обробці. Для уникнення пригорання білкової маси до стінки передбачена спеціальна низькооборотна скребкова мішалка з капролоновими скребками.

2.3. Заходи з модернізації плавителя сиру ПС-40

Одним із найважливіших вузлів плавителя, який в значній мірі визначає його роботу, є вузол ротора. Даний вузол забезпечує гідромеханічну обробку сирної маси і її циркуляцію по робочому контурі апарату. У модернізованому плавителі запропоновано змінити геометричні параметри конструкції ротора, а саме збільшити кількість пазів з 10 до 12 та надати їм нахилу 10° до

вертикальної осі. Це дозволить інтенсифікувати гідромеханічний вплив на оброблювану сирну масу, досягти зростання швидкості її транспортування і, як наслідок, інтенсифікувати теплообмінні процеси в плавителі.

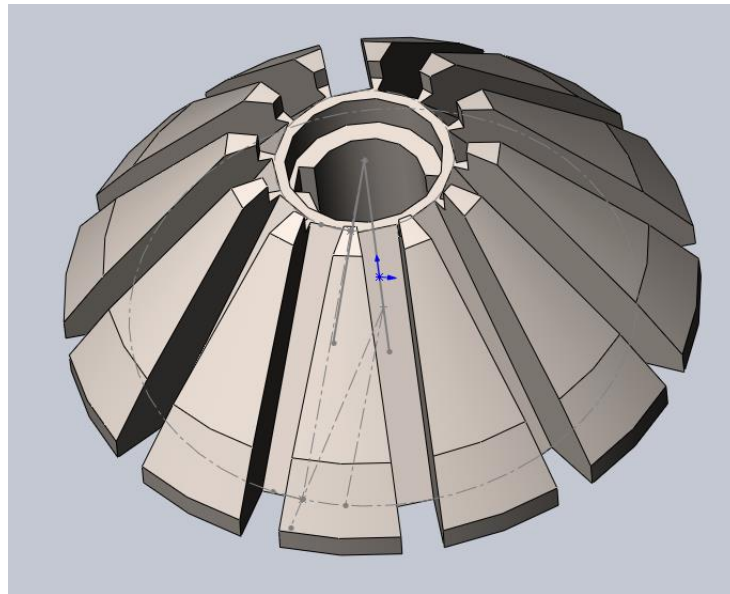


Рис.2.1. Схема модернізованого ротора плавителя сиру ПС-40

2.4. Технологічний розрахунок плавителя сиру ПС-40

Продукт: сиркова маса. Процес - нагрівання. Температурні режими обробки:

початкова температура: $t_1 := 8 \text{ } ^\circ\text{C}$. Кінцева температура: $t_2 := 70 \text{ } ^\circ\text{C}$

Тривалість циклу роботи установки 1 год на зміну із продуктивністю $\underline{G} := 250 \text{ кг/год.}$

Густина маси $\rho := 1180 \text{ кг/м}^3$ Динамічна в'язкість маси $\mu := 14.2 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$

Питома теплоємність маси $c_{\text{см}} := 3880 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$

Для нагрівання застосуємо воду з початковою температурою $t_{\text{В}1} := 95 \text{ } ^\circ\text{C}$

і кінцевою температурою: $t_{\text{В}2} := 20 \text{ } ^\circ\text{C}$

Необхідно підвести теплоту:

$$Q := \left| \frac{G}{3600} \cdot c_{\text{см}} \cdot (t_2 - t_1) \right| \quad Q = 1.671 \times 10^4 \text{ Дж/с}$$

Визначимо потребу в нагріваючій воді.

Питома теплоємність води $c_{\text{В}} := 4190 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$

$$M_{\text{В}} := \left| \frac{Q}{c_{\text{В}} \cdot (t_{\text{В}2} - t_{\text{В}1})} \right| \quad M_{\text{В}} = 0.053 \text{ кг/с}$$

3. Конструктивна частина

3.1. Будова і принцип роботи плавителя сиру ПС-40

Плавитель сиру марки ПС-40 містить раму, на якій встановлена робоча ємність, оснащена теплообмінною сорочкою з тепловою ізоляцією. Робоча ємність закривається відкидною шарнірно закріпленою кришкою.

У середині ємності встановлена мішалка зі скребковими ножами, що плавають. Привід мішалки складається з хвильового мотор - редуктора, що з'єднується з мішалкою за допомогою муфти.

Проходячи в робочому зазорі між турбінкою та відбивачем компоненти інтенсивно змішуються та емульгуються.

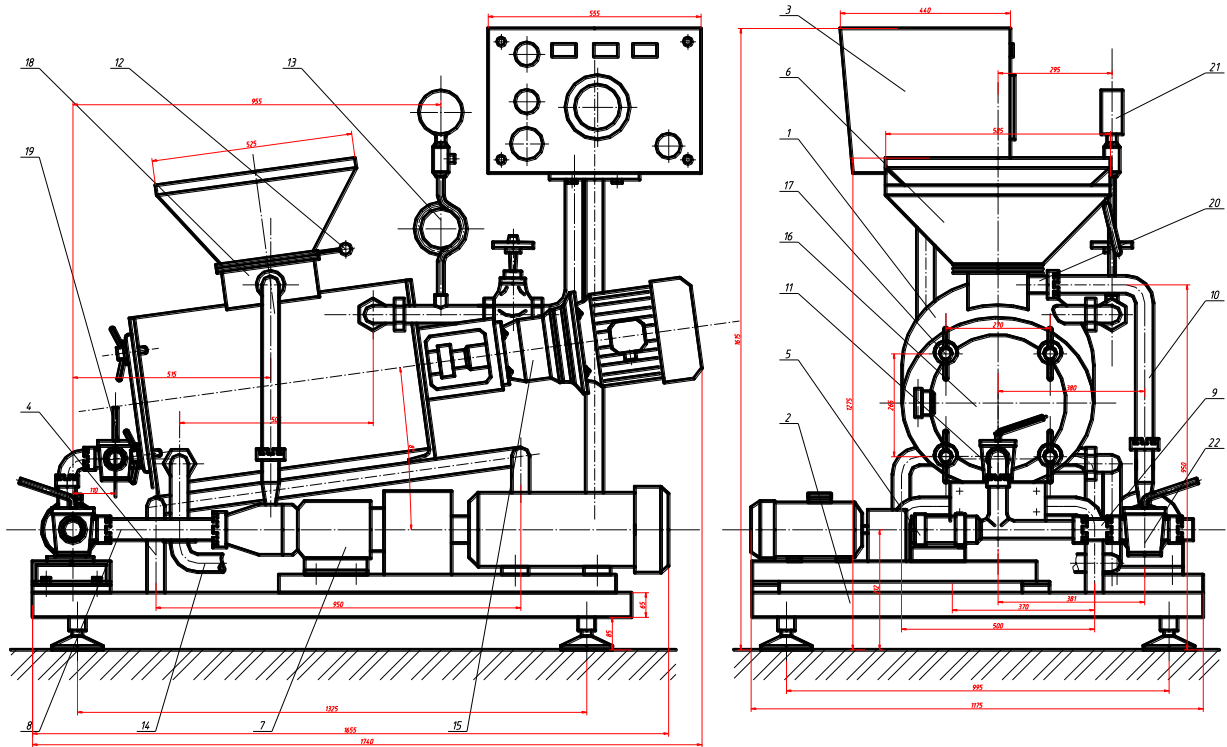


Рис. 3.1 Плавитель сиру марки ПС-40:

1 - секція, 2 - основа, 3 - пульт керування, 4 - рама, 5 - установка електронасосна, 6-бункер завантажувальний, 7-агрегат диспергаційний, 8 - трубопровід, 9 - трубопровід, 10 - трубопровід, 11-трубопровід, 12-засувка, 13-вентиль, 14-конденсатовідвідники, 15-мотор-редуктор мішалки, 16 -кришка

відкидна 17 - зажим різьбовий, 18 - горловина, 19 - кран прохідний, 20 - патрубок вхідний; 21 - манометр, 22 - кран триходовий.

Кришка ємкості оснащена оглядовим склом, запобіжним клапаном, вакуумметром і патрубком, з'єднаним рукавом з вакуумним насосом. Привідний вал мішалки герметизовано подвійним манжетним ущільненням.

У нижній частині місткості встановлене знімне коліно з патрубками, що з'єднані за допомогою запірної молочної арматури з лійками для подачі компонентів. Коліно за допомогою фланця закріплено на кришці емульгуючого пристрою.

Вихідний патрубок корпуса емульгуючого пристрою з'єднаний трубопроводом і триходовим краном з циркуляційним і вихідним патрубками.

Емульгуючий пристрій складається зі знімної кришки і корпуса, що за допомогою перехідника з'єднаний із фланцем електродвигуна. У середині корпуса установлений відбивач. На валу електродвигуна за допомогою проміжного вала установлена профільний ротор і насосна вставка.

Корпус емульгуючого пристрою герметизировано ущільненням.

При обертанні турбінки і лопатевої мішалки вихідні компоненти дозуються за допомогою запірної молочної арматури в емульгуючий пристрій.

Емульгований продукт за допомогою насосної вставки подається по циркуляційному трубопроводі тангенціально на внутрішню стінку робочої ємкості.

3.1. Енергетичний розрахунок плавителя сиру ПС-40

Привід ротора будем здійснювати за допомогою електричного двигуна через клинопасову передачу.

Розрахункова потужність електродвигуна ротора визначається за формулою:

$$N_{зд} = \frac{N_{пит} \cdot V_{роб} \cdot \rho_{мс}}{\eta_{пр} \cdot \eta_{ед}}$$

Де $N_{пит}$ - питомі затрати потужності на гідродинамічну обробку рецептурної суміші;

$$N_{пит} := 9.4 \quad (\text{Вт/кг})$$

Геометрична місткість плавителя:

$$V_{геом} := 0.29 \quad (\text{м}^3)$$

Коефіцієнт заповнення:

$$\psi_{зап} := 0.86$$

Робочий об'єм:

$$V_{роб} := V_{геом} \cdot \psi_{зап} \quad V_{роб} = 0.249 \quad (\text{м}^3)$$

$\eta_{пр}$ - коефіцієнт корисної дії приводу.

$$\eta_{пр} = \eta_{пп} \cdot \eta_{підш}^2$$

$\eta_{пп}$ - коефіцієнт корисної дії пасової передачі $\eta_{пп} := 0.85$

$\eta_{підш}$ - коефіцієнт корисної дії підшипникових опор $\eta_{підш} := 0.99$

$$\eta_{пр} := \eta_{пп} \cdot \eta_{підш}^2 \quad \eta_{пр} = 0.833$$

$\eta_{ед}$ - коефіцієнт корисної дії електродвигуна $\eta_{ед} := 0.95$

ρ - густина сирної маси $\rho := 1180 \quad (\text{кг/м}^3)$

$$N_{зд} := \frac{N_{пит} \cdot V_{роб} \cdot \rho}{\eta_{пр} \cdot \eta_{ед}} \quad N_{зд} = 3.495 \times 10^3 \quad (\text{Вт})$$

Привід ротора плавителя сиру ПС-40 будемо здійснювати від асинхронного електродвигуна марки 4A100M2P2 з наступними характеристиками:

робоча потужність $N_{дв} := 3.5 \quad (\text{кВт})$

частота обертання вала $n_{дв} := 3000 \quad (\text{об/хв})$

3.2. Кінематичний аналіз плавителя сиру ПС-40

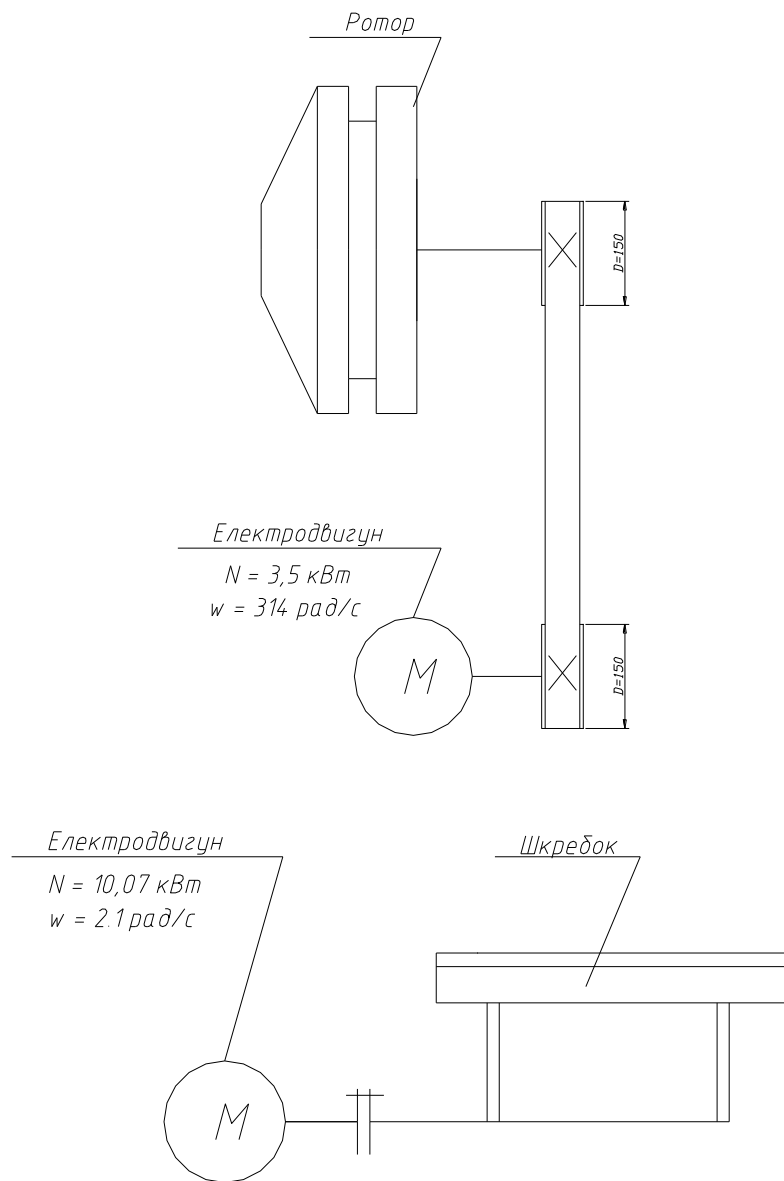


Рисунок 3.2.– Кінематична схема плавителя сиру ПС-40.

Кінематична схема плавителя сиру ПС-40 складається з електродвигуна, від якого рух передається через клинопасову передачу на вал з муфтою і далі через редуктор на вертикальний вал з барабаном.

Для передачі крутного моменту на циліндри використаєм пасову передачу і редуктор. Розрахуем необхідне передаточне число.

Частота обертання ротора: $n := 3000$ об/хв

Необхідне передаточне число:

$$u_{\text{необх}} := \frac{n_{\text{дв}}}{n} \qquad u_{\text{необх}} = 1$$

Виберем діаметри шківів пасової передачі:

$$D_{\text{п2}} := 0.152 \quad (\text{м})$$

$$D_{\text{п1}} := 0.152 \quad (\text{м})$$

Передаточне число пасової передачі:

$$u_{\text{п}} := \frac{D_{\text{п2}}}{D_{\text{п1}}} \qquad u_{\text{п}} = 1$$

Приймаєм ділительний діаметр веденого шківів:

$$D_{\text{л1}_2} := 0.147 \quad (\text{м})$$

Необхідний ділительний діаметр ведучого колеса: $D_{\text{л1}_1} := \frac{D_{\text{л1}_2}}{u_{\text{п}}} \quad D_{\text{л1}_1} = 0.147 \quad (\text{м})$

Попередньо кутові швидкості обертання валів:

$$\text{-вала електродвигуна: } \omega_{\text{дв}} := n_{\text{дв}} \cdot 360 \cdot \frac{\pi}{180} \cdot \frac{1}{60} \qquad \omega_{\text{дв}} = 314.159 \quad (\text{рад/с})$$

$$\text{-веденого вала пасової передачі: } \omega_{\text{пв}} := \frac{n_{\text{дв}}}{u_{\text{п}}} \cdot 360 \cdot \frac{\pi}{180} \cdot \frac{1}{60} \qquad \omega_{\text{пв}} = 314.159 \quad (\text{рад/с})$$

3.3. Розрахунок ротора плавителя сиру ПС-40

ν кінематична в'язкість, м²/с

$\gamma_{\text{ТВ}} := 1180$ кг/м³ - густина творогу

$\eta_0 := 10$ Па с - динамічна в'язкість

$$\nu := \frac{\eta_0}{\gamma_{\text{ТВ}}} \quad \nu = 8.475 \times 10^{-3}$$

$d := 0.12$ м діаметр ротора при основі

$n := \frac{3000}{60}$ 1/с, частота обертання ротора $n = 50$ $d^2 = 0.014$

$$\omega := 2\pi \cdot n \quad \omega = 314.159$$

$N := 366$ Вт - споживана потужність

$\tau := 9.03$ Па - граничне напруження зсуву

$h := 0.049$ м висота ротора

$\delta_{\text{верхнє}} := 0.0264$ м - ширина зазору між впадиною ротора і статора вверху

$\delta_{\text{нижнє}} := 0.0139$ м - ширина зазору між впадиною ротора і статора внизу

$\rho_{\text{л}} := 7800$ кг/м³ - густина матеріалу ротора

$b_{\text{пз}} := 0.006$ м - ширина паза

$h_{\text{пз}} := 0.0125$ м - приблизна глибина паза внизу

$z_{\text{пз}} := 12$ кількість пазів

$z := 12$ кількість виступів

$$b_{\text{нж.вист}} := \frac{\pi \cdot d}{12} - b_{\text{пз}} \quad b_{\text{нж.вист}} = 0.025 \quad \text{м - ширина}$$

виступу в нижній частині

$$m_{\text{пиг}} = \frac{m_{\text{турб}}}{d} \quad \text{кг/м - питома маса ротора}$$

$$m_{\text{турб}} = \rho_{\text{л}} \cdot V_{\text{турб}}$$

Спрощено об'єм ротора можна визначити за формулою

$$\text{радіус ротора знизу} \quad r_1 := \frac{d}{2} \quad r_1 = 0.06$$

$$\text{радіус ротора зверху} \quad r_2 := \frac{0.052}{2} \quad r_2 = 0.026$$

$$V_{\text{турб}} := \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot h \cdot (r_1^2 + r_1 \cdot r_2 + r_2^2) \quad V_{\text{турб}} = 2.995 \times 10^{-4}$$

$$m_{\text{турб}} := \rho_{\text{л}} \cdot V_{\text{турб}} \quad m_{\text{турб}} = 2.336 \quad (\text{кг})$$

$$m_{\text{пиг}} := \frac{m_{\text{турб}}}{d} \quad m_{\text{пиг}} = 19.465 \quad (\text{кг/м})$$

$$\alpha := 49 \cdot \frac{\pi}{180} \quad \text{приведений кут нахилу твірної}$$

$$\phi := 30 \cdot \frac{\pi}{180} \quad \text{кут нахилу паза}$$

Лінійна швидкість ротора знизу:

$$V_{\text{нж}} := \pi \cdot d \cdot n \quad V_{\text{нж}} = 18.85 \quad (\text{м/с})$$

Площа поперечного перерізу всіх каналів

$$F_{\text{нжз}} := z \cdot b_{\text{пз}} \cdot h_{\text{пз}} \quad F_{\text{нжз}} = 0.0009 \quad (\text{м}^2)$$

Лінійна швидкість течії в каналі

$$v_{\text{нжк}} := \frac{V_{\text{нж}}}{\sin(\phi) \cdot \cos(\alpha)} \quad v_{\text{нжк}} = 57.463 \quad (\text{м/с})$$

Витрата

$$Q_{\text{с}} := v_{\text{нжк}} \cdot F_{\text{нжз}} \quad Q_{\text{с}} = 0.052 \quad (\text{м}^3/\text{с})$$

$$\text{Об'єм маси в плавителі при масі} \quad \underline{\underline{m}} := 5 \quad (\text{кг})$$

$$V_{\text{маси}} := \frac{m}{\gamma_{\text{ТВ}}} \quad V_{\text{маси}} = 4.237 \times 10^{-3} \text{ (м}^3\text{)}$$

Тривалість транспортування (одного циклу обробки)

$$\frac{V_{\text{маси}}}{Q_c} = 0.082$$

Лінійна швидкість ротора зверху:

$$d_{\text{вр}} := 0.045$$

$$V_{\text{вр}} := \pi \cdot d_{\text{вр}} \cdot n \quad V_{\text{вр}} = 7.069 \text{ (м/с)}$$

Площа поперечного перерізу всіх каналів

$$h_{\text{ПЗВ}} := 0.009$$

$$F_{\text{врз}} := z \cdot b_{\text{ПЗ}} \cdot h_{\text{ПЗВ}} \quad F_{\text{врз}} = 0.000648 \text{ (м}^2\text{)}$$

Лінійна швидкість течії в каналі

$$v_{\text{врк}} := \frac{V_{\text{вр}}}{\sin(\phi) \cdot \cos(\alpha)} \quad v_{\text{врк}} = 21.549 \text{ (м/с)}$$

Витрата

$$Q_{\text{вс}} := v_{\text{врк}} \cdot F_{\text{врз}} \quad Q_{\text{вс}} = 0.014 \text{ (м}^3\text{/с)}$$

Об'єм маси в плавителі при масі $m_{\text{м}} := 5 \text{ (кг)}$

$$\frac{V_{\text{маси}}}{\gamma_{\text{ТВ}}} := \frac{m}{\gamma_{\text{ТВ}}} \quad V_{\text{маси}} = 4.237 \times 10^{-3} \text{ (м}^3\text{)}$$

Тривалість транспортування (одного циклу обробки)

$$\frac{V_{\text{маси}}}{Q_{\text{вс}}} = 0.303$$

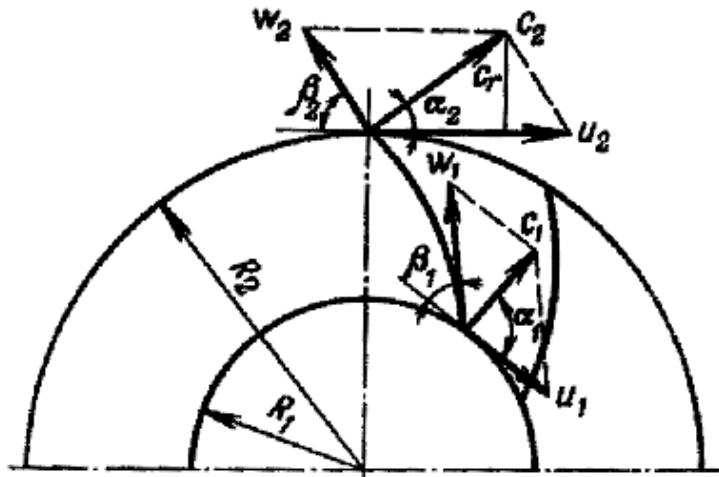


Рисунок 3.3. – Принципова схема ротора

Для аналізу роботи ротора розглянемо один з каналів робочого колеса, обмежений двома сусідніми лопатками. При роботі насоса кожна частинка рідини в цьому каналі рухається уздовж лопатки з відносною швидкістю w , обертаючись одночасно разом з робочим колесом навкруги осі насоса з окружною швидкістю u . Абсолютна швидкість частинки рідини в даному каналі є геометричною сумою швидкостей w і u .

З механіки відомо, що зміна в одиницю часу моменту кількості руху рівна моменту рівнодіючої зовнішніх сил, діючих на систему. Позначивши через G масу рідини, що проходить через колесо насоса в одиницю часу, одержимо:

$$G (R_2 c_2 \cos \alpha_2 - R_1 c_1 \cos \alpha_1) = M$$

де R_1 і r_2 внутрішній і зовнішній радіуси колеса. В нашому випадку M обертаючий момент, тому, якщо кутова частота обертання колеса рівна ω , то потужність, передана рідині лопатками колеса за відсутності втрат, виразиться так:

$$M\omega = GgH_T,$$

де H_T теорети $c_2 = V_{вр} \cdot \cos(\phi)$ ворюваний колесом насоса.

$$G \cdot \left(\frac{d}{2} \cdot V_{нж} \cdot \cos(\phi) \cdot \cos(\phi) - \frac{d_{вр}}{2} \cdot V_{вр} \cdot \cos(\phi) \cdot \cos(\phi) \right) = M$$

Загальний момент на двигуні:

$$w := V_{нж} \cdot \sin(\phi)$$

$$M_{дв} := 1.8 \quad (\text{Нм})$$

$$g := 9.81 \quad (\text{м/с}^2) \quad w = 9.425$$

$$F_{н1} := 0.0123 \cdot 0.006 \cdot 12$$

$$Q_{н} := w \cdot F_{н1} \quad Q_{н} = 8.347 \times 10^{-3}$$

$$G := Q_H \cdot \gamma_{ТВ} \quad G = 9.849$$

Реактивний момент від перетирання маси розрахуємо за формулою:

$$M_{\text{пр}} = \tau \cdot F \cdot R_{\text{ср}}$$

$$\text{де } R_{\text{ср}} = \frac{(R_{\text{прн}} + R_{\text{прв}})}{2} \quad \text{середній радіус зони передирання (зрізання)}$$

$$R_{\text{прн}} := 0.059 \quad (\text{м}) - \text{нижній радіус зони перетирання}$$

$$R_{\text{прв}} := 0.035 \quad (\text{м}) - \text{верхній радіус зони перетирання}$$

$$R_{\text{ср}} := \frac{(R_{\text{прн}} + R_{\text{прв}})}{2} \quad R_{\text{ср}} = 0.047 \quad (\text{м})$$

$$\text{висота зони перетирання } h_{\text{пр}} := 0.04$$

довжина твірної зрізаного конуса:

$$L_{\text{ТВ}} := \sqrt{h_{\text{пр}}^2 + (R_{\text{прн}} - R_{\text{прв}})^2} \quad L_{\text{ТВ}} = 0.047$$

Площа зони перетирання

$$F := \pi \cdot L_{\text{ТВ}} \cdot (R_{\text{прн}} + R_{\text{прв}}) \quad F = 0.014 \quad (\text{м}^2)$$

$$\text{Таким чином: } M_{\text{пр}} := \tau \cdot F \cdot R_{\text{ср}} \quad M_{\text{пр}} = 5.846 \times 10^{-3} \quad (\text{Нм})$$

Тоді крутний момент на транспортування і емульгування сиркової маси без затрат на перетирання маси:

$$M := M_{\text{дв}} - M_{\text{пр}} \quad M = 1.794 \quad (\text{Нм})$$

Об'ємна витрата

$$M := 0.5$$

$$G := \frac{M}{\left(\frac{d}{2} \cdot V_{\text{НЖ}} \cdot \cos(\phi) \cdot \cos(\phi) - \frac{d_{\text{ВР}}}{2} \cdot V_{\text{ВР}} \cdot \cos(\phi) \cdot \cos(\phi) \right)}$$

$$G = 0.686 \quad (\text{кг/с})$$

$$\text{Відповідно об'ємна витрата:} \quad Q := \frac{G}{\gamma_{\text{ТВ}}} \quad Q = 5.813 \times 10^{-4} \quad \text{м}^3/\text{с}$$

Теоретичний напір, що створюється турбінкою:

$$H_{\text{T}} := \frac{M \cdot \omega}{G \cdot g} \quad H_{\text{T}} = 23.344 \quad (\text{м})$$

$$\text{Відповідно гідростатичний тиск:} \quad P := \gamma_{\text{ТВ}} \cdot g \cdot H_{\text{T}} \quad P = 2.702 \times 10^5 \quad (\text{Па})$$

Розрахунок гідравлічних втрат на трубопроводі [мачихин, листочки]

Трубопровід має кілька секцій з різною довжиною і діаметрами.

$$d_1 := 0.050 \quad (\text{м}) \quad L_1 := 0.176 + 0.101 \quad L_1 = 0.277 \quad (\text{м})$$

$$d_2 := 0.032 \quad (\text{м}) \quad L_2 := 0.198 + 0.209 \quad L_2 = 0.407 \quad (\text{м})$$

а також одне розширення, одне звуження і два повороти на 90° (треба врахувати)

Середня об'ємна швидкість на участку 1:

$$V_1 := Q \cdot \frac{4}{\pi \cdot d_1^2} \quad V_1 = 0.296 \quad (\text{м/с})$$

$$\text{Режим руху} \quad Re' := \frac{V_1 \cdot d_1 \cdot \gamma_{\text{ТВ}}}{\eta_0} \quad Re' = 1.747$$

$$\text{Узагальнений коефіцієнт лінійного опору} \quad \lambda' := \frac{200}{Re'} \quad \lambda' = 114.503$$

$$\text{Втрати напору на ділянці 1} \quad \Delta p_1 := \lambda' \cdot \left(\frac{\gamma_{\text{ТВ}}}{d_1} \right) \cdot \frac{V_1^2}{2} \cdot L_1 \quad \Delta p_1 = 3.28 \times 10^4 \quad (\text{Па})$$

Середня об'ємна швидкість на участку 2:

$$V_2 := Q \cdot \frac{4}{\pi \cdot d_2^2} \quad V_2 = 0.723 \quad (\text{м/с})$$

$$\text{Режим руху} \quad Re' := \frac{V_2 \cdot d_2 \cdot \gamma_{\text{ТВ}}}{\eta_0} \quad Re' = 2.729$$

Режим руху $\underline{\underline{Re'}} := \frac{V_2 \cdot d_2 \cdot \gamma_{\text{ТВ}}}{\eta_0} \quad Re' = 2.729$

Узагальнений коефіцієнт лінійного опору $\underline{\underline{\lambda'}} := \frac{200}{Re'} \quad \lambda' = 73.282$

Втрати напору на ділянці 1 $\Delta p_2 := \lambda' \cdot \left(\frac{\gamma_{\text{ТВ}}}{d_2} \right) \cdot \frac{V_2^2}{2} \cdot L_2 \quad \Delta p_2 = 2.873 \times 10^5 \text{ (Па)}$

Загальні втрати напору на лінійних ділянках $\Delta p_{\text{лін}} := \Delta p_1 + \Delta p_2$

$$\Delta p_{\text{лін}} = 3.201 \times 10^5$$

$$\frac{\Delta p_{\text{лін}}}{(\gamma_{\text{ТВ}} \cdot g)} = 27.65$$

$$p := \frac{\tau \cdot 4 \cdot L_2}{d_2} \quad p = 459.401$$

Критерій Рейнольдса розраховуємо за формулою

$$Re_1 := \frac{V_1 \cdot d_1 \cdot \gamma_{\text{ТВ}}}{\eta_0} \quad Re_1 = 1.747$$

коефіцієнт форми перерізу трубопроводу: $\underline{\underline{A}} := 64$

Коефіцієнт тертя:

$$\lambda_1 := \frac{A}{Re_1} \quad \lambda_1 = 36.641$$

втрати напору (без врахування втрат на повороти і т.д.) $\xi := 1$

$$h_{\text{П1}} := \left(\lambda_1 \cdot \frac{L_1}{d_1} + \xi \right) \cdot \frac{V_1^2}{2g} \quad h_{\text{П1}} = 0.911$$

Критерій Рейнольдса розраховуємо за формулою

$$Re_2 := \frac{V_2 \cdot d_2 \cdot \gamma_{\text{ТВ}}}{\eta_0} \quad Re_2 = 2.729$$

коефіцієнт форми перерізу трубопроводу: $\underline{\underline{A}} := 64$

Коефіцієнт тертя:

$$\lambda_2 := \frac{A}{\text{Re}_2} \quad \lambda_2 = 23.45$$

втрати напору (без врахування втрат на повороти і т.д.) $\xi := 1$

$$h_{\text{п}2} := \left(\lambda_2 \cdot \frac{L_2}{d_2} + \xi \right) \cdot \frac{V_2^2}{2g} \quad h_{\text{п}2} = 7.968 \quad \frac{V_2^2}{2g} = 0.027$$

$$h_{\text{п}1} + h_{\text{п}2} = 8.879$$

Затрата тиску на створення швидкості потоку 2:

$$\Delta p_{\text{Павлов}1} := \frac{V_1^2 \cdot \gamma_{\text{ТВ}}}{2} \quad \Delta p_{\text{Павлов}1} = 51.71$$

$$\Delta p_{\text{Павлов}2} := \frac{V_2^2 \cdot \gamma_{\text{ТВ}}}{2} \quad \Delta p_{\text{Павлов}2} = 308.216$$

3.4. Розрахунок пасової передачі приводу ротора плавителя сиру ПС-40

Потужність, яку передає передача $N_1 := N_{\text{ДВ}} \quad N_1 = 3.5 \quad (\text{кВт})$ при кутовій швидкості ведучого шківів $\omega_1 := \omega_{\text{ДВ}} \quad \omega_1 = 314.159 \quad (\text{рад/с})$; кутова швидкість веденого вала $\omega_2 := \omega_{\text{ПВ}} \quad \omega_2 = 314.159 \quad (\text{рад/с})$; передача працює в одну зміну при постійному навантаженні.

Передаточне число передачі

$$u := \frac{\omega_1}{\omega_2} \quad u = 1$$

На ведучому шківі обертовий момент:

$$T_1 := \frac{N_1 \cdot 1000}{\omega_1} \quad T_1 = 11.141 \quad (\text{Н*м})$$

Відповідно до рекомендацій [] будемо орієнтуватись на клинові паси нормального перерізу Б. Для тихих пасів за [] маємо площу поперечного перерізу $A := 138 \quad (\text{мм}^2)$, базову довжину $l_0 := 1400 \quad (\text{мм})$ і назначимо розрахунковий діаметр меншого шківів $D_{\text{П1}} := 150 \quad (\text{мм})$
Діаметр веденого шківів

$$D_{\text{П2}} := u_{\text{П}} \cdot D_{\text{П1}} \quad D_{\text{П2}} = 150 \quad (\text{мм})$$

За стандартом беремо розрахунковий діаметр веденого шківів рівним

$$D_{\text{П2}} := 150 \quad (\text{мм})$$

Фактичне передаточне число передачі:

$$u_{\text{Пас}} := \frac{D_{\text{П2}}}{D_{\text{П1}}} \quad u_{\text{Пас}} = 1$$

Швидкість паса

$$v := \omega_1 \cdot \frac{D_{\text{П1}} \cdot 0.001}{2} \quad v = 23.562 \quad (\text{м/с})$$

Орієнтовно беремо міжосьову віддаль:

$$a' := 1.5 \cdot (D_{\text{П1}} + D_{\text{П2}}) \quad a' = 450 \quad (\text{мм})$$

Потрібна довжина паса:

$$l' := 2 \cdot a' + \pi \frac{(D_{п1} + D_{п2})}{2} + \frac{(D_{п2} - D_{п1})^2}{4 \cdot a'} \quad l' = 1.371 \times 10^3 \quad (\text{мм})$$

За стандартом вибираємо розрахункову довжину паса $l_{\text{расч}} := 1400 \quad (\text{мм})$

Дійсна міжосьова відстань, яка відповідає довжині паса:

$$a := \frac{\left[2 \cdot l - \pi(D_{п1} + D_{п2}) + \sqrt{\left[2 \cdot l - \pi(D_{п1} + D_{п2}) \right]^2 - 8 \cdot (D_{п2} - D_{п1})^2} \right]}{8}$$

$$a = 464.381 \quad (\text{мм})$$

Оцінка довговічності паса за числом його пробігів

$$i := \frac{v}{l} \quad i = 0.017 \quad (\text{с}^{-1})$$

що менше від $[i] = 12 \quad (\text{с}^{-1})$

Кут обхвату меншого шківа

$$\alpha_1 := 180 - 57 \cdot \frac{(D_{п2} - D_{п1})}{a} \quad \alpha_1 = 180 \quad \text{о}$$

Допустиму потужність $[P]$ для даного перерізу паса Б визначаємо за []. Для

з [] вибираємо $P_0 := 2.7 \quad (\text{кВт})$

Коефіцієнт

$$C_{\alpha} := 1 - 0.003 \cdot (180 - \alpha_1) \quad C_{\alpha} = 1$$

$$C_1 := \sqrt[6]{\frac{l}{l_0}} \quad C_1 = 1$$

Коефіцієнт $C_p := 1$, а коефіцієнт $C_z := 0.95$ при орієнтовному

$z := 1$

$$IPI := P_0 \cdot C_{\alpha} \cdot C_1 \cdot C_p \cdot C_z \quad IPI = 2.565 \quad (\text{кВт})$$

Необхідне число пасів, що працюють паралельно на шківах передачі:

$$z_{\text{расч}} := \frac{N_1}{IPI} \quad z = 1.365$$

Приймаємо $z_{\text{расч}} := 2$

Силу попереднього натягу віток комплекту клинових пасів визначаємо за формулою:

$$F_0 := \frac{0.85 \cdot N_1 \cdot 1000 \cdot C_1}{v \cdot C_\alpha \cdot C_p} \quad F_0 = 126.263 \quad (\text{H})$$

Тоді навантаження на вали пасової передачі:

$$R_{\text{www}} := 2 \cdot F_0 \cdot \sin\left(\frac{\alpha_1 \cdot \pi}{2 \cdot 180}\right) \quad R = 252.526 \quad (\text{H})$$

3.5. Розрахунок муфти шкребкової мішалки плавителя сиру ПС-40

Виберемо конструктивний варіант муфти із кількістю пальців $z_M := 16$ які розміщені по діаметру $D := 0.15 \text{ м}$.

Потужність двигуна шкребка: $N_{\text{ш}} := 10.07$

Кутова швидкість двигуна шкребка: $\omega_{\text{ш}} := 2.1 \text{ рад/с}$

Обертний момент:

$$T_{\text{ш}} := \frac{N_{\text{ш}} \cdot 1000}{\omega_{\text{ш}}} \quad T_{\text{ш}} = 4795.24 \quad (\text{H}^*\text{м})$$

Навантаження, яке припадає на один палець:

$$F_{\text{п}} := \frac{2 \cdot T_{\text{ш}}}{D \cdot z_M} \quad F_{\text{п}} = 3996.03 \quad (\text{H})$$

Вибираємо конструктивні розміри елементів муфти []:

довжина втулки: $l_B := 0.08 \quad (\text{м})$

діаметр пальця: $d_{\text{п}} := 0.03 \quad (\text{м})$

осьовий зазор між півмуфтами: $c_{\text{www}} := 0.002 \quad (\text{м})$

Умова міцності для втулок муфти:

$$p := \frac{F_{\Pi}}{d_{\Pi} \cdot l_{\text{В}}} \quad p = 1.665 \times 10^6 < [p] = 2.5 \text{ МПа}$$

Умова міцності для пальців муфти при роботі на згин:

$$\sigma := \frac{32 \cdot F_{\Pi} \cdot (0.5 \cdot l_{\text{В}} + c)}{\pi \cdot d_{\Pi}^3} \quad \sigma = 6.332 \times 10^7 < [\sigma] = 70 \text{ МПа}$$

3.6. Заходи з монтажу, експлуатації та технічного обслуговування плавителя сиру ПС-40

3.6.1. Основні заходи з монтажу плавителя сиру ПС-40

Монтаж технологічного обладнання виконують у відповідності з планом розміщення обладнання та відповідних розділів їх технічних паспортів. При цьому строго повинні витримуватись встановлювані розміри машин та їх прив'язка до будівельних конструкцій у відповідності з проектом. Встановлення технологічного обладнання, металоконструкцій і трубопроводів в проектне положення здійснюють з допомогою самохідних стрілових кранів, монтажних мачт, підйомників та стріл, прикріплених до будівельних конструкцій.

Вимоги до монтажу, налагодження, обслуговування та ремонту плавителя сиру ПС-40 нормуються паспортом машини.

Плавитель сиру марки ПС-40 встановлюється так, щоб навколо нього було вільного простору не менше 1 м, а попереду не менше як 1,5 м.

Плавитель сиру марки ПС-40 в упакованому і законсервованому виді може транспортуватися будь-яким видом транспорту відповідно до діючого "Правилами перевезення вантажів".

На короткі відстані (до 300 км), плавитель сиру марки ПС-40 може перевозитися автотранспортом без упакування. При цьому він повинний бути жорстко закріплений на дерев'яній основі.

Упакований плавитель сиру марки ПС-40 може зберігатися в складських приміщеннях і на площадках під навісом. Плавитель сиру марки ПС-40 без упакування можна зберігати тільки в приміщенні категорії 4.

Під час здійснення вантажних робіт може бути дозволене прикладання зусиль з боку вантажопідйомних механізмів до нижньої площини каркаса плавителя сиру ПС-40.

Переміщення плавителя сиру ПС-40 до місця встановлення здійснюють механізованим способом з допомогою автотранспорта чи на спеціальних санях. Для переміщення в середині цеху використовують спеціальні візки розраховані на вантажі від 0,25 до 5 т з прогумованими колесами. Візки переміщують вручну, а при великих навантаженнях – електрокаром.

Для переміщення плавителя сиру ПС-40 в середині цеху до місця монтажу використовують спеціальні візки розраховані на вантажі від 0,25 до 5 т з прогумованими колесами, які пересувають вручну або електроталь.

Оскільки маса плавителя сиру ПС-40 невелика (1600 кг) його встановлення на фундамент здійснюється з допомогою блока. Монтаж плавителя сиру ПС-40 на фундамент проводять наступним чином.

Плавитель сиру марки ПС-40 2 з'єднують з гаком електроталі 1 з допомогою канатної двогілкової стропи 3 з двома гаками. Для даного випадку вибираємо стропу УСК – 1,35 – 1 розраховану на вантажі 1,35 т та розрахунковим розривним зусиллям 85 кН [5]. Встановлення плавителя сиру ПС-40 проводять на стояки, після чого необхідно провести вивірку на фундаменті.

Плавитель сиру марки ПС-40 2 встановлюють на фундамент і вивіряють так, щоб контрольні поверхні перебували в горизонтальному положенні.

3.6.2. Технічна експлуатація плавителя сиру ПС-40

Перед пуском слід виконати необхідні міри безпеки.

Перевірити наявність і рівень масла в мотор-редукторі і при необхідності дозаправити відповідно до вимог технічної документації.

Якщо з часу випуску плавителя сиру і уведення його в експлуатацію пройшло більш 6-ти місяців, то скребкові ножі лопатевої мішалки необхідно зняти і прокип'ятити у воді, протягом 2-х годин.

Теплова оболонка плавителя сиру виготовлена з тонколистової корозійно-стійкої сталі, тому великий надлишковий тиск усередині її може привести до роздування і навіть до розриву в місцях зварювання.

Щоб уникнути цього при монтажі і підготовці плавителя сиру до роботи необхідно витримувати наступні правила:

- воду гарячу і холодну під тиском слід подавати так, щоб її тиск на вході теплової оболонки не перевищував 0,2 МПа;

- вентилі зовнішніх комунікацій на виході води гарячої і холодний повинні бути відкриті при подачі відповідного теплоносія.

Перевірити систему сигналізації, роботу пускової апаратури, і автоматичного блокування включення привода мішалки, для чого:

- включити електроживлення плавителя сиру поворотом ручки пакетного вимикача, розміщеного на правій бічній стороні пульта керування, у положення "Включене", при цьому повинна зайняти сигнальна лампа з табличкою "Живлення";

- короткочасно, по черзі натиснути на кнопки пуску (чорні) і стопа (червоні) під табличками "Ротор", "Мішалка" і "Вакуум-насос".

При цьому електродвигуни приводів ротора, мішалки і вакуумного насоса повинні відповідно запускатися і зупинятися, а відповідні сигнальні лампи загорятися і гаснути.

Натиснути на кнопку пуску (чорна) під табличкою "Мішалка" і запустити привід мішалки. Відгвинтити відкидні фіксуєчі болти шарнірної кришки робочої місткості й обережно підняти кришку на 50 - 100 мм. Привід мішалки повинний зупинитися. При п'ятикратній повторності перевірки блокування відмовлення не допускаються.

Відрегулювати завдання індикаторів досягнення температури нагрівання (охолодження) продукту цифрового терморегулятора, встановленого на двері пульта керування. Для цього користуючись викруткою:

- виставити задану температуру охолодження, натиснувши кнопку датчика першої точки регулювання (нижня межа, червона кнопка);

- виставити задану температуру нагрівання, натиснувши кнопку датчика першої точки регулювання (верхня межа, зелена кнопка);

Виключити електроживлення шляхом повороту ручки пакетного вимикача в положення "Виключене", при цьому сигнальна лампа під табличкою "Живлення" повинна згаснути.

Неполадки можуть викликати порушення нормальної роботи плавителя сиру, служити причиною простою, передчасного зносу деталей і механізмів, а також погіршення якості одержуваного продукту і зниження ефективності технологічного процесу.

Плавитель сиру слід утримувати в зразковій чистоті.

Періодично слід перевіряти затягання кріпильних деталей і в разі необхідності підтягувати болти і гайки.

Один раз на місяць рекомендується проводити профілактичний огляд машини з метою своєчасного виявлення несправностей і негайного їх усунення.

4. Дослідження впливу розмірів елементів ротора та частоти його обертання на процес оброблення сирної маси

4.1. Постановка завдань дослідження.

Дослідження впливу розмірів елементів ротора та частоти його обертання на оброблення сирної маси будемо виконувати із використанням модуля FlowSimulation системи SolidWorks. При цьому на першому етапі виконуємо створення твердотілих 3d моделей деталей вузла ротора плавителя сиру, після чого з них формуємо складання даного вузла. Розрахунок виконуємо для випадку внутрішньої задачі. Дослідження виконаємо для середовища «сирна маса». На входному і вихідному отворах вузла передбачаємо заглушки, внутрішні стінки яких застосуємо для задання граничних умов розрахунку, а саме: робочого тиску на вході і масової продуктивності на виході. Також перед початком моделювання вказуємо тіло обертання (ротор; досліджуються випадки 12 пазів розміру 6x6 та розміру 8x8) і його частоту обертання (1500 та 3000 об/хв) (рис. 4.1). Для моделювання застосуємо стандартний тип розрахункової глобальної сітки (рис. 4.2)

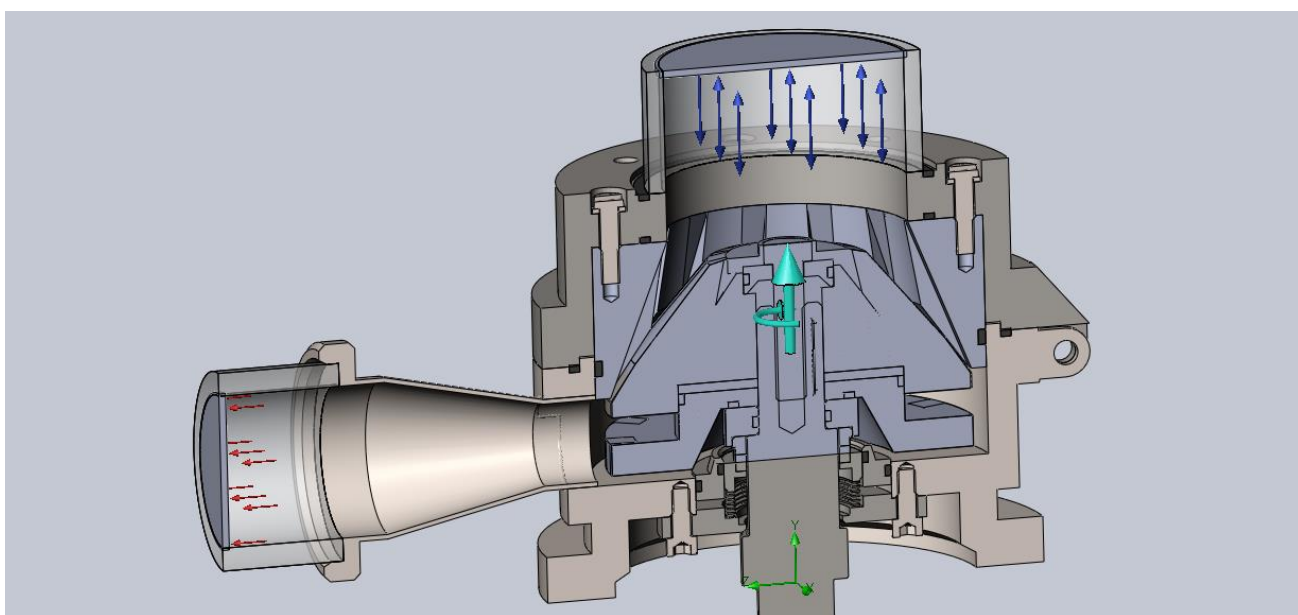


Рис. 4.1. Розрахункова схема пари ротор-статор плавителя сиру ПС-40.

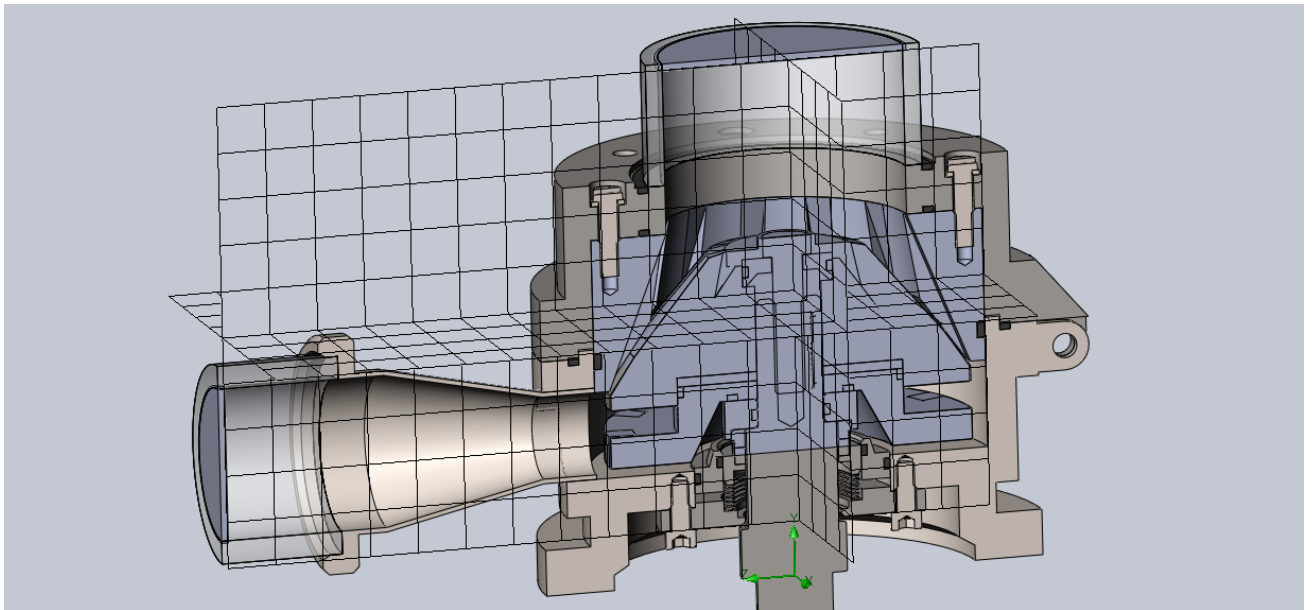


Рис. 4.2. Схема розрахункової глобальної сітки для вузла ротора плавителя сиру ПС-40.

4.2. Результати моделювання

На рис.4.3–рис.4.34 наведено результати розрахунків відповідно до поставленого завдання.

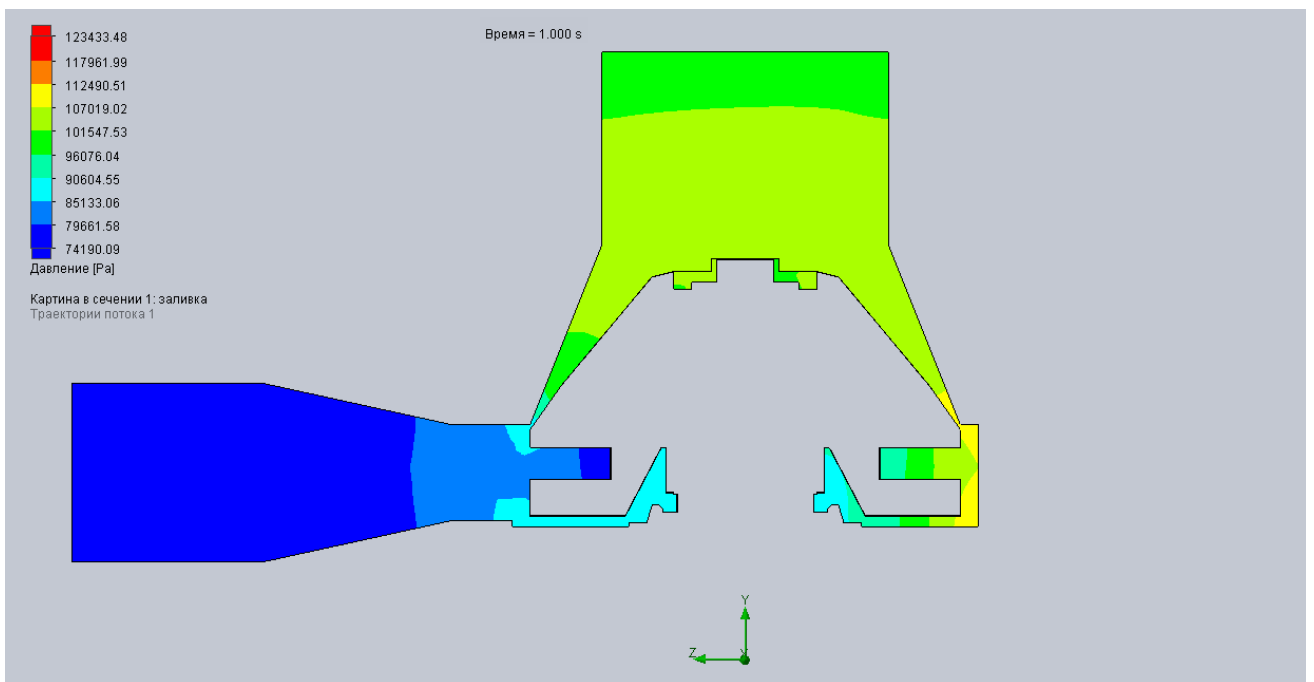


Рис. 4.3. Зміна тиску сирної маси в робочому контурі при розмірах пазів 6х6 мм і за частоти обертання ротора 1500 об/хв

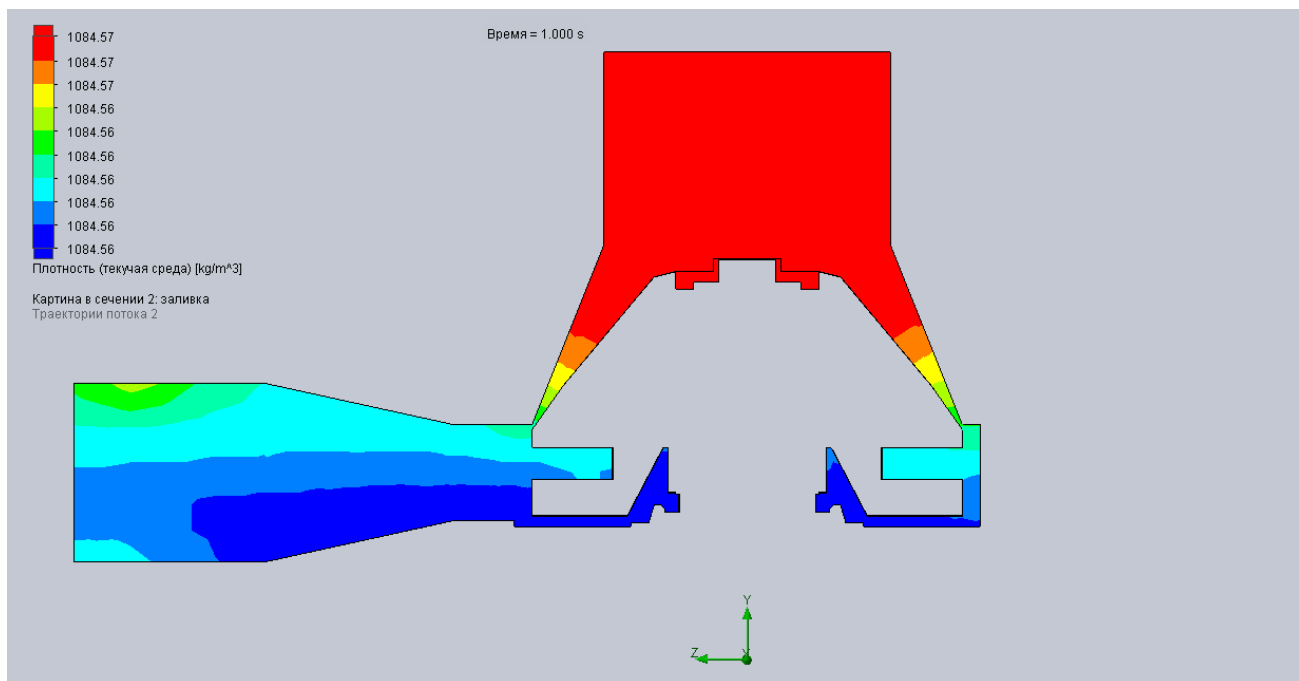


Рис. 4.4. Зміна густини сирної маси в робочому контурі при розмірах пазів 6х6 мм і за частоти обертання ротора 1500 об/хв

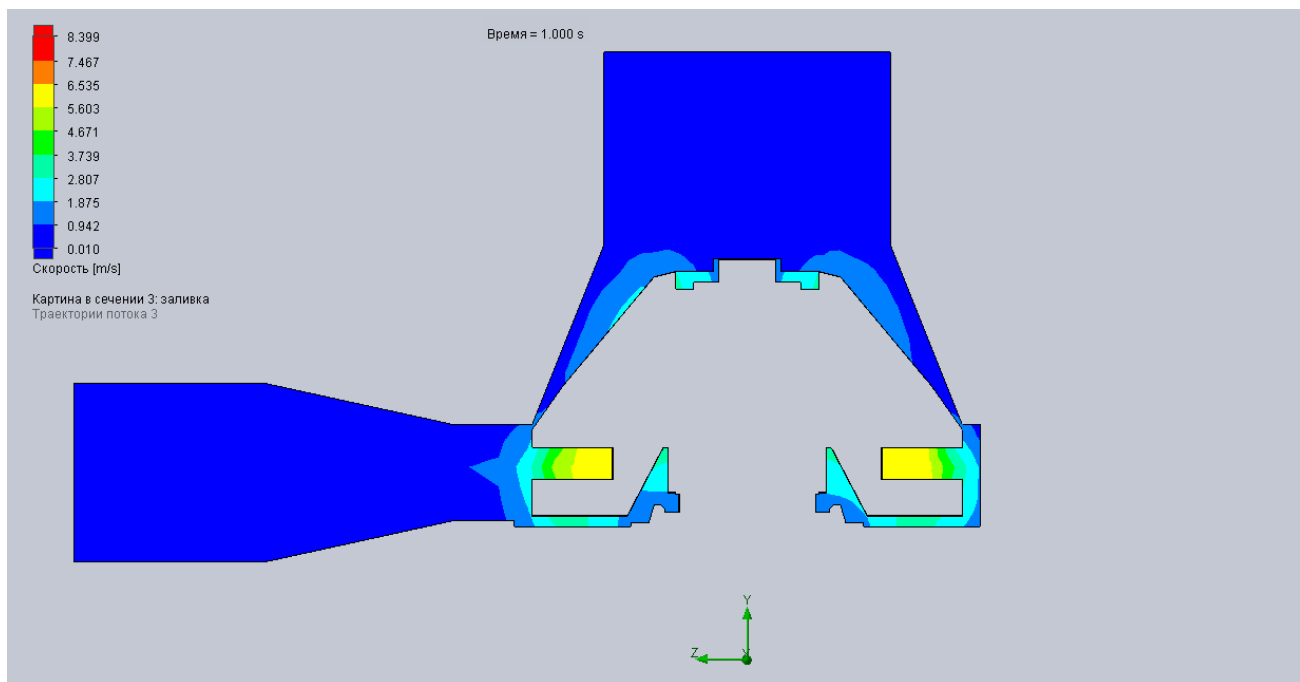


Рис. 4.5. Зміна швидкості сирної маси в робочому контурі при розмірах пазів 6х6 мм і за частоти обертання ротора 1500 об/хв

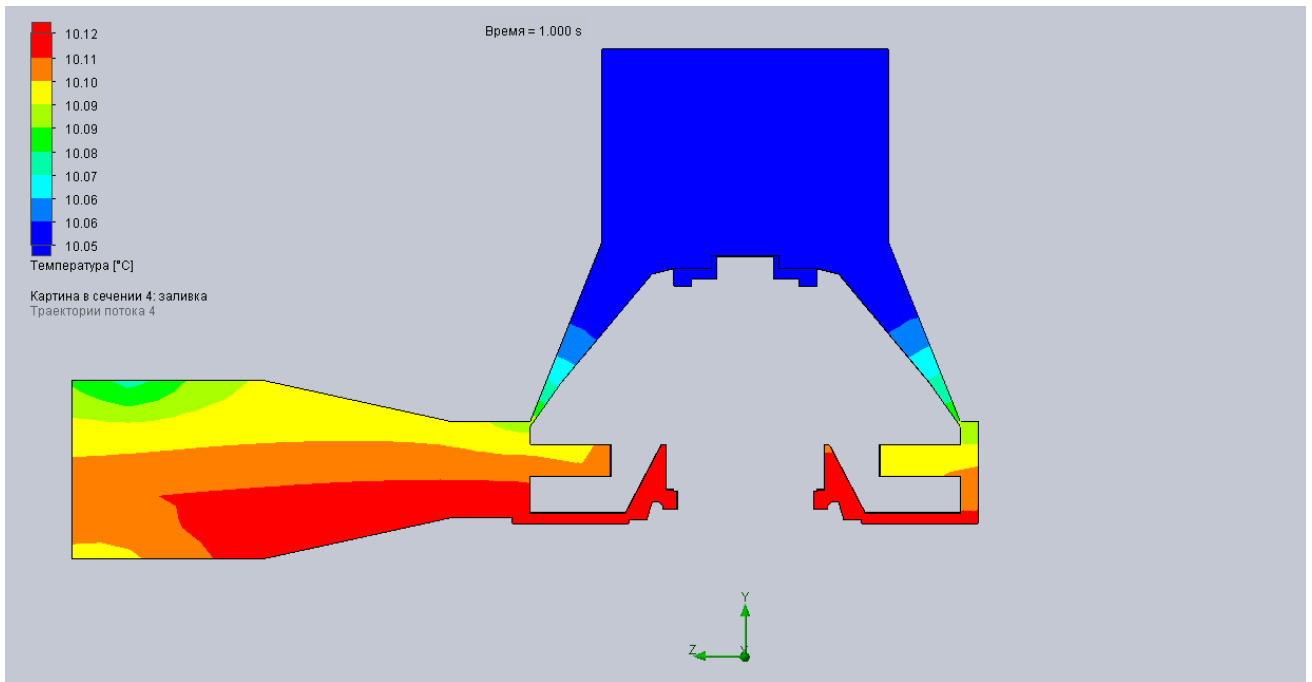


Рис. 4.6. Зміна температури сирної маси в робочому контурі при розмірах пазів 6x6 мм і за частоти обертання ротора 1500 об/хв

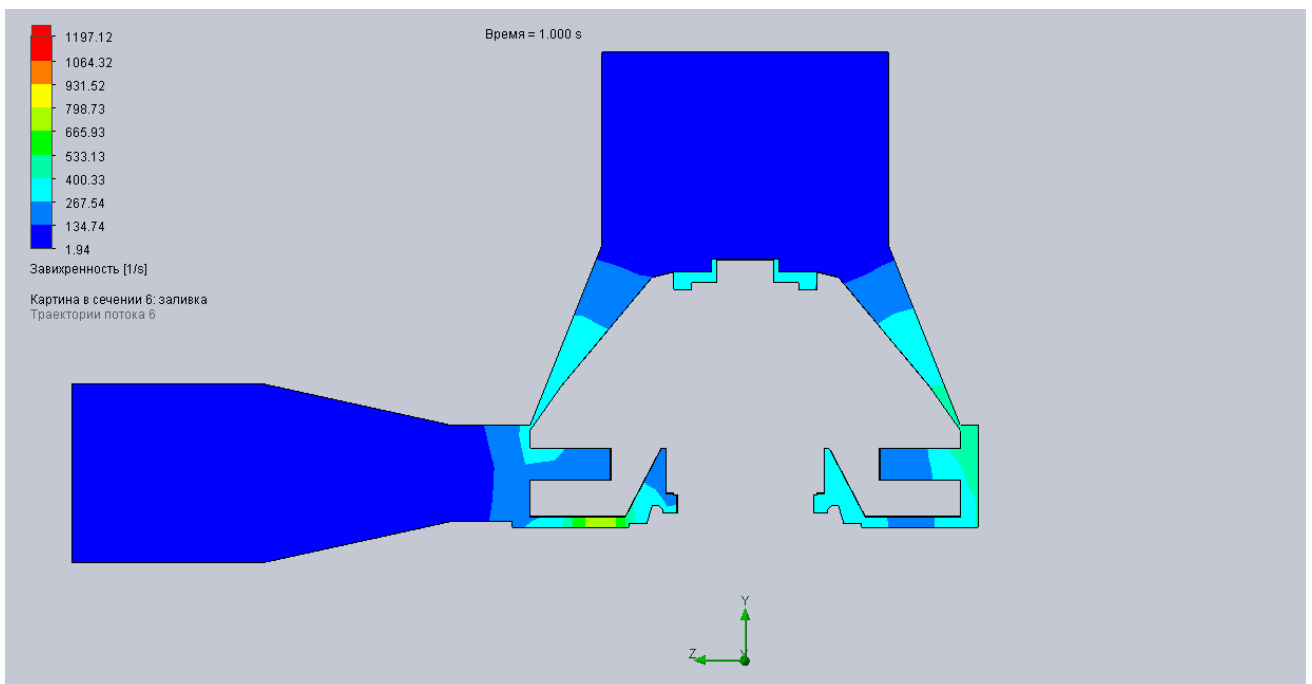


Рис. 4.7. Зміна завихреності сирної маси в робочому контурі при розмірах пазів 6x6 мм і за частоти обертання ротора 1500 об/хв

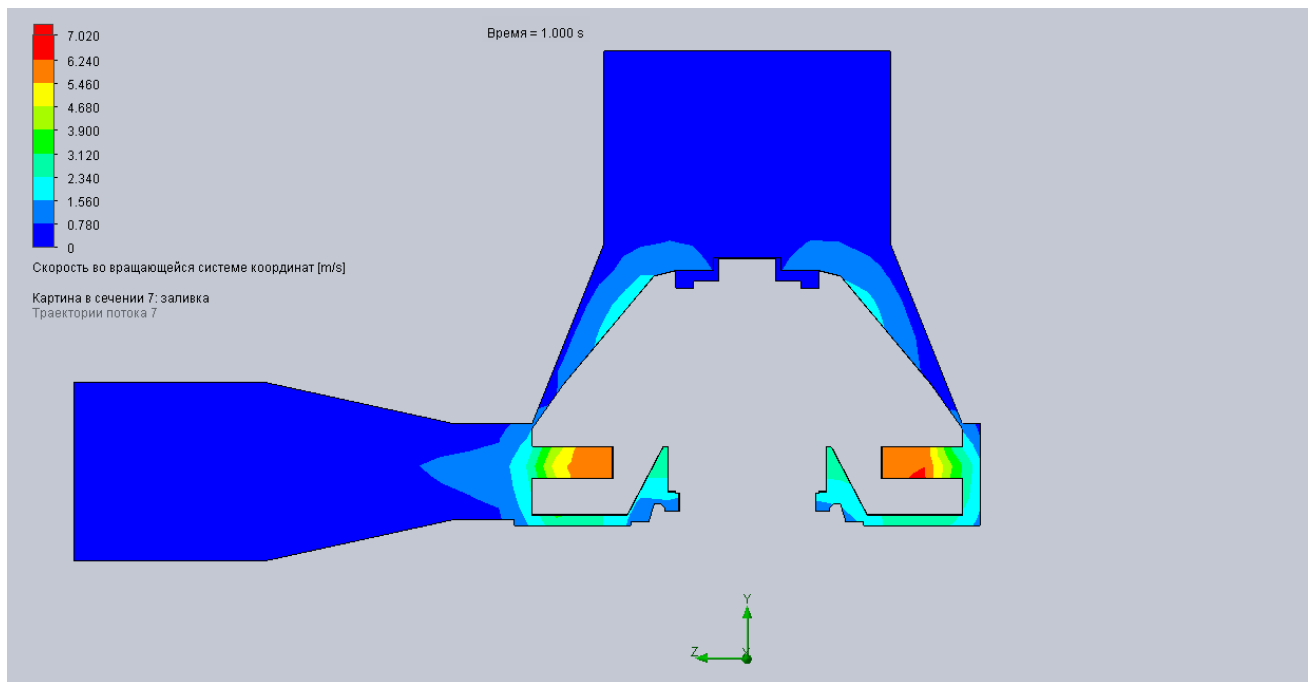


Рис. 4.8. Зміна швидкості сирної маси в обертовій системі координат у робочому контурі вузла ротора для пазів 6х6 мм за частоти обертання ротора 1500 об/хв

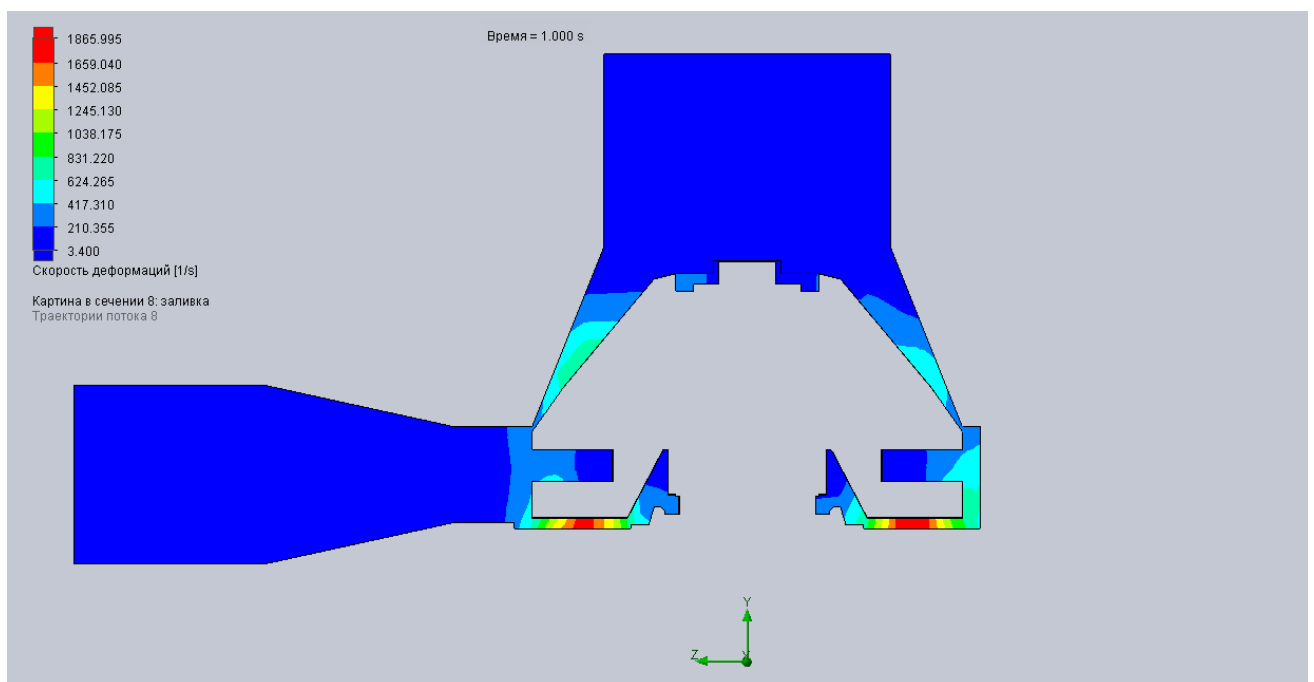


Рис. 4.9. Зміна швидкості деформації сирної маси в робочому контурі при розмірах пазів 6х6 мм і за частоти обертання ротора 1500 об/хв

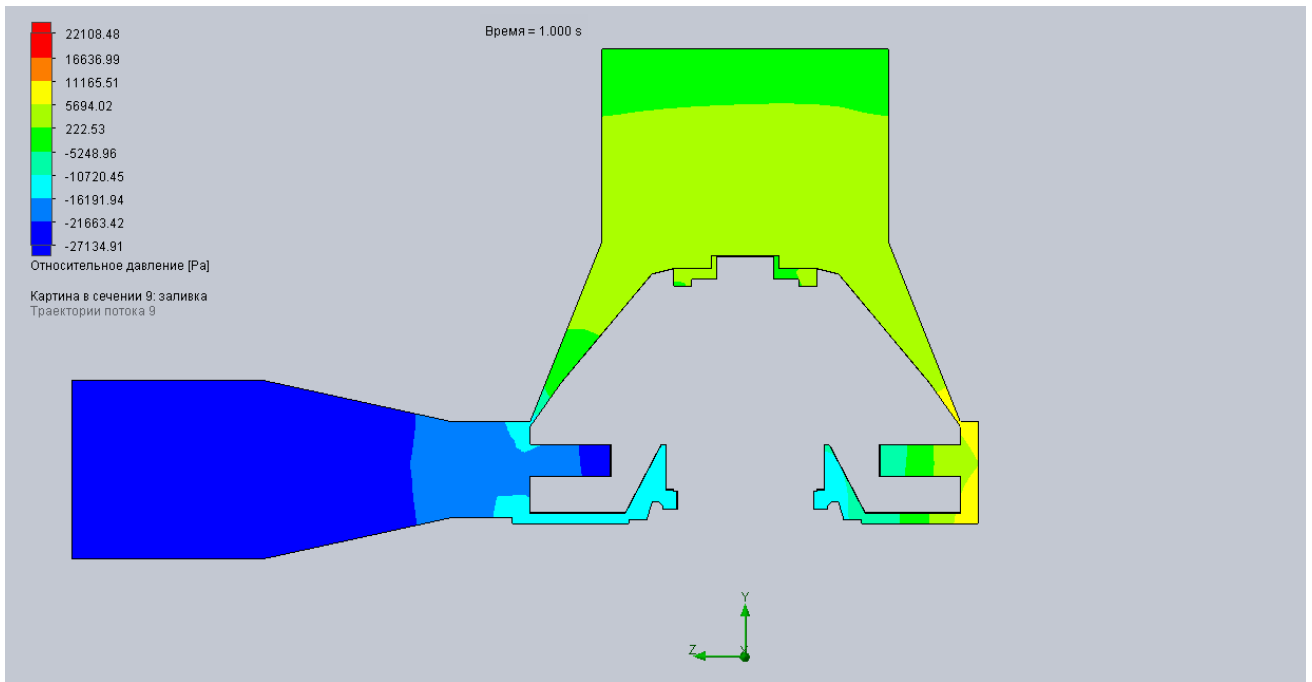


Рис. 4.10. Зміна відносного тиску у сирній масі в робочому контурі вузла ротора для пазів 6x6 мм за частоти обертання ротора 1500 об/хв

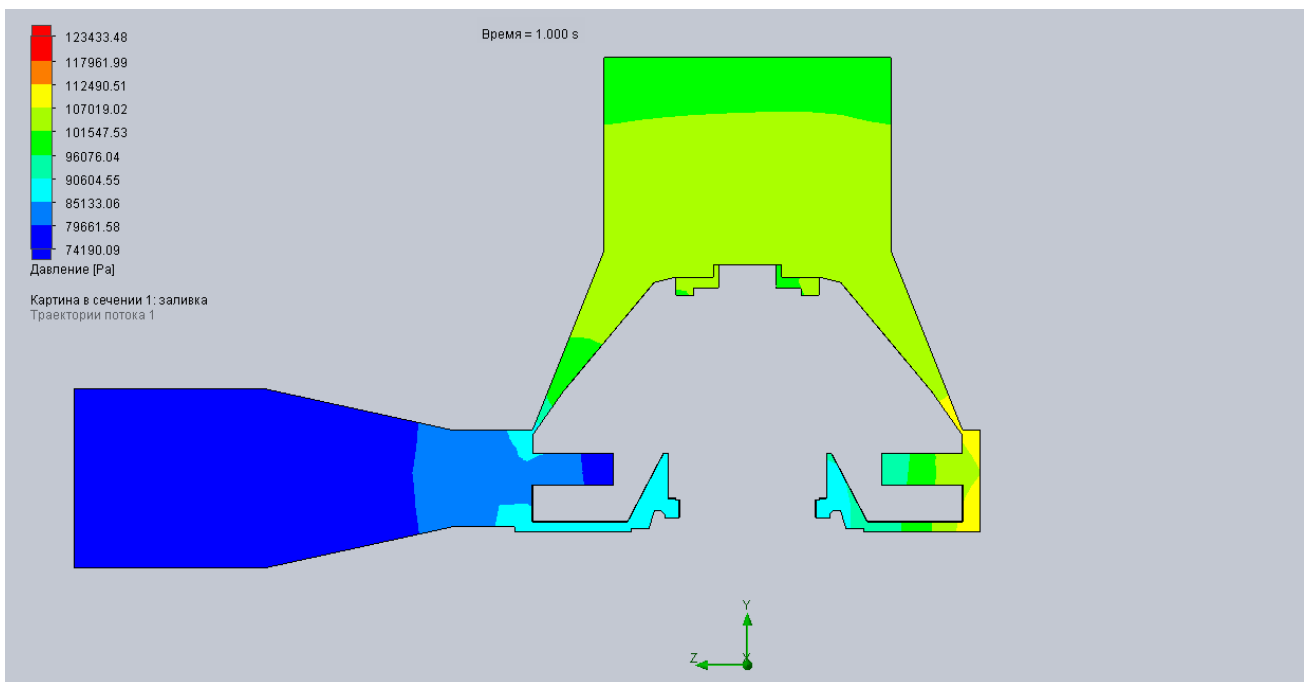


Рис. 4.11. Зміна тиску сирної маси в робочому контурі при розмірах пазів 8x8 мм і за частоти обертання ротора 1500 об/хв

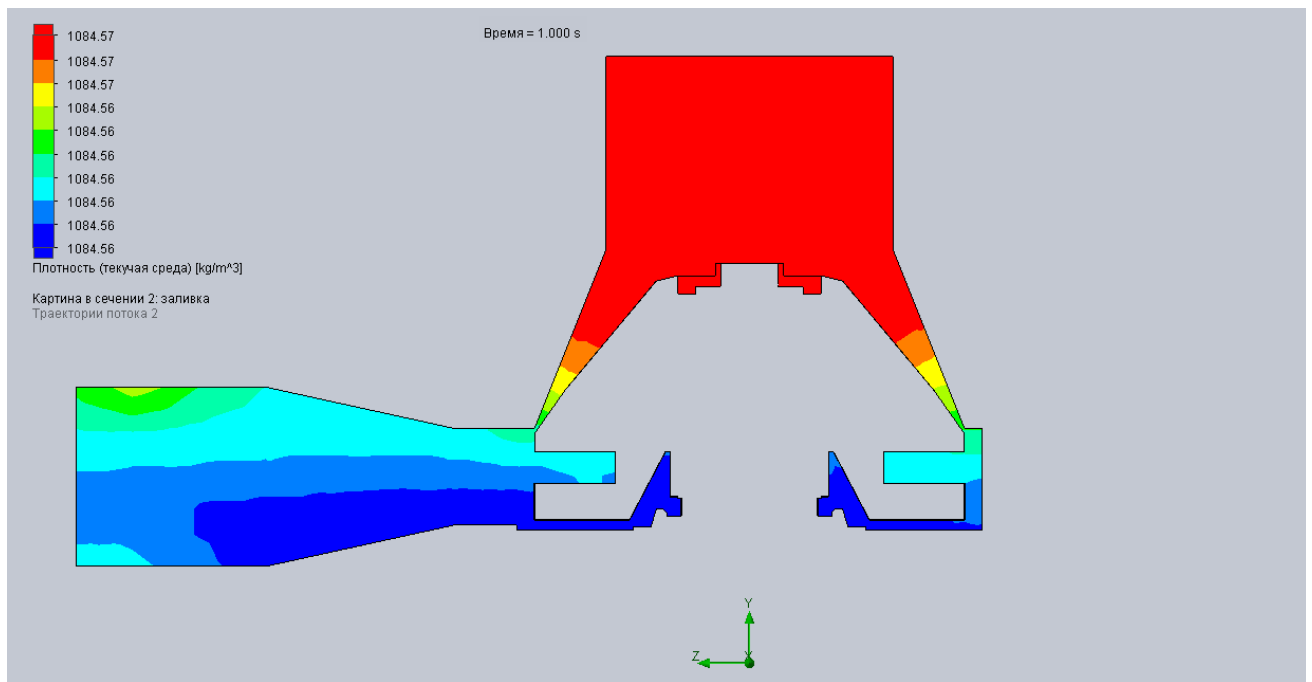


Рис. 4.12. Зміна густини сирної маси в робочому контурі при розмірах пазів 8x8 мм і за частоти обертання ротора 1500 об/хв

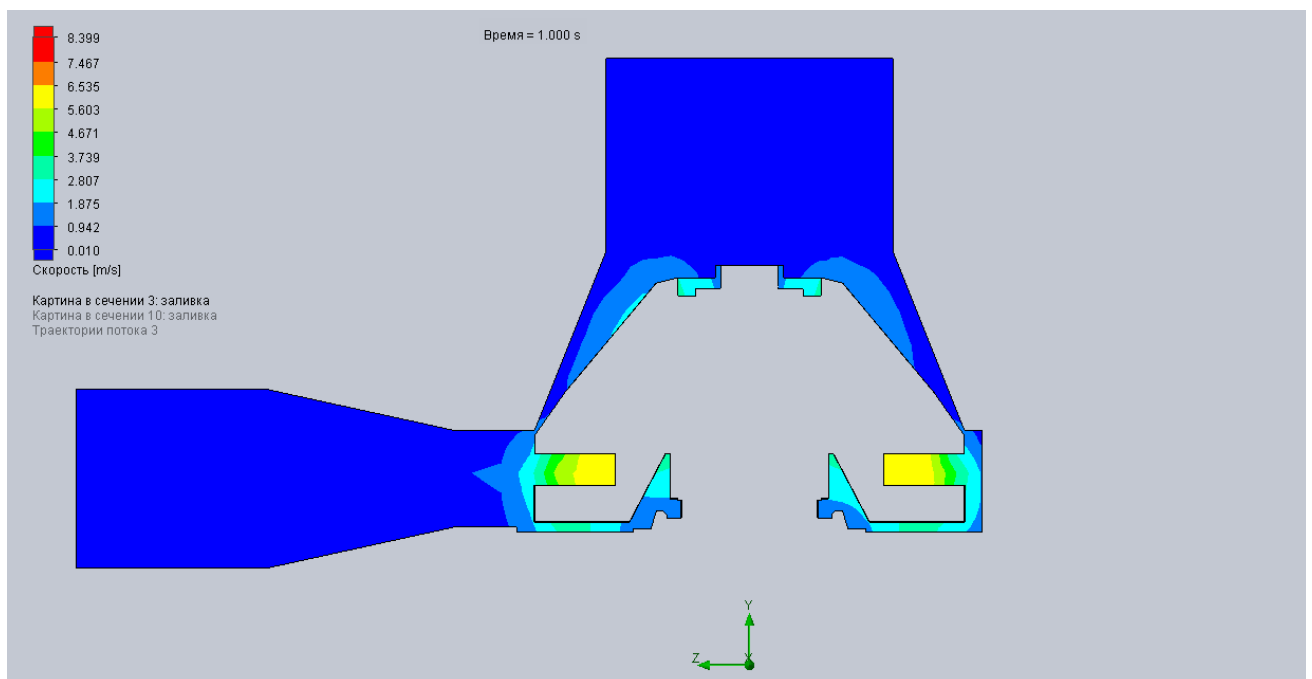


Рис. 4.13. Зміна швидкості сирної маси в робочому контурі при розмірах пазів 8x8 мм і за частоти обертання ротора 1500 об/хв

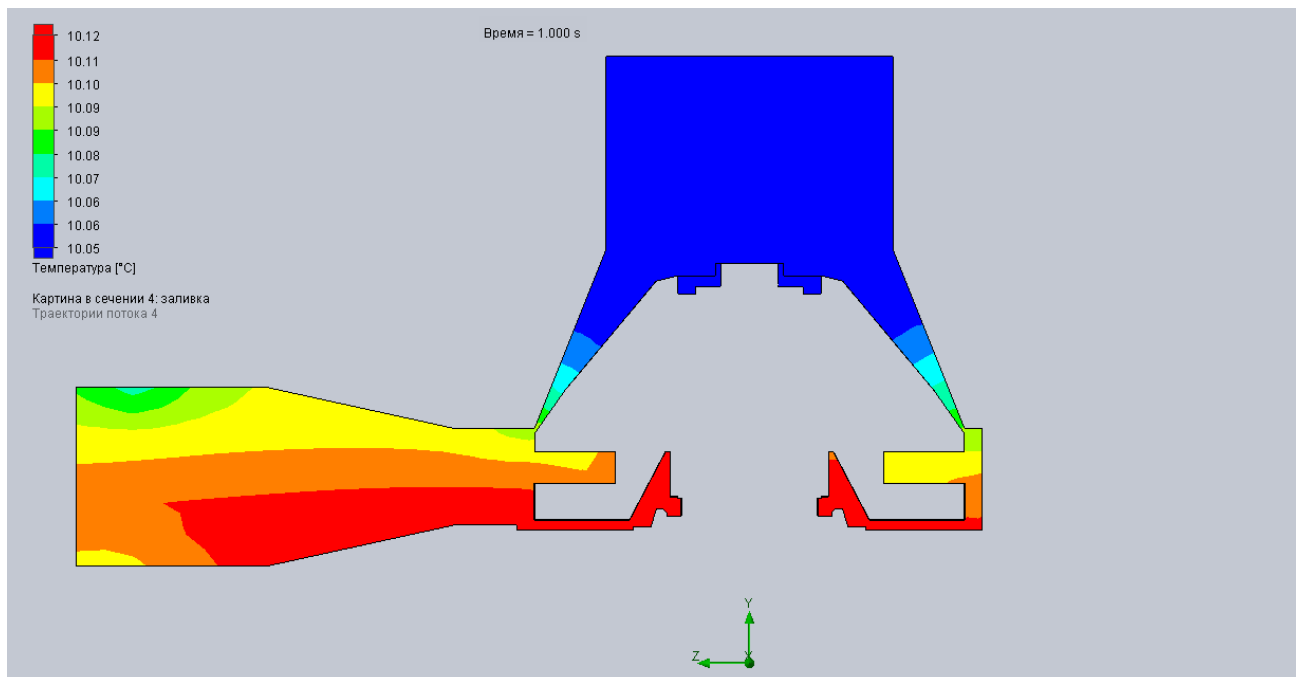


Рис. 4.14. Зміна температури сирної маси в робочому контурі при розмірах пазів 8x8 мм і за частоти обертання ротора 1500 об/хв

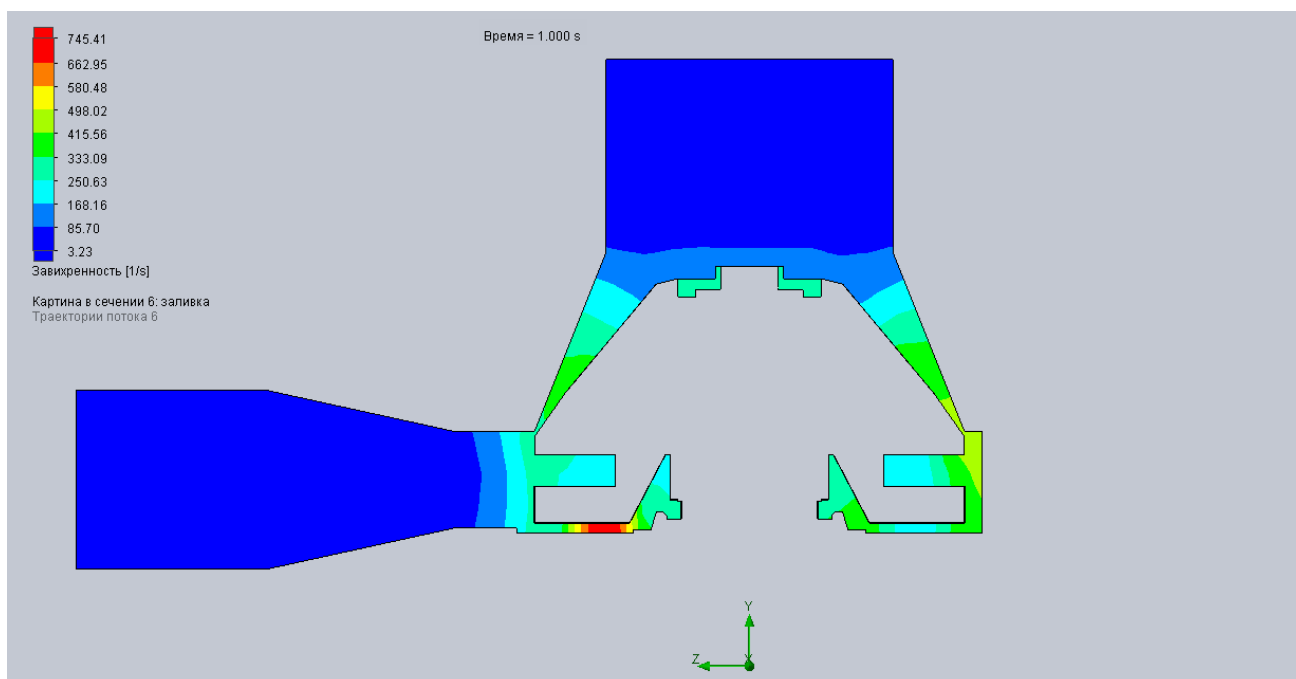


Рис. 4.15. Зміна завихреності сирної маси в робочому контурі при розмірах пазів 8x8 мм і за частоти обертання ротора 1500 об/хв

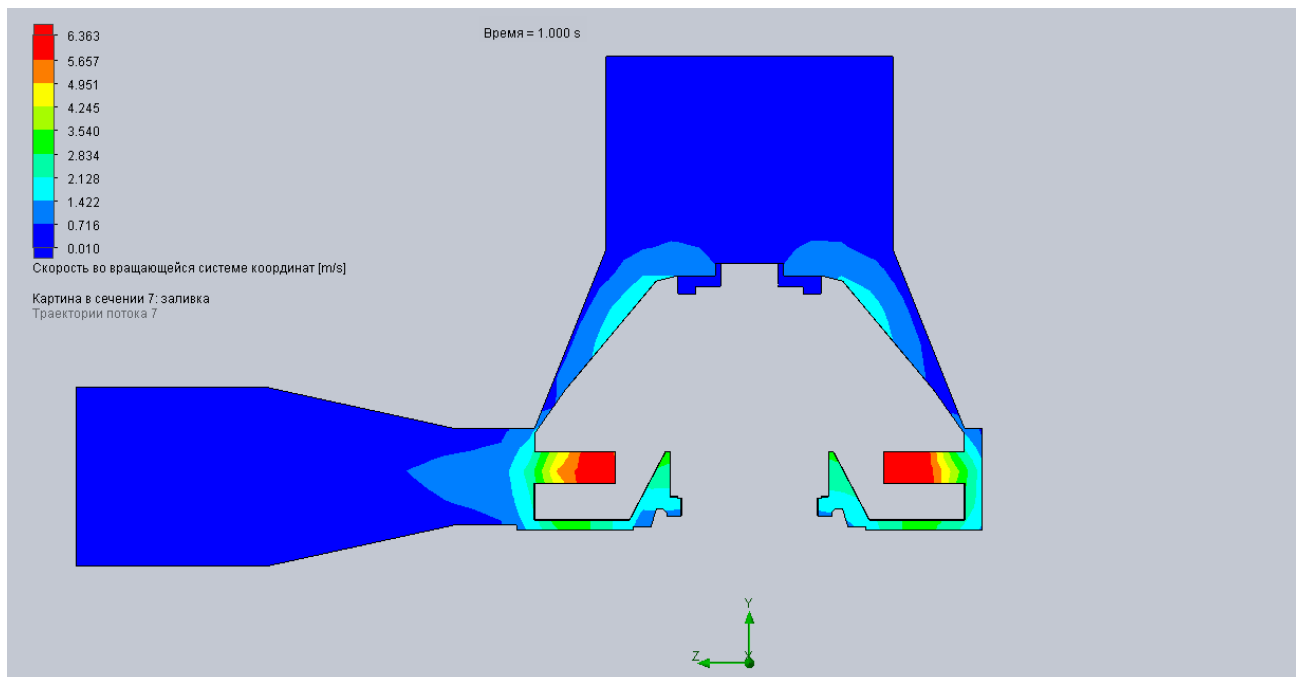


Рис. 4.16. Зміна швидкості сирної маси в обертовій системі координат у робочому контурі вузла ротора для пазів 8x8 мм за частоти обертання ротора 1500 об/хв

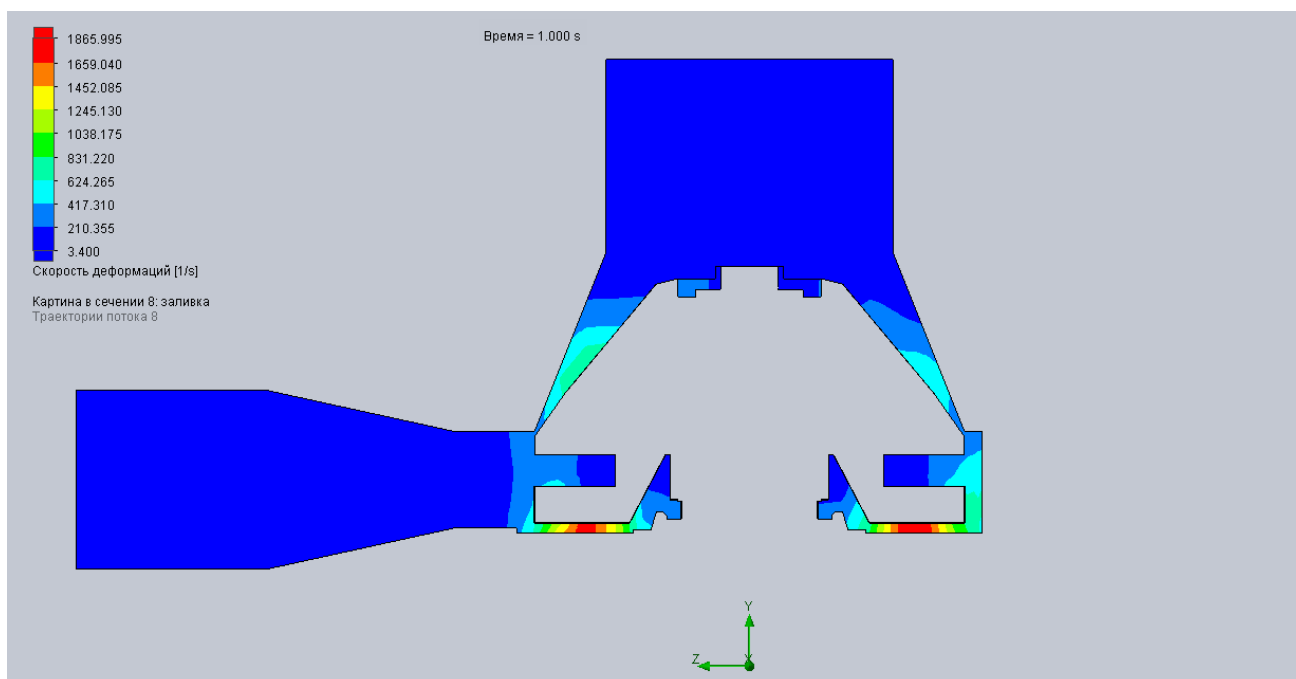


Рис. 4.17. Зміна швидкості деформації сирної маси в робочому контурі при розмірах пазів 8x8 мм і за частоти обертання ротора 1500 об/хв

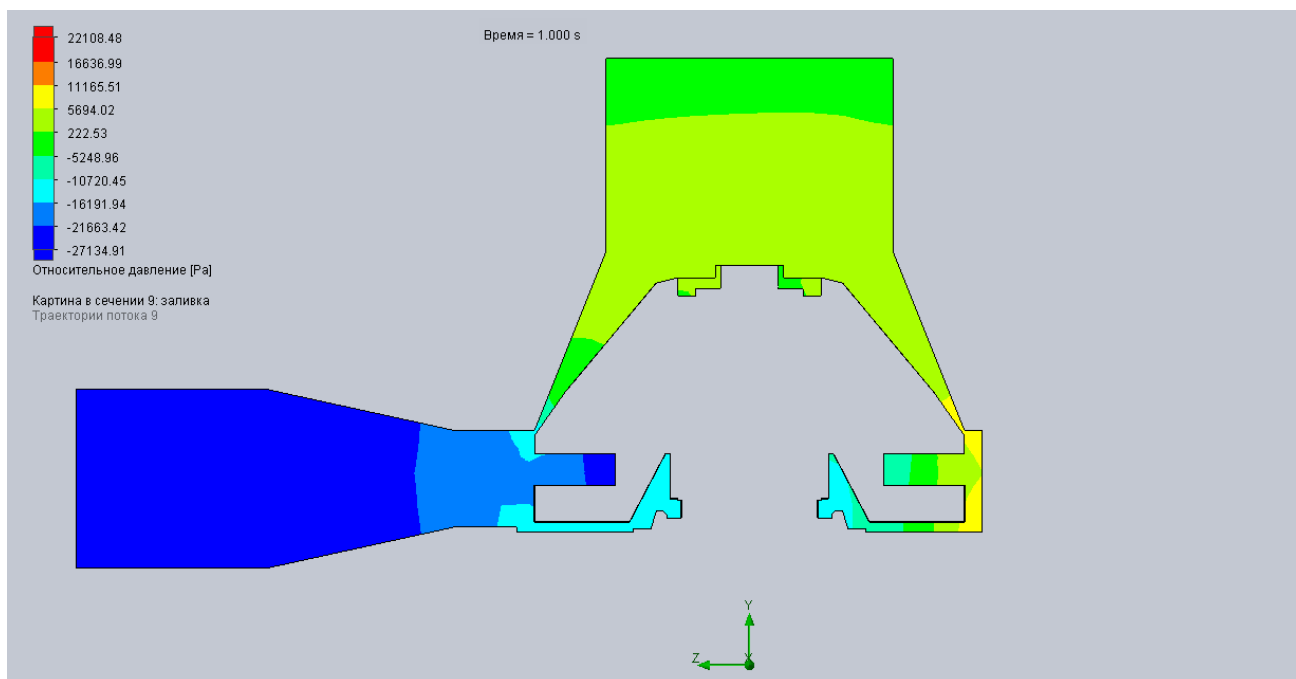


Рис. 4.18. Зміна відносного тиску сирної маси в робочому контурі при розмірах пазів 8x8 мм і за частоти обертання ротора 1500 об/хв

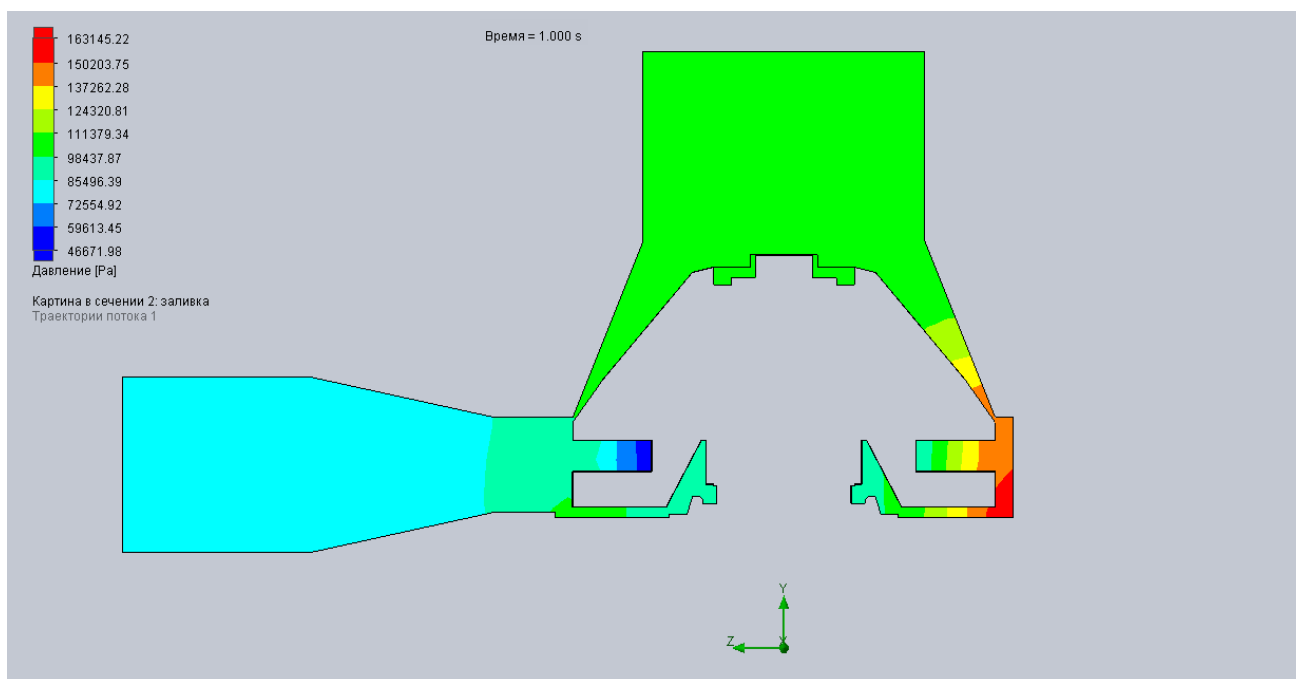


Рис. 4.19. Зміна тиску сирної маси в робочому контурі при розмірах пазів 6x6 мм і за частоти обертання ротора 3000 об/хв

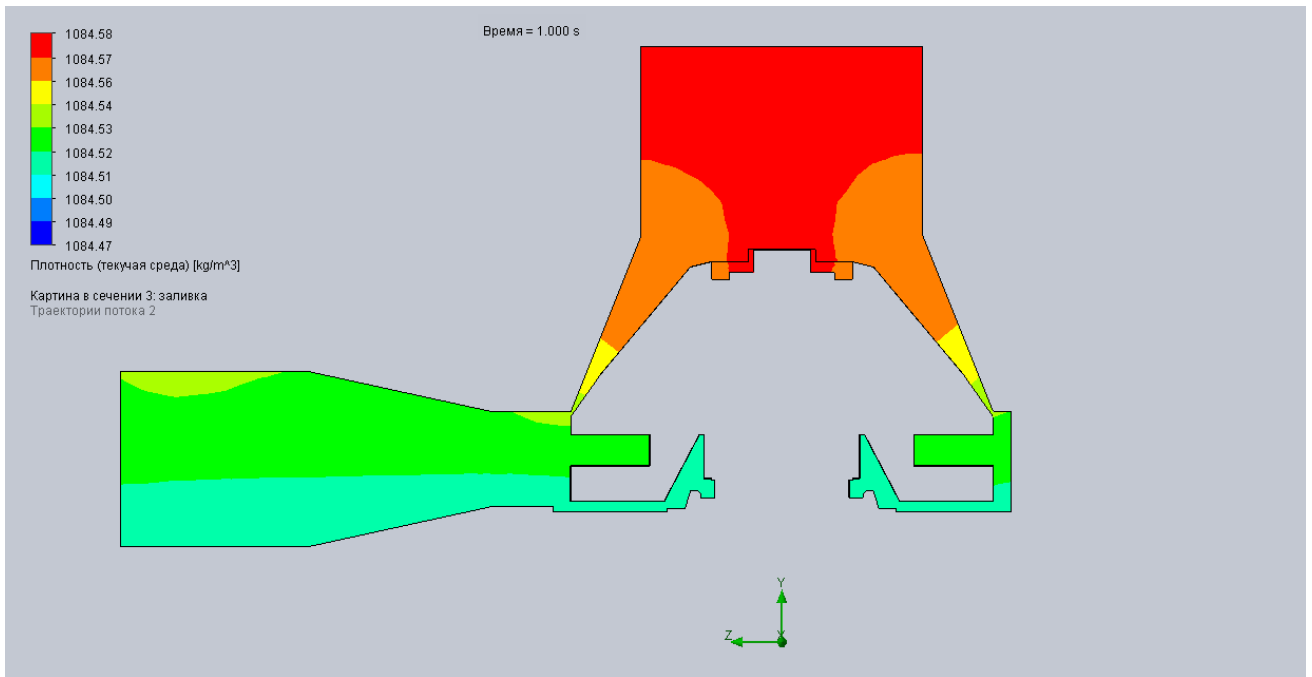


Рис. 4.20. Зміна густини сирної маси в робочому контурі при розмірах пазів 6x6 мм і за частоти обертання ротора 3000 об/хв

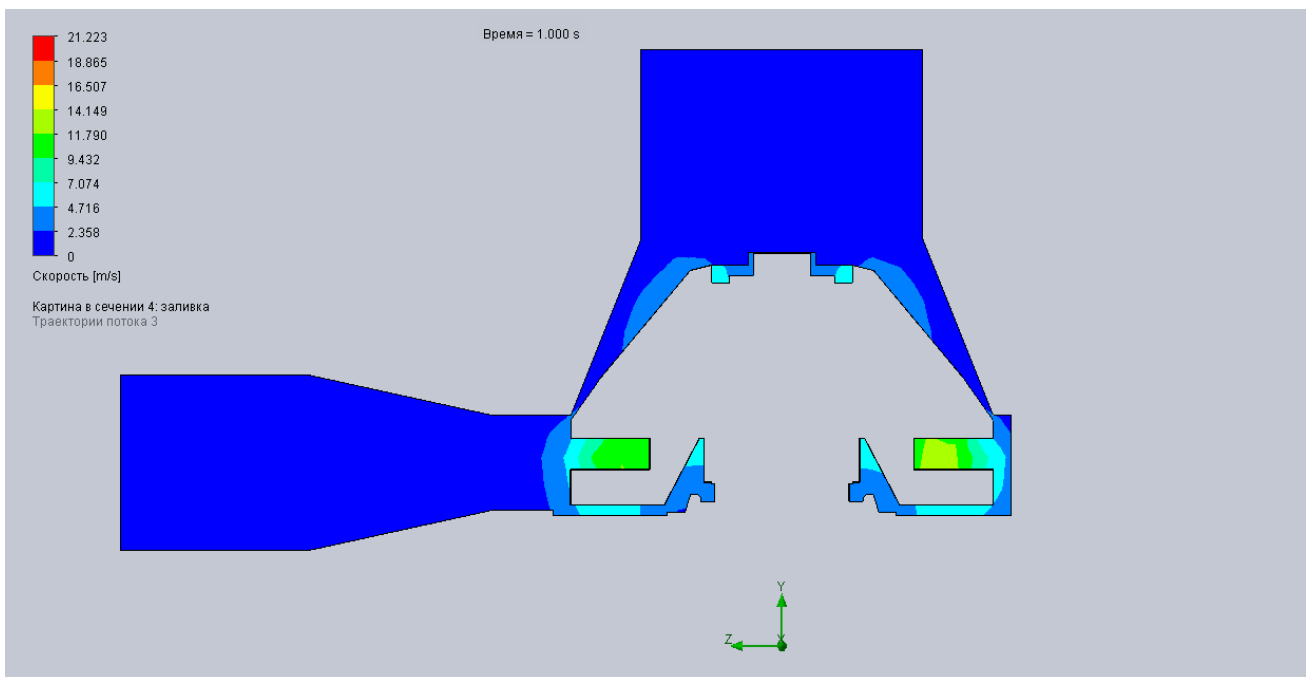


Рис. 4.21. Зміна швидкості сирної маси в робочому контурі при розмірах пазів 6x6 мм і за частоти обертання ротора 3000 об/хв

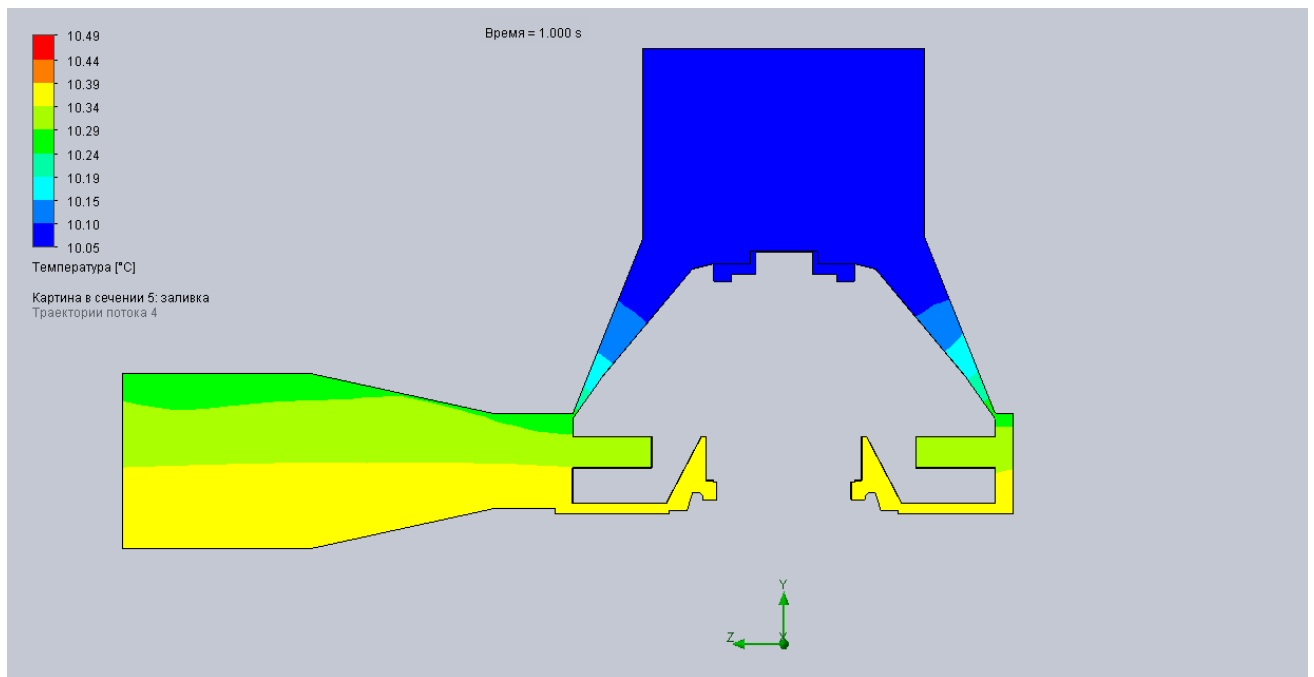


Рис. 4.22. Зміна температури сирної маси в робочому контурі при розмірах пазів 6x6 мм і за частоти обертання ротора 3000 об/хв

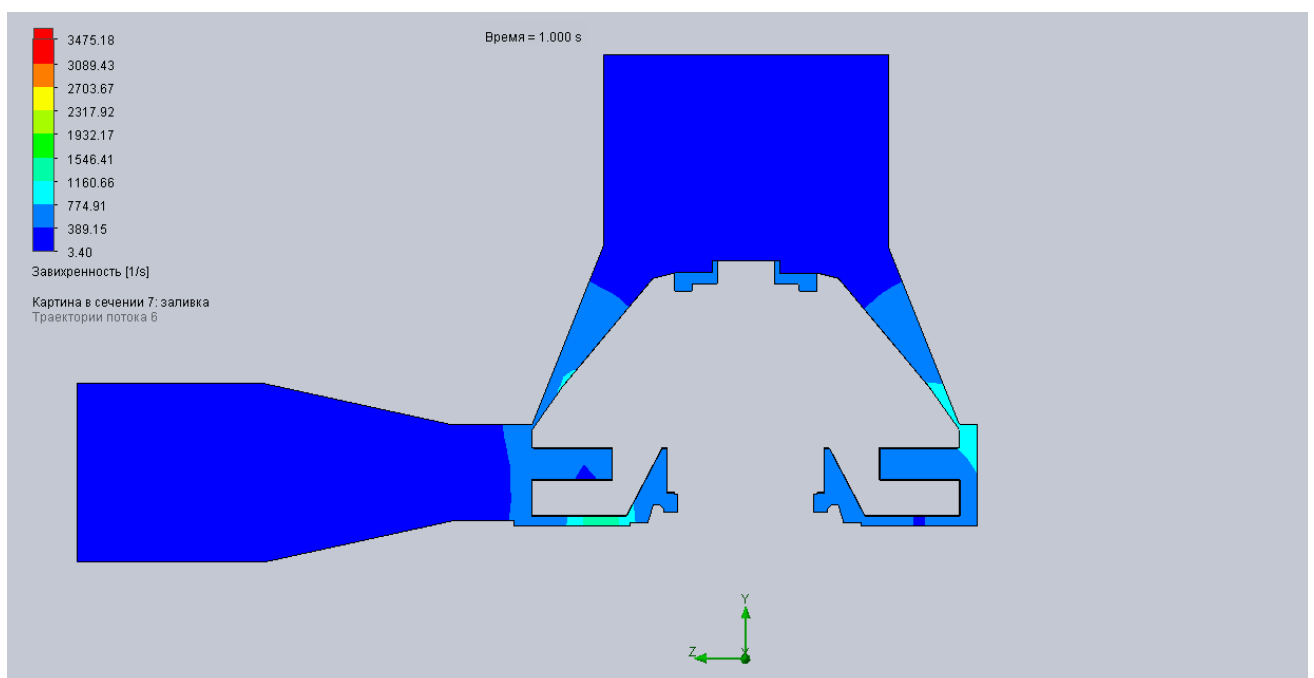


Рис. 4.23. Зміна завихреності сирної маси в робочому контурі при розмірах пазів 6x6 мм і за частоти обертання ротора 3000 об/хв

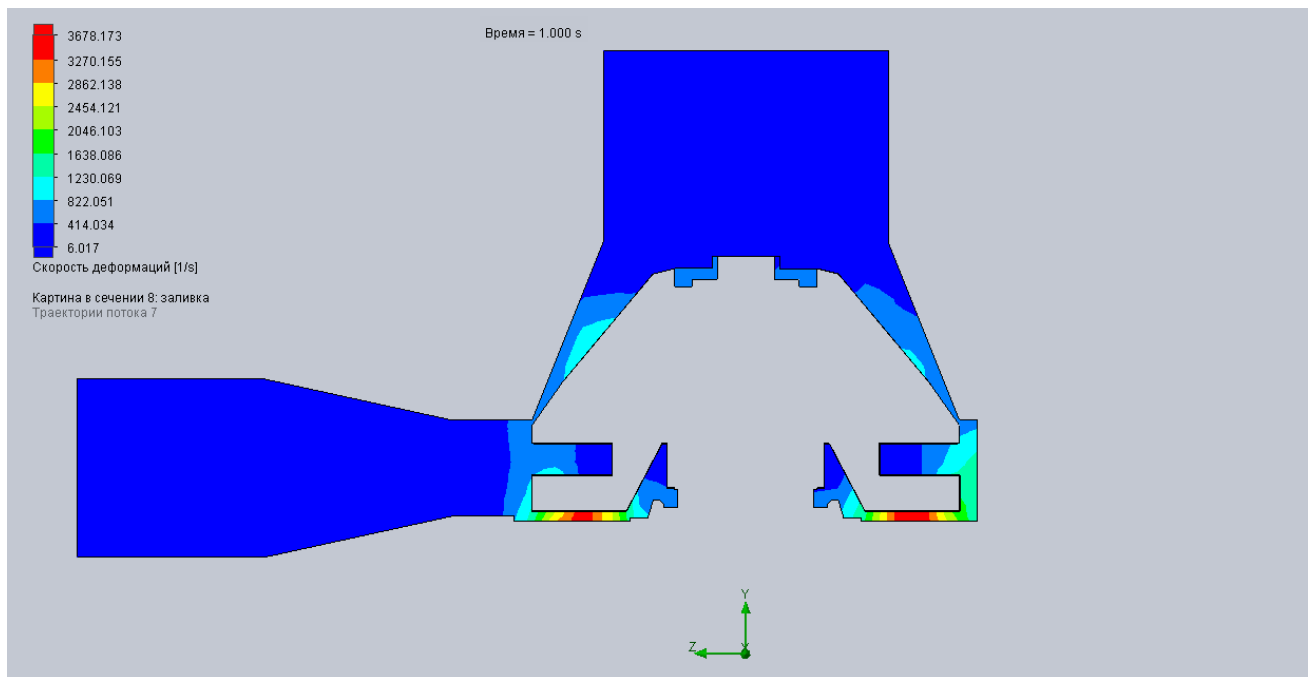


Рис. 4.24. Зміна швидкості деформації сирної маси в робочому контурі при розмірах пазів 6x6 мм і за частоти обертання ротора 3000 об/хв

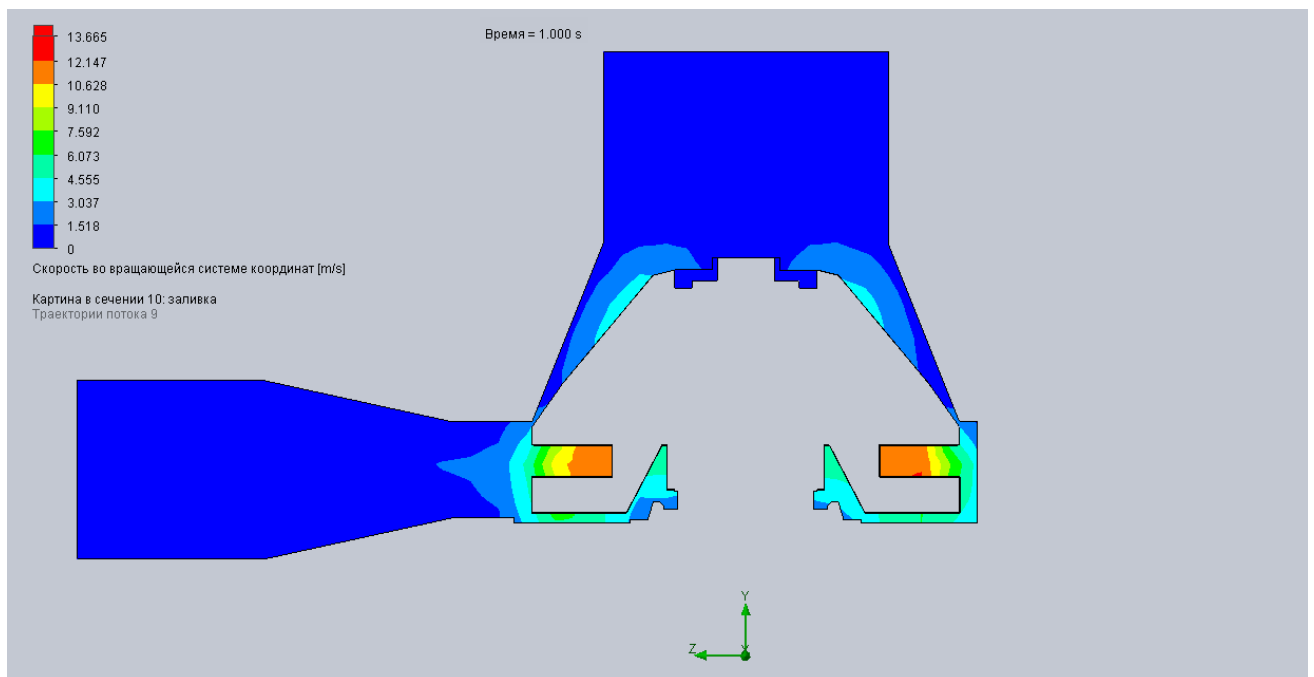


Рис. 4.25. Зміна швидкості сирної маси в обертовій системі координат у робочому контурі вузла ротора для пазів 6x6 мм за частоти обертання ротора 3000 об/хв

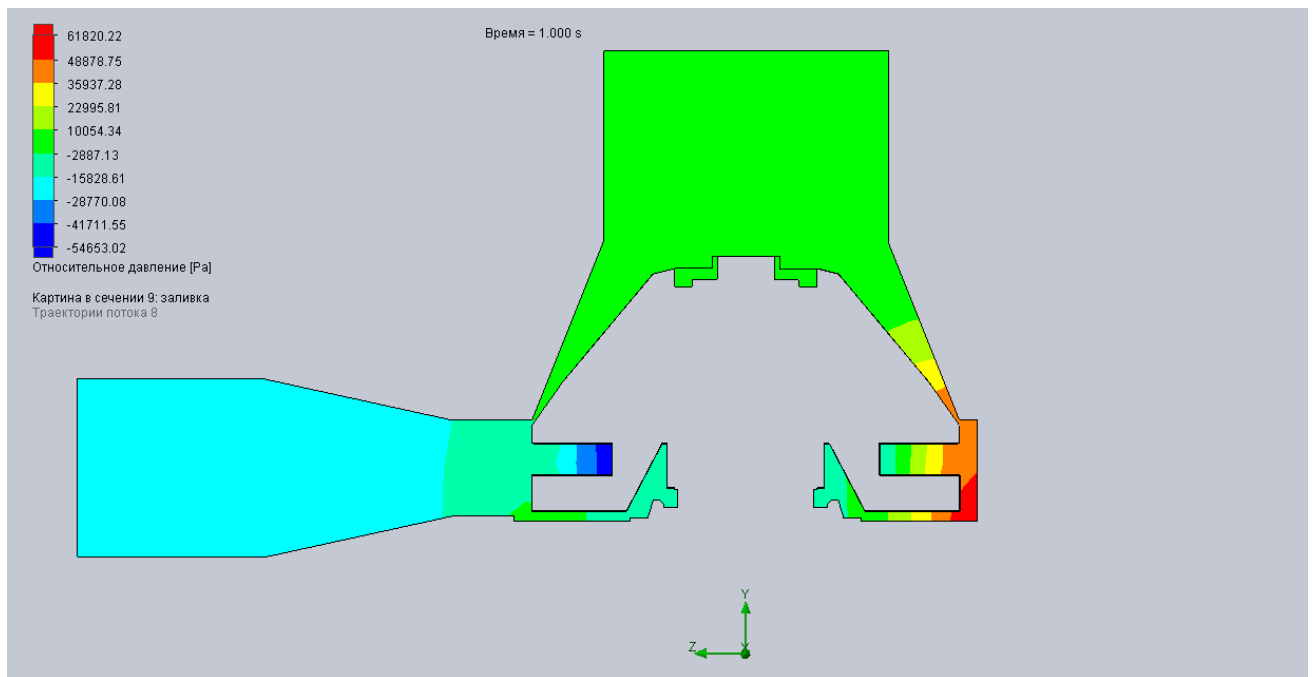


Рис. 4.26. Зміна відносного тиску сирної маси в робочому контурі при розмірах пазів 6x6 мм і за частоти обертання ротора 3000 об/хв

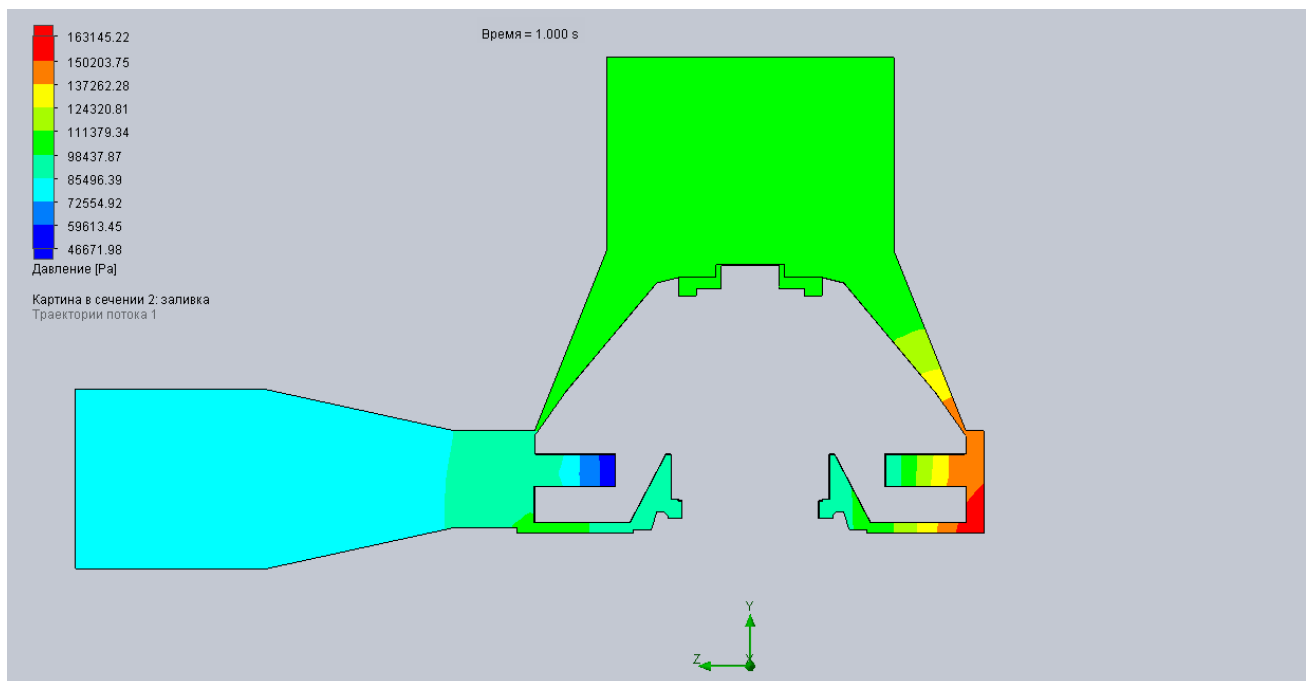


Рис. 4.27. Зміна тиску сирної маси в робочому контурі при розмірах пазів 8x8 мм і за частоти обертання ротора 3000 об/хв

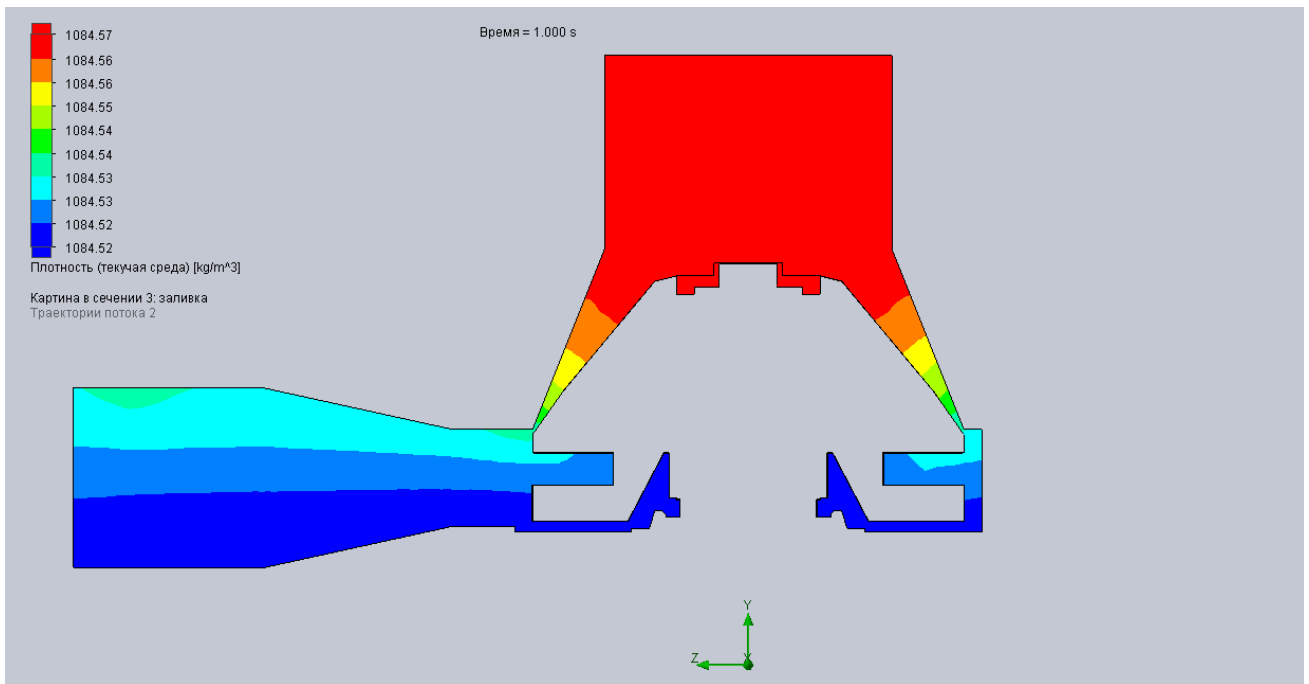


Рис. 4.28. Зміна густини сирної маси в робочому контурі при розмірах пазів 8x8 мм і за частоти обертання ротора 3000 об/хв

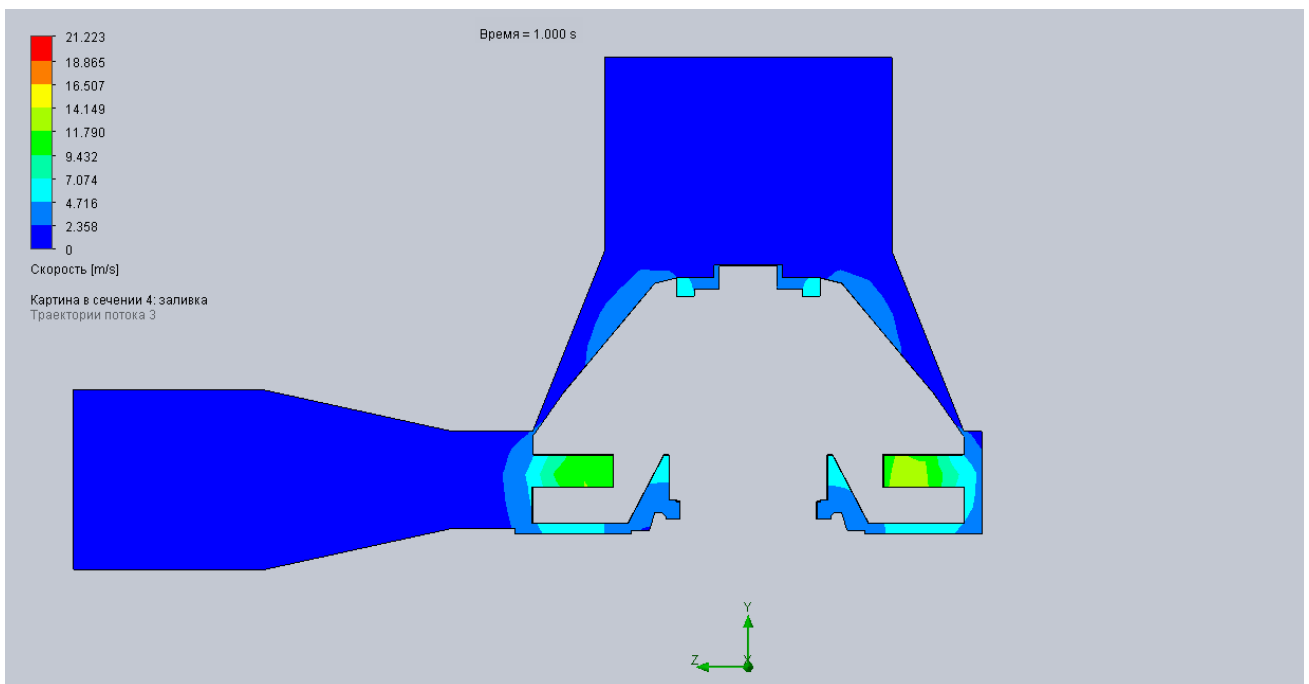


Рис. 4.29. Зміна швидкості сирної маси в робочому контурі при розмірах пазів 8x8 мм і за частоти обертання ротора 3000 об/хв

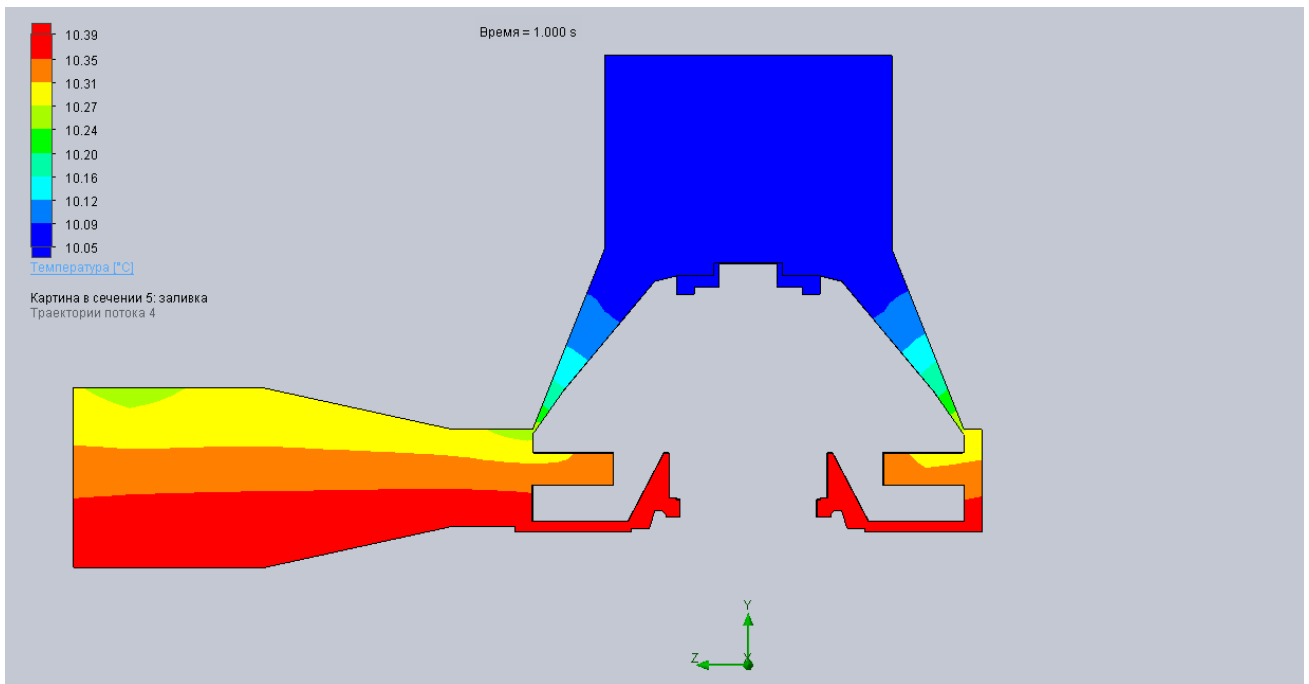


Рис. 4.30. Зміна температури сирної маси в робочому контурі при розмірах пазів 8x8 мм і за частоти обертання ротора 3000 об/хв

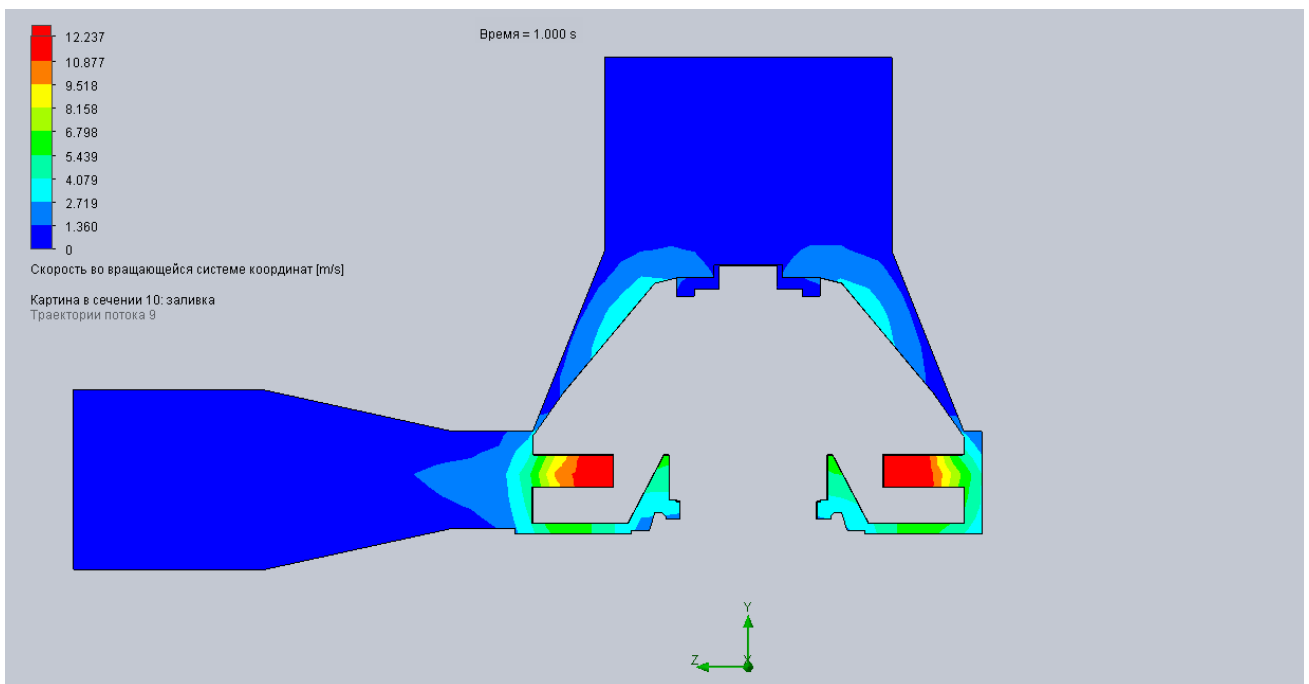


Рис. 4.31. Зміна сирної маси в обертовій системі координат у робочому контурі вузла ротора для пазів 8x8 мм за частоти обертання ротора 3000 об/хв

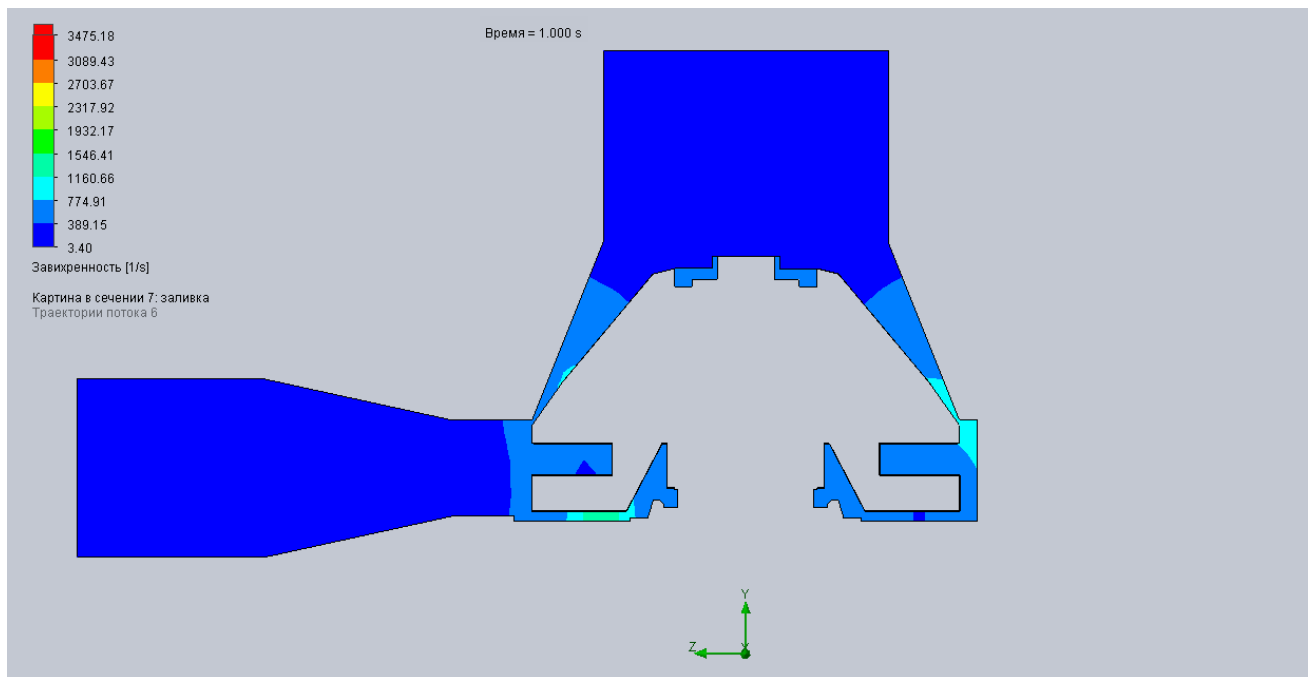


Рис. 4.32. Зміна завихреності сирної маси в робочому контурі при розмірах пазів 8x8 мм і за частоти обертання ротора 3000 об/хв

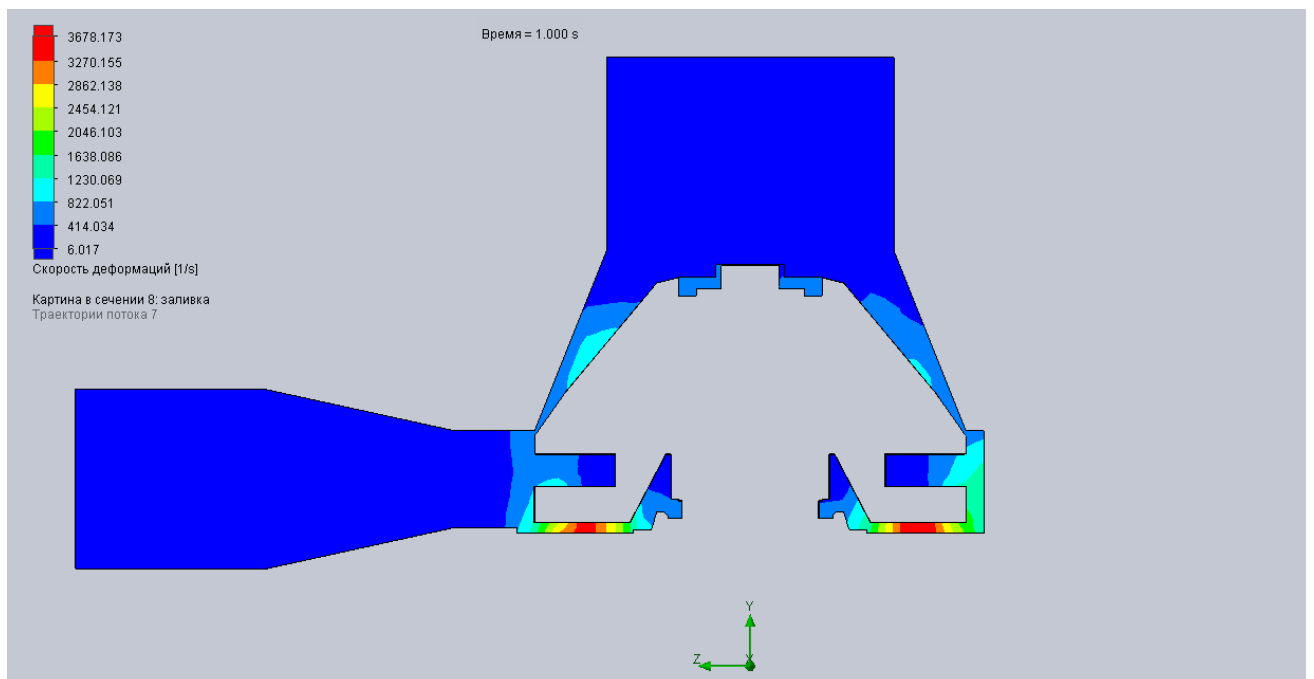


Рис. 4.33. Зміна швидкості деформації сирної маси в робочому контурі при розмірах пазів 8x8 мм і за частоти обертання ротора 3000 об/хв

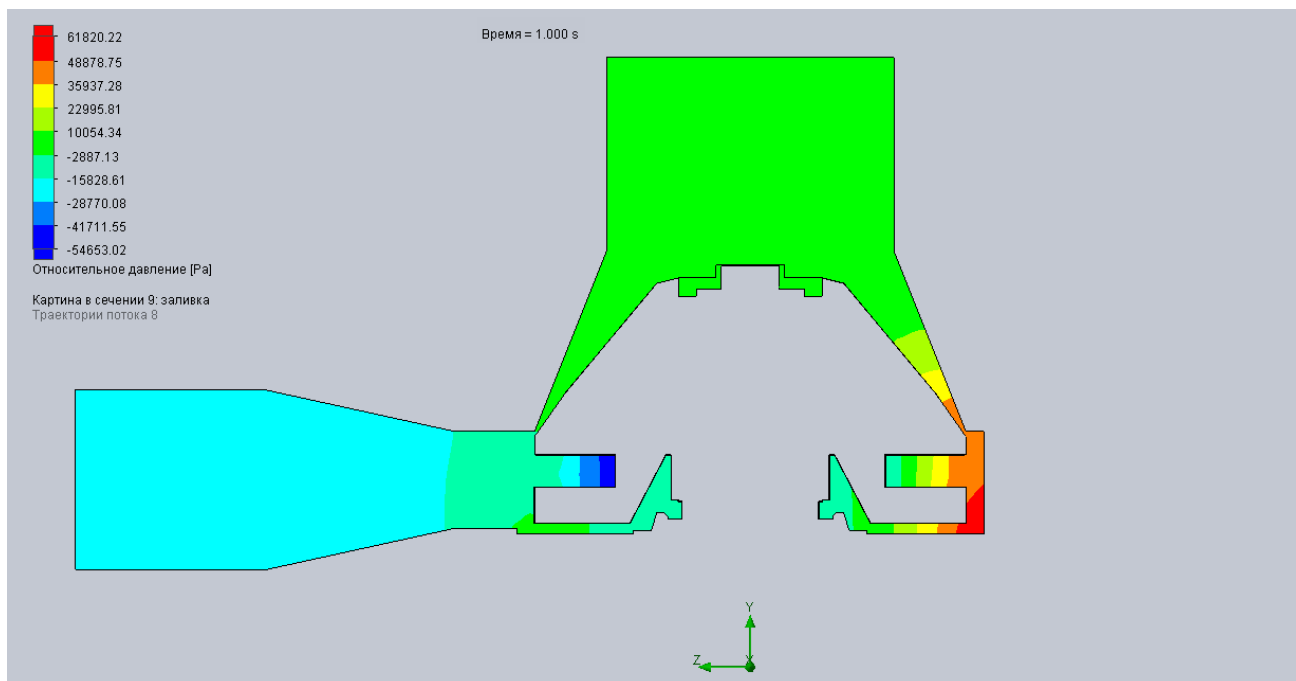


Рис. 4.34. Зміна відносного тиску сирної маси в робочому контурі при розмірах пазів 8x8 мм і за частоти обертання ротора 3000 об/хв

--

4.3. Аналіз результатів

Якщо порівняти отримані результати (рис.4.3.–4.34.) можна зауважити наступне. Зміна тиску в робочому контурі для конструкції ротора з пазами 6x6 та 8x8 відрізняється не більше, ніж на величину точності обчислень, тоді як при 3000 об/хв вона є більшою, ніж за частоти обертання 1500 об/хв. Аналогічні результати отримані при дослідженні зміни відносного тиску в процесі транспортування сирної маси. Це характерно для систем з ротором, які транспортують робочі середовища.

Зміна густини сирної маси в робочому контурі для конструкції ротора з пазами 6x6 та 8x8 практично однакова, більший вплив на неї має частота обертання ротора. Зокрема при 3000 об/хв зміна густини сирної маси більша, ніж за частоти обертання 1500 об/хв. За рахунок інтенсивнішого механічного впливу пари ротор-статор на транспортовану масу спостерігається більша глибина її збивання.

Швидкість транспортування сирної маси теж набагато більше залежить від частоти обертання ротора, ніж від геометрії пазів і при 3000 об/хв перевищує у 2,5 разів значення швидкості транспортування за частоти обертання ротора 1500 об/хв.

Результатом інтенсивного механічного впливу пари ротор-статор на транспортовану сирну масу є зростання температури, яке більш яскраво помітне за частоти обертання ротора 3000 об/хв і для пазів 6х6мм, наприклад, є на 0,37 С більшою, ніж при 1500 об/хв. Аналогічна тенденція і при розмірах пазів 8х8 мм.

Очевидно, що динаміка завихреності транспортованого потоку теж залежить більше від частоти обертання. Згідно числових експериментів йдеться про трикратну різницю. Такий перебіг схожий для обидвох досліджуваних значень геометрії пазів.

Зміна швидкості сирної маси в обертовій системі координат та зміна швидкості деформації сирної маси у робочому контурі вузла ротора при перерізі пазів 6х6 мм є дещо більшою, ніж у випадку їх перерізу 8х8мм, що природньо при однаковому тиску і за однакової витрати. Тоді як за частоти обертання 3000 об/хв ротора ця характеристика зростає вдвічі порівняно з випадком 1500 об/хв. Такі результати досить точно корелюються з різницею в частоті обертання ротора.

5. Спеціальна частина

Для виконання геометричних побудов і досліджень в магістерській роботі було використано пакет програм SolidWorks. Пакет SolidWorks є CAD- додаток для автоматизованого елементно-орієнтованого конструювання об'ємних моделей різних виробів машинобудування, що використовує графічний призначений для користувача інтерфейс Windows. Можливості, які надає програма майбутнім інженерам, дозволяє удосконалити свої технічні рішення і реалізувати їх у вигляді віртуального прототипу або 3d моделей і великих складальних вузлів.

Крім того для представлення проектного виробу є засоби асоціативного конструювання, тобто створення прототипу деталей, що виготовляються штампуванням з листового металу, а також поверхневі параметричні моделі

Процес створення моделі в SolidWorks починається з побудови опорного тіла і подальшого додавання або віднімання базових конструктивних тіл. Процес моделювання в SolidWorks починається зі створення ескізу, тобто двовимірного профілю або поперечного перерізу. Потім ескіз за допомогою певного конструктивного елемента (бобишка, виріз, отвір, скруглення, фаска, оболонка і так далі) набуває тривимірний вигляд.

Ескізи можуть бути витягнуті, повернені, розсічені складним чином або зміщені по контуру. набір ескізів і конструктивних елементів утворюють деталь. Потім деталі компонуються в збірку за допомогою їх взаємного розташування і сполучення. Після перевірки працездатності збірки, на її основі створюються складальне креслення, і креслення входять в збірку окремих деталей.

Отже, для побудови тіла спочатку будується ескіз конструктивного елемента на довільній робочій площині, згодом перетворений в тверде тіло типовим методом, добре відомим студентам по темі «Завдання геометричних образів геометричними елементами визначника» курсу «Нарисної геометрії»:

видавлюванням заданого контуру з можливістю вказівки кута нахилу утворює; обертанням контуру навколо осі; створенням твердого тіла, обмеженого поверхнею переходу між заданими контурами; видавлюванням контуру уздовж заданої кривої.

При створенні контурів ескізу немає необхідності точно витримувати необхідні розміри, головне на цьому етапі - задати положення його елементів. Потім, завдяки тому, що створюваний ескіз повністю параметризований, можна встановити для кожного елемента необхідний розмір. Для елементів, що входять в контур, можуть бути задані обмеження на розташування і зв'язку з іншими елементами.

Тривимірна модель SolidWorks складається з деталей, зборок і креслень. Деталі, збірки і креслення відображають одну і ту ж модель в різних документах. Будь-які зміни, що вносяться до моделі в одному документі, автоматично відбиваються в інших документах, що містять цю модель. Взаємозв'язок між деталями, збірками та кресленнями гарантує автоматичне коректування всіх взаємопов'язаних елементів моделі.

Такий природний порядок роботи конструктора дозволяє створювати твердотільні моделі різної складності. Вивчення подібного підходу до проектування прищеплює майбутнім інженерам практичні навички аналізу форм модельованих об'єктів, створення нових похідних об'єктів при конструюванні, визначення параметрів, які задають геометричні об'єкти, що в цілому дозволяє розвивати здібності просторового мислення як основи конструювання.

Програма SolidWorks - пакет тривимірного параметричного моделювання поверхневих і твердотільних об'єктів, оформлення креслень, проведення розрахунків на міцність, стійкість і т.д., з вбудованими засобами або інтегрованими модулями.

SolidWorks - сучасне потужне засіб проектування, основним призначенням якого є забезпечення наскрізного процесу проектування, інженерного аналізу та підготовки виробництва виробів будь-якої складності і

призначення, включаючи створення інтерактивної документації і забезпечення обміну даними з іншими системами.

SolidWorks дозволяє проектувати виріб як зверху вниз, так і знизу вгору, тобто відразу виконувати модель в зборі, а потім розбивати її на яке у неї деталі або з заздалегідь створених деталей збирати модель.

SolidWorks забезпечує зв'язок між деталями, збірками та кресленнями, що гарантує, що зміни, зроблені, наприклад, в деталі відобразяться в збірці і в кресленні, як деталі, так і збірки. Креслення або збірки можна створювати на будь-якому етапі в процесі проектування.

Основою для створення поверхневих або твердотільних об'єктів є ескіз. Зазвичай спочатку малюється ескіз, створюється підстава, а потім в модель додаються численні елементи. Ескіз в SolidWorks - це контур моделі, з яким виробляються булеві операції (витягування, поворот і т.д.). Ескіз створюється на площині (певної спочатку або створеної заново) або на плоскій грані створюваної моделі. При необхідності ескіз створений на плоскій грані можна перенести на циліндричну грань.

В SolidWorks є дерево конструювання «FeatureManager» в якому відображається вся історія конструювання моделі. За допомогою дерева конструювання можна редагувати раніше створені кроки.

Дерево конструювання FeatureManager і вікно графічної області динамічно пов'язані. Можна вибирати елементи, ескізи, креслярські види і допоміжну геометрію в будь-якій частині вікна.

Існує кілька способів вибору безпосередньо в дереві конструювання FeatureManager:

- можна вибирати елементи, ескізи, площини і осі в моделі, просто натискаючи на їхні імена в дереві конструювання FeatureManager;


- можна вибрати кілька послідовних елементів в дереві конструювання FeatureManager, натиснувши клавішу Shift і утримуючи її під час вибору. Натисніть на перший елемент, натисніть клавішу Shift і, утримуючи її, натисніть на останній елемент.



- можна вибрати кілька елементів в графічній області або вибрати непослідовні елементи в дереві конструювання FeatureManager, натиснувши клавішу Ctrl і утримуючи її під час вибору.

Дерево конструювання FeatureManager також полегшує визначення та зміна послідовності, в якій створюються елементи. Перевпорядкувати елементи можна шляхом їх перетягування в списку дерева конструювання FeatureManager. При цьому змінюється порядок відновлення елементів при перестроюванні деталі. Можна відобразити розміри елемента, якщо двічі натиснути на ім'я елемента. Можна погасити і висвітлити елементи деталі і компоненти збірки. Тимчасовий повернення моделі або збірки в попередній стан за допомогою смуги відкоту. Можна додавати та редагувати джерела світла в папці освітлення і т.д.


Інструменти ескізу - примітиви, за допомогою яких вибудовується контур елемента моделі. При нанесенні розміру на примітив і зміні нанесеного розміру довжина (розміри) примітиву підлаштовуються до нанесеним розмірам.

Основні інструменти ескізу:


 - лінія, створює відрізок заданої довжини. При створенні лінії здійснюється автоматична прив'язка до опорних точок геометрії моделі і (або) ескізу (кінцевим точкам, середині, центру кола і т.д.);

 і  - прямокутник і правильний багато кутник;

 - коло;


 - дуга. Дуга може створюватися кількома способами: бути дотичній до об'єкта ескізу, по 3 точкам і в напрямку від центральної точки;


 і  - фаска і скруглення;



 - осьова лінія, застосовується як допоміжна геометрія в ескізі і для створення симетричних об'єктів ескізу;


 - сплайн, створення кривих;



 - дзеркало, відображає вибрані елементи ескізу щодо обраного центру;

 - перетворення об'єктів, перетворює обрану кромку моделі в елемент ескізу;

 - зміщення об'єктів, додавання об'єктів ескізу зміщенням на задану відстань обраних елементів ескізу;

 і  - подовжити і обрізати елемент ескізу;

 - допоміжна геометрія, перемикання об'єктів ескізу допоміжну або звичайну геометрію;

 і  - лінійний і круговий масив;

 - автоматичне нанесення розмірів, простановка розмірів на ескізі;

- додати взаємозв'язок, додавання взаємозв'язків між об'єктами ескізу.

Для додавання взаємозв'язків необхідно, утримуючи клавішу «Ctrl», виділити потрібні об'єкти (як правило, потрібно виділяти 2 об'єкти), і із запропонованого списку взаємозв'язків, вибрати потрібну і натиснути «ОК». Можливі взаємозв'язку наведені на рис. 5.1.

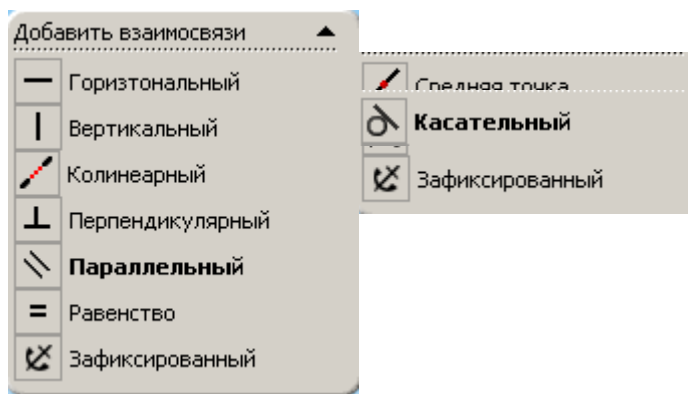






Рис 5.1 Варіанти взаємозв'язків


Інструменти елементів дозволяють виробляти основні операції з ескізами і раніше створеними елементами.


 - витягнута бобишка (основа), витягує ескіз за вказаними параметрами.



 - витягнутий виріз, виріз твердотільної моделі шляхом витягування намальованого профілю за вказаними параметрами;


 - повернена бобишка (основа), обертання ескіза навколо осі для створення твердотільного елемента;

 - повернений виріз, виріз твердотільної моделі шляхом повороту намальованого профілю навколо осі;

 - витягнута бобишка (основа), створення твердотільного елемента шляхом витяжки замкнутого контуру уздовж направляючої;

 - бобишка (основа) по перетинах, створення твердотільного елемента між декількома перетинами;

 і  - округлення і фаска, створення на межі твердотільної моделі заокруглення або фаски;

 - оболонка, видалення матеріалу з твердого тіла для створення тонкостінного елемента;

і  - лінійний і круговий масив елементів.

6. Обґрунтування економічної ефективності

Розрахуємо капітальні вкладення.

Вартість споруд формують наступні обсяги додаткових площ:

виробничі площі - 6 м²

підсобні і складські

приміщення 12 м²

допоміжні приміщення 4 м²

Згідно додатку 3 [12] виконаємо розрахунок вартості будівельних робіт.

Затрати на будівництво та освоєння виробничих площ:

$$З_{бв} = 6 * 3750 = 22500 \text{ грн}$$

Затрати на будівництво та освоєння складських приміщень

$$З_{бс} = 12 * 5200 = 62400 \text{ грн}$$

Затрати на будівництво та освоєння допоміжних приміщень

$$З_{бд} = 4 * 4500 = 18000 \text{ грн}$$

Сумарні затрати на будівельні роботи:

$$З_{с} = 22500 + 62400 + 18000 = 102900 \text{ грн}$$

Розрахуємо ціну на модернізований плавитель сиру ПС-40.

Кількість модернізованих одиниць обладнання: 1.

Допоміжні матеріали укрупнено приймаємо на рівні 4% від вартості проекту. Результати зведемо в таблицю 6.1.

Розрахуємо витрати на додаткове обладнання, яке встановлюється в результаті реконструкції.

Розрахунки зведемо в таблицю 6.2.

Розрахуєм фонд оплати праці робітників, які виготовляють машину.

Трудомісткість виготовлення машини, люд.-год 2180

Середньогодинна оплата праці по заводу, грн. 45

Фонд оплати праці: ФОП= 2180 * 45 = 98100 грн.

Загальновиробничі витрати укрупнено приймаємо на рівні 60% від фонду заробітної плати:

$$Зв = 98100 * 0,6 = 58860 \text{ грн.}$$

Таблиця 6.1.

Визначення собівартості модернізованої одиниці обладнання

№ п/п	Найменування матеріальних ресурсів	Одиниця виміру	Ціна одиниці, грн.	Норма витрат на одиницю продукції, грн.	Вартість сировини і матеріалів, грн.	Транспортно-заготівельні витрати, грн.	Загальна сума витрат на сировину і матеріали, грн.
I	Сировина і основні матеріали						
	Гарячий прокат:						
1	Тонкий листовий	кг	12,50	2	2	0,2	2,2
2	Сортовий дрібний	кг	15,20	1140	1140	114	1254
3	Середній	кг	14,00	770	770	77	847
4	Волочений комбінований	кг	18,00	666	666	66,6	732,6
	Холодний прокат:					0	0
5	Листовий	кг	18,00	720	720	72	792
6	Сортовий профільований	кг	17,00	1870	1870	187	2057
7	Кутники, швелери	кг	11,00	3080	3080	308	3388
8	Труби для заготовок	кг	12,00	3720	3720	372	4092
9	Гаряча штамповка	кг	24,00	1488	1488	148,8	1636,8
10	Холодна штамповка	кг	17,00	510	510	51	561
11	Чавунне литво	кг	12,20	3843	3843	384,3	4227,3
12	Вироби з пластмас	кг	25,50	76,5	76,5	7,65	84,15
13	Двигун	шт	3500	7000	7000	700	7700
II	Допоміжні метеріали			995,42	995,42	99,54	1094,96
	Разом			25880,92	25880,92	2588,09	28469,01

Адміністративні витрати приймаємо на рівні 55% від фонду оплати праці:

$$A_v = 98100 * 0,55 = 53955 \text{ грн.}$$

Виробнича собівартість виготовлення модернізованої машини:

$$B_c = 28469,01 + 98100,00 + 58860,00 + 53955,00 = 239384,01 \text{ грн.}$$

Позавиробничі витрати приймаємо на рівні 6,5% від виробничої собівартості: $P_v = 239384,01 * 0,065 = 15559,96 \text{ грн.}$

Розрахуємо ціну машини. Закладаємо рівень рентабельності 15%. Ціна машини: $C_o = (239384,01 + 15559,96) * (1,00 + 0,15) = 293185,57 \text{ грн.}$

Розрахуємо загальні капіталовкладення на впровадження нової машини.

Витрати на демонтаж старої машини: 1280,00 грн

Залишкова вартість старої машини 0,00 грн

Капітальні вкладення в створення нової машини з таблиці 6.2.: 366481,96 грн. Вартість брухту від реалізації старої машини 420,00 грн

Загальні капіталовкладення на впровадження нової машини:

$$K_o = 366481,96 + 1280,00 + 0,00 - 420,00 = 367341,96 \text{ грн.}$$

Річний випуск продукції на модернізованій машині складе: 39130200,00 кг. Питомі капіталовкладення:

$$K_y = 367341,96 / 39130200,00 = 0,009387684 \text{ грн/од.прод.}$$

Розрахуємо витрати на транспортні засоби, силове і енергетичне обладнання, пристосування, на лабораторні прилади. Вартість транспорту приймаємо з умови 15% вартості обладнання:

$$366481,9609 * 0,15 = 54972,29413 \text{ грн}$$

Вартість силового та енергетичного обладнання приймається із розрахунку 40 грн на 1 кВт встановленої потужності. Встановлена потужність складає: 51,15 кВт. Тоді розрахункова вартість: $51,15 * 40 = 2046 \text{ грн}$

Вартість виробничого та господарського інвентаря розрахуємо з умови 40 грн на одного працюючого. Кількість працюючих: 12 чол: $12 * 40 = 480 \text{ грн.}$

Вартість інших витрат приймаємо на рівні 65% вартості обладнання та будівельно-монтажних робіт.

$$(102900 + 366481,9609) * 0,65 = 305098,2746 \text{ грн}$$

Результати розрахунків зведемо в таблицю 6.3.

Таблиця 6.2.

Кошторис витрат на обладнання.

№ п/п	Найменування обладнання	Кількість одиниць, шт	Вартість одиниці, шт	Загальна вартість, грн.	Транспортні витрати, грн.	Витрати на монтаж, грн.	Загальні витрати, грн.
1	плавитель сиру марки ПС-40	1	293185,57	293186	43977,84	29318,55	366481,96
Разом				38919,5	5837,93	3891,953	48649,41

Таблиця 6.3

Кошторис капітальних витрат.

№ п/п	Види основних виробничих фондів	Балансова вартість, грн.	Річна норма амортизації, %	Річні амортизаційні відрахування, %
1	Споруди	102900,00	8	8232,00
2	Промислове обладнання	366481,96	24	87955,67
3	Транспортні засоби	54972,29	60	32983,38
4	Силове і енергетичне обладнання,	2046,00	24	491,04
5	Інструмент, приспособлення, лабораторне обладнання	1580,00	60	948,00
6	Виробничий і господарський інвентар	480,00	60	288,00
7	Інші витрати	305098,27		
8	Разом	833558,53		130898,09

В процесі реконструкції планується встановлення нової машини.

Таблиця 6.4.

Дані для розрахунку економічної ефективності впровадження.

Показник	Варіанти	
	Базовий	Новий
Річна програма випуску готової продукції, кг	1669440	2086800
Усереднена технічна продуктивність, кг/зм	2782,40	3478,00
Норма виробітку в годину, кг	794,97	1159,33
Капітальні витрати на впровадження машини з врахуванням затрат на монтаж, грн.	0	833558,53
Встановлена потужність, кВт	3,2	3
Коефіцієнт використання потужності електродвигуна	0,95	0,95
Норма амортизації обладнання, %	14	14
Витрати, % від амортизаційних відрахувань		
Розряд робіт	3	3
Тарифна погодинна ставка, грн	45	45
Премії і доплати, %	25	25
Додаткова заробітна платня, % від основної	6	6
Витрати на охорону праці і техніку безпеки в розрахунку на середньорічного працівника за рік, грн	134	134
Відрахування на соціальне страхування, %	37,5	37,5
Баланс робочого часу в середньому на одного працівника за рік, год.	2048	2048

Визначимо трудомісткість річного об'єму роботи при виробництві для базового і проектного варіанту.

Вона відповідно рівна $1669440 / 794,9714286 = 2100,00$ год

і $2086800 / 1159,333333 = 1800,00$ год

Для розрахунку середньорічної чисельності робітників, де ділений буде трудомісткість, а дільником добуток (Б*П). Підставивши значення, отримаєм:

$$2100,00 / 2048 = 1,03$$

$$1800 / 2048 = 0,88$$

Розрахунок поточних витрат приведено в таблиці 6.5.

Визначимо додаткові показники економічної ефективності впровадження нової техніки.

Економія середньорічної чисельності робітників складає 0,15 чоловік

Таблиця 6.5.

Затрати по заробітній платні, грн.

Витрати	Варіанти	
	Базовий	Новий
Основна тарифна заробітна плата	45,00 * 2100,00 = 94500,00	45,00 * 1800,00 = 81000,00
Основна заробітна плата	94500,00 + 23625,00 = 118125,00	81000,00 + 20250,00 = 101250,00
Додаткова заробітна плата	118125,00 * 0,06 = 7087,50	101250,00 * 0,06 = 6075,00
Премії і доплати до тарифної заробітної плати	94500,00 * 0,25 = 23625,00	81000,00 * 0,25 = 20250,00
Відрахування на соціальне страхування	118125,00 * 0,375 = 44296,88	101250,00 * 0,375 = 37968,75
Всього	169509,38	145293,75

Можливе збільшення продуктивності праці на використання даної операції: $0,15 * 100 / (1,03 - 0,15) = 16,67 \%$

Економія фонду заробітної плати становить:

$$169509,38 - 145293,75 = 24215,63 \text{ грн}$$

Визначимо можливе підвищення продуктивності праці Птр в результаті економії чисельності працюючих за формулою: $P_{mp} = E_{uc} \cdot \frac{100}{T_u - E_{uc}}$,

де $E_{\text{щ}}$ – економія середньорічної чисельності робітників;

$T_{\text{ч}}$ – загальна кількість робітників;

$$\text{Птр} = 0,15 * 100 / (12 - 0,15) = 1,24 \%$$

Розрахуємо економію річного тарифного фонду заробітної плати, що складе: $E_{\text{рф}} = 94500,00 - 81000,00 = 13500,00$ грн

Економія річного фонду основної заробітної плати:

$$E_{\text{ро}} = 13500,00 * 1,25 = 16875,00 \text{ грн}$$

Економія річного загального фонду заробітної плати складе:

$$E_{\text{фт}} = 13500,00 * 1,33 = 17887,50$$

Розробимо планову калькуляцію собівартості всього річного випуску, використовуючи дані таблиці 6.6. Загальні витрати приймаєм укрупнено рівними 46% від основної заробітної плати робітників, а інші витрати від виробничої собівартості мінус виробничі витрати. Невиробничі витрати складають 1,1% від виробничої собівартості.

Таблиця 6.6.– Витрата матеріальних ресурсів і заробітної плати на тону продукції.

Найменування	Ціна за одиницю, грн.	Витрата	Витрата, грн
Молоко, кг	5,5	11500	63250,00
Упаковка, м ²	8,1	54	437,40
Електроенергія, кВт	1,97	11,5	22,66
Вода, м ³	0,1	159	15,90
Розсіл, м ³	0,5	113,4	56,70
Пара, кг	4,55	10120	46046,00
Втрати від браку, грн	–	10	1098286,55

Складемо порівняльну таблицю визначення собівартості. Для визначення повної собівартості необхідним є виконання розрахунку кошторису витрат на річний випуск продукції (таблиця 6.7).

Таблиця 6.7

Кошторис витрат на річний випуск продукції, грн.

№ п/п	Статті витрат	Витрата, грн.		Порівняльний результат (+ чи -)
		до проекту	з проектом	
1	Матеріальні витрати			
	Молоко	110871684,00	131990100,00	-21118416,00
	Упаковка	730213,06	912766,32	-182553,26
	Всього	111601897,06	132902866,32	-21300969,26
2	Витрати на оплату праці	169509,38	145293,75	24215,63
3	Відрахування на соціальні заходи	44296,88	37968,75	6328,12
4	Амортизація	0,00	130898,09	-130898,09
5	Інші витрати			
	Електроенергія	41660,88	47276,45	-5615,58
	Вода	26544,10	33180,12	-6636,02
	Розсіл	94657,25	118321,56	-23664,31
	Пара	76871034,24	96088792,80	-19217758,56
	Втрати від браку	1833523498,03	2291904372,54	-458380874,51
	Загальновиробничі витрати, грн	458	392,57	65,43
	Адміністративні витрати, грн	120	102,86	17,14
	Позавиробничі витрати, грн	275	275	0,00
	Всього	1910557972,49	2388192438,90	-477634466,41
6	Всього витрат	2022373675,80	2521409465,81	-499035790,01

Ефективність впровадження нової розробки розрахуємо за її чистою теперішньою вартістю.

Капітальні затрати на впровадження розробки: $K = 833558,5296$ грн

Річна собівартість готової продукції: $S_p = 229336501,4$ грн

Закладаєм річний чистий прибуток на рівні 3%: $Чр = 0,03 * 229336501,4 = 6880095,043$ грн. Амортизаційні відрахування: $A = 130898,09$ грн .

Чистий річний прибуток з амортизаційними відрахуваннями: $AЧр = Чр + A = 6880095,043 + 130898,09 = 7010993,13$ грн

Коефіцієнт освоєння потужностей у першому році: $K1 = 0,4$

Дисконтна ставка $Kп = 0,2$

Чиста теперішня вартість розраховується за наступною формулою

$$ЧТВ = -K + \sum_{t=1}^n \frac{(A + Чр)K1}{(1 + Kn)^t} = 729247,43$$

Термін окупності - один рік

Побудуємо зведену таблицю калькуляції собівартості випуску продукції.

Таблиця 6.8.

Зведена таблиця калькуляції собівартості випуску продукції.

№ п/п	Статті витрат	Витрата, грн.		Порівняльний результат (+/-)
		до проекту	з проектом	
1	2	3	4	5
1	Сировина і основні матеріали	111601897,06	132902866,32	-21300969,26
2	Допоміжні матеріали	76992235,58	96240294,48	-19248058,90
3	Тара і тарні матеріали	730213,06	912766,32	-182553,26
4	Електроенергія і паливо (для технологічних цілей)	41660,88	47276,45	-5615,58
5	Основна заробітна плата основних виробничих робітників	118125,00	101250,00	16875,00
6	Додаткова заробітна плата основних виробничих робітників	7087,50	6075,00	1012,50

Продовження таблиці 6.8.

1	2	3	4	5
7	Нарахування на заробітну плату основних виробничих робітників	44296,88	37968,75	6328,12
8	Загальновиробничі витрати	458,00	392,57	65,43
	Разом виробнича собівартість	113,10	109,90	3,20
9	Адміністративні витрати	120,00	102,86	17,14
10	Позавиробничі витрати	275,00	275,00	0,00
	Повна собівартість	113,10	109,90	3,20

Таблиця 6.9.

Основні техніко-економічні показники підприємства

№ п/п	Нормативні показники	Одиниці виміру	Величина показника	
			без проекту	з проектом
1	Річний випуск продукції:			
	а) в натуральному вираженні	т	1669,44	2086,80
	б) у вартісному вираженні	грн	188806155	229336501
2	Капітальні затрати:			
	а) в обладнання	грн	-	666846,82
	б) в площу	грн	-	166711,71
3	Загальна кількість працюючих	чол	13	12
4	Собівартість випуску одиниці продукції	грн	113,10	109,90
5	Випуск продукції з 1 м ² площі	т/рік	6,55	10,43
6	Рентабельність продукції	%	0,23	0,27
7	Чиста теперішня вартість проекту	грн	-	1503439,18
8	Період окупності	т/чол	-	один рік

7. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

7.1. 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, вовчок К7-ФВП-82, плавитель сиру ПС-40, витримувач спеціальний ВС-120, фасувально-пакувальний автомат Л5-ОКА, камера термодимова КТД-500.

Перед пуском сепаратора необхідно перевіряти правильність збирання барабана, кріплення приймально-вивідного пристрою. При цьому сепаратора необхідно відвести гальма і стопори в неробоче положення.

Кнопка управління електродвигуном повинна бути змонтована поблизу сепаратора. Підходи до кнопки управління повинні бути вільні. Електродвигун повинен бути заземлений. Категорично забороняється знімати, поправляти або встановлювати приймально-вивідний пристрій під час обертання барабана.

Забороняється працювати: при виявленні сторонніх шумів; при зачіпанні барабана за деталі приймально-вивідного пристрою; при підвищеній вібрації

сепаратора; у разі попадання в масляну ванну станини рідини або води, що сепарується; при поломці і втраті пружності хоча б однієї з пружин вертикального валу; при зношенні шарикопідшипників; з розбалансованим барабаном. Забороняється гальмувати барабан сторонніми предметами або іншими способами, окрім передбачених інструкцією.

Забороняється розбирати сепаратор під час обертання барабана.

Забороняється працювати на сепараторі з барабаном, зібраних з деталей від іншого барабана. У разі заміни яких-небудь деталей необхідно провести балансування барабана наново.

Необхідно виконувати вимоги «Правил техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачем».

Плавитель сиру ПС-40 відноситься до високооборотного технологічного обладнання з електричним приводом. Всі рухомі елементи даної машин повинні бути закриті кожухами, а елементи електроприводу – заізольовані в точках електричних контактів і заземленими. Заземлення повинно відповідати ГОСТ 12.1.030–81 “ССБТ. Електробезпека. Захисне заземлення, занулення”. Для мінімізації і уникнення шкідливої дії вищеназваних чинників передбачається встановлення засобів шумо- і віброізоляції.

Перед вмиканням автомата для фасування ковбасного плавленого сиру марки Л5-ОКА необхідно шляхом зовнішнього огляду переконатися в справності усіх його частин, наявності надійного заземлення. Величина опору захисного заземлення повинна бути не більше 4 Ом і підлягає перевірці не рідше одного разу на місяць.

Забороняється замикати контакти електричних блокувань при відкинутому в неробоче положення бункері і знятій конусній насадці.

Для зниження ступеня ураження електричним струмом передбачено окремий вимикач. На протязі всього терміну експлуатації автомата для фасування ковбасного плавленого сиру марки Л5-ОКА необхідно слідкувати за станом ізоляції на струмоведучих елементах мережі та використовуваного заземлення. Останнє діє можливість уникнути ураження електричним струмом

при торканні корпусу неізолюваних частин. Вибір заземлення вибирається згідно з ГОСТ 12.1.030-81.

Санобробку автомата для фасування ковбасного плавленого сиру марки Л5-ОКА проводити тільки при відключенні його від мережі.

При проведенні робіт із заміни змінних частин (цівки, насадки, витіснювачі), пасів електроприводу і регулювання педалі керування, механізму переключення, датчика кута повороту, механізмів блокування бункера і конусної насадки, електроживлення фасувального автомата для ковбасного сиру повинне бути відключене за допомогою кнопки "МЕРЕЖА".

До роботи зі фасувальним автоматом допускаються особи, які мають практичні навички в експлуатації й обслуговуванні фасувального автомата для ковбасного сиру і знаючі відповідні правила мір безпеки.

У разі потреби негайно виключити фасувальний автомат, необхідно натиснути на червоний грибок, що знаходиться на передній панелі над педаллю керування.

Перед вмиканням термодимової камери необхідно шляхом зовнішнього огляду переконатися в справності усіх її частин, наявності надійного заземлення. Величина опору захисного заземлення повинна бути не більше 4 Ом і підлягає перевірці не рідше одного разу на місяць.

Забороняється замикати контакти електричних блокувань при відкинутому в неробоче положення бункері і знятій конусній насадці.

Для зниження ступеня ураження електричним струмом передбачено окремих вимикач. На протязі всього терміну експлуатації термодимової камери необхідно слідкувати за станом ізоляції на струмоведучих елементах мережі та використовуюваного заземлення. Останнє діє можливість уникнути ураження електричним струмом при торканні корпусу неізолюваних частин. Вибір заземлення вибирається згідно з ГОСТ 12.1.030-81.

Санобробку термодимової камери слід проводити тільки при відключенні її від мережі.

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

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

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.

7.2. Безпека у надзвичайних ситуаціях

7.2.1. Стійкість роботи підприємств харчової та переробної промисловості до дії проникаючої радіації та радіоактивного забруднення місцевості ядерного вибуху

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

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

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

На всіх об'єктах народного господарства, до яких належить і консервний завод ЗАТ «Теребовлянський консервний завод», цивільна оборона організовується з метою попередньої їх підготовки до захисту робітників, службовців і членів їх сімей у надзвичайних ситуаціях мирного і військового часу, створення умов, що підвищують стійкість роботи підприємств та своєчасне створення умов для проведення рятувальних і інших невідкладних робіт. Основним завданням цивільної оборони у надзвичайних ситуаціях мирного і військового часу є виконання семи завдань:

- попередження надзвичайних ситуацій;
- оповіщення населення про загрозу і виникнення надзвичайних ситуацій;
- захист населення від наслідків надзвичайних ситуацій;
- організація життєзабезпечення населення під час н.с.;
- організація і проведення рятувальних та інших невідкладних робіт;
- створення системи аналізу, прогнозування, управління, оповіщення;

підготовка і перепідготовка керівного складу, сил цивільної оборони і органів управління.

Проникаюча радіація ядерного вибуху є сумісним γ -випроміненням і нейтронним випромінюванням.

γ -випромінення і нейтронне випромінювання різні по своїх фізичних властивостях, а загальним для них є те, що вони можуть розповсюджуватися в повітрі у всі сторони на відстані до 2,5—3 км. Проходячи через біологічну тканину γ -кванти і нейтрони іонізують атоми і молекули, що входять до складу живих клітин, внаслідок чого порушується нормальний обмін речовин і змінюється характер життєдіяльності клітин, окремих органів і систем організму, що приводить до виникнення специфічного захворювання — променевої хвороби.

Джерелом проникаючої радіації є ядерні реакції розподілу і синтезу, що протікають в боєприпасах у момент вибуху, а також радіоактивний розпад уламків поділу.

γ -кванти можуть бути миттєвими, випускаються в ході протікання ядерних реакцій вибуху, при взаємодії нейтронів з конструкційними матеріалами боєприпаса і з найближчими до нього шарами повітря, осколковими, утворюваними при радіоактивному розпаді уламків поділу, або захватними, виникаючими при ядерних реакціях захоплення нейтронів атомами повітря і ґрунту на значних відстанях від центру вибуху боєприпаса.

Нейтрони проникаючої радіації можуть бути миттєвими, випускаються в ході протікання ядерних реакцій вибуху, і що «запізнюються», утворюються в процесі розпаду уламків поділу протягом перших 2—3 з після вибуху.

Час дії проникаючої радіації при вибуху зарядів розподілу і комбінованих зарядів не перевищує декількох секунд. При вибуху зарядів розподілу і комбінованих зарядів час дії проникаючої радіації визначається часом підйому хмари вибуху на таку висоту, при якій випромінювання поглинається товщею повітря і практично не досягає поверхні землі.

Вражаючу дію проникаючої радіації характеризується величиною дози випромінювання, тобто кількістю енергії радіоактивних випромінювань, поглиненою одиницею маси опромінюваного середовища. Розрізняють дозу випромінювання в повітрі (експозиційну дозу) і поглинену дозу.

Доза проникаючої радіації залежить від типу ядерного заряду, потужності і виду вибуху, а також від відстані до центру вибуху.

Проникаюча радіація є одним з основних вражаючих чинників при вибухах нейтронних боєприпасів і боєприпасів розподілу надмалої і малої потужності. Для вибухів більшої потужності радіус поразки проникаючою радіацією значно менше радіусів поразки ударною хвилею і світловим випромінюванням. Особливо важливе значення проникаюча радіація придбаває у разі вибухів нейтронних боєприпасів, коли основна частка дози випромінювання утворюється швидкими нейтронами.

На близьких відстанях від епіцентра вибуху в зоні смертельних і важких поразок доза нейтронів значно перевершує дозу γ -випромінювання і лише на межі легких поразок, тобто на відстані 1 500—1 800 м, їх значення будуть приблизно однаковими.

Радіоактивне зараження місцевості, приземного шару атмосфери, повітряного простору, води і інших об'єктів виникає в результаті випадання радіоактивних речовин з хмари ядерного вибуху.

Значення радіоактивного зараження як вражаючого чинника визначається тим, що високі рівні радіації можуть спостерігатися не тільки в районі, прилеглому до місця вибуху, але і на відстані десятків і навіть сотень кілометрів від нього. На відміну від інших вражаючих чинників, дія яких виявляється протягом відносно короткого часу після ядерного вибуху, радіоактивне зараження місцевості може бути небезпечним протягом декількох днів і тижнів після вибуху.

Найсильніше зараження місцевості відбувається при наземних ядерних вибухах, коли площі зараження з небезпечними рівнями радіації у багато разів перевищують розміри зон поразки ударною хвилею, світловим

випромінюванням і проникаючою радіацією. Самі радіоактивні речовини і що випускаються ними іонізуючі випромінювання не мають кольору, запаху, а швидкість їх розпаду не може бути змінена якими-небудь фізичними або хімічними методами.

Заражену місцевість по шляху руху хмари, де випадають радіоактивні частинки діаметром більше 30— 50 мкм, прийнято називати ближнім слідом зараження. На великих відстанях — дальній слід — невелике зараження місцевості не впливає на боєздатність особового складу.

Джерелами радіоактивного випромінювання при ядерному вибуху є: продукти розподілу (уламки поділу) ядерних вибухових речовин (Pu-239, U-235 і U-238); радіоактивні ізотопи (радіоізотопи), що утворюються в ґрунті і інших матеріалах під впливом нейтронів — наведена активність; частина ядерного заряду, що не розділилася.

Продукти розподілу, що випадають з хмари вибуху, є спочатку сумішшю близько 80 ізотопів 35 хімічних елементів середньої частини періодичної системи Д. І. Менделєєва: від цинку (№ 30) до гадолінію (№64). Майже всі ядра ізотопів, що утворюються, переобтяжені нейтронами, є нестабільними і зазнають β-розпаду з випуском γ-квантів. Первинні ядра уламків поділу в подальшому випробовують в середньому три-чотири розпади і у результаті перетворюються на стабільні ізотопи. Таким чином, кожному ядру (уламку), що спочатку утворилося, відповідає свій ланцюжок радіоактивних перетворень.

У міру збільшення часу, що пройшов після вибуху, величина активності уламків поділу швидко падає.

Утворення наведеної активності в ґрунті в межах зони розповсюдження нейтронів має практичне значення при повітряному ядерному вибуху. В ґрунті в основному утворюються радіоактивні Al-28, Na-24, кількість яких пропорційна виходу нейтронів при вибуху даного ядерного заряду. Максимальна кількість нейтронів на одиницю потужності заряду утворюється при вибуху.

Активність частини ядерного заряду, що не розділилася, слідує враховувати тільки у разі аварійних вибухів ядерних боєприпасів або при їх ліквідації вибухом звичайного ВВ.

При наземному ядерному вибуху область, що світиться, торкається поверхні землі і утворюється воронка викиду. Значна кількість ґрунту, що потрапив в світиму область, плавиться, випаровується і переміщується з радіоактивними речовинами. У міру охолодження області і її підйому, що світиться, пари конденсуються, утворюючи радіоактивні частинки різної величини. Сильний прогрів ґрунту і приземного шару повітря сприяє утворенню в районі вибуху висхідних потоків повітря, які формують пиловий стовп («ніжку» хмари).

На місцевості, що піддалася радіоактивному зараженню при ядерному вибуху, утворюються дві ділянки: район вибуху і слід хмари. У свою чергу в районі вибуху розрізняють навітряну і підвітряну сторони.

Спочатку з хмари випадають найкрупніші частинки з високим ступенем їх активності, у міру видалення від місця вибуху — більш дрібні, а рівень радіації при цьому поступово знижується. В поперечному перетині сліду рівень радіації зменшується від осі сліду до його країв.

Потужності доз випромінювання на сліді хмари в надзвичайно небезпечній зоні зараження до моменту підходу фронту радіоактивного зараження можуть доходити до тисяч рентген в годину, що при відкритому тому, що розташовує особового складу приведе до дози опромінювання до 10000 Р. Поскольку опромінювання в дозах 250—400 Р викликає важкі поразки людини, те перебування людей в цій зоні можливе тільки в спорудах з кратністю ослаблення дози близько 1 000, тобто до величини нижче за небезпечний рівень.

Інженерні споруди і об'єкти рухомої техніки забезпечують різний рівень захисту від γ -радіоактивно зараженої місцевості (табл. 7.3.).

При підході фронту радіоактивного зараження до якого-небудь рубежу на місцевості одночасно з підвищенням радіації збільшується і концентрація

радіоактивних речовин в приземному шарі повітря, яка досягає максимального значення приблизно до середини періоду випадання радіоактивних речовин, коли проходить центр шлейфу, і потім зменшується до кінця періоду випадання.

Оскільки до органів дихання людини практично не можуть потрапляти частинки діаметром більше 100 мкм, а саме разом з крупними частинками випадає основна частка активності, та загальна кількість РВ, яка може нагромадитися в незахищених органах дихання за період формування сліду, не викличе гострих радіаційних уражень особового складу. Ще менше РВ потрапляє до незахищених органів дихання при вторинному зараженні повітря, коли радіоактивний пил, що осів, підіймається в повітря під час руху техніки в суху погоду або при виконанні інженерних робіт на місцевості.

Про ступінь зараження радіоактивними речовинами поверхонь різних об'єктів, одязі і шкірних покривів прийнято судити по величині потужності дози поблизу заражених поверхонь, визначуваної в мілірентгенах в годину (мР/год), а також по числу розпадів ядер за одиницю часу на певній площі або в певному об'ємі.

7.2.2. Заходи щодо підвищення стійкості роботи об'єктів, що використовують у виробництві аміак

На переробних підприємствах часто застосовується аміак. Температура кипіння аміаку - 33,4°C. При вільному розливі аміак випаровується за одну годину, а при розливі у піддон - за одну добу. Пари аміаку майже вдвічі легші за повітря, але під час випаровування аміак сильно охолоджується і у вигляді білого туману залишається в атмосфері.

Аміак зазвичай знаходиться в обвалованій ємності і його густині 0,68 г/см³. Це безбарвний газ із їдким, гострим та задушливим запахом. Навіть при незначних концентраціях має попереджуючий запах. Розчиняється у воді - 28 - 29% розчин у воді називається аміачною водою. При виході в атмосферу

димить. Горить при наявності відкритого вогню при концентрації в повітрі понад 1%, а при концентрації від 15 - 28% можливий вибух. Ємності з аміаком під час нагрівання можуть вибухнути з великим підсиленням тиском до 4,5 кгс/см.

Поріг відчуття (сприйняття) аміаку - 0,035 мг/л, а при ГДК у повітрі робочої зони виробничих приміщень - 0,02мг/л. У атмосферному повітрі території промислового підприємства - 0,004мг/л, у повітрі населеного пункту - 0,0002мг/л, смертельна - 7мг/л при 30 хв. експозиції. Миттєва смерть настає при концентрації, що перевищує 50мг/л. Реакція організму людини: сильний кашель, задушливість, подразнення слизової оболонки, опіки шкіри, сльози, порушення частоти пульсу, забруднення дихання,

Інженерний захист робітників та службовців – це захист з використанням інженерних споруд: сховищ, ПРУ (протирадіаційних укрить) та засобів індивідуального захисту. Він досягається шляхом завчасного проведення інженерних заходів по будівництву і обладнанню захисних споруд з врахуванням умов розташування об'єкту і вимог будівельних норм і правил.

Для захисту працівників у випадку викиду аміаку достатньо вчасно забезпечити виробничий персонал засобами індивідуального захисту, зокрема протигазами для захисту органів дихання та прогумованими костюмами для захисту шкіри.

Отже забезпечення надійного захисту робітників і службовців підприємства в надзвичайних ситуаціях – один з основних шляхів підвищення стійкості роботи. В комплексі заходів по реалізації цього шляху важливе місце займають заходи по інженерному захисту робітників та службовців.

При ліквідації аварії з виливом аміаку пропонується користуватися:

Ізолюючими протигазами; ІЛ-4, ІЛ-5.

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.

3. Респіратори ГРПР-67 з патроном КД 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) сповіщення 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 перекочування аміаку. 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 зараження пропонується використовувати водяні завіси. За допомогою пожежних гідрантів, та 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.

8. Екологія

Негативні наслідки впливу на природне середовище визначаються неперервно зростаючими масштабами споживання природних ресурсів, що приводить до їх вичерпання, забрудненням природного середовища відходами господарської діяльності, що погіршує її якість та негативно впливає на здоров'я людей, здійснення передбачених, але економічно необґрунтованих змін в природному середовищі, наслідки яких за розмірами збитків перевищують початковий економічний ефект чи інший ефект

Актуальність захисту природного середовища на досліджуваному підприємстві пояснюється тим, підприємство постійно використовує природні ресурси та викидає їх залишки.

Основою вдосконалення системи управління охороною навколишнього середовища на підприємстві, як і будь-якої іншої системи, на всіх рівнях, є насамперед, вичерпна, достовірна та своєчасна інформація про поточний стан підсистеми управління.

Виробляючи косямолочну продукцію, підприємство використовує природні ресурси, до яких відносяться: повітря, вода, ґрунт, енергія вітру, рослинний та тваринний світ та ін.

Під час виробництва молочних продуктів утворюється велика кількість сироватки, близько 90 % від об'єму молока, яке переробляється. Відомі різні методи утилізації сироватки – ультрафільтрація, сушіння, виробництво етилового спирту та інших продуктів. Через відсутність досконалих ресурсоощадних технологій ці методи майже не застосовуються. Основну частину сироватки разом із стічною водою (СВ) скидають у каналізацію, що створює екологічну проблему. ХСК сироватки і СВ становить, відповідно близько 70000 та 3000 мг/л, а недостатнє промислове використання відходів призводить до великих втрат цінних речовин, зниження ефективності виробництва та необхідності сплати штрафів за скидання викидів. Для очищення промислових стічних вод застосовують, зокрема, механічні,

біологічні, хімічні та фізико-хімічні методи. Проте в окремих випадках виникає потреба у їх поєднанні. Для очищення стічних вод застосовують безліч методів, з яких сорбційні дають змогу вилучати забруднення у слідових кількостях. Під час реалізації очищення стічних вод адсорбційним методом використовують природні та синтетичні матеріали. Тому актуальною є проблема дослідження механізмів адсорбції для з'ясування доцільності подальшої регенерації сорбентів.

На промислових підприємствах повинно здійснюватися локальне очищення виробничих стічних вод перед скиданням їх у міську каналізацію, а на міських очисних спорудах – повне біологічне очищення. Для локального очищення потрібно видалити усі шкідливі речовини, які гальмують біохімічні процеси під час біологічного очищення на міській станції аерації.

Біологічне очищення дає змогу здійснити глибоке доочищення виробничих стічних вод, яке забезпечує можливість їх повторного використання у виробництві. При цьому очищення доцільно проводити у великих районних очисних спорудах, база та експлуатація яких має вищий технологічний рівень, ніж невеликі очисні споруди на підприємствах. Тому ставляться високі вимоги до якості та кількості виробничих стічних вод, які скидають у міську каналізацію. Стічні води молокопереробних підприємств, як правило, поділяються на дві категорії: висококонцентровані (сироватка та меліса), які утворюються в цеху виробництва сирів, молочного цукру і альбумінованого сиру, та низькоконцентровані, які утворюються під час миття тари, технологічного обладнання та приміщень від забруднень залишками молока, продуктами його переробки, мийними засобами тощо. З розвитком високоефективних та економних технологій, які використовуються на молокопереробних підприємствах, кількість води, яка споживається у виробничому циклі, зменшується. Тому концентрація забруднювальних речовин та кількість висококонцентрованих стічних вод збільшується. На молокопереробних підприємствах середньої продуктивності утворюється близько 80–90 т за добу сироватки та 20 т за добу – меліси, які потребують

ефективної утилізації. Тому надходження висококонцентрованих розчинів у стічні води може становити від кількох десятків до сотень м³ за добу, з середньою концентрацією ХСК 50 гО₂ /л. Такі висококонцентровані розчини поступають періодично з кратністю скиду один раз за зміну, при цьому змішування їх з основним потоком призводить до порушень роботи очисних станцій, а також до втрати цінних компонентів, що містяться у цих розчинах.

Механічну очистку стічних вод можна застосовувати як самостійний або попередній метод, що передує хімічній або біологічній очистці. Для механічної очистки стічних вод застосовують решітки, пісковловлювачі, бензомастиловловлювачі, жировловлювачі, відстійники і дезінфектори. Для обробки осаду, отриманого у відстійниках, застосовують перегнивачі і мулові площадки.

Решітки служать для грубого відділення крупних механічних забруднень від стічних вод; їх встановлюють перед місцевими (локальними) очисними спорудами.

Відстійники застосовуються для кінцевої очистки стічних вод від грубодисперсних нерозчинних речовин і від частини органічних забруднень. Найбільшого розповсюдження на підприємствах молочної промисловості отримали вертикальні відстійники. Їх продуктивність в середньому складає до 50 м³/добу з тривалістю відстоювання від 45 хв до 1,5 год. Осад, отриманий в результаті очистки стоків у відстійниках, після спеціальної обробки можна використовувати у якості добрив для рослинної продукції сільського господарства.

В якості прийомників для стоків використовують заглиблення, розміщені біля обладнання та приймальні колодязі розміром 1*1*1 м. Останні розміщуються на ділянці для підготовки сировини, де є значні витрати води. Всі прийомники для стоків оснащені гідравлічними затворами – сифонами, що попереджують проникнення газів в приміщення.

Оцінити рівень забруднення стічних вод молокопереробних підприємств можна методом потенціометричного аналізу, який дає змогу якісно та кількісно

встановити вміст кожного інгредієнта. Свіжі виробничі стоки молокопереробних підприємств мають білий або жовтуватий колір. Реакція їх лужна. Оскільки в стічних водах містяться білкові речовини, вуглеводи і жири, вони швидко піддаються загниванню і закисанню. Настає зброджування молочного цукру у молочну кислоту, що призводить до осадження казеїну та інших протеїнових речовин. Загнивання останніх супроводжується виділенням дуже неприємного запаху, рН стічних вод при цьому знижується до 4,5. Виробничі стічні води молочних заводів, крім вищеперерахованих забруднень, містять хімічні сполуки, що застосовуються для миття ємкостей, апаратури та підлог (детергенти). Стічні води підприємств молочної промисловості у разі скидання їх у водойми без попереднього очищення мають шкідливий вплив на воду останніх. В результаті біохімічного окиснення органічні сполуки, що містяться у стічних водах, з водойм поглинають велику кількість кисню, внаслідок чого фауна і флора водойм можуть загинути. Органічні речовини, що потрапляють у водойми зі стічними водами молокопереробної промисловості, викликають процеси гниття, у результаті чого різко зменшується вміст кисню у воді, що викликає так звані замори – масову загибель риб та інших тварин. Забруднення природних вод призводить до порушення якості питної води, викликає різні захворювання, завдає естетичного збитку, тобто населення не може використовувати водойми у рекреаційних цілях [8]. Існуючі хімічні та фізико-хімічні методи очищення забрудненої води (хлорування, озонування, осмос тощо), що полягають в активній хімічній дії або фізичному впливі на воду, дають змогу видалити з неї забруднювальні речовини, погіршуючи при цьому фізико-хімічні властивості води та порушуючи природний баланс розчинених у ній солей. До того ж у природі існують безпечні можливості очищення води з вирівнюванням у ній сольового балансу під час проходження води через наземні та підземні горизонти мінералів, що мають великі адсорбційні властивості щодо антропогенних токсичних речовин (глини, алюмосилікати, цеоліти тощо). Такі природні мінерали-адсорбенти під час очищення стічних та забруднених природних вод на стадії відстоювання не

тільки дають можливість позбавитись небезпечних антропогенних забруднювальних домішок адсорбції, а й хімічних реактивів, щоб покращити структуру та мінералізацію води.

При оцінці заходів по охороні повітряного басейну фактичний викид домішок порівнюють з нормативним за наступними показниками : гранично допустима концентрація речовин та гранично допустимі викиди. Кількість відходів на протязі тривалого часу збільшувалась пропорційно росту виробництва.

Для досягнення високих еколого-економічних результатів необхідно процес очищення шкідливих викидів сумістити з процесом утилізації вловлених речовин, що зроблять можливим усунення причин забруднення.

В цілому для зниження забруднення навколишнього природного середовища в процесі роботи підприємства необхідно проводити заходи по очищенню стічних вод, зменшенню шкідливих викидів в атмосферу та зниження негативного впливу електромагнітного поля на здоров'я працівників.

Обов'язковість сплати збору за забруднення навколишнього природного середовища передбачена ст.44 Закону України „Про охорону навколишнього середовища” від 25.06.91року. №1264-ХІІ в редакції Закону України №186/98-ВР від 05.03.98 року.

Єдиний на території України порядок подання документів для встановлення загального ліміту викидів стаціонарними джерелами забруднення і ліміту викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами викидів для працівників збору визначає Інструкція по встановленню лімітів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, затверджене наказом Міністерства екології природних ресурсів України від 10.10.2000 р. №161.

Загальні висновки

У дипломній роботі розроблено заходи з модернізації плавителя сиру ПС-40 та досліджено вплив частоти обертання ротора і розмірів його пазів на процес оброблення рецептурної сирної маси.

Модернізована конструкція передбачає збільшення кількості пазів ротора з 10 до 12 та їх нахил до вертикальної осі 10° . Це забезпечить інтенсифікацію гідромеханічного впливу на оброблювану сирну масу й посилення теплообміну за рахунок зростання швидкості транспортування продукту в плавителі.

В роботі було вирішено наступні задачі: виконано літературно-патентний огляд устаткування для термомеханічної обробки сирної маси; запропоновано заходи з модернізації ротора плавителя сиру ПС-40 із виконанням необхідних технологічних, кінематичних і конструктивних розрахунків; виконано дослідження впливу розмірів елементів ротора та частоти його обертання на інтенсивність оброблення сирної маси; запропоновано заходи з цивільної безпеки, охорони праці та екології.

Дослідження розмірів елементів ротора та частоти його обертання на процес оброблення сирної маси було виконано із використанням модуля FlowSimulation системи SolidWorks. При цьому було встановлено:

- абсолютна та відносна зміна тиску в робочому контурі для конструкції ротора з пазами 6x6 та 8x8 відрізняється не більше, ніж на величину точності обчислень, тоді як при 3000 об/хв вона є більшою, ніж за частоти обертання 1500 об/хв; це характерно для систем з ротором, які транспортують робочі середовища;

- зміна густини сирної маси в робочому контурі для конструкції ротора з пазами 6x6 та 8x8 практично однакова, на неї більший вплив має частота обертання ротора. Зокрема при 3000 об/хв зміна густини сирної маси більша, ніж за частоти обертання 1500 об/хв. За рахунок інтенсивнішого механічного впливу пари ротор-статор на транспортовану масу спостерігається більша глибина її збивання;

- швидкість транспортування сирної маси залежить від частоти обертання ротора, тоді як від геометрії пазів залежить несуттєво. Зокрема, при 3000 об/хв вона перевищує у 2,5 разів значення швидкості транспортування за частоти обертання ротора 1500 об/хв.

- інтенсивний механічний вплив на сирну масу у парі ротор-статор не спричиняє зростання температури, яке більш яскраво помітне за частоти обертання ротора 3000 об/хв, ніж при частоті 1500 об/хв. Зокрема, для пазів 6х6мм, температура сирної маси є на 0,37 С більшою, ніж при 1500 об/хв;

- динаміка завихреності транспортованого потоку залежить суттєвіше від частоти обертання, ніж від геометрії пазів. Згідно числових експериментів йдеться про трикратну різницю;

- зміна швидкості сирної маси в обертовій системі координат та зміна швидкості деформації сирної маси у робочому контурі вузла ротора при перерізі пазів 6х6 мм є на 18% більшою, ніж у випадку їх перерізу 8х8мм, що відповідає різниці площ перерізу пазів ротора. При зростанні частоти вдвічі аналогічно зростають і зміна швидкості маси в обертовій системі координат та зміна швидкості деформації сирної маси у робочому контурі.

Таким чином, можна зробити висновок про доцільність застосування частоти обертання ротора 3000 об /хв, за базових розмірів пазів ротора 6х6мм.

Виготовлення і експлуатація модернізованого обладнання (зокрема, плавителя сиру марки ПС-40) дасть змогу отримати відчутний економічний ефект в порівнянні з аналогами. Так, наприклад, за рахунок реалізації запропонованих в дипломній роботі технічних рішень досягається зниження собівартості готової продукції на 2,56 грн.

Термін окупності запропонованих у проекті технічних рішень складає 1 рік. Розрахунки плавителя сиру марки ПС-40 показали життєздатність запропонованого технічного рішення і можливість його використання для забезпечення виробництва плавленого сиру на молокозаводах.

Перелік посилань

1. Закалов О.В. Дипломне проектування технологічного обладнання переробних і харчових виробництв: Навчальний посібник / Закалов О.В., Ворощук В.Я.-Тернопіль: ТНТУ, 2011. -344 с.
2. Закалов О.В. Проектування підприємств харчової промисловості: Навчальний посібник / Закалов О.В., Закалов І.О.-Тернопіль: ТДТУ, 2007. -262 с.
3. Байгильдин Р.Х. Совершенствование процесса механической обработки творога жирного и творожно-сырковых продуктов по структурно-механическим характеристикам: автореф. канд. дис. / Байгильдин Р.Х. – М. : МТИММП, 1983. – 24 с.
4. Єресько Г.О. Технологічне обладнання молочних виробництв. / Єресько, М.М. Шинкарик Ворощук В.Я. – К. : ЦНЛ “Інкос”, 2007. – 344 с.
5. Ю.А. Бродский. Некоторые аспекты создания нового технологического оборудования для предприятий молочной отрасли : [Электрон. ресурс]. / Ю.А. Бродский, В.Г. Будрик ; ГНУ ВНИМИ. – Режим доступа: http://www.consit.ru/st_nekotorye_aspekty.shtml.
6. Єресько Г.О. Фізико-хімічні процеси виробництва пастоподібних плавлених сирів на основі кисломолочного сиру. / Єресько Г.О., Гуляев-Зайцев С.С., Бовкун А.О. // Вісник аграрної науки. – 2001. – №9. – С.62–64.
7. Установка для пастообразных молочных продуктов. / В.М. Русских, Н.Ю.Суворова, И.А.Шергина и др. // Молочная промышленность. – 2002 – №2. – С.58–59.
8. Стабников В.Н. Процессы и аппараты пищевых производств: Учебник /В.Н. Стабников, В.М. Лысянский, В.Д. Попов.-М.: Агропромиздат, 1985.- 503 с.
9. М.Н. Иванов. Детали машин / М.Н. Иванов.— М.: Высшая школа, 1991.— 384с.
10. Г.С. Писаренко. Справочник по сопромату / Г.С. Писаренко и др.— К.: Наукова думка, 1988.— 734с.

11. Монтаж и наладка технологического оборудования предприятий пищевой промышленности. Справочник.— М.: Агропромиздат, 1988.— 319с.
12. Гальперин Д.М. Монтаж и наладка оборудования предприятий пищевой промышленности / Гальперин Д.М.— М.: Высшая школа, 1984.— 279с.
13. Ремонт и монтаж оборудования предприятий пищевой промышленности.— М.: Пищевая промышленность, 1972.— 352с.
14. Ермаков Е.И. Технология ремонта химического оборудования / Ермаков Е.И., Шеин В.С. — Л.: “Химия”, 1977.— 278с.
15. Никитин В.С. Охрана труда на предприятиях пищевой промышленности / Никитин В.С., Бурашников Ю.М. — М.: Агропромиздат, 1991.— 349с.

Додатки
Дотаток А

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 III

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

27-28 листопада 2019 року



**УКРАЇНА
ТЕРНОПІЛЬ – 2019**

УДК 637.024

С.В. Каземир

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

РОТОРНО-ВИХРОВІ АПАРАТИ ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ ЕМУЛЬСІЙ

S.V. Kazemur

ROTARY-VORTEX DEVICES FOR EMULSIONS

Роторно-вихрові апарати циркуляційним контуром є досить поширеними і перспективними з точки зору енергетичних витрат представниками технологічного обладнання і мають чимало переваг над своїми попередниками - апаратами зі стаціонарною камерою.

В роторно-вихрових апаратах спостерігається ефект гомогенізації, який досягається за рахунок роботи ротора з великим числом обертів і дії на суміш значних тангенційних зусиль. Багатократна циркуляція оброблюваного продукту контуром дозволяє забезпечити необхідну глибину гідромеханічної обробки.

Роторно-вихрові апарати для одержання емульсії застосовуються в різних галузях промисловості. Зокрема, в хімічній промисловості найбільшого застосування вони отримали при виробництві мінеральних мастил.

Відомою є ефективність їх використання для диспергування і змішування, розчинення фракцій. Основним із факторів інтенсифікації процесу є дискретно-імпульсний спосіб внесення енергії, виникнення явищ кавітації і резонансу.

Відомо, що для підвищення ефективності апаратів хімічної технології необхідно вводити велику густину енергії і потужності в оброблюваний об'єм. Тому апарати повинні створювати такі гідродинамічні умови в оброблюваному середовищі, щоб густина потужності транс-формувалася від середньої безградієнтної до значної імпульсної потужностей.

Слід зазначити, що насосний ефект, який створюється такими роторними апаратами є порівняно незначним. Тому для забезпечення циркулювання в'язких середовищ їх додатково оснащують насосами.

Для емульгування в'язких сумішей на базі кисломолочних продуктів застосовуються відцентрові емульгаційні пристрої.

Основною задачею процесу перемішування для роторно-вихрових емульсорів при виробництві сиркових мас є:

- забезпечення рівномірності структури оброблюваного продукту
- забезпечення і рівномірного розподілу в об'ємі концентрації структуроутворюючих складників суміші.

В апаратах емульгування в'язких сумішей можна проводити операції з диспергування, перемішування, гомогенізації, емульгування, аерації і термообробки (нагрівання і охолодження) багатокомпонентних сумішей харчових продуктів різної густини і в'язкості.

Важливою особливістю роботи роторно-вихрових апаратів є те, що значна частина механічної енергії перетворюється на теплову при гідромеханічній обробці, що слід обов'язково врахувати при проектуванні технологічних режимів оброблення харчової сировини.

8. **Г.Й. Островська, Ю. А. Будна, В.-Х. В. Олексій**
НАНОТЕХНОЛОГІЇ В СФЕРІ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА 84
9. **М.В. Поцелуйко, О.В. Бендерська, В.В. Шутюк**
ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПОПЕРЕДНЬОГО ОБРОБЛЕННЯ
НА ТРИВАЛІСТЬ ВЯЛЕННЯ ТОМАТІВ 86
10. **В.Р. Сельський, П.М. Павлусик**
КОРИСНІ ВЛАСТИВОСТІ ЯБЛУК, ЇХ ВИКОРИСТАННЯ У
ВИРОБНИЦТВІ СОКІВ 87
11. **О.Я. Сиротюк**
ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА МАЙОНЕЗУ 88
12. **І.М.Хомета, С.В.Звіжинський**
УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ І РОБОТИ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ
РОЗДІЛЕННЯ СУСПЕНЗІЙ КРОХМАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА 89
13. **А.О.Шум, О.М.Крупа**
ВИКОРИСТАННЯ НАТУРАЛЬНИХ СМАКО-АРОМАТИЧНИХ
НАПОВНЮВАЧІВ В КИСЛОМОЛОЧНИХ НАПОЯХ 90
14. **Ю.А. Щур**
ОБГРУНТУВАННЯ МІКРОБІОЛОГІЧНОЇ СТІЙКОСТІ МОЛОЧНИХ
ПРОДУКТІВ, ЗАЛЕЖНО ВІД МІКРОБІОЛОГІЧНОГО СКЛАДУ МОЛОКА-
СИРОВИНИ 91
15. **В. Р. Яцуляк, Р.І. Михайлишин**
ВПЛИВ ВОЛОГОСТІ ЗЕРНА ПШЕНИЦІ НА ЇЇ МУКОМЕЛЬНІ
ВЛАСТИВОСТІ 92
16. **Т.В. Білик**
ОСОБЛИВОСТІ ЗАМІШУВАННЯ РІЗНИХ ВИДІВ ТІСТА 94
17. **С.В. Каземир**
РОТОРНО-ВИХРОВІ АПАРАТИ ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ ЕМУЛЬСІЙ 95
18. **О.В. Ніщун**
ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ МАКАРОННИХ ПРЕСІВ 96
19. **О.Р. Кордуба**
ОСОБЛИВОЇ СІР-МИТТЯ 97

СЕКЦІЯ: ЕКОНОМІЧНІ ТА СОЦІАЛЬНІ АСПЕКТИ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

1. **Є.В. Аннич, Л.Б. Кругляк**
СУЧАСНІ ФОРМИ ТА СПОСОБИ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ
ПУБЛІЧНОГО УПРАВЛІННЯ В УКРАЇНІ 98