

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Удосконалення конструкції великогабаритної ємності для зберігання молока на основі дослідження особливостей гідродинаміки розпилення миючого розчину

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

(шифр і назва спеціальності)

Худик О. І.
(прізвище та ініціали)

(підпис)

Керівник

(підпис)

Вітенько Т.М.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Ворощук В.Я.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Вітенько Т.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2021

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра обладнання харчових технологій
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ОХ
Вітенько Т.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)
« 4 » березня 2021 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Худику Олегу Ігоровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення конструкції великогабаритної ємності для зберігання
молока на основі дослідження особливостей гідродинаміки розпилення миючого розчину
Керівник роботи Вітенько Тетяна Миколаївна, д.т.н., професор кафедри ОХ
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 4 » березня 2021 року № 4/7-175.

2. Термін подання студентом завершеної роботи 19 травня 2021 року

3. Вихідні дані до роботи Технічний паспорт та інструкції з експлуатації, монтажу та
технічного обслуговування і ремонту резервуару для молока 35м³

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
Анотація. Вступ. 1. Аналіз сучасного стану об'єкту дослідження, вибір і обґрунтування
основних напрямків дослідження. 2. Методи та методика досліджень. 3. Розроблення нових
проектно-технологічних і технічних вирішень вдосконалення об'єкта дослідження. 4.
Математичне моделювання технологічної або технічної системи, що розглядається в роботі.
5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.. 5.1. Заходи з охорони праці
і техніки безпеки для лінії для виробництва копчених ковбас. 5.2. Заходи з безпеки в
надзвичайних ситуаціях. Висновки. Перелік посилань.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Моделювання роботи мішалки молочного резервуару великої місткості. (4 л.ф.А1)

2. Моделювання форсунки для мийного розчину системи СІР миття молочного резервуару.
(2 л.ф.А1)

3. Резервуар для молока 35м³ загальний вигляд. (2 л.ф.А1)

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 10 березня 2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Анотація	10.03.2021	
2	Вступ	19.03.2021	
3	1. Аналіз сучасного стану об'єкту дослідження, вибір і обґрунтування основних напрямків дослідження	30.03.2021	
4	2. Методи та методика досліджень	2.04.2021	
5	3. Розроблення нових проектно-технологічних і технічних вирішень вдосконалення об'єкта дослідження	5.04.2021	
6	Математичне моделювання технологічної або технічної системи, що розглядається в роботі.	8.04.2021	
7	5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.	13.04.2021	
8	5.1. Заходи з охорони праці і техніки безпеки для лінії для виробництва копчених ковбас	16.04.2021	
9	5.2. Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях	22.04.2021	
10	Висновки	27.04.2021	
11	Перелік посилань	6.05.2021	
12	Графічна частина		
13	Резервуар для молока місткістю 35м ³ , загальний вигляд	10.05.2021	
14	Моделювання роботи мішалки молочного резервуару великої місткості.	13.05.2021	
15	Моделювання форсунки для мийного розчину системи СІР миття молочного резервуару	17.05.2021	
16			
17			
18			
19			

Студент

_____ (підпис)

Худик О. І.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Вітенько Т.М.

_____ (прізвище та ініціали)

Анотація

Автор кваліфікаційної роботи магістра – Худик Олег Ігорович.

Тема кваліфікаційної роботи: Удосконалення конструкції великогабаритної ємності для зберігання молока на основі дослідження особливостей гідродинаміки розпилення миючого розчину.

Кваліфікаційну роботу виконано в Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя в 2021 році

Кваліфікаційна дипломна робота складається з розрахунково-пояснювальної записки розміру 80 сторінок (32 рисунки, 6 таблиць) та графічної частини 8 листів формату А1.

В кваліфікаційній роботі пропонуються заходи з удосконалення конструкції вертикального резервуару для молока з дослідженням особливостей гідродинаміки робочих середовищ.

Основними науково-технічними задачами в даній роботі, є:

аналіз конструкцій місткісного обладнання для зберігання молочних продуктів;

розрахунки великогабаритного молочного резервуару та його елементів;

модулювання гідродинаміки руху робочих рідин резервуару для зберігання молока;

висновки за результатами виконаних досліджень;

вирішення питань охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Ключові слова: молоко, резервуар, гідродинаміка, мийний розчин.

Abstract

Khudyk O.I. Design improvement of large containers for milk storage based on the study of washing solution spraying hydrodynamics. 133 “Industrial Machinery Engineering” – Ternopil Ivan Puluj National Technical University.-Ternopil, 2021.

The qualification work proposes measures to improve the design of the vertical tank for milk with the study of the hydrodynamics of working environments.

The main scientific and technical tasks in this work are:

analysis of constructions of capacious equipment for storage of dairy products;

calculations of a large milk tank and its elements;

modulation of hydrodynamics of movement of working liquids of the tank for storage of milk;

conclusions based on the results of research;

solving issues of labor protection and safety in emergencies in oil production.

Keywords: milk, tank, hydrodynamics, washing solution.

Зміст

Анотація	4
Abstract.....	5
Зміст	6
Вступ.....	8
1. Аналіз сучасного стану об'єкту дослідження, вибір і обґрунтування основних напрямків дослідження.....	10
1.1. Огляд резервуарів для зберігання молочних продуктів.....	10
1.2. Особливості перемішування молочних продуктів	13
1.3. Аналіз СІР систем для миття технологічного обладнання	20
1.4. Мета та задачі кваліфікаційної роботи	26
2. Методи та методика досліджень.....	28
2.1. Вибір і обґрунтування теоретичних і експериментальних методів і засобів.....	28
2.2. Аналіз застосування інформаційних технологій в дипломній роботі.	29
2.3. Алгоритм і методики проведення математичного моделювання (чисельного експерименту).	30
3. Розроблення нових технічних вирішень для модернізованого молочного резервуару.....	31
3.1. Будова і принцип роботи	31
3.2. Розрахунок СІР системи молочного резервуару	32
3.3. Розрахунок мішалки резервуару.....	36
3.4. Розрахунок діаметра валу мішалки	38
3.5. Розрахунок сальникового ущільнення мішалки	38
3.6 Вибір конструкції фланців	43
4. Математичне моделювання технологічної або технічної системи, що розглядається в роботі.	45
4.1. Розробка комп'ютерної моделі молочного резервуару великої місткості з мішалкою та форсункою системи СІР миття.....	45

4.2. Результати моделювання форсунки для мийного розчину системи СІР миття молочного резервуару.....	46
4.3. Результати моделювання роботи мішалки молочного резервуару великої місткості	53
4.4. Аналіз результатів	61
5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	65
5.1. Заходи з охорони праці і техніки безпеки в апаратному цеху.....	65
5.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях	69
Висновки	78
Перелік посилань.....	80
Специфікації	

Вступ

Молочна продукція є чи не найбільш затребуваною і корисною частиною раціону людини. Ці продукти є багатими білками, необхідними амінокислотами, вуглеводами, вітамінами D, A, E, B2, B12, 3, PP, а також мікроелементами (фосфор, калій, залізо, кальцій, натрій, мідь, цинк). Крім того, що молокопродукти є смачними, тамують спрагу і голод, вони є основним поставником в організм людини будівельних матеріалів для зубів, суглобів та скелету. Свіжі молокопродукти зв'язують вільні радикали, знижують вплив радіації, сприяють виводу токсинів речовини і солі важких металів. Кисломолочні продукти допомагають справлятися з захворюваннями шлунково-кишкового тракту. Грибки кефірів відновлюють корисну мікрофлору кишечника, зміцнюють імунітет, борються з дисбактеріозом, хронічною втомою і безсонням. Молочний жир нормалізує роботу нервової системи і головного мозку. Правда, масло, сири, сметана містять багато калорій, тому вживати їх варто думаючи.

Актуальність теми. Серійне виробництво молокопродуктів потребує переробки великих масивів молока, яке потрібно зберегти до початку основного технологічного процесу і не допустити при цьому самовільного сквашування. Тому завдання забезпечення якісного миття резервуарів для усунення мікробіологічних забруднень, а також перемішування закачаного в них молока з метою підтримання рівномірної температури є дуже актуальними.

Мета роботи. роботи є підвищення ефективності технологічного процесу первинної переробки молока.

У відповідності з метою сформульовані наступні завдання:

проаналізувати конструкції місткісного обладнання для зберігання молочних продуктів;

виконати аналіз перемішування молока в резервуарі;

виконати аналіз СІР систем для миття технологічного обладнання в молочній промисловості;

виконати розрахунки великогабаритного молочного резервуару та його елементів;

виконати моделювання процесу перемішування молока в резервуарі та роботи форсунки миючої СІР системи;

сформувати висновки за результатами виконаних досліджень;

вирішити питання охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях при первинній переробці молока.

Об'єкт досліджень. Об'єктом досліджень були гідродинамічні процеси при енергетичні витрати у процесі збивання масла у апаратах періодичної дії.

Предмет досліджень. Предметом досліджень були конструктивні параметри та режими роботи форсунки для мийного середовища СІР системи молочного резервуару, а також конструктивні параметри та режими роботи пропелерної мішалки резервуару.

Методи досліджень. В роботі задіяно експериментальні та теоретичні методи досліджень.

Наукова новизна. Виконано дослідження і виявлені закономірності в процесі миття молочного резервуарі СІР системою;

досліджено особливості гідродинаміки процесу перемішування молока пропелерною мішалкою у великому резервуарі.

Практична цінність. Практичну цінність мають досліджені конструктивні особливості форсунки СІР системи і пропелера мішалки. Також встановлено причину вибризування через відбивач великої кількості мийного розчину при миття та запропоновано заходи щодо зменшення цього явища.

Апробація роботи. Матеріали досліджень доповідались на наукових семінарах кафедри та на засіданнях кафедри та на конференціях

Результати магістерської роботи доповідались на ІХ Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» 25-26 листопада 2020 року.

Дипломна робота магістра містить п'ять частин з додатками та графічну частину обсягом 8 листів формату А1.

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

1.1. Огляд резервуарів для зберігання молочних продуктів.

Для транспортування молока використовується, в основному, автомобільний транспорт. Молоко транспортують в молокоцистернах місткістю 900л, 1800л, 3700л, 13500л, 15500л, встановлених на шасі автомобіля або причепа відповідної вантажопідйомності [1].

Місткості невеликої вмістимості (3000л) циліндричні, великої вмістимості – еліптичні. Цистерни виготовляються із нержавіючої сталі та листового алюмінію і розділені перегородками для зменшення сили інерції молока при зміні швидкості руху автомобіля.

Зовнішня поверхня покрита термоізоляційним матеріалом і облицьована кожухом з тонкого сталюого листа. Для миття і огляду робочої поверхні в кожній секції встановлений люк, який герметично закривається кришкою із ущільнюючою прокладкою.

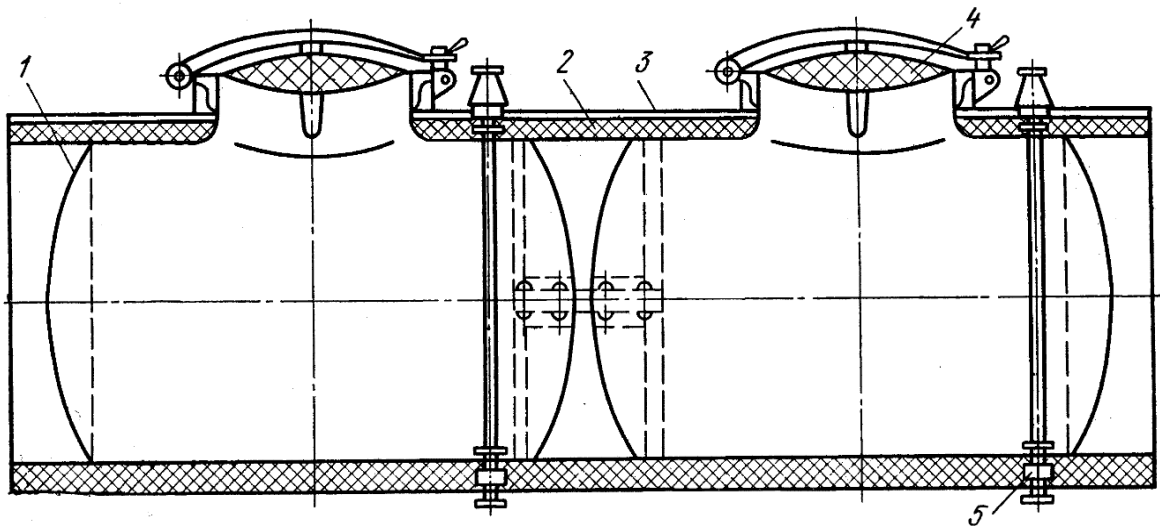


Рис. 1.1. Схема автомобільної транспортної цистерни:

1 – місткість; 2 – термоізоляція; 3 – кожух; 4 – люк-лаз; 5 – клапани.

Заповнюється автоцистерна молоком за рахунок вакууму, який створюється всмоктуючим колектором двигуна автомобіля або насосом, встановленим на місці збирання молока. Секції заповнюються через молокопроводи знизу для запобігання утворенню піни.

Максимальний рівень заповнення цистерни молоком встановлюється контактним сигнальним пристроєм поплавкового типу. Цистерни спорожняються самостійно, під дією стиснутого повітря, або за допомогою самовсмоктуючого насосу.

Для зберігання молока на молочних заводах використовуються горизонтальні або вертикальні резервуари вмістимістю від 6т до 100 і 250т.

Загальною вимогою до конструктивного виконання місткості є забезпечення зберігання якості молока на протязі тривалого часу. До параметрів якості відноситься температура, кислотність і рівномірність розподілення жирової фази.

Резервуари вертикального і горизонтального типу представляють собою циліндричну місткість і складаються із внутрішнього корпусу, виготовленого із нержавіючої сталі чи алюмінієвого листа і зовнішнього – із листової сталі. Простір між корпусами заповнений термоізоляційним матеріалом.

В верхній частині резервуару розміщено миючий пристрій, давальник верхнього рівня, повітряний клапан.

Повітряний клапан служить для виходу повітря при заповненні резервуару і поступленні його при спорожненні.

В нижній частині резервуару знаходиться давальник нижнього рівня і перемішувальний пристрій.

На передньому днищі горизонтальних резервуарів і в центральній частині вертикальних резервуарів розміщений люк.

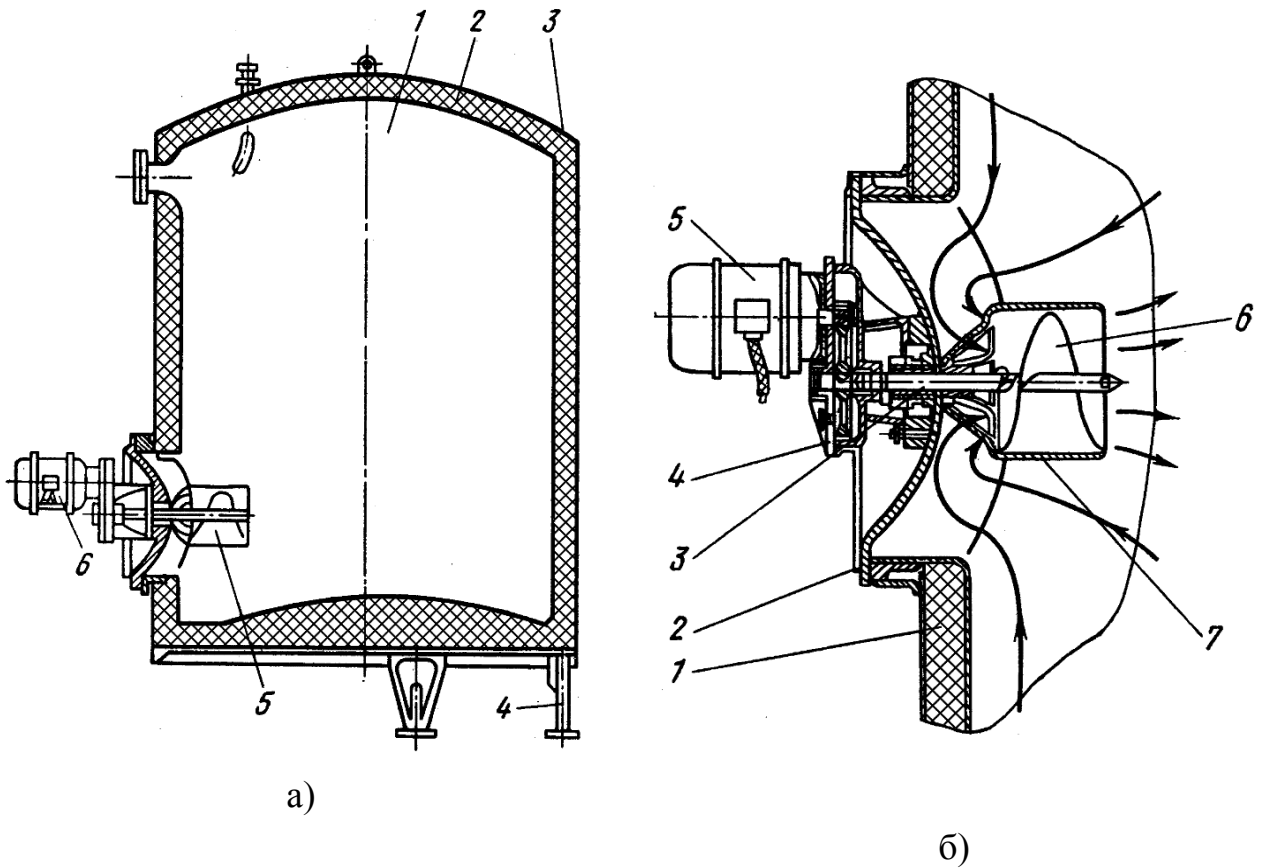


Рис. 1.2. Вертикальна місткість для зберігання молока:

- а) вертикальна місткість: 1 – внутрішня місткість; 2 – ізоляція; 3 – обшивка; 4 – підставка; 5 – мішалка; 6 – електродвигун;
- б) мішалка шнекового типу: 1 – корпус; 2-кришка; 3 – чепцеве ущільнення; 4 – редуктор; 5 – електродвигун; 6 – шнек мішалки; 7 – потокове кільце.

Резервуари великої вмістимості (В2-ОХР-50 і В2-ОХР-100) відповідно 50 т і 100 т молока встановлюються із зовні будинку і можуть експлуатуватися при температурі зовнішнього повітря від -25С до 38С.

Місткість представляє собою вертикальний двостінний циліндр з плоским дном, виконаний із корозійно стійкої сталі, міжстінний простір якого заповнено термоізоляційним матеріалом.

Патрубок наповнення-зливу знаходиться в нижній частині місткості. Корпус місткості має штуцери для встановлення датчиків контрольно-вимірювальних приладів, а також труби для перемішуючого і миючого

пристроїв. Рівень молока визначається автоматично. Молоко переміщується відцентровим насосом і двома струменевими насадками, встановленими на різній висоті. Місткість має вертикальну драбину для виходу на верхнє дно. На кришці верхнього люку встановлений повітряний клапан для з'єднання внутрішньої порожнини місткості з атмосферою і світильник.

1.2. Особливості перемішування молочних продуктів

Перемішування у рідкому середовищі застосовується у хімічній промисловості для виготовлення емульсій, суспензій та одержання гомогенних систем (розчинів) і ще для інтенсифікації теплових, дифузійних і хімічних процесів. У останньому способі перемішування відбувається у призначених на проведення цих процедур апаратах, забезпечених гаджетами.

Перемішування у рідкому середовищі виконується трьома головними способами: пневматичним, циркуляційним і механічним.

Для економічного протікання процесу перемішування треба, щоб необхідний результат перемішування був одержувався за найкоротший час. Коли відбувається оцінка витрат енергії апаратом, необхідно враховувати також загальну енерговитрату за термін, потрібно для забезпечення необхідного ефекту перемішування.

Пристрої для механічного перемішування. В практиці найбільшого застосування набув механічний спосіб перемішування рідких середовищ, який здійснюється шляхом механічної праці робочого органу (мішалки) в робочому середовищі. Цей спосіб перемішування використовується для апарату, що складається, зазвичай, з корпусу, перемішувача і його приводу.

Значний вплив у роботі апаратів має конструкція та тип перемішуючого пристрою, суть котрого полягає у перетворенні упорядкованої механічної енергії у елементах, які обертаються у невпорядковану теплову енергію через сили опору, які створені корпусом апарату. У результаті цих дій перемішуючий пристрій проводить дисипації енергії всередині апарату, величина котрої залежить від характеристики приводу і конструкції мішалки та від конструкції

механізму і його пристроїв, що знаходяться всередині. Усі ці особливості апарату у сукупності дають потужність перемішування N . Виміром потужності для перемішування може бути об'ємна потужність, яка характеризує дисипацію енергії у апараті :

$$E = N / V_{ж}, \quad (11)$$

де $V_{ж}$ - обсяг перемішувачої рідини.

У апараті різного об'єму у залежності від частоти обертів бувають певні гідродинамічні режими руху рідини, які визначають величину E . Тому середовища роботи апаратів можуть бути також охарактеризовані виміром даної величини тобто критерієм потужності, котрий обчислюється формулою

$$K_n = \frac{N}{\rho \cdot n^3 d^5}, \quad (1.2)$$

де ρ - щільність перемішувачого середовища, n - число обертів в мішалці, d - діаметр мішалки;

Для апаратів усіх типів значення залежить від відцентрового критерію Рейнольдса:

$$Re_u = \frac{\rho \cdot n \cdot d_m^2}{\mu}. \quad (1.3)$$

Конструкція мішалки. Механічні перемішувачі пристрої мають три основні частини: власне мішалка, вал та привід. Мішалка - робочий елемент пристрою, який закріплюється на горизонтальному, вертикальному або похилому валах. Привід буває безпосереднім від електродвигуна (у швидкохідних мішалках), через клиноремневу передачу або через редуктор. За конструкцією перемішування (рис. 1.3) мішалки бувають пропелерні, турбінні, спеціальні та лопатеві.

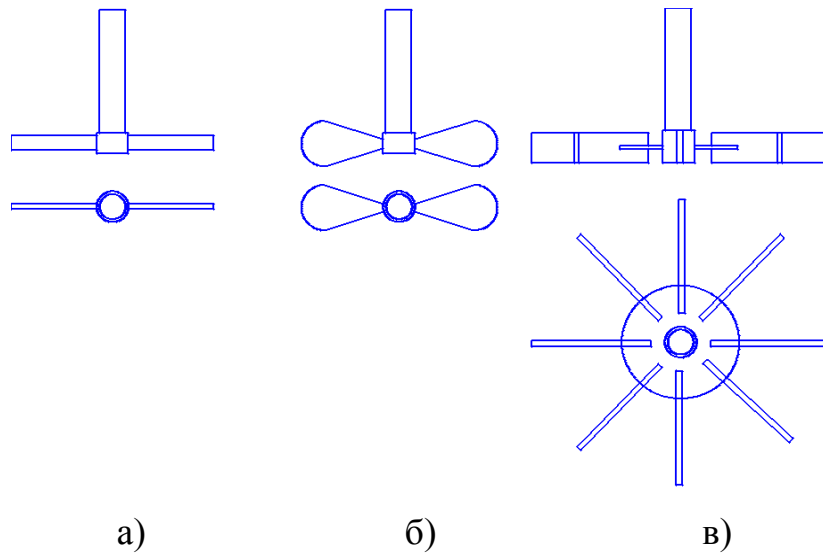


Рис. 1.3. Основні типи мішалок: а) лопатева; б) пропелерна;
в) турбінна

За типом утвореного потоку рідини мішалкою у апараті бувають мішалки, що забезпечують радіальне, осьове, тангенціальне та змішаний перебіг.

Ширше застосування у хімічних технологіях знайшли мішалки: пропелерні, турбінні, лопатеві та спеціальні: барабанні, листові, вібраційні, дискові та ін.

Інтенсивність змішування мішалками (кількість енергії, яка вводиться в одиницю об'єму перемішуючого середовища протягом одиниці часу) з забезпеченням потрібної ефективності змішування (технологічного результату процесу) визначається на підставі отриманих даних. Саме тому при виборі мішалки потрібно встановити розміри, тип та кількість обертів в мішалці, котрі б забезпечували визначену інтенсивність та також знайти потужність двигуна. На основі практики визначено, що в мішалок різного типу у апаратах виникають спрямовані певним чином потоки рідини. Приклад може бути струменями рідини, які виникають у апараті лопатевої мішалки (рис. 1.4).

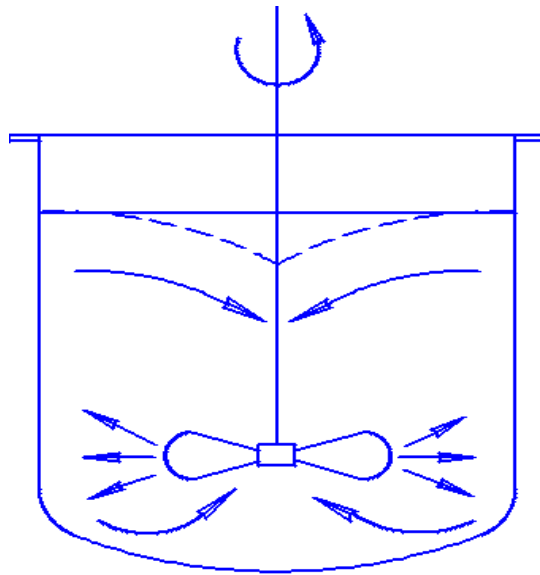


Рис. 1.4. Потоки рідини, які виникають у апаратах з лопатевою мішалкою

Лопатеві мішалки використовують у перемішуваннях рідин із малою в'язкістю (до $0,1 \text{ Па} \cdot \text{с}$), суспендування і розчинення твердих речовин з невеликою питомою вагою, а також для грубого перемішування рідин з в'язкістю менше $20 \text{ Па} \cdot \text{с}$. Лопатеві мішалки різняться простотою конструкції та недорогою вартістю виготовлення. Найпростіші за пристроєм мішалки із плоскими лопатями з кутової або смугової сталі, які встановлені перпендикулярно, похило відповідно до напрямку їхнього руху. Частота обертів цих мішалок варіюється від 18 до 80 об / хв, коли частота обертання стає вище ніж задана, ефективність перемішування дуже швидко падає. Діаметр в лопатей рівний $0,7$ діаметра посудини, у якому працює мішалка.

Недоліками лопатевих мішалок є: невелика інтенсивність перемішування в'язких і густих рідин і також непридатність до перемішування речовин які легко розшаровуються, тонкого диспергування, до отримання суспензій і швидкого розчинення, які містять тверду фазу із великою питомою масою.

Пропелерні мішалки. У цих мішалок плоскі лопаті, з поверхнею перпендикулярною напрямку руху, що перемішують рідини, не можуть дати якісного перемішування рідини в всіх шарах, так як вони створюють у ній лише горизонтальні струмені.

При користуванні пропелерних мішалок (рис. 1.5), у зв'язку із тим, що кут нахилу поверхні лопаті змінюється, частинки рідини при змішуванні направляються у різних напрямках і тому виникають зустрічні струмені, які слугують інтенсифікації перемішування.

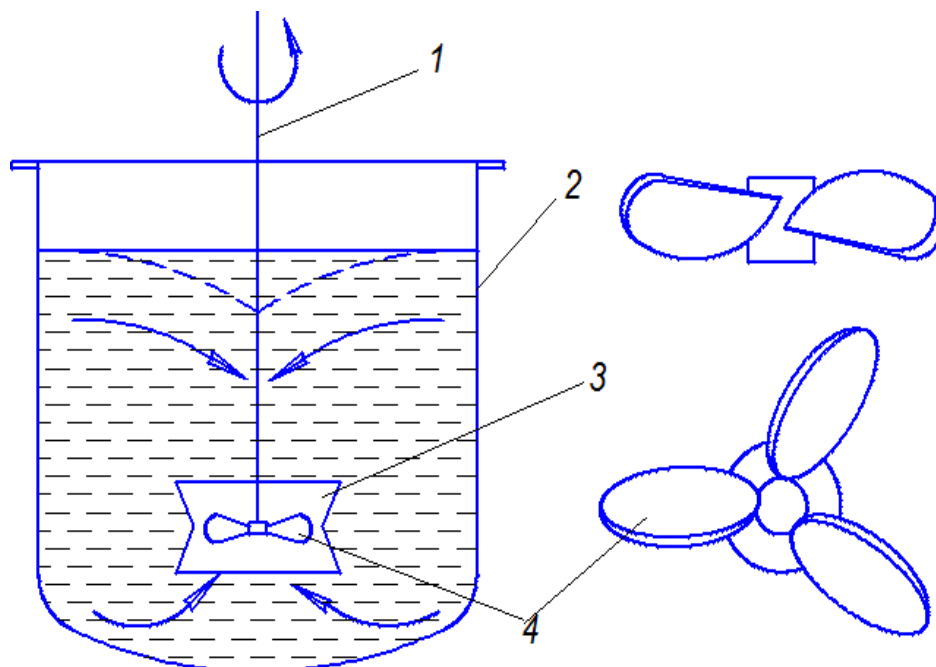


Рис. 1.5. Пропелерна мішалка:

1 вал; 2 - корпус апарату; 3 - дифузор; 4 - пропелер

Для покращення циркуляції перемішуваних рідин пропелерну мішалку зазвичай встановлюють у дифузорі. Дифузор представляє собою стакан, котрий має форму злегка усіченого конуса або циліндра.

Пропелерні мішалки застосовують у інтенсивному перемішуванні низько в'язких рідин, скаламучування опадів, які містять до 10% тверих фаз із розміром частинки до 0,15 мм, приготування емульсій і суспензій. Пропелерні мішалки не підходять для прийняттого перемішування рідин великої в'язкості (більше 0,6 Па·с) або тих рідин, які містять тверді фази високої щільності.

Турбінні мішалки застосовуються у інтенсивному перемішуванні та змішуванні рідин із в'язкістю до 10 Па·с із мішалками відкритого типу та до 50

Па · із мішалками закритого типу, у тонкому диспергуванні, швидкому розчиненні або виділенні опадів в великих об'ємах. Мішалка складається із одного або кількох відцентрових колішат (турбінок), які закріплені на вертикальному валі. Турбінні мішалки бувають двох видів: відкритого та закритого (рис. 1.6).

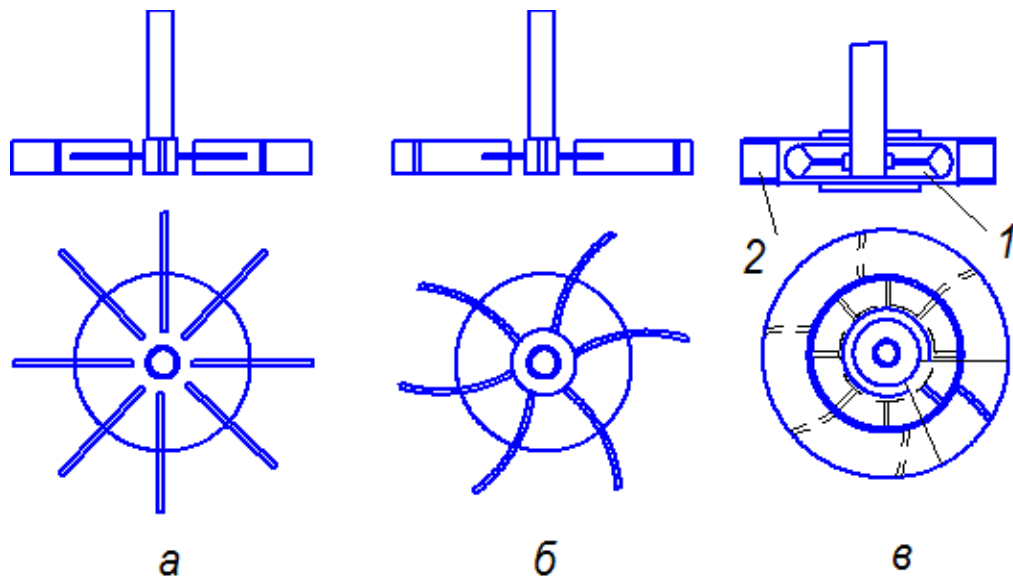


Рис. 1.6. Типи турбінок: а) відкрита з прямими радіальними лопатками; б) Відкрита із криволінійними лопатками; в) закрита з напрямних апаратом

Закриті мішалки встановлюють всередині направляючих апаратів, які представляють собою нерухомі кільця з лопатками, під кутом від 45° до 90° . При частоті обертів 100-350 об / хв в турбінних мішалках проводять інтенсивне змішування рідини. Недоліками мішалок цього типу є складність конструкції та висока вартість на виготовлення.

Для того щоб перемішати рідини у апаратах, які обігріваються з допомогою внутрішніх змійовиків або сорочки, у тих випадках, де є можливим випадання осаду і забруднення теплопередаючої площини, застосовують рамні або якірні мішалки. В них форма зазвичай, відповідна формі апарату а діаметр є близьким внутрішньому діаметру апарату або в деяких випадках змійовика. При обертанні дані мішалки чистять стінки та дно апарату від налипаючих забруднень.

В листових мішалках лопаті більшої ширини, ніж в лопатевих, є мішалками, які забезпечують тангенціальний потік в перемішуючому середовищі. Крім тангенціального потоку, що є переважаючим, верхні та нижні кромки утворюють вихрові потоки, подібні на ті, котрі виникають при обтіканні рідини плоскої пластини із гострими кроями.

На великих обертах та швидкості в листових мішалках на тангенціальний потік ще накладається радіальний потік, зумовлений відцентровими силами. Мішалки цього типу служать в перемішуванні малов'язких рідин (в'язкість менше $0,05 \text{ Па} \cdot \text{с}$) і інтенсифікації в процесах теплообміну та при проведенні хімічних реакцій в об'ємі та розчиненні.

В барабанних мішалках є два циліндричних кільця, з'єднанні між собою за допомогою вертикальних лопатей з прямокутним перетином. Висота мішалки складає $(1,5 - 1,6) d$. Мішалки з цією конструкцією створюють великий осьової потік та застосовуються (коли відношення висоти стовпця рідини у апараті до барабанного діаметру не менше 10) у проведенні газорідних реакцій, отриманні емульсій і скаламучуванні опадів.

Дискові мішалки представляють собою один, кілька гладких дисків, які обертаються на високій швидкості і знаходяться на вертикальному валу. Перетікання рідин у апараті проходить у тангенціальному напрямку через тертя рідини об диск, ці диски звужуються і створюють осьової потік також. Іноді краї диска бувають зубчастими. Діаметр диска рівний $0,1 - 0,15$ діаметра апарату. Окружна швидкість є в межах $5-35 / \text{с}$, яка при малих розмірах диска співпадає з вкрай високими числами обертів.

В вібраційних мішалках є вал із закріпленими одним, декількома дисками з перфорацією. Диски утворюють зворотно-поступальний рух, завдяки якому досягається інтенсивніше перемішування вмісту в апараті. Мішалки використовуються у перемішуванні рідких сумішей та суспензій зазвичай у апаратах, які працюють під певним тиском. Час, який необхідний для гомогенізації, диспергування, розчинення для використання вібраційних

мішалок, менший, ніж у мішалках інших типів. При перемішуванні даним типом мішалок поверхня рідини залишається в стані спокою без утворення воронки.

1.3. Аналіз СІР систем для миття технологічного обладнання

Термін " СІР-миття "походить від англійського Cleaning In Place, в перекладі: "очищення на місці". Дана аббревіатура має на увазі внутрішню санітарну безрозбірного миття технологічного обладнання та трубопроводів.

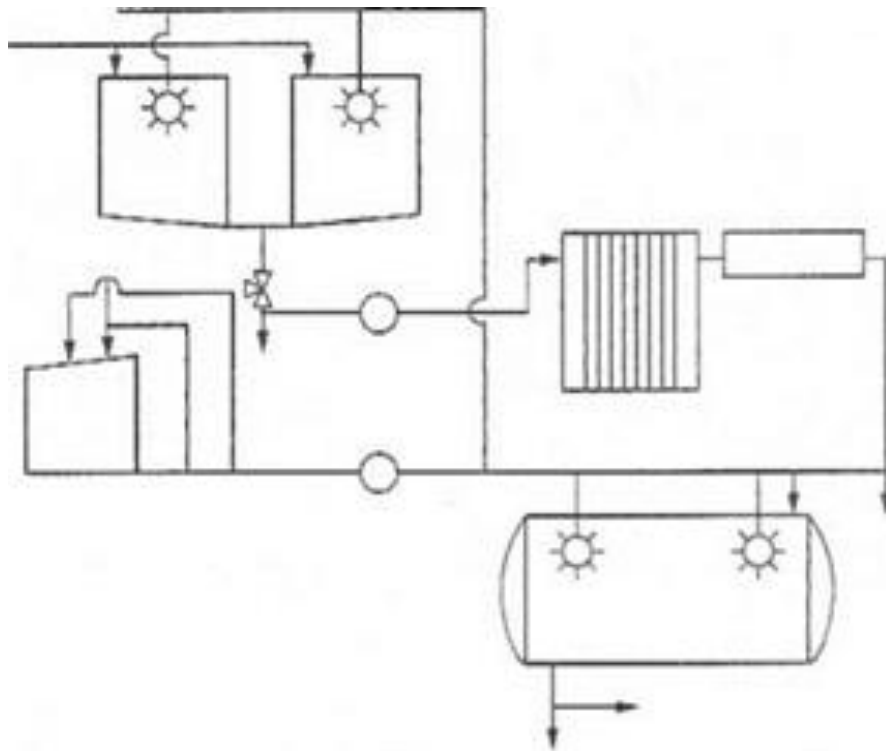


Рис. 1.7. Схема СІР-мийки.

З підвищенням вимог на санітарно-гігієнічний стан харчових виробництв та збільшенням витрат для оплати роботи циркуляційна мийка здобуває все більше значення. Даний спосіб санітарної обробки, вже відомий в молочній і пивоварній промисловостях, у даний період знайшов застосування ще і в тих гілках харчової індустрії, де його адаптували для виробничих процесів. Циркуляційні мийки успішно використовують в очищенні центрифуг, теплообмінників, гомогенізаторів, труб і т.д. Апарати різняться різними ступенями автоматизації та можуть бути забезпеченими як і звичайними

таймерами, також і повністю автоматизовані комп'ютерною контрольною системою.

Підбір установок залежить від матеріальних можливостей підприємства, видів забруднення та оплати праці робітників.

Принцип роботи циркуляційної мийки побудований на поєднанні механічного впливу та хімічної активності очисників. Миючий розчин перебуває у контакті з забрудненою площиною протягом якогось часу, при попередньо наданій концентрації очисника, механічному впливі і температурі. Для ефективності цієї технології, потрібно досить велику кількість миючого розчину та тривалість впливу – понад 5 хв (в разі легкого забруднення) до 1 год.

Щоб оптимізувати процес вода, яка застосовується у фазі заключного ополіскування, має можливість використовуватись у наступній миючій фазі. На окремих молочних заводах вжиті розчини чистять способом ультрафільтрації та використовують при етапі попереднього ополіскування.

Правильно організовані процеси циркуляційної мийки дозволяють промивати обладнання навіть краще, ніж вручну. Схема циркуляційної мийки наведена на рис. 1.7. Миючий засіб з ємності зберігання подається в змішувач, де відбувається змішування всіх інгредієнтів і розбавлення до необхідної концентрації, потім подається по трубах у теплообмінник і нагрівається до обраної температури. Готовий робочий розчин надходить у очищувану систему трубопроводів або обладнання, а потім - на очищення і рециркуляцію або слив. Стандартний цикл СІР-мийки наведено в таблиці 1.1.

Конструкцію для циркуляційної мийки вибирають персонально для кожного виробництва та залежить від типу забруднення, конструкції та матеріалів обладнання (найкращий матеріал для цієї мийки це нержавіюча сталь), технологічних схем на виробництві і особливостей приміщення.

Умови, при яких забезпечується хороший результат циркуляційної мийки:
логічна безперебійна послідовність запрограмованих операцій;
проникнення миючого розчину в усі частини і порожнини обладнання;

внутрішні поверхні обладнання округлі, у формі труб, без виступів та інших нерівностей;

конструкція установки припускає вільне перетікання рідини і повне видалення миючих та дезінфікуючих розчинів;

тип насосів і їх кількість достатні для забезпечення всієї системи миючим і дезінфікуючим розчином;

Таблиця 1.1

Стандартний цикл СІР-мийки

Технологічна операція	Завдання
Попереднє ополіскування гарячою або холодною водою	Видалення великих забруднень
Основне миття	Видалення залишилися забруднень
Ополіскування	Видалення миючого розчину
Дезінфекція	Знищення залишилися мікроорганізмів
Заключне ополіскування (тільки в разі дезінфектанту, що вимагає змивання)	Видалення дезінфікуючого розчину

Ключовим чинником для забезпечення якості продукції, що випускається у всіх технічних процесах є дотримання санітарно-гігієнічних умов, яке досягається лише за рахунок вірно підібраних режимів мийки обладнання.

Централізоване нерозбірне миття та дезінфекція обладнання і труб - один з основних елементів забезпечення та підтримки потрібних санітарно-гігієнічних умов у новітніх харчових виробництвах. Вірна побудова та експлуатація цих систем дає можливість не тільки дозволити випуск безпечного та якісного

продукту, підвищити тривалість її придатності, попри це суттєво знизити витрату підприємства для процедури даного контролю технологічних операцій та продукції, підняти ефективність нових менеджментових систем якості.

Багатоконтурні автоматизовані станції СІР-мийки фірми Молмаш (тип
МОЛСІП)

Ознака	Значення
Продуктивність	Залежно від котрий обслуговується технологічного обладнання продуктивність станцій варіюється від 10 до 50 м ³ / год. Кількість контурів мийки залежить від кількості технологічного обладнання.
Тиск, МПа	0,32
Функціональні операції	-Ополіскування холодною водою, -Ополіскування теплою водою, -Циркуляційна мийка лужним миючим розчином, -Ополіскування гарячою водою, -Циркуляційна мийка кислотним миючим розчином, -Ополіскування гарячою водою, -Стерилізація гарячою водою або дезинфікуючим розчином -Управління насосами повернення миючих розчинів -Ручний і автоматичний режим роботи



Рис. 1.8. СІР системи фірми Молмаш

Комплектація багатоконтурних автоматизованих станції СІР-мийки фірми
Молмаш (тип МОЛСІП)

Група ознак	Значення
Основна комплектація	<p>Станція може мати кілька (від 1 до 3) незалежних контурів мийки.</p> <p>Кожен контур комплектується:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Насосом з частотним керуванням подачі, -Підігрівачем миючих розчинів, -Витратоміром, -Запірної та запірно-регулюючою арматурою з пневмоприводами, -Контрольно-вимірювальною апаратурою.
Види ємностей	<p>Станція може включати від 3 до 6 ємностей:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Холодна вода, -Гаряча вода, -Кислотний миючий розчин. -Лужний миючий розчин, -Ємність для збору обполіскувати води, -Ємність для нейтралізації мийних розчинів. <p>Система діагностики аварійних ситуацій, звукове та світлове оповіщення, визначення вийшли з ладу вузлів станції.</p>

Комплект обладнання для циркуляційної мийки ИПКС-0122 (Н), призначений для циркуляційної мийки та дезінфекції обладнання молочної та харчової промисловості.

Технічні характеристики систем для циркуляційної мийки ИПКС-0122 (Н)

Продуктивність подачі миючих розчинів, м ³ /год	6
Кількість секцій для розчинів, шт	2
Об'єм одної секції, л	225
Об'єм заливається розчину в одну секцію, л, не більше	200
Робочий діаметр трубопроводів подачі розчинів, мм	18
Робочий діаметр трубопроводів прийому розчинів, мм	35
Діапазон робочих температур, ° С	30-95
Трубчатий електронагрівач:	ТЭН226А13/7,0 ОР
тип	380-98А
кількість, шт.	6
потужність, кВт	7,0
Напруга живлення, трифазна, В	3N~380±10%
Частота змінного струму, Гц	50±2%
Встановлена потужність, кВт не більше	43,0
Габаритні розміри, мм, не більше	
довжина	1550
ширина	850
висота	1550
Маса, кг, не більше	170

1.4. Мета та задачі кваліфікаційної роботи

Метою роботи є підвищення ефективності технологічного процесу первинної переробки молока.

У відповідності з метою сформульовані наступні завдання:

проаналізувати конструкції місткісного обладнання для зберігання молочних продуктів;

виконати аналіз перемішування молока в резервуарі;

виконати аналіз СІР систем для миття технологічного обладнання в молочній промисловості;

виконати розрахунки великогабаритного молочного резервуару та його елементів;

виконати моделювання процесу перемішування молока в резервуарі та роботи форсунки миючої СІР системи;

сформувані висновки за результатами виконаних досліджень;

вирішити питання охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях при первинній переробці молока.

2. Методи та методика досліджень

2.1. Вибір і обґрунтування теоретичних і експериментальних методів і засобів

Звичні науково-технічні засоби та методики отримання оптимальних дизайнерських рішень, як правило, базуються на моделях, сформованих згідно особливостей конкретної задачі. Це група моделей, до якої входять математичні, фізичні, масштабні, прототипні та інші.

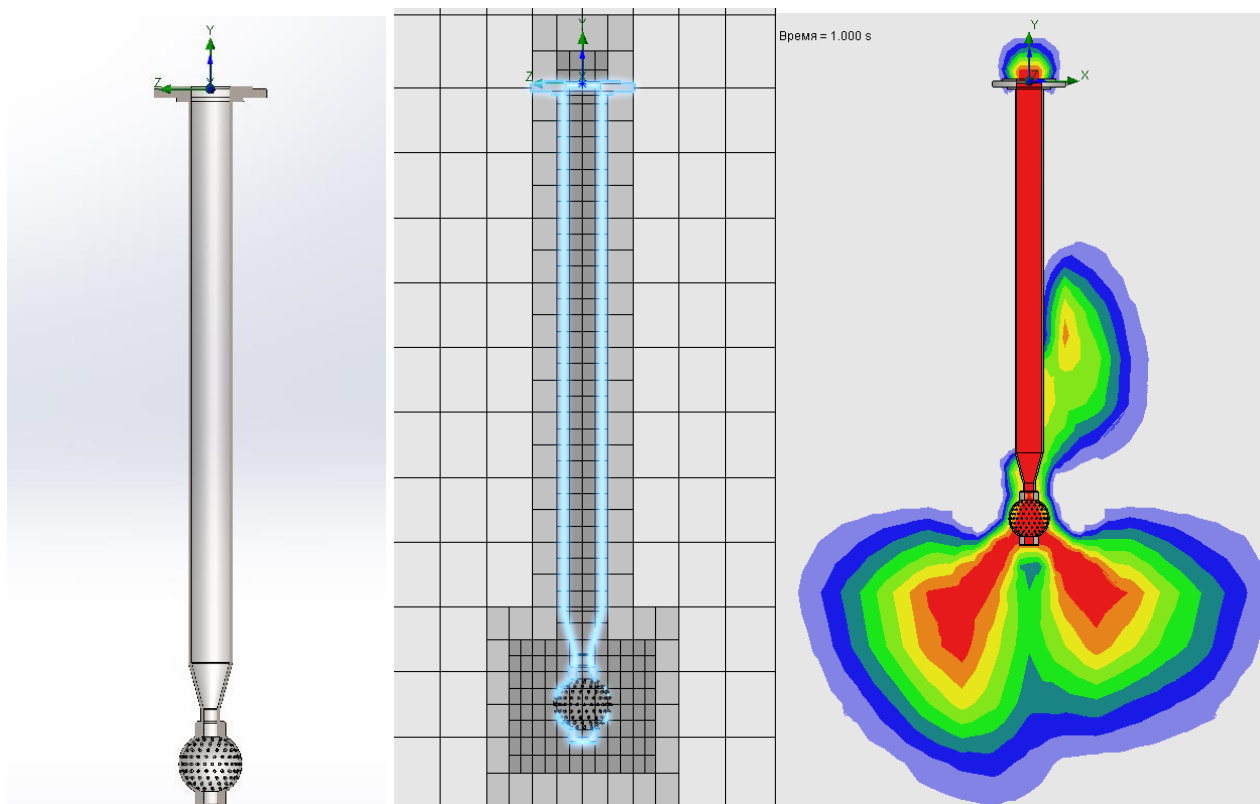


Рис. 2.1. Основні кроки з розроблення інформаційної моделі дозуючого пристрою у системі Solidworks

У процесі роботи модель модифікують з дотриманням певних граничних і початкових умов, аналізують отримані результати та знову вносять зміни та уточнення. І таким чином працюють до отримання максимально інформативних і корисних науково-технічних результатів. До найшвидших з точки зору

масштабування і отримання результатів відносяться інформаційні моделі, які обробляються спеціальними комп'ютерними програмами.

Дослідження даної дипломної роботи базуються на інформаційній моделі збірної 3D-конструкції, зробленій у Solidworks. Для виконання відповідних досліджень було використано застосунок Flow Simulation, в якому передбачено достатній інструментарій для виконання такого типу досліджень.

Solidworks Flow Simulation – це потужний багатоцільовий інструмент для виконання дизайнерських та наукових завдань, що у стислі терміни дає можливість виконувати широкий спектр складних на проектних робіт за дотримання досить ґрунтовного рівня науково-технічних досліджень.

В застосунку Solidworks Flow Simulation передбачено можливість виконувати проектно-розрахункові роботи з дослідженнями рідин і газів гідродинамічного і термодинамічного характеру.

2.2. Аналіз застосування інформаційних технологій в дипломній роботі.

З точки зору інформаційних технологій, задачами, які вирішувалися у процесі розроблення даної дипломної роботи магістра, були: літературний пошук та аналіз отриманої інформації, виконання комп'ютерних розрахунків, формування інформаційної моделі та проведення відповідних обчислень, оформлення розрахунково-пояснювальної записки та розроблення листів графічної частини.

При виконанні робіт з пошуку та аналізу вихідної інформації застосовано браузер Firefox зі встановленим плагіном інформаційного ресурсу sci-hub. Частина отриманої інформації була у файлах форматів pdf та djvu. Тому для їхнього читання використали Adobe Reader (файли формату pdf) та DjvuView (файли формату djvu).

Для виконання інженерних розрахунків у дипломній роботі застосували систему CAE MathCAD. Це потужний за своїми можливостями і водночас простий у освоєнні інструмент для інженерів та науковців.

Оформлення листів графічної частини дипломної роботи виконували з використанням вбудованих можливостей САПР Solidworks.

Інформаційна 3D модель, досліджувана у дипломній роботі, розроблена у САПР Solidworks з використанням вбудованого застосунку Flow Simulation.

Оформлення текстової частини дипломної роботи зроблено за допомогою процесора Write програмного продукту OpenOffice.

2.3. Алгоритм і методики проведення математичного моделювання (чисельного експерименту).

Для формування інформаційної 3d моделі і її дослідження на початковому етапі у середовищі САПР SolidWorks було виконано побудову твердотілих 3D елементів молочного резервуару і сформовано їх зборку.

На базі сформованої зборки було створено 2 групи проектів розрахунків у застосунку Flow Simulation: один для форсунки мийного розчину (відкрита задача), інший – для резервуару з мішалкою (закрита задача).

Перед виконанням обчислень було сформовано початкові умови (задано витрати робочих середовищ, частоту обертання мішалки, робочі тиски тощо), внесено уточнення до сформованої автоматично робочої області (вказано ділянки підвищеної точності обчислень). Після цього було задано цілі обчислень і виконано відповідні розрахунки, результати яких оформлено у графіках та рисунках розділу 4 та графічної частини.

3. Розроблення нових технічних вирішень для модернізованого молочного резервуару

3.1. Будова і принцип роботи

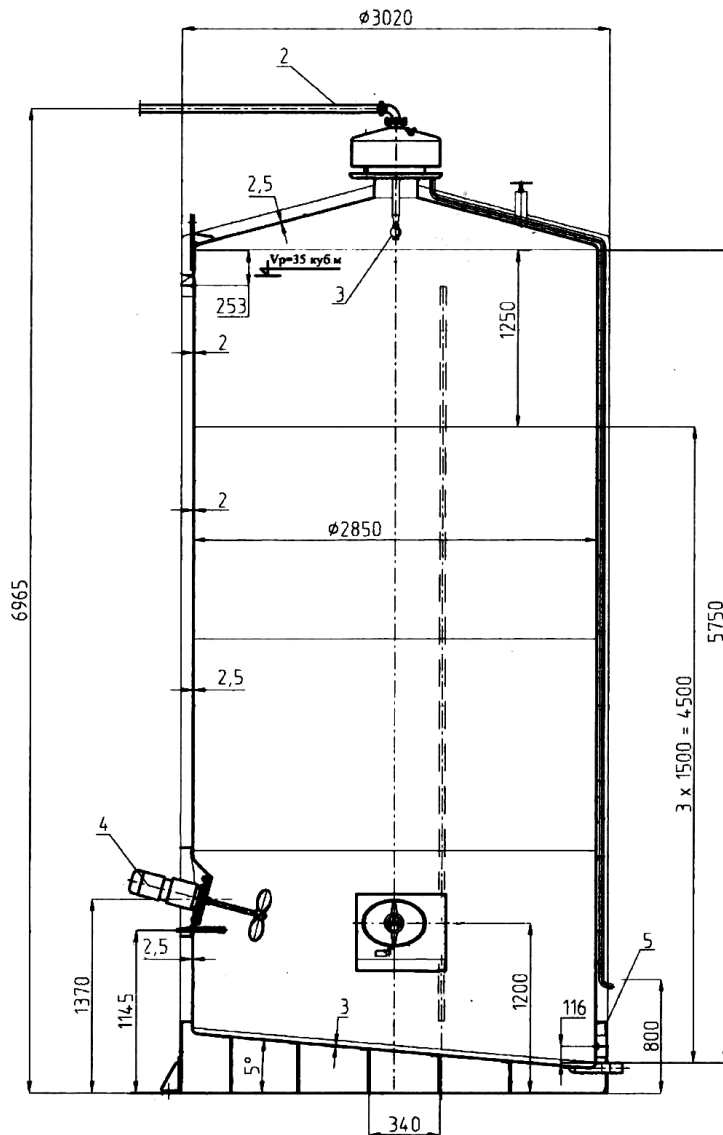


Рис. 3.1. Резервуар для молока:

1 – робоча місткість; 2 – магістраль мийного розчину; 3 – форсунка для мийного розчину; 4 – пропелерна мішалка; 5 – зливна магістраль;

6 – вхідний патрубок для молока

Досліджуваний в дипломній роботі резервуар для молока об'ємом 35 м³ є місткістю вертикального типу, яка представляє собою циліндричну посудину з внутрішнім корпусом із нержавіючої сталі, шаром теплоізоляції та зовнішнім шаром з листової нержавіючої сталі.

У верхній частині резервуару встановлено миючий пристрій з форсункою, датчик верхнього рівня і повітряний клапан для виходу і впуску повітря при заповненні та спорожненні резервуару. В нижній частині резервуару знаходиться датчик нижнього рівня, пропелерна мішалка і люк.

3.2. Розрахунок СІП системи молочного резервуару

При розрахунку систем циркуляційного миття підбирають відцентровий насос, який повинен прокачувати воду і миючі розчини через об'єкт миття із заданою швидкістю.

Кількість миючого розчину (в м³/год) визначаються за формулою:

$$M = 2826 \cdot d^2 \cdot v$$

де $d := 0.046$ (м) - внутрішній діаметр трубопроводу;

$v := 1.2$ (м/с) - середня швидкість потоку.

$$M := 2826 \cdot d^2 \cdot v = 7.176 \quad (\text{м}^3/\text{год})$$

Загальний напір, необхідний для руху води або миючого розчину із заданою швидкістю при митті трубних комунікацій, визначається як сума напорів на подолання геометричної висоти, гідравлічних опорів і швидкісного напору.

Розрахунок загального напору $H_{\text{заг}}$ (у м) виконується за формулою

$$H_{\text{заг}} = h_1 + \frac{v^2}{2g} \cdot \left(\lambda \cdot \frac{L}{d} + \xi_{\text{заг}} + 1 \right)$$

де $h_1 := 6.965$ (м) - геометрична висота;

$v = 1.2$ (м/с) - задана швидкість руху миючого розчину;

$g := 9.81$ (м/с²) - прискорення сили тяжіння;

$L := 22$ (м) - загальна довжина трубопроводу;

$d = 0.046$ (м) - внутрішній діаметр трубопроводу;

$\lambda := 0.032$ коефіцієнт опору по довжині трубопроводу;

$\xi_{\text{заг}} := 3.2$ сумарний коефіцієнт місцевих опорів.

$$H_{\text{заг}} := h_1 + \frac{v^2}{2g} \cdot \left(\lambda \cdot \frac{L}{d} + \xi_{\text{заг}} + 1 \right) = 8.397 \quad (\text{м})$$

Геометричний об'єм бака для води або миючого розчину V_{Γ} (у м³) визначається за формулою

$$V_{\Gamma} = 1.2 \cdot V_p$$

де V_p - робочий об'єм, м³;

$$V_p = V_1 + V_2$$

де V_1 - об'єм контура миття, м³;

V_2 - об'єм, необхідний для запобігання засмоктування відцентровим насосом повітря і забезпечення його нормальної роботи, м³;

$$V_1 := 0.785 \cdot d^2 \cdot L = 0.037 \quad (\text{м}^3)$$

$$V_2 = F \cdot h$$

де $F := 0.5$ (м²) - площа перетину бака;

$h := 0.2$ (м) - висота стовпа рідини над центром отвору, з якого витікає миючий розчин до насоса.

$$V_2 := F \cdot h = 0.1 \quad (\text{м}^3)$$

Тоді: $V_p := V_1 + V_2 = 0.137 \quad (\text{м}^3)$

Потрібна кількість води або миючого розчину при митті цистерн і емкостей визначається за формулою

$$M_{\Pi} = 0.785 \cdot d_1^2 \cdot n \cdot \mu \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

де $d_1 := 0.003$ (м) - діаметр отвору в форсунці;

$n := 125$ - число отворів у форсунці (число отворів повинне забезпечувати рівномірне покриття миючим розчином внутрішньої поверхні резервуара);

$\mu := 0.85$ - коефіцієнт витрати;

$H := 7$ (м) - напір, створюваний перед отвором.

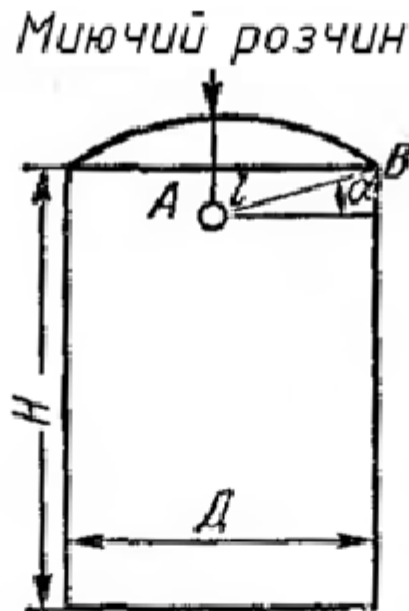


Рис. 3.2. Принципова схема розрахунку системи миття.

$$M_{\text{II}} := 0.785 \cdot d_1^2 \cdot n \cdot \mu \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H} = 8.797 \times 10^{-3} \quad (\text{м}^3/\text{с})$$

Визначення напору H (у м) води або миючого розчину пов'язане визначенням необхідної довжини l струменя від форсунки до самого видаленого місця на внутрішній поверхні цистерни або ємкості. Для вертикальних і горизонтальних ємкостей вона буде різна.

Рівняння траєкторії вільної струмини, що витікає з отвору форсунки під напором H і під деяким кутом α до горизонту, має вигляд

$$y = x \cdot \tan(\alpha) - \left[\frac{g \cdot x}{2 \cdot (v_0)^2 \cdot (\cos(\alpha))^2} \right]$$

Екстремальна точка траєкторії (α) визначається

$$y' = \tan(\alpha) - \left[\frac{2 \cdot g \cdot x}{2 \cdot (v_0)^2 \cdot (\cos(\alpha))^2} \right] = 0$$

тоді
$$x = \frac{(v_0)^2 \cdot (\cos(\alpha))^2 \cdot \tan(\alpha)}{g}$$

і довжина струменя $l(AB)$, на якій вона має достатній запас кінетичної енергії, визначиться за формулою:

$$l = \frac{x}{\cos(\alpha)} = \frac{(v_0)^2 \cdot \cos(\alpha) \cdot \tan(\alpha)}{g}$$

Швидкість витікання v_0 (у м/с) визначається за формулою:

$$v_0 := \mu \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H} = 9.961 \quad (\text{м/с})$$

Об'єм контура миття V_1 (у м³) визначається

$$V_1 = V' + V'' \quad (\text{м}^3)$$

де V' - об'єм трубопроводу від відцентрового насоса до форсунки, м³;

$$V' := 0.785 \cdot d^2 \cdot L = 0.037 \quad (\text{м}^3)$$

V'' - об'єм миючого розчину, необхідного для покриття дна ємкості: для вертикальних ємкостей (в м³):

$$V'' = 0.785 \cdot D^2 \cdot H_e$$

де $D := 2.85$ (м) - внутрішній діаметр ємкості, м;

$H_e := 0.3$ (м) - висота рівня розчину в ємкості.

$$V'' := 0.785 \cdot D^2 \cdot H_e = 1.913 \quad (\text{м}^3)$$

Загальний напор $H_{\text{заг2}}$ (у м) системи циркуляційного миття цистерн і ємкостей, необхідний для підбору відцентрового насоса, визначається за формулою

$$H_{\text{заг2}} = h_1 + h_2 + H_e$$

де $h_1 = 6.965$ (м) геометрична висота подачі, м;

$h_2 := 1.5$ (м) - втрати напору по довжині трубопроводу і в місцевих опорах.

$$H_{\text{заг}2} := h_1 + h_2 + H_e = 8.765 \quad (\text{м})$$

Що практично збігається зі значенням, розрахованим вище аналітично

3.3. Розрахунок мішалки резервуару

Приймемо по [2] чотирилопатеvu пропелерну мішалку для великого резервуару за формулою

$$D/d_M = 6 \dots 8.$$

Тоді максимальний діаметр перемішуючого пристрою буде:

$$d_{\text{Мб}} := \frac{D}{6} = 0.475 \quad (\text{м})$$

Тоді мінімальний діаметр перемішуючого пристрою:

$$d_{\text{Мм}} := \frac{D}{8} = 0.356 \quad (\text{м})$$

Приймемо стандартну мішалку з зовнішнім діаметром лопатей

$$d_M := 0.4 \quad (\text{м})$$

Частота обертання з рекомендованих:

$$n_M := 4.23 \quad (\text{об/с})$$

Розрахуємо відцентровий критерій Рейнольдса.

Густина молока $\rho_M := 1030$ (кг/м³)

В'язкість
молока $\mu := 0.0018$

$$Re_M := \frac{\rho_M \cdot n_M \cdot d_M^2}{\mu} = 3.873 \times 10^5$$

За графіком з [2] визначаємо критерій потужності $K_N := 1.2$

Потужність на перемішування молока буде:

$$N := K_N \cdot \rho_M \cdot n_M^3 \cdot d_M^5 = 957.943 \quad (\text{Вт})$$

Прийmemo втрату потужності на тертя в ущільнювальному пристрої 20% від потужності витрачається на перемішування рідини, тоді потужність, що витрачається на подолання сил тертя в ущільненнях вала мішалки буде:

$$N_{\text{уш}} := 0.2 \cdot N = 191.589 \quad (\text{Вт})$$

Потужність приводу мішалки розраховується за формулою:

$$N_M = \frac{(K_{\Pi} \cdot K_H \cdot K_i \cdot N + N_{\text{уш}})}{\eta}$$

де $K_{\Pi} := 1.25$ коефіцієнт враховує вплив перегородок, для апарату без них;

$$K_H = \left(\frac{H_M}{D} \right)^{0.5} \quad \text{коефіцієнт враховує висоту рівня рідини в апараті;}$$

$H_M := 5.0$ (м) - рівень молока в танку.

$$K_H := \left(\frac{H_M}{D} \right)^{0.5} = 1.325$$

$K_i := 1.1$ коефіцієнт що враховує наявність внутрішніх пристроїв (рівнеміра і термопари тощо);

$\eta := 0.9$ - к.к.д. приводу мішалки.

$$N_M := \frac{(K_{\Pi} \cdot K_H \cdot K_i \cdot N + N_{\text{уш}})}{\eta} = 2.151 \times 10^3$$

Прийmemo двигун-редуктор з номінальною потужністю

$$N_{\text{дв}} := 2.2 \quad (\text{кВт})$$

і частотою обертання $n_M \cdot 60 = 254$ (об/хв)

3.4. Розрахунок діаметра валу мішалки

Для визначення діаметра валу знаходимо розрахунковий крутний момент:

$$\text{де } M_{\text{кр}} := \frac{N_{\text{ДВ}} \cdot 1000}{n_{\text{М}}} = 520.095 \quad (\text{Н} \cdot \text{м})$$

Допустима напруга на кручення для валу: $\tau_{\text{доп}} := 25 \cdot 10^6 \quad (\text{Па})$

Розрахуємо необхідне значення діаметра валу:

$$d_{\text{В}} := 1.71 \cdot \sqrt[3]{\frac{M_{\text{кр}}}{\tau_{\text{доп}}}} = 0.047 \quad (\text{м})$$

Прийmemo зі стандартного ряду діаметр валу 50 мм. $d_{\text{В}} := 0.05 \quad (\text{м})$

3.5. Розрахунок сальникового ущільнення мішалки

За даними з [3] приймаємо композиційну фторопласту-графітову набивку, розраховану на тиск до 10 МПа, температуру до 250°C для роботи в агресивному середовищі. Далі визначимо основні геометричні параметри для сальника (рис. 3.3).

Попереднє значення товщини набивання розраховують за формулою:

$$s_{\text{Н}} := 1.4 \cdot \sqrt{d_{\text{В}}} = 9.899 \quad (\text{мм})$$

Заокруглюємо до найближчого більшого стандартного значення 10 мм. Ширина сальникової камери дорівнює товщині набивки.

$$s_{\text{М}} := 10 \quad (\text{мм})$$

Первісна висота набивання (до затягування болтів):

$$h_0 = h'_0 + h''_0 = 5 \cdot s_H$$

$$h_0 := 5 \cdot s_H = 50 \quad (\text{мм})$$

Прийmemo висоту набивання 50 мм.

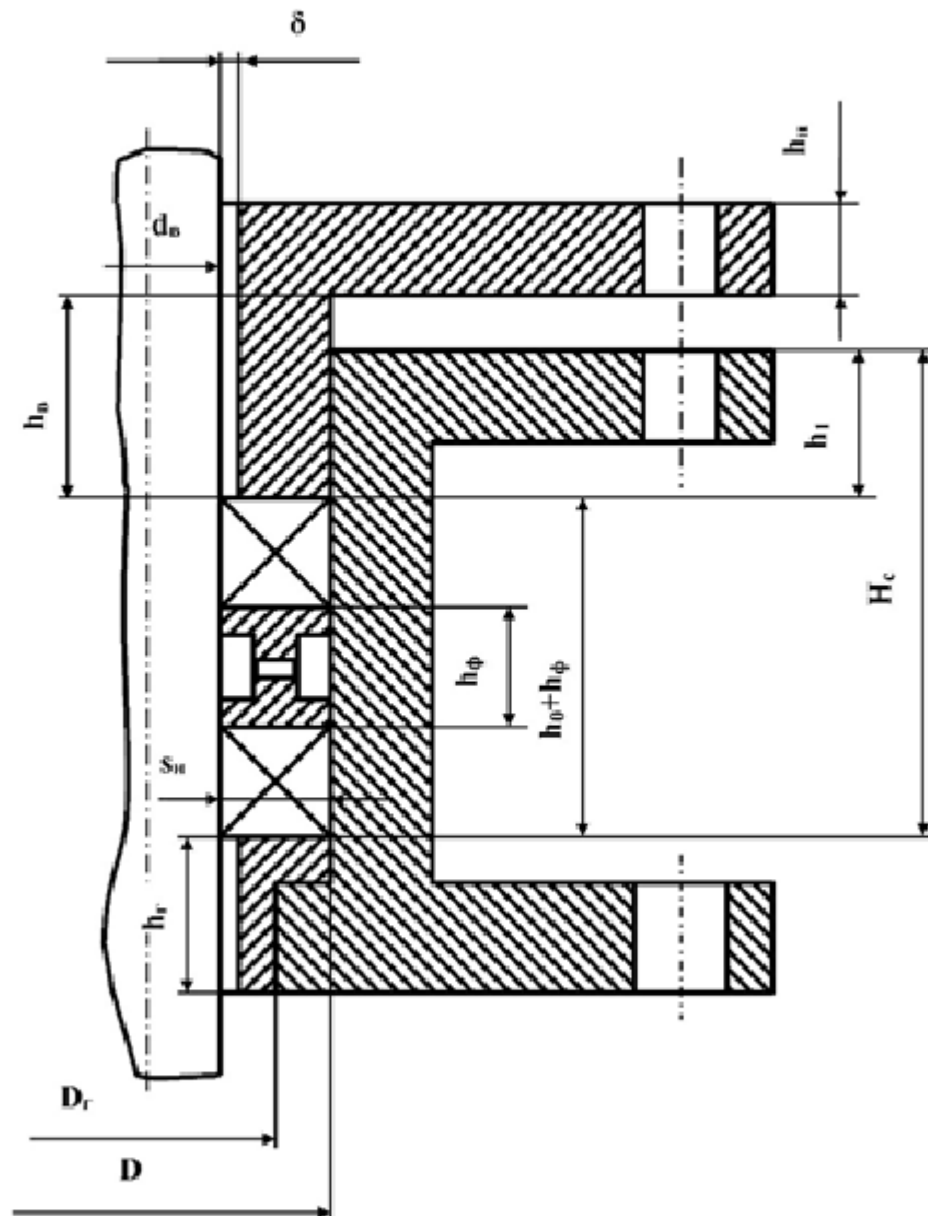


Рис. 3.2. Конструкція сальникового ущільнення

Висота набивання в робочому стані із врахуванням коефіцієнта

$$K_y := 0.9$$

$$h := K_y \cdot h_0 = 45 \quad (\text{мм})$$

Висота ліхтарного кільця:

$$h_\phi := 1.5 \cdot s_H = 15 \quad (\text{мм})$$

Прийmemo висоту ліхтарного кільця $h_\phi := 15$ (мм)

Повна глибина розточки сальникової камери з урахуванням установки ліхтарного кільця для підведення замикаючої рідини і забезпечення спрямування натискної втулки:

$$H_c := h_0 + 2 \cdot s_H + h_\phi = 85 \quad (\text{мм})$$

де $2 \cdot s_H$ надбавка до висоти для забезпечення спрямування натискної втулки.

Висота циліндричної частини натискної втулки:

$$h_B := 0.4 \cdot h_0 = 20 \quad (\text{мм})$$

Прийmemo висоту циліндричної частини натискної втулки 20 мм.

$$h_B := 20 \quad (\text{мм})$$

Мінімальний внутрішній діаметр різьби стяжних болтів:

$$d_{BH} = \sqrt{\frac{3 \cdot (D^2 - d_B^2) \cdot p}{n_\sigma \cdot I_\sigma I_p}}$$

де $D := d_B + 2 \cdot s_H = 70$ (мм) внутрішній діаметр сальникової камери;

$p := 0.1$ МПа тиск в апараті;

$n_\sigma := 8$ кількість болтів;

$I_\sigma I_p := 25$ (МПа) допустима напруга для болтів з умови тривалої експлуатації.

$$d_{BH} := \sqrt{\frac{3 \cdot (D^2 - d_B^2) \cdot p}{n_G \cdot I_G \cdot I_p}} = 1.897 \text{ (мм)}$$

З конструктивних міркувань прийmemo зі стандартного ряду болти М10.

$$d_G := 10 \text{ (мм)}$$

Висота фланця натискної втулки:

$$h_H := 1.25 \cdot d_G = 12.5 \text{ (мм)}$$

Висота ґрундбуksi:

$$h_T := 0.4 \cdot d_B = 20 \text{ (мм)}$$

Посадковий діаметр ґрундбуksi:

$$D_T := d_B + 1.2 \cdot s_H = 62 \text{ (мм)}$$

Прийmemo посадковий діаметр ґрундбуksi $\underline{D_{\text{втул}}} := 62 \text{ (мм)}$

Зазор між валом і ґрундбуksiю (валом і натискний втулкою):

$$\underline{\delta} := \frac{d_B}{250} = 0.2 \text{ (мм)}$$

Приблизно такий же зазор приймається між натискною втулкою і сальникової камерою.

Зусилля затяжки болтів для забезпечення герметичності:

$$F_3 = \left[\frac{\pi \cdot (D^2 - d_B^2) \cdot p_T}{4 \cdot k} \right] \cdot e^{\frac{2 \cdot k \cdot f \cdot h}{s_H}}$$

де $p_T := 1.0 \text{ (МПа)}$ - розрахунковий тиск герметичності;

$k_1 := 0.44$ коефіцієнт бокового тиску фторопластової набивки;

$k := 0.7 \cdot k_1 = 0.308$ коефіцієнт бокового тиску;

$f_1 := 0.06$ конструктивний коефіцієнт;

$\varepsilon := 1.55$ для фторопластової набивки

$f := \frac{\varepsilon \cdot f_1}{k_1} = 0.211$ коефіцієнт статичного тертя;

$$F_3 := \left[\frac{\pi \cdot (D^2 - d_B^2) \cdot p_\Gamma}{4 \cdot k} \right] \cdot e^{s_H} = 10995 \text{ (Н)}$$

Сила тертя між набиванням і обертовим валом

$$F_{\text{тр}} = \frac{\pi \cdot d_B \cdot f_{\text{кін}} \cdot p_\Gamma \cdot s_H}{2 \cdot k \cdot f}$$

де $f_{\text{кін}} := 0.09$ коефіцієнт кінетичного тертя між валом і набиванням.

$$F_{\text{тр}} := \frac{\pi \cdot d_B \cdot f_{\text{кін}} \cdot p_\Gamma \cdot s_H}{2 \cdot k \cdot f} = 1086 \text{ (Н)}$$

Момент тертя в сальникових ущільнень вала

$$M_{\text{тр}} := \frac{F_{\text{тр}} \cdot d_B}{1000 \cdot 2} = 27 \text{ (Нм)}$$

Потужність на подолання сил тертя в сальнику

$$N_c := M_{\text{тр}} \cdot n_M = 114.824 \text{ (Вт)}$$

Розрахована потужність витрачається на подолання сил тертя в сальнику не перевищує прийняту раніше при розрахунку мішалки.

$$N_{\text{ущ}} = 191.589 \text{ (Вт)}$$

3.6 Вибір конструкції фланців

Підберемо стандартний фланець для введення молока в резервуар. Тиск в апараті 0,1 МПа, температура 20°C, середовище неагресивне. При таких умовах експлуатації прийнемо фланець приварний встик з ущільнювальною поверхнею «шип-паз», розрахований на умовний тиск 2,5 МПа і температуру від -70 до +600°C по [4]. Конструкція фланцевого з'єднання представлена на рис. 3.4.

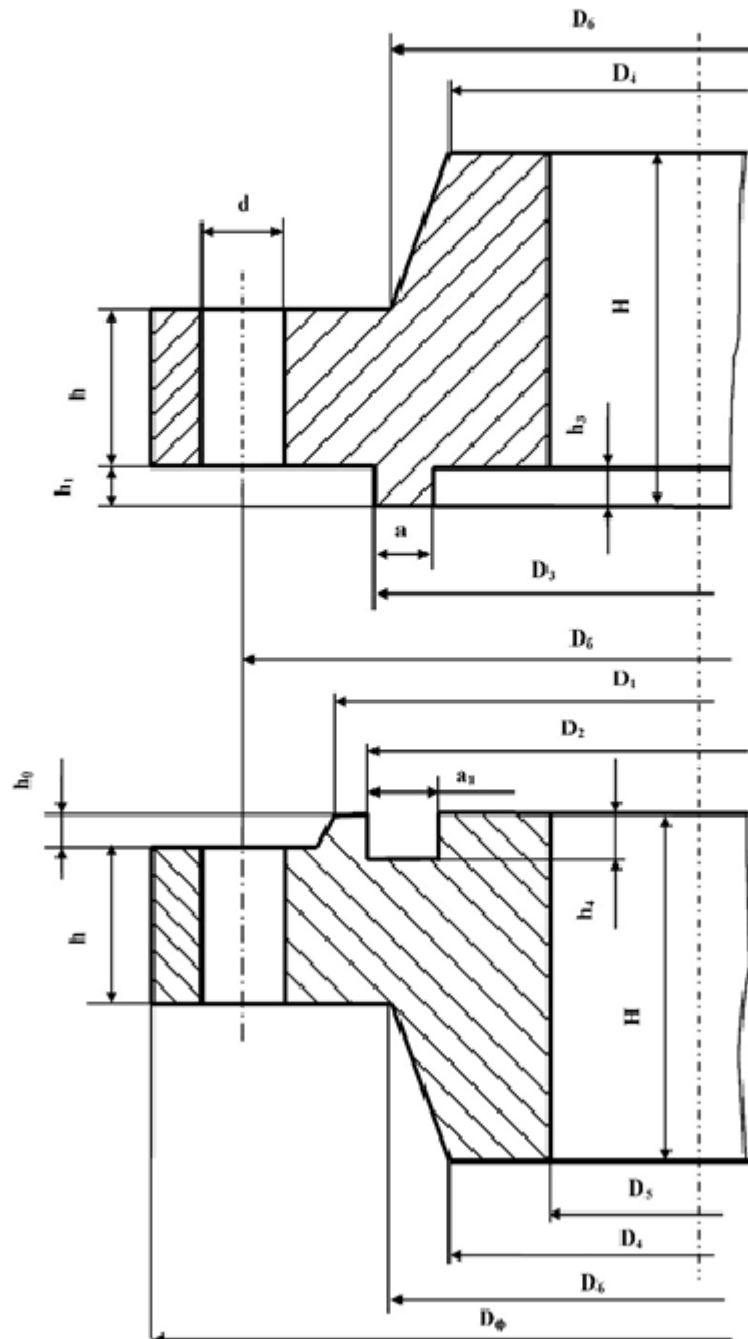


Рис. 3.4. Конструкція фланцевого з'єднання

Нижче наведемо основні геометричні розміри фланцевого з'єднання з ущільнювальною поверхнею «шип-паз» по ГОСТ 12832-67, взяті з [4].

$$\begin{aligned}
 P_y &:= 2.5 \text{ (МПа)} & D_6 &:= 115 \text{ (мм)} & D_4 &:= 115 \text{ (мм)} & H &:= 30 \text{ (мм)} \\
 D_y &:= 75 \text{ (мм)} & D_1 &:= 104 \text{ (мм)} & D_5 &:= 104 \text{ (мм)} & h &:= 10 \text{ (мм)} \\
 D_\phi &:= 135 \text{ (мм)} & D_2 &:= 97 \text{ (мм)} & D_6 &:= 97 \text{ (мм)} & d &:= 11 \text{ (мм)} \\
 n_{\text{отв}} &:= 6
 \end{aligned}$$

Решта розміри визначаються в залежності від тиску:

$$D_3 := D_2 - 1 = 96 \text{ (мм)}$$

$$h_0 := 1.5 \text{ (мм)}$$

$$h_1 := 2 \text{ (мм)}$$

$$h_3 := 2 \text{ (мм)}$$

$$h_4 := 1.5 \text{ (мм)}$$

$$a_1 := 4 \text{ (мм)}$$

$$a := a_1 - 1 = 3 \text{ (мм)}$$

Позначення фланця: фланець I (II) -75-25 ГОСТ 12832-67.

Для забезпечення герметичного з'єднання фланців необхідно застосувати плоску металеву прокладку з шириною 10-12 мм.

4. Математичне моделювання технологічної або технічної системи, що розглядається в роботі.

4.1. Розробка комп'ютерної моделі молочного резервуару великої місткості з мішалкою та форсункою системи СІР миття

Для моделювання на комп'ютері форсунки (рис. 4.1) та мішалки (рис. 4.2) молочного резервуару великої місткості використовуємо створену у САЕ SolidWorks 3D модель відповідної збірки. Розрахунки виконаємо за допомогою застосунку FlowSimulation.



Рис. 4.1. Форсунка для мийного розчину системи СІР миття молочного резервуару.



Рис. 4.2. Молочний резервуар великої місткості з мішалкою та форсункою системи СІР миття.

4.2. Результати моделювання форсунки для мийного розчину системи СІР миття молочного резервуару..

При формуванні робочої сітки для розрахунків форсунки (рис. 4.3.) використано поєднання глобальної сітки з великими розмірами комірок, запропонованим застосунком FlowSimulation автоматично, та дрібносегментованої локальної сітки сферичної форми, розміщеної в області роботи форсунки. Результати обчислень у графічному виді представлено на рис. 4.4.-рис. 4.15.

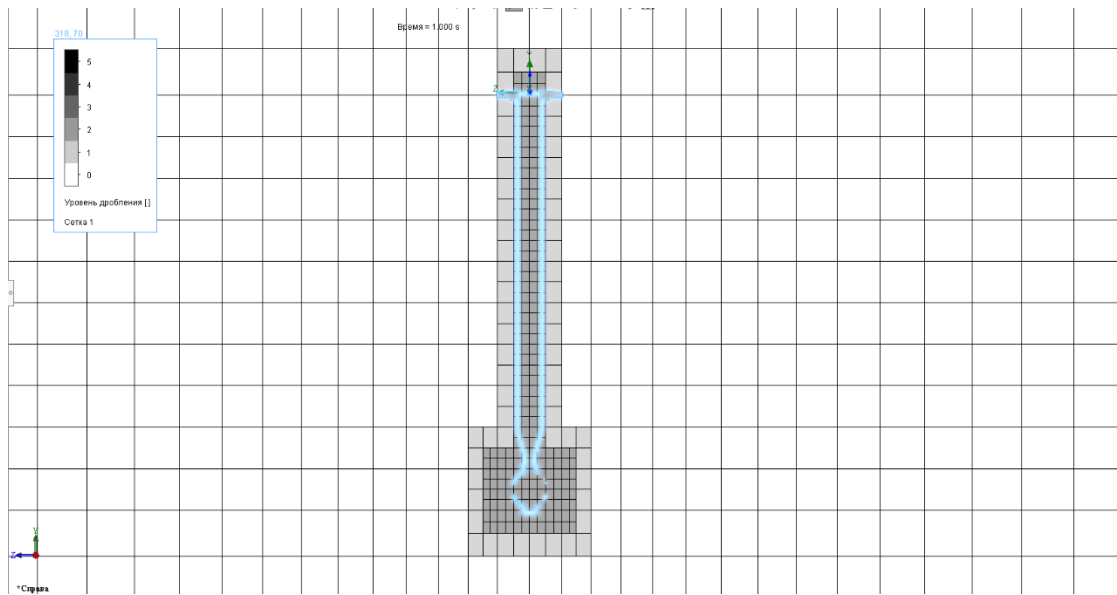


Рис. 4.3. Розрахункова сітка форсунки

Результати дослідження швидкості витікання представлено на рис. 4.4 – 4.8 та 4.10-4.12. Отримані досить високі значення швидкостей можуть бути причиною турбулентності у сусідніх струминах.

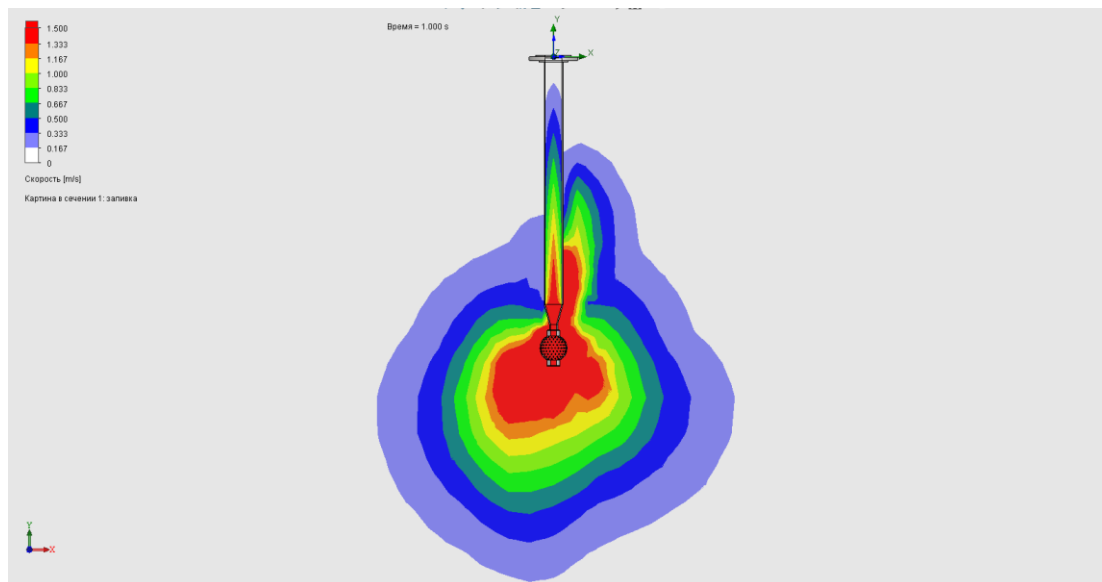


Рис. 4.4. Діаграма швидкості витікання мийного розчину з форсунки

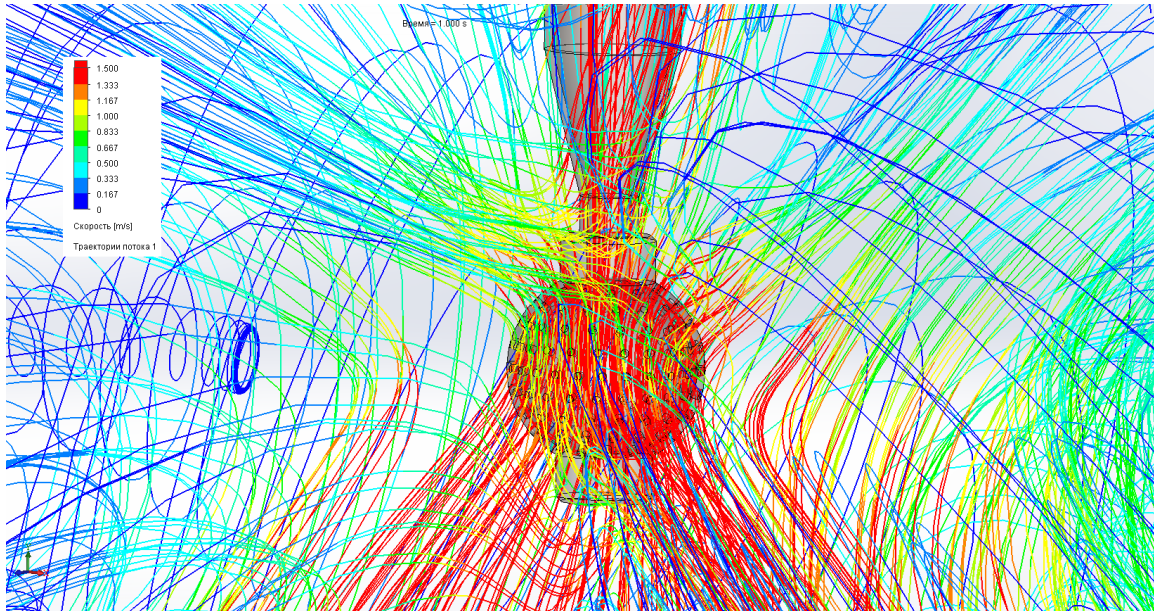


Рис. 4.5. Струмини мийного розчину на виході з форсунки

На рис. 4.5 видно, що струмини на виході з форсунки мають складне траєкторію, що можна пояснити турбулізацією в результаті впливу сусідніх струмин мийного розчину.

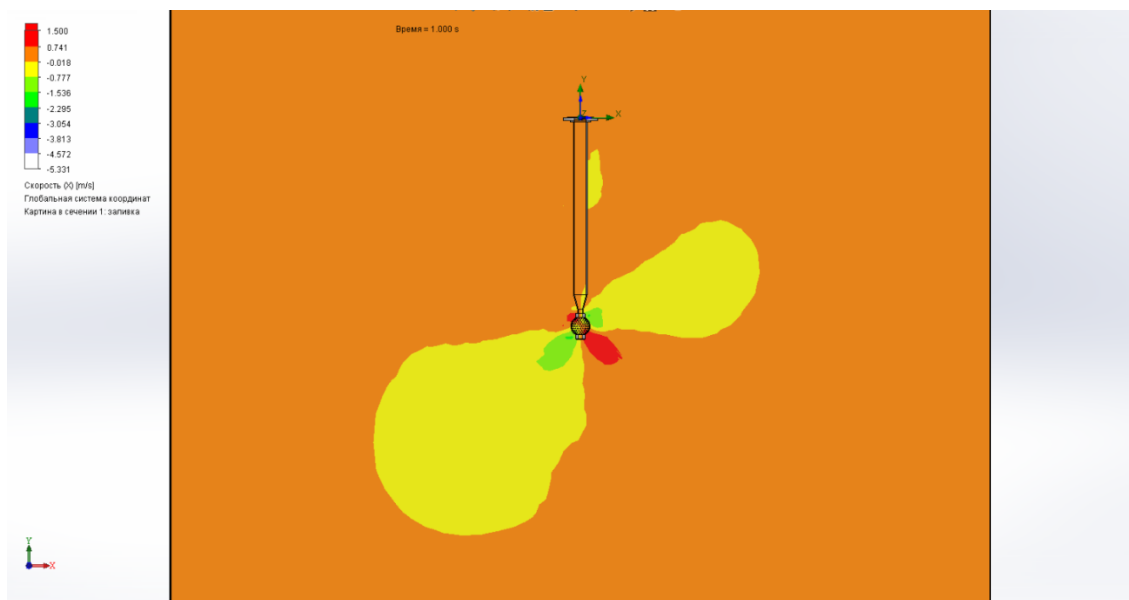


Рис. 4.6. Діаграма швидкості витікання мийного розчину з форсунки у напрямку осі X

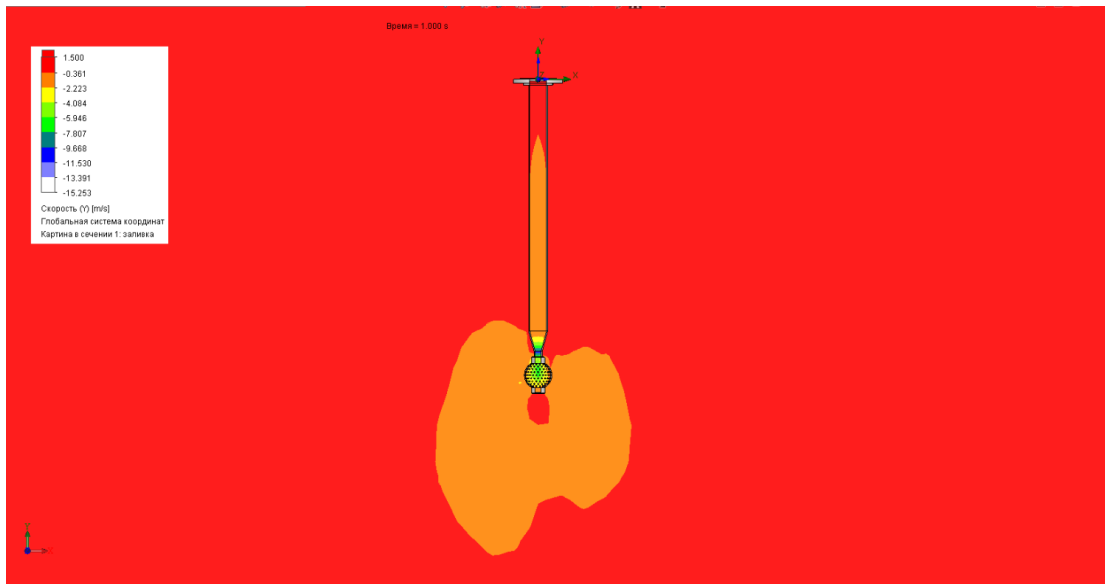


Рис. 4.7. Діаграма швидкості витікання мийного розчину з форсунки у напрямку осі Y

Результати моделювання швидкостей руху струмін мийного розчину на виході з форсунки вказують на те, що забезпечується достатній рівень обробки всіх поверхонь резервуару (рис. 4.6 – рис. 4.8).

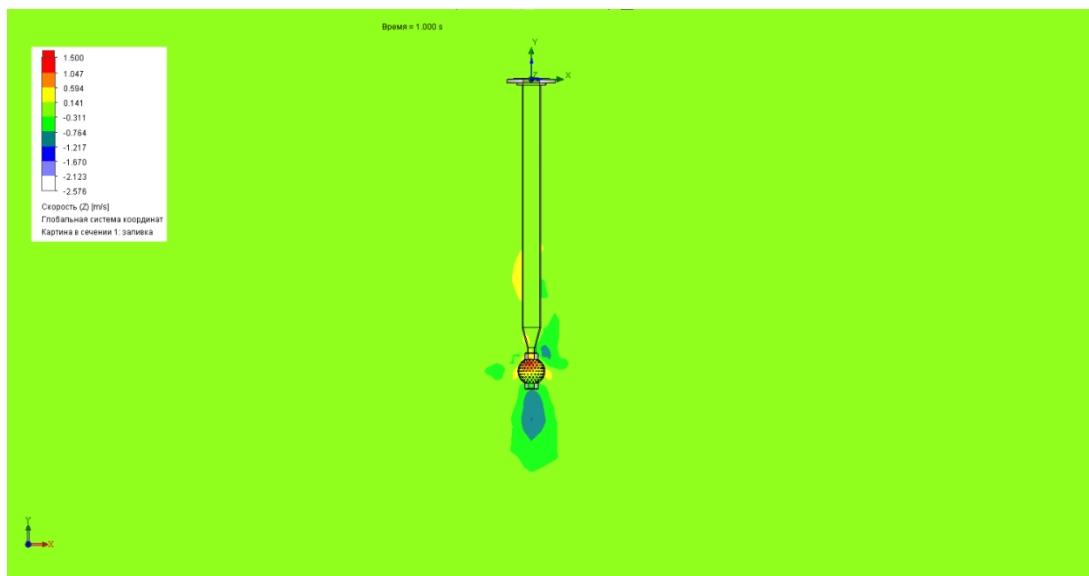


Рис. 4.8. Діаграма швидкості витікання мийного розчину з форсунки у напрямку осі Z

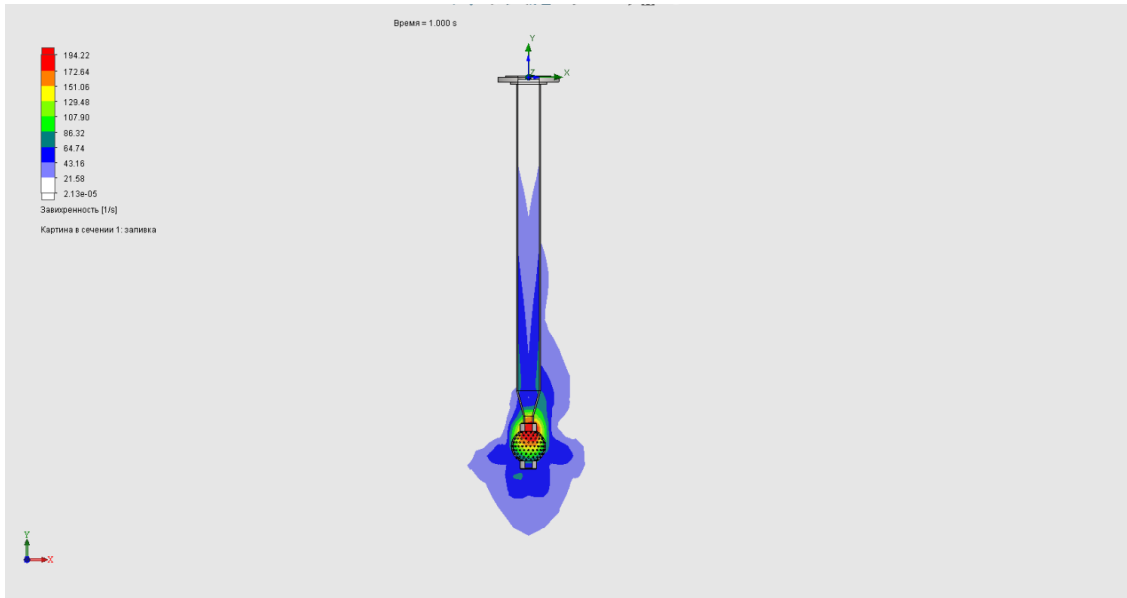


Рис. 4.9. Діаграма рівня завихреності мийного розчину при витіканні з форсунки

Припущення щодо турбулізації струмин мийного розчину підтверджується діаграмою рівня завихреності мийного розчину (рис. 4.9).

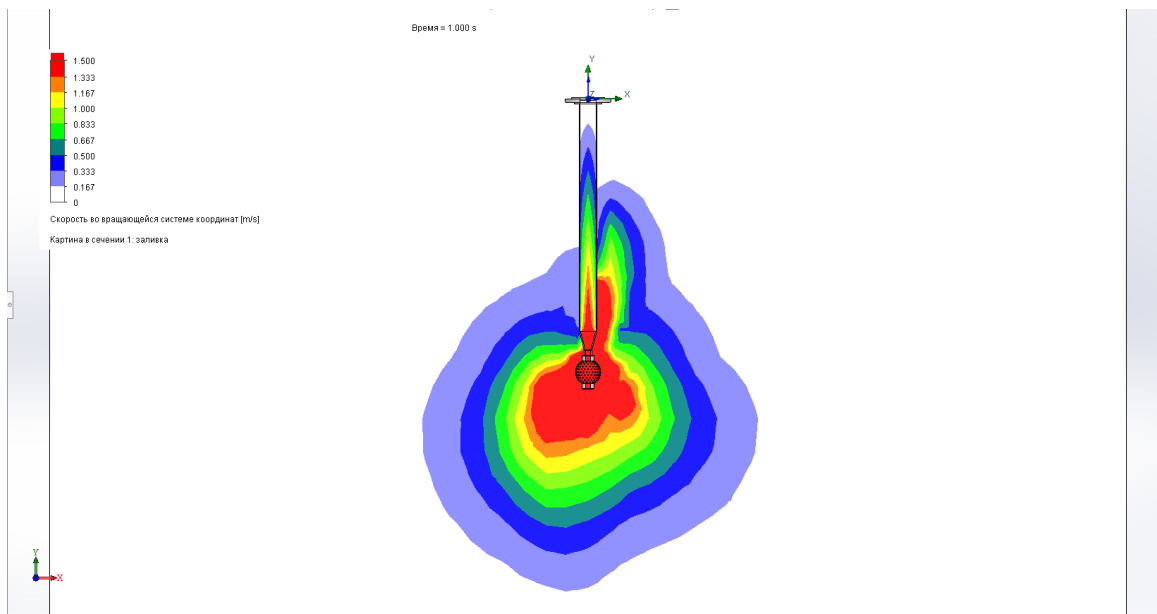


Рис. 4.10. Діаграма швидкості витікання мийного розчину з форсунки в обертовій системі координат

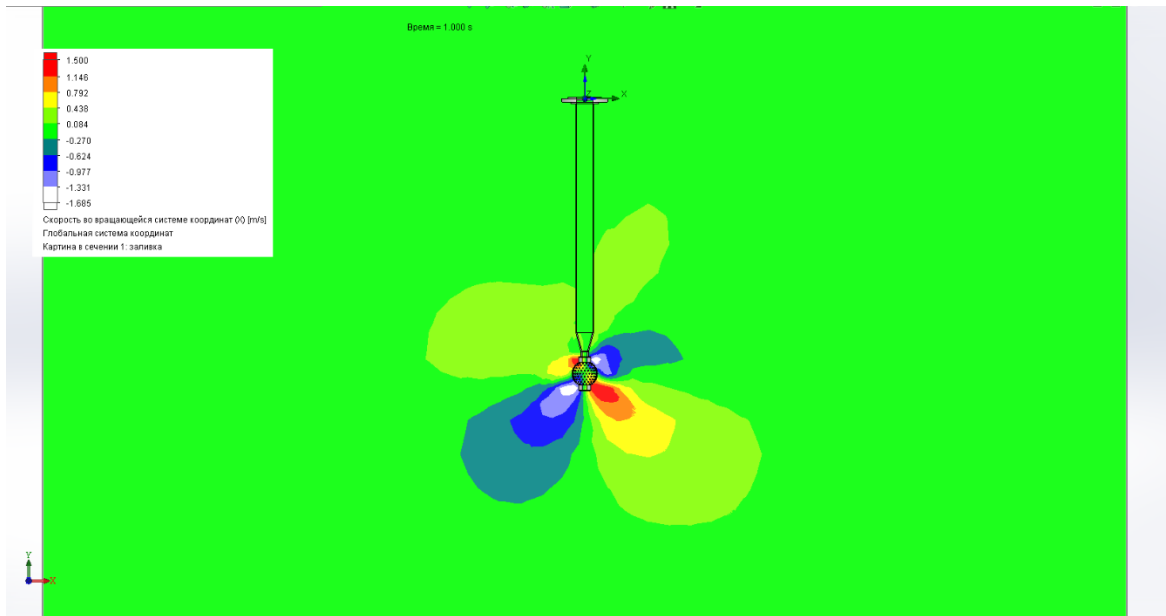


Рис. 4.11. Діаграма швидкості витікання мийного розчину з форсунки в обертовій системі координат у напрямку осі X

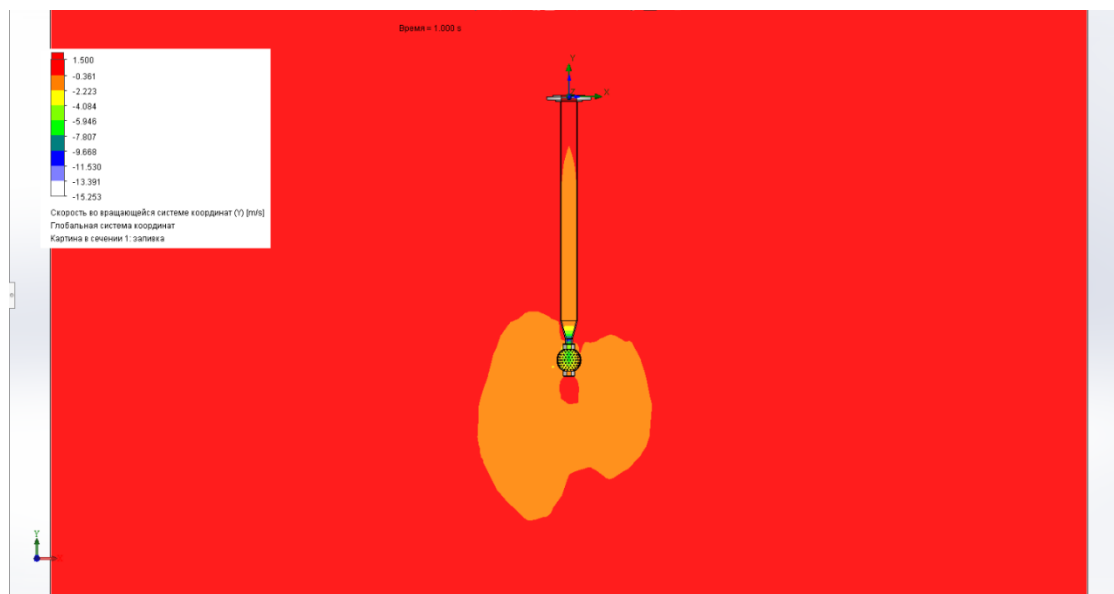


Рис. 4.12. Діаграма швидкості витікання мийного розчину з форсунки в обертовій системі координат у напрямку осі Y

Просторова картина полів швидкостей мийних струмин в обертовій системі координат (рис. 4.10 – рис. 4.13) є ідентичною до картини в декартовій системі координат, як і мало бути при дослідженні елементів, які можна вписати в циліндр.

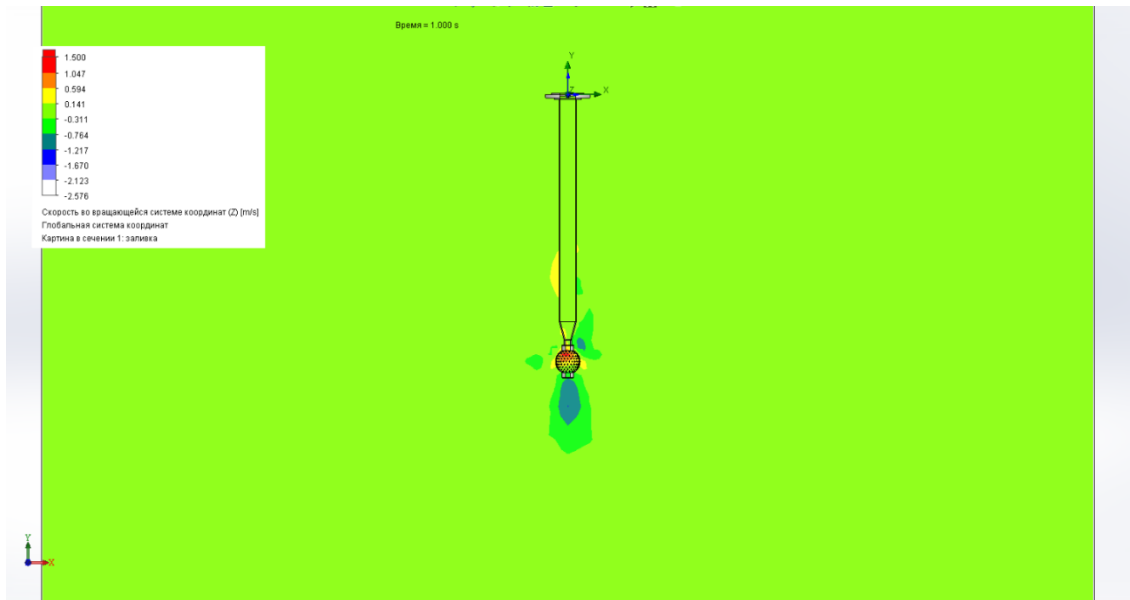


Рис. 4.13. Діаграма швидкості витікання мийного розчину з форсунки в обертовій системі координат у напрямку осі Z

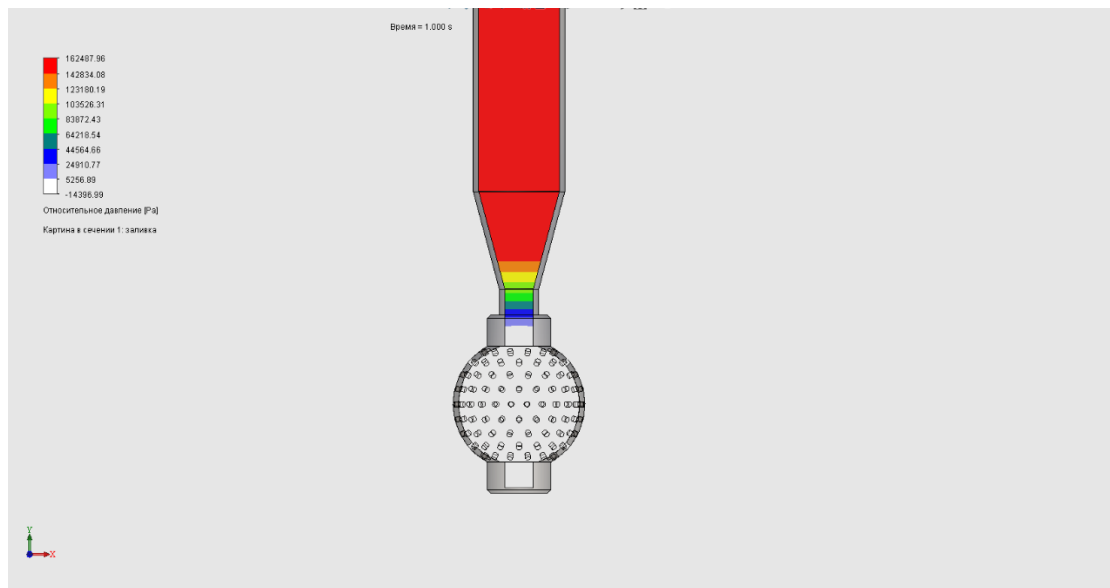


Рис. 4.14. Діаграма зміни відносного тиску при витікання мийного розчину з форсунки

Форсунка має 125 отворів діаметру 3 мм, крізь які мийний розчин потрапляє в робочу порожнину резервуару. На рис. 4.14 видно вирівнювання у форсунці тиску рідини з атмосферним.

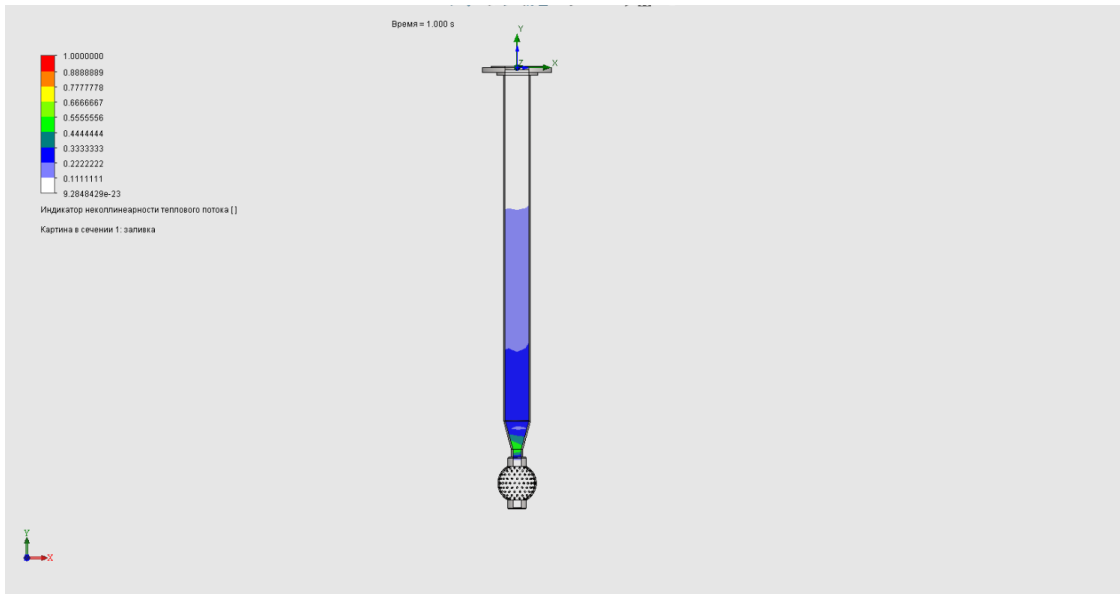


Рис. 4.15. Діаграма індикатора неколінеарності теплового потоку при витіканні мийного розчину з форсунки

4.3. Результати моделювання роботи мішалки молочного резервуару великої місткості

Робочої сітки для резервуару (рис. 4.16), аналогічно до робочої сітки форсунки формували на основі глобальної сітки зі штатними рекомендованими великими розмірами комірок FlowSimulation та сферичною ділянкою дрібносегментованої локальної сітки в околі пропелера мішалки. Такий спосіб формування сітки дає змогу виконати детальні розрахунки моделі, не витрачаючи зайвих ресурсів комп'ютера на точність обчислень у місцях, які того не потребують. Результати обчислень у графічному виді представлено на рис. 4.17.- рис. 4.29.

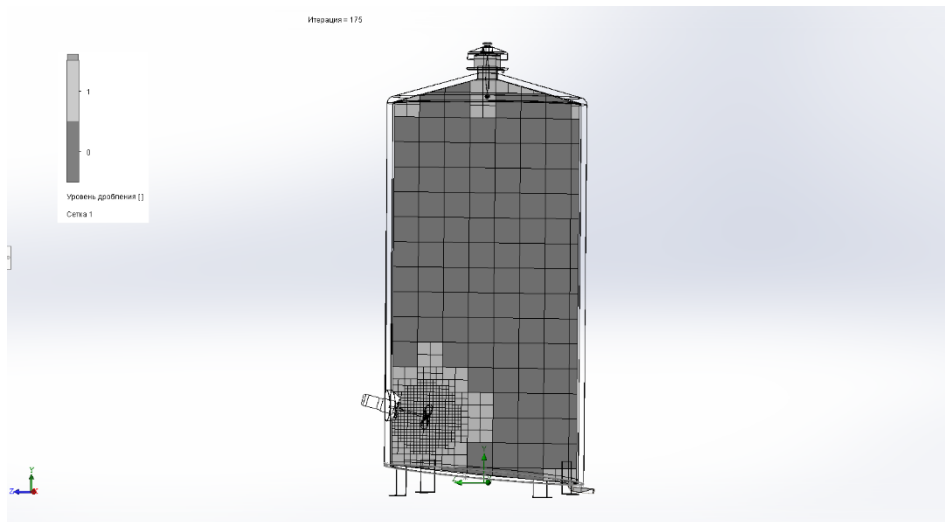


Рис. 4.16. Розрахункова сітка молочного резервуару великої місткості з пропелерною мішалкою

При моделюванні роботи мішалки було виконано десятикратне дроблення розмірів комірки розрахункової сітки (рис. 4.16) відносно стандартних розмірів в околі робочого органу мішалки, що цілком достатньо для виконання такого типу робіт.

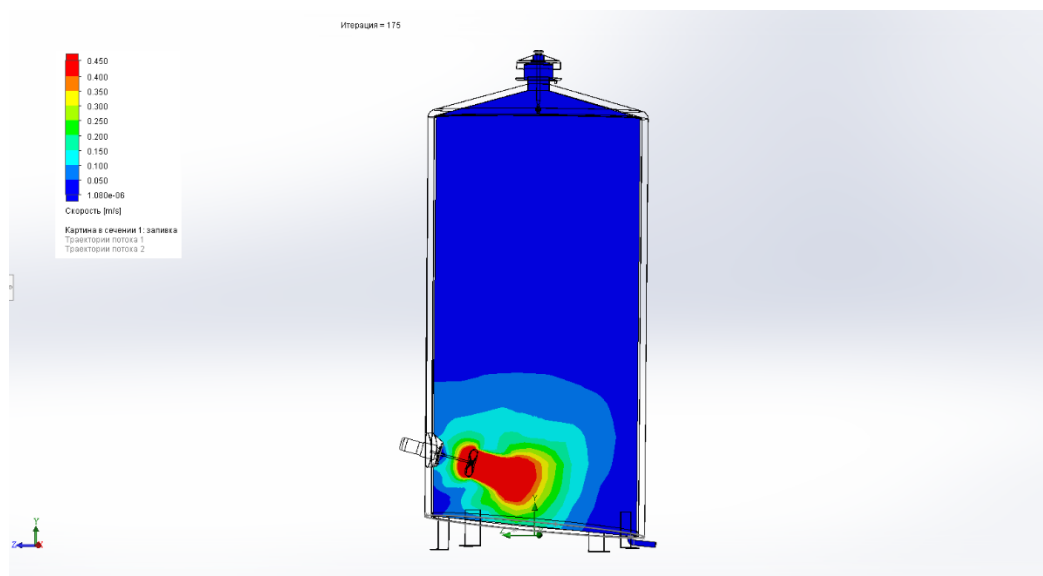


Рис. 4.17. Діаграма швидкості руху молока в молочному резервуарі великої місткості під дією пропелерної мішалки

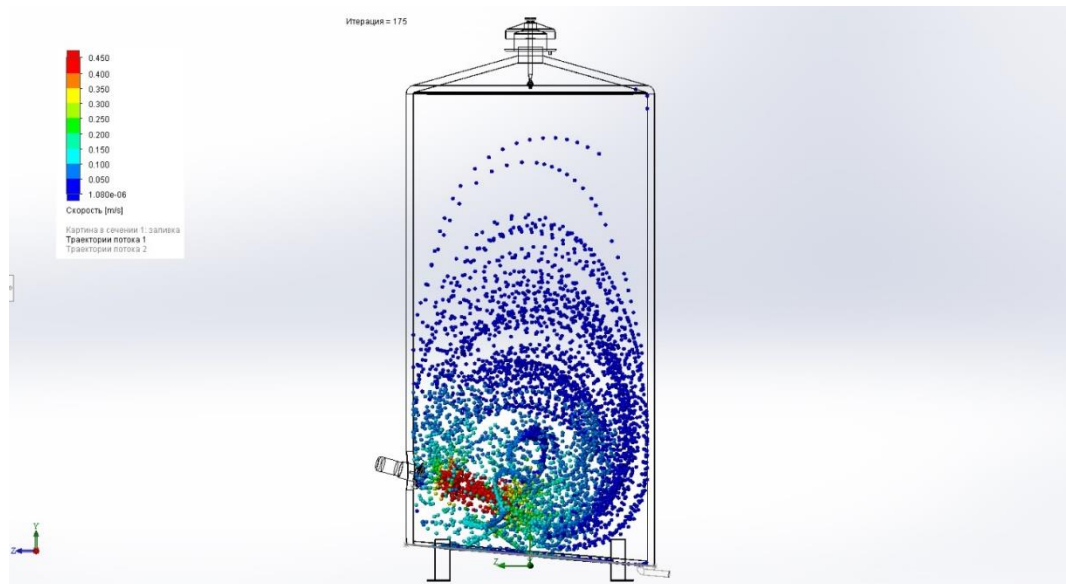


Рис. 4.18. Лінії течіння молока в молочному резервуарі великої місткості під дією пропелерної мішалки

Конструктивно в роботі було обрано чотирилопатову форму пропелера мішалки, із розміщенням її вала під кутом до вертикальної горизонтальних осей (рис. 4.18).

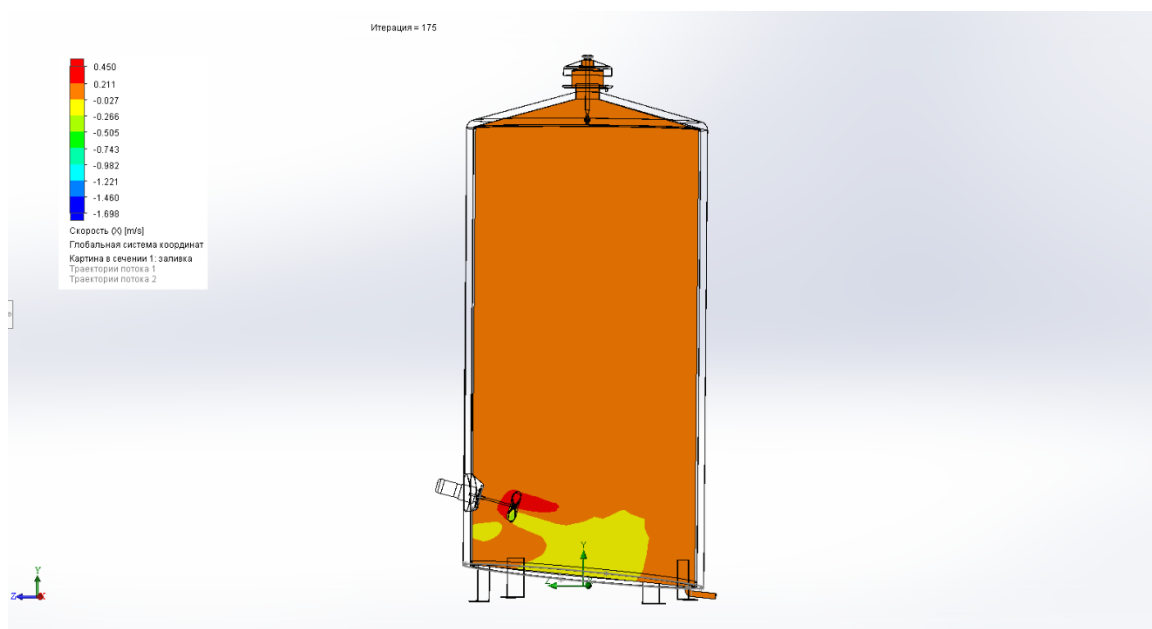


Рис. 4.19. Діаграма швидкості руху молока в молочному резервуарі великої місткості під дією пропелерної мішалки у напрямку осі X

Таке конструктивне рішення дозволяє створити досить рівномірний просторовий розподіл поля швидкостей молока при перемішуванні і забезпечити рух рідини у всьому резервуарі в діапазоні рекомендованих значень швидкостей (1...2 м/с)

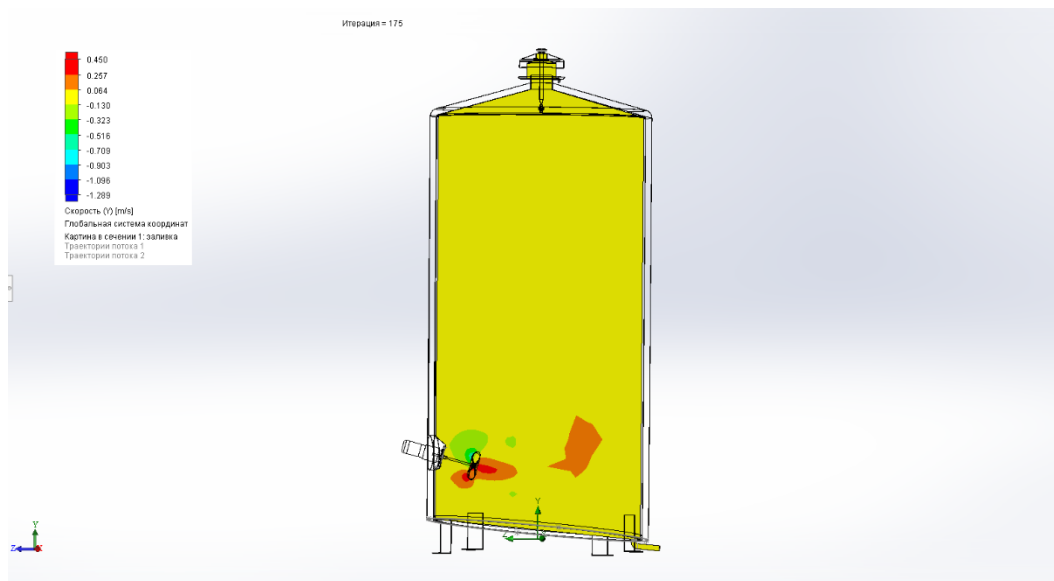


Рис. 4.20. Діаграма швидкості руху молока в молочному резервуарі великої місткості під дією пропелерної мішалки у напрямку осі Y

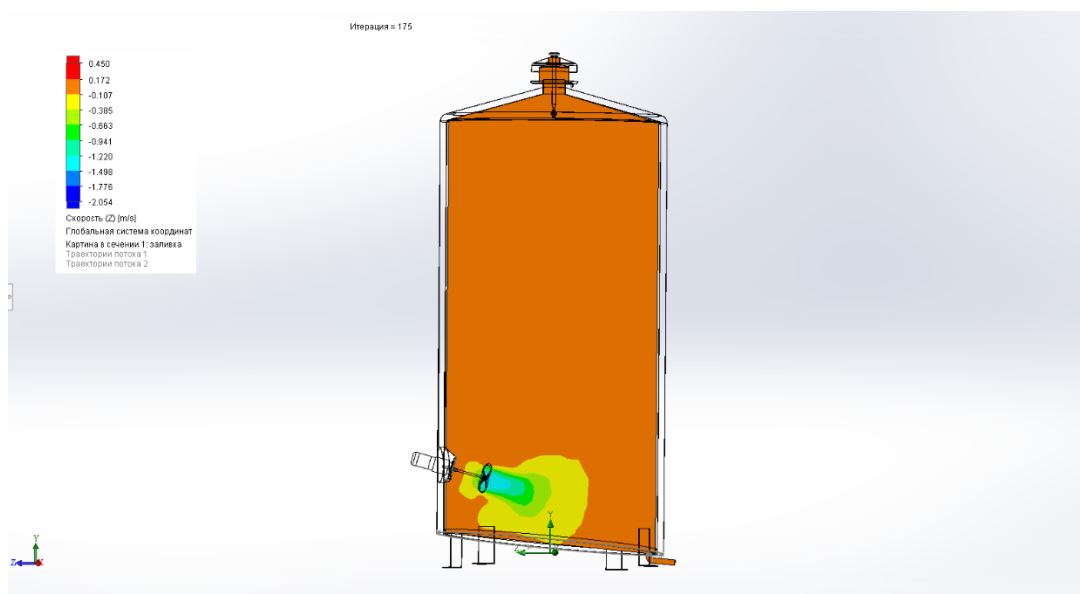


Рис. 4.21. Діаграма швидкості руху молока в молочному резервуарі великої місткості під дією пропелерної мішалки у напрямку осі Z

Про належний рівень переміщення масивів молока в резервуарі можна також зробити висновок і з побудованої на рис. 4.22 діаграми температурних полів, яка чітко узгоджується з представленими на рис. 4.18 лініями течіння молока в молочному резервуарі великої місткості під дією пропелерної мішалки.

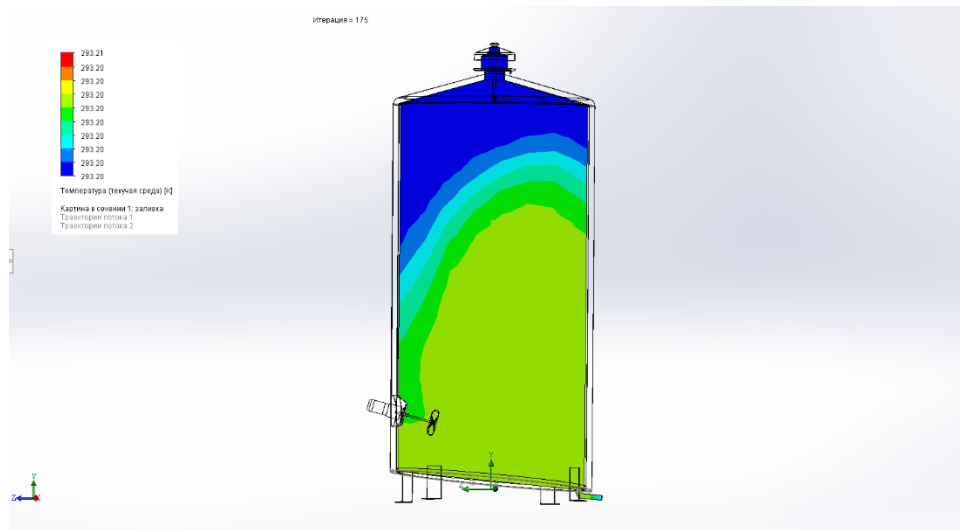


Рис. 4.22. Діаграма температурних полів молока в молочному резервуарі великої місткості під дією пропелерної мішалки

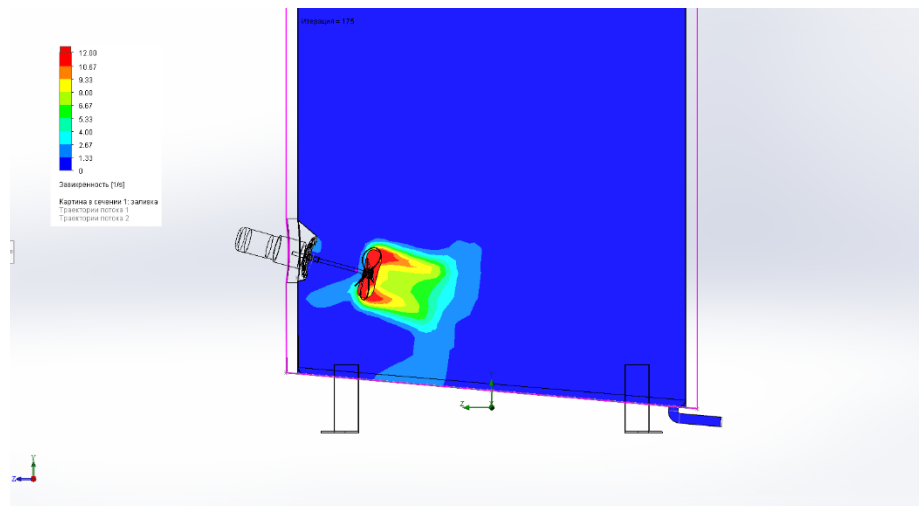


Рис. 4.23. Діаграма рівня завихреності молока в молочному резервуарі великої місткості при роботі пропелерної мішалки

На діаграмі рівня (рис. 4.23) завихреності молока у резервуарі максимальні значення спостерігаються лише в околі лопатей пропелера. Це

вказує на те, що практично вся енергія, яка споживається мішалкою, йде на створення макротечій молока в основному його масиві.

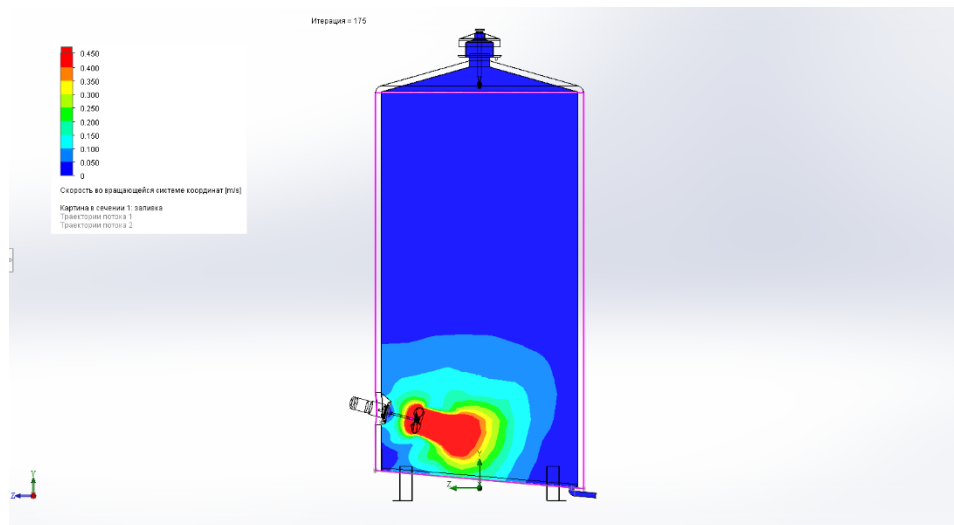


Рис. 4.24. Діаграма швидкості руху молока в молочному резервуарі великої місткості під дією пропелерної мішалки в обертовій системі координат

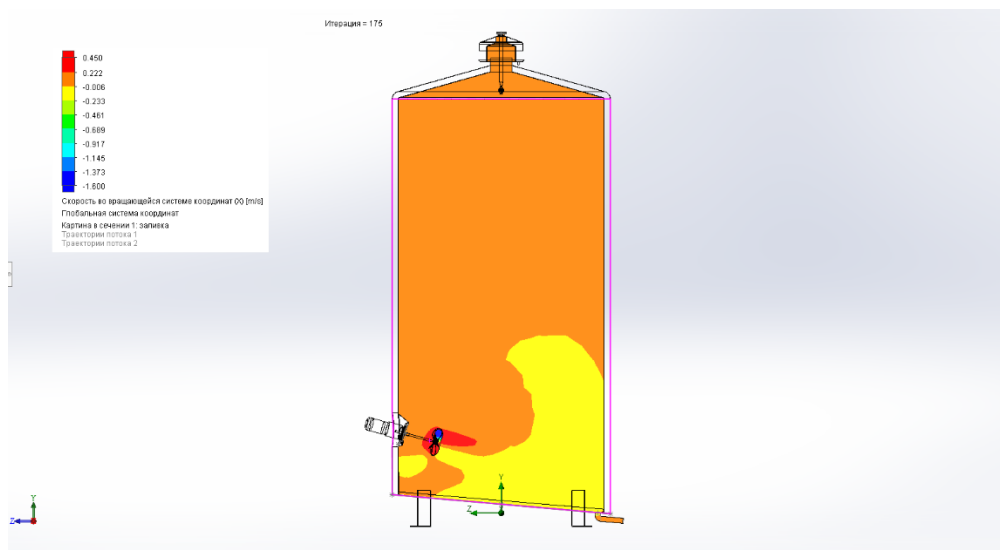


Рис. 4.25. Діаграма швидкості руху молока в молочному резервуарі великої місткості під дією пропелерної мішалки в обертовій системі координат у напрямку осі X

Побудовані в циліндричних системах координат діаграми руху молока в молочному резервуарі великої місткості під дією пропелерної мішалки (рис. 2.24-рис. 4.27) відображають аналогічну до отриманої для декартової системи

картину, з незначними відмінностями, обумовленими несиметричностями дна і геометричними параметрами мішалки та специфікою її розміщення.

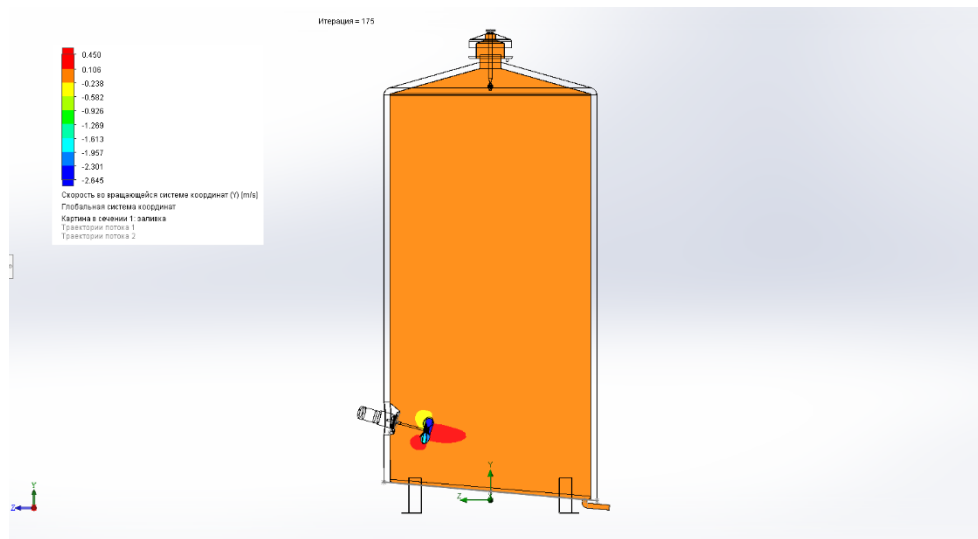


Рис. 4.26. Діаграма швидкості руху молока в молочному резервуарі великої місткості під дією пропелерної мішалки в обертовій системі координат у напрямку осі Y

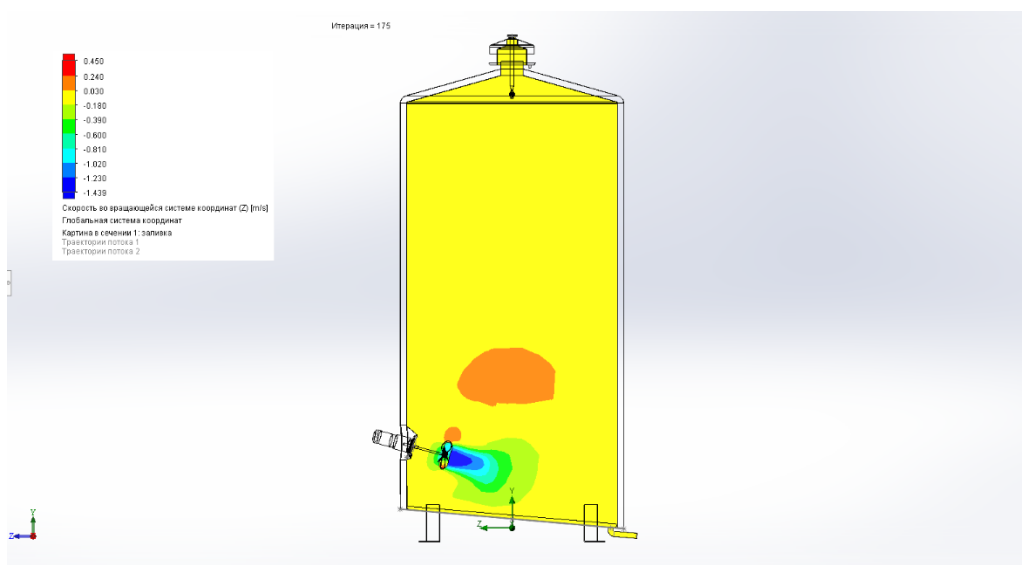


Рис. 4.27. Діаграма швидкості руху молока в молочному резервуарі великої місткості під дією пропелерної мішалки в обертовій системі координат у напрямку осі Z

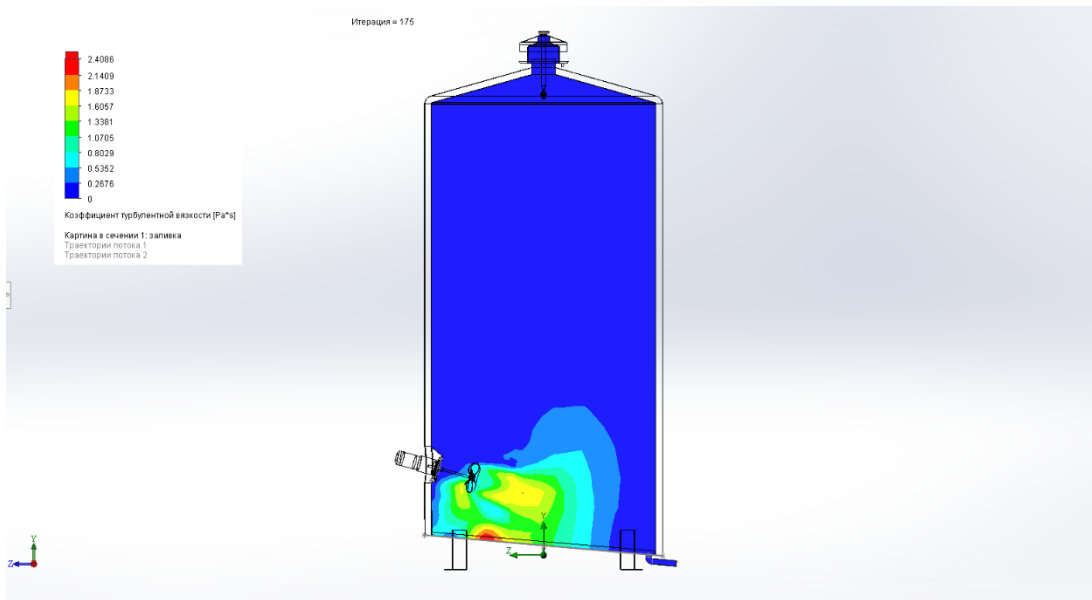


Рис. 4.28. Діаграма турбулентної в'язкості молока в молочному резервуарі великої місткості під дією пропелерної мішалки

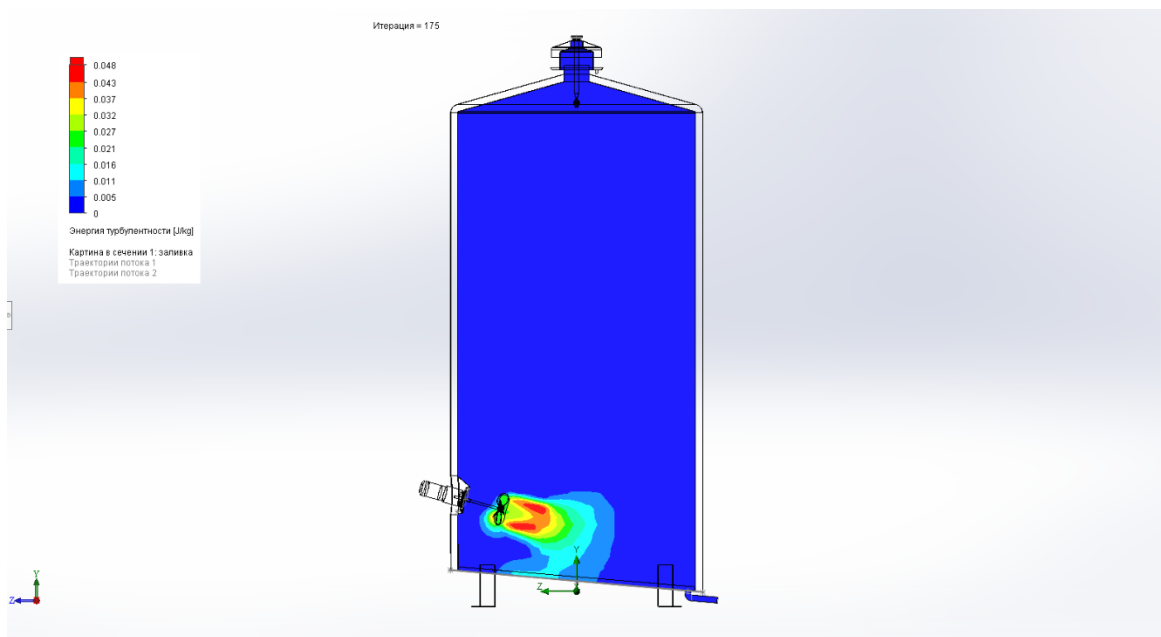


Рис. 4.29. Діаграма енергії турбулентності молока в молочному резервуарі великої місткості під дією пропелерної мішалки

З результатів предствалених на рис. 4.28 - рис. 4.28 діаграм турбулентної в'язкості молока та енергії турбулентності молока (до $2.41 \text{ Па} \cdot \text{с}$ і до 0.048 Дж/кг відповідно) можна зробити висновок про наявність при роботі мішалки,

незначної турбулентності, яка, проте, суттєвого впливу на витрати потужності не має.

4.4. Аналіз результатів

Основні результати комп'ютерних досліджень процесу витікання мийного розчину з форсунки подамо в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Результати комп'ютерних досліджень витікання мийного розчину з форсунки

Розрахунковий параметр	Розмірність	Мінімум	Максимум
Швидкість витікання мийного розчину	м/с	0	10.78
Швидкість витікання мийного розчину у напрямку осі X	м/с	-1.68	1.64
Швидкість витікання мийного розчину у напрямку осі Y	м/с	-10.72	2.29
Швидкість витікання мийного розчину у напрямку осі Z	м/с	-1.23	1.37
Завихреність мийного розчину	1/с	0	194.22
Швидкість витікання мийного розчину в обертовій системі координат	м/с	0	10.78
Швидкість витікання мийного розчину в обертовій системі координат у напрямку осі X	м/с	-1.68	1.64
Швидкість витікання мийного розчину в обертовій системі координат у напрямку осі Y	м/с	-10.72	2.29
Швидкість витікання мийного розчину в обертовій системі координат у напрямку осі Z	м/с	-1.23	1.22
Відносний тиск при витіканні мийного розчину	Па	-4034	162487

Неколінеарність теплового потоку при витіканні мийного розчину	%	0	56.34
--	---	---	-------

Результати комп'ютерних досліджень руху молока в молочному резервуарі великої місткості під дією пропелерної мішалки представимо в таблиці 4.2

Таблиця 4.2

Результати комп'ютерних досліджень руху молока в молочному резервуарі великої місткості під дією пропелерної мішалки

Розрахунковий параметр	Розмірність	Мінімум	Максимум
Швидкість руху молока	м/с	0	1.72
Швидкість руху молока у напрямку осі X	м/с	-0.39	0.85
Швидкість руху молока у напрямку осі Y	м/с	-0.64	0.42
Швидкість руху молока у напрямку осі Z	м/с	-1.48	0.18
Завихреність при русі молока	1/с	0	19.02
Швидкість руху молока в обертовій системі координат	м/с	0	4.26
Швидкість в руху молока в обертовій системі координат у напрямку осі X	м/с	-3.26	3.83
Швидкість в руху молока в обертовій системі координат у напрямку осі Y	м/с	-2.64	0.42
Швидкість руху молока в обертовій системі координат у напрямку осі Z	м/с	-1.44	0.34
Коефіцієнт турбулентної в'язкості молока при перемішуванні	Па · с	0	2.41
Енергія турбулентності молока при перемішуванні	Дж/кг	0	0.048

Найбільш рівномірний розподіл струмин мийного розчину щодо конструкції резервуара забезпечує форсунка у формі кулі з рівномірною

розміщеними отворами для розбризкування мийного розчину і води для ополіскування після миття. Тому в роботі зупинилися на кулевидній конструкції форсунки кулю діаметром 75 мм з рівномірно розміщеними по поверхні отворами діаметра 3 мм у кількості 125 шт. Мийне середовище, яке подається під тиском, в достатній мірі розподіляється щодо внутрішньої поверхні резервуару (рис. 4.5). Причому з діаграми розподілу швидкостей середовища (рис. 4.4. і рис. 4.10) видно, що на частину резервуару, нижчу рівня розміщення форсунки, припадає набагато більше мийного розчину, ніж на верхню, витримуючи певну пропорцію щодо площ цих зон.

Досить високі граничні значення швидкості витікання мийного розчину у вертикальному напрямку (вісь Y) (від -10.72 м/с до 2.29 м/с) (рис. 4.7, рис. 4.12), рівня завихреності потоків мийного розчину (0...194.22 1/с) (рис. 4.9) і широкий діапазон їх зміни вказують на те, що траєкторії струмин робочих середовищ є досить складними і мають досить помітно виражені тангенціальні складові. Таке припущення підтверджує діаграма руху струмин на рис.4.5. Цим пояснюється витікання при митті значних об'ємів робочих середовищ через горішню частину резервуару. Тому, щоб мийний розчин не стікав зовнішніми стінками резервуару, треба конструктивно передбачити збірник мийного розчину достатньої місткості із відповідною дренажною системою.

Для перемішування молока в резервуарі обрано пропелерну мішалку, оскільки такі робочі органи забезпечують рух перемішуваного середовища в осьовому і радіальному напрямках. Розміщення пропелера під кутом до горизонту і під кутом до осі в горизонтальній площині в поєднанні з нахилом дна резервуару дозволяє мінімізувати застійні зони при перемішуванні. Застосована для перемішування молока в резервуарі пропелерна мішалка має чотири лопаті діаметра 400 мм і робочу частоту обертання 254 об/хв, що відповідає поширеним для такого типу обладнання значенням.

Застосований тип робочого органу забезпечує циркулювання молока об'ємом резервуару (рис. 4.17, рис. 4.18, рис. 4.22) в рекомендованому для руху рідин діапазоні лінійних швидкостей (0 м/с ...1.72 м/с)(рис. 4.17). Близькі

значення для діапазону швидкостей молока у всіх трьох напрямках (рис. 4.19, рис. 4.20, рис. 4.21) (-0.39 м/с...0.85 м/с), (-0.64 м/с ...0.42 м/с) і (-1.48 м/с ... 0.18 м/с) по осях X, Y, Z відповідно вказують на те, що забезпечується достатньо його рівномірне перемішування і конструкція мішалки та режими її роботи вибрано вдало. На ефективність обраного конструктивного і технологічного рішення для перемішування вказують порівняно невисокі значення рівня завихреності молока в області пропелера мішалки (рис. 4.23) (0 1/с ... 19.02 1/с) та величина енергії турбулентності молока при перемішуванні (рис. 4.29) (0 Дж/кг ... 0.048 Дж/кг).

5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5.1. Заходи з охорони праці і техніки безпеки в апаратному цеху

До основного технологічного обладнання по виробництву нормалізованого молока відносяться: зважуючі приймальні місткості, насоси, сепаратори, пастеризаційні установки, сепаратори, резервуари, ванни і гомогенізатори.

Основні вимоги з безпечної експлуатації електричних насосів і гомогенізатора передбачають в першу чергу якісне складання і забезпечення точності монтажу. При складанні насосу слід старанно встановлювати ущільнюючі прокладки, кільця і манжети. Основними небезпечними для людей факторами роботи насосів є вібрації та можливість ураження електричним струмом внаслідок надмірної вологості. Для мінімізації і уникнення шкідливої дії вищеназваних чинників передбачається встановлення віброізоляції і заземлення. Заземлення повинно відповідати ГОСТ 12.1.030–81 “ССБТ. Електробезпека. Захисне заземлення, занулення”.

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

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

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

Технологічні місткості закритого типу повинні в першу чергу забезпечувати герметичність.

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

Головними вимогами, які слід витримати при експлуатації сепараторів-молокоочищувачів і сепараторів-вершковідділювачів, є:

- пуск і зупинка машини може проводитись тільки відповідальною за експлуатацію особою, призначеною відповідним наказом або розпорядженням на підприємстві;

- до обслуговування сепараторів допускаються працівники, які мають досвід роботи, пройшли спеціальну підготовку і вивчили інструкцію з експлуатації;

- перед пуском слід перевірити наявність заземлення, надійність кріплення болтових з'єднань, щільність закриття кришок;

- категорично забороняється знімати кришку сепаратора до повної зупинки;

- тарілки після миття слід монтувати суворо у встановленому порядку згідно нанесеної на них нумерації;

- у випадку постійного наростання вібрацій при роботі (входженні сепаратора у зону резонансу) слід відключити подачу електричного струму і негайно покинути приміщення цеху до повної самовільної зупинки сепаратора.

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

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

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

Гомогенізатори можна віднести до машин малого рівня небезпеки. Вони не працюють при високих температурах. Робочі органи закриті зовні огорожуючими конструктивними елементами.

Джерелом живлення приводу гомогенізаторів є мережа промислового струму наругою 380 В, тому при його експлуатації слід звернути увагу на основні правила техніки безпеки при роботі з електрообладнанням.

Дані апарати приводяться в рух електричними двигунами, і повинні відповідати ПУЕ, бути надійно заземленими, так як під час роботи на них можуть накопичуватися значні заряди статичної електрики. Передачі приводу повинні бути закриті захисними кожухами. Повинні використовуватись також запобіжні пристрої для безпеки при ремонті чи оглядах.

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

Основним джерелом шуму в гомогенізатора є електродвигун приводу. Оскільки рівень шуму двигуна перебуває в межах нормативів, то вважаємо, що ніяких додаткових засобів по зниженню рівня шуму електричного двигуна приводу здійснювати недоцільно. Для зменшення рівня шуму передач приводу робочих органів пропонується закрити їх захисними кришками.

Пристрої для пуску і зупинки машин і агрегатів розміщують так, щоб ними можна було користуватися зручно і швидко. Всі частини машин, апаратів, які треба змащувати, мають автоматичні мастильні прилади. Якщо таких приладів немає, а підшипники треба наповнити мастилом під час роботи трансмісії, змащувати їх можна лише при безпечному підході до підшипників, або при допомозі спеціальних трубок і маслянок, виведених у безпечну і зручну зону.

При проектуванні і монтажі нового устаткування треба забезпечити: основні проходи в місцях постійного перебування працюючих шириною не менше 1,5 м; проходи біля віконних прорізів, доступних з рівня підлоги, або площадки - не менше 1 м; проходи для огляду і регулювання апаратів і приладів - не менше 0,8 м; проходи для огляду трубопроводів і апаратів, які не треба регулювати - не менше 0,7 м; ширина проходів між автоматичними і механізованими лініями (по їх осях) і головних проїздів - не менше 2,4 м. Розриви між окремими машинами, верстатами, ємкостями, розміщеними в одному ряду - не менше 0,35 м.

При розміщенні стрічкових, роликкових та інших транспортерів треба передбачати проходи між стіною і однією поздовжньою стороною транспортера не менше 0,7 м, а між двома паралельно розміщеними транспортерами - не менше 0,9 м. При цьому з протилежної сторони транспортери при стрічці завширшки до 60 см можна встановлювати впритул до стіни, а при стрічці завширшки понад 60 см роблять розрив від стіни завширшки не менше 0,4 м; при наявності на транспортерах перекидних візків проходи збільшують з врахуванням виступаючої частини візка.

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.

5.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях

Організація і забезпечення захисту населення від сучасних засобів поразки і наслідків аварій, катастроф і стихійних лих — головна задача цивільної оборони. Люди, як відомо, складають найвищу цінність суспільства, і забезпечення їхньої безпеки — найважливіша мета всіх оборонних заходів. Забезпечення захисту населення від сучасних засобів нападу досягається проведенням цілого комплексу заходів, спрямованих на максимальне ослаблення результатів впливу зброї масової поразки, і створенням сприятливих умов для проживання і діяльності населення, функціонування об'єктів і сил цивільної оборони при виконанні задач. До таких заходів відносяться: забезпечення всього населення захисними спорудженнями і засобами

індивідуального захисту; загальне обов'язкове навчання населення способам захисту від зброї масової поразки і діям по ліквідації наслідків нападу супротивника, аварій, катастроф і стихійних лих; розосередження робітників, службовців і евакуація населення з великих міст і зон можливого затоплення; забезпечення життєдіяльності евакуйованого населення; проведення протиепідемічних, санітарно-гігієнічних, спеціальних профілактичних і інших медичних заходів. В інтересах захисту населення організуються і проводяться такі заходи, як розвідка, оповіщення про повітряну небезпеку, про радіоактивне, хімічне, бактеріологічне зараження і катастрофічне затоплення, а також ряд заходів, що відносяться до інших груп задач.

Важлива група задач ЦО — забезпечення стійкого функціонування народного господарства в надзвичайних ситуаціях мирного і воєнного часу.

Усталена робота об'єктів агропромислового комплексу дає можливість забезпечити населення країни достатньою кількістю основних продуктів харчування, а промисловістю-сировиною.

Підвищення стійкості роботи об'єктів агропромислового комплексу і переробних підприємств досягається завчасним проведенням комплексу організаційних, інженерно-технічних, агротехнічних, зооветеринарних і інших заходів, спрямованих на максимальне зниження результатів впливу зброї масової поразки на об'єкти, а також створення умов для швидкої ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій і забезпечення виробництва доброякісної харчової продукції.

Першорядне значення в підвищенні стійкості роботи переробного підприємства має організація надійного захисту людей, сировини, обладнання і продуктів переробки від впливу шкідливих факторів, а також забезпечення стійкого керування службами і силами ЦО об'єкта й організація робіт з ліквідації наслідків нападу супротивника і відновленню нормальної виробничої діяльності об'єкта.

На стійкість роботи об'єктів народного господарства в надзвичайних ситуаціях впливають наступні фактори:

- надійність захисту робітників та службовців від дії уражуючих факторів;
- здатність інженерно-технічного комплексу об'єкта протистояти в певній степені ударній хвилі, світловому випромінненню і радіації;
- захищеність об'єкта від вторинних уражуючих факторів (пожеж, вибухів, зараження отруйними речовинами);
- надійність системи забезпечення об'єкту всім необхідним для виробництва продукції (сировиною, паливом, комплектуючими виробами, електроенергією, водою, газом);
- стійкість і неперервність управління виробництвом та цивільною обороною;
- підготовленість об'єкту до ведення рятувальних і невідкладних аварійно-відновлювальних робіт та робіт по відновленню порушеного виробництва.

Однією з основних задач цивільної оборони є проведення міроприємств, спрямованих на підвищення стійкості роботи об'єкту в умовах надзвичайних ситуацій, тобто здатності його виконувати свої функції в цих умовах.

Перераховані фактори визначають собою і основні, загальні для всіх об'єктів народного господарства, шляхи підвищення стійкості роботи в надзвичайних ситуаціях, а саме:

- забезпечення надійним захистом робітників і службовців від дії уражуючих факторів;
- захист основних виробничих фондів від уражуючих факторів;
- підвищення надійності та оперативності управління виробництвом;
- підготовка до відновлення порушеного виробництва.

Основними небезпеками, з якими спряжена робота на молокозаводі ЗАТ “Тернопільський молокозавод”, є: небезпека радіаційного зараження (в мирний час і ввиду суттєвої віддаленості ядерних енергетичних об'єктів від фабрики є не актуальною) і небезпека, спричинена імовірним впливом сильнодіючих отруйних речовин (СДОР), що є досить актуальною внаслідок концентрації у

місті промислових об'єктів. Основними причинами виникнення небезпечних ситуацій є викиди в атмосферу продуктів функціонування виробництва (контролюється місцевими екологічними службами) і руйнуванням місткостей із отруйними речовинами на заводах. Найбільш поширеним типом СДОР є аміак, що застосовується при виробництві холоду.

Характеристика аміаку:

Ступінь токсичності 4.

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

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

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

При враженні проявляються серцебиття, порушення частоти пульса, “приливи”, насморк, кашель, затруднення дихання, почервоніння та свербіж шкіри, різь в очах.

Засоби захисту : ізолюючий протигаз, фільтруючий протигаз марки КД, респіратор РПГ – 67 – КД, захисний одяг(гумові чоботи, рукавички).

Дегазація : Знешкодити джерело відкритого вогню. Для запобігання глибини розповсюдження використовують постановку водяних завіс за допомогою пожежних машин, мотопомп і т. п. Пошкоджені балони скинути в ємність з водою.

Міри першої допомоги :

а) Долікарська : винести на свіже повітря. Забезпечити тепло та спокій. Дати зволожений кисень. Шкіру, слизові та очі промити водою або 2 % -им розчином борної кислоти не менш ніж 15 хвилин.

б) Лікарська : при затрудненому диханні – п/ш 0,1 % ий розчин сірководневого атропіну 1 мл., 1 % ий розчин димедролу 1 мл. На шкіру примочки 2 % розчину оцтової кислоти.

При отруєнні – негайна госпіталізація.

Безпека функціонування об'єктів народного господарства в умовах хімічної небезпеки (ХНО) залежить від багатьох чинників : фізико-хімічних властивостей сировини, напівфабрикатів та продуктів, від характеру технологічного процесу, від конструкції і надійності обладнання, умов зберігання і транспортування хімічних речовин, стану контрольно-вимірювальних приладів і засобів автоматизації, ефективності засобів протиаварійного захисту і т.д. Крім того, безпека виробництва, використання, зберігання і перевезень СДОР в значному ступені залежить від рівня організації профілактичної роботи, своєчасності і якості планово-запобіжних ремонтних робіт, підготовленості і практичних навичок персоналу, системи нагляду за станом технічних засобів протиаварійного захисту.

Наявність такої кількості чинників, від яких залежить безпека функціонування ХНО, робить цю проблему вкрай складною. Як показує аналіз причин великих аварій, що супроводжуються викидом СДОР, на сьогодні не можна виключити можливість виникнення аварій, що призводять до поразки виробничого персоналу.

Аналіз структури підприємств, що виробляють або що споживають СДОР, показує, що в їхніх технологічних лініях обертається, як правило, незначна кількість токсичних хімічних продуктів. Значно більша по обсягу кількість СДОР міститься на складах підприємств. Це призводить до того, що при аваріях в цехах підприємства в більшості випадків має місце локальне зараження повітря, обладнання цехів, території підприємств. При цьому пуаження в таких випадках може отримати в основному виробничий персонал.

При організації робіт по ліквідації хімічно небезпечної аварії на підприємстві і її наслідків необхідно оцінювати не тільки фізико-хімічні і токсичні властивості СДОР, але і їх вибухо - і пожеженебезпечність, можливість

утворення в ході пожежі нових СДОР і на цій основі приймати необхідні міри по захисту персоналу, що бере участь в роботах.

Для будь-якої аварійної ситуації характерні стадії виникнення, розвитку і спаду небезпеки. На ХНО в розпал аварії можуть діяти, як правило, декілька чинників, що вражають - пожежа, вибухи, хімічне зараження місцевості і повітря та інші. Дія СДОР через органи дихання частіше, ніж через інші шляхи впливу, призводить до ураження людей.

З цих особливостей хімічно небезпечних аварій слідує: захисні заходи і, насамперед, прогнозування, виявлення і періодичний контроль за змінами хімічної обстановки, оповіщення персоналу підприємства повинні проводитися з надзвичайно високою оперативністю. Локалізація джерела надходження СДОР в навколишнє середовище має вирішальну роль в попередженні масової поразки людей. Швидке здійснення цієї задачі може направити аварійну ситуацію в контрольоване русло, зменшити викид СДОР і істотно знизити збитки.

Захист від СДОР являє собою комплекс заходів, здійснюваних з метою виключення або максимального послаблення поразки персоналу і збереження його працездатності.

Комплекс заходів по захисту від СДОР включає:

- Інженерно-технічні заходи по зберіганню і використанню СДОР;
- Підготовку сил і засобів для ліквідації хімічно небезпечних аварій;
- Вивчення порядку та правил поведінки в умовах виникнення аварій;
- Забезпечення засобами індивідуального і колективного захисту;
- Забезпечення безпеки людей і використання ними засобів індивідуального і колективного захисту;
- Повсякденний хімічний контроль;
- Прогнозування зон можливого хімічного зараження;
- Попередження (оповіщення) про безпосередню загрозу поразки СДОР;
- Тимчасову евакуацію з районів, що знаходяться під загрозою;
- Хімічну розвідку району аварії;
- Пошук і надання медичної допомоги постраждалим;

Локалізацію і ліквідацію наслідків аварії.

Обсяг і порядок здійснення заходів по захисту залежать від конкретної обстановки, що може скластися в результаті хімічно небезпечної аварії, наявності часу, сил і засобів для здійснення заходів по захисту і інших чинників.

Передусім захист від СДОР організується і здійснюється безпосередньо на ХНО, де основну увагу приділяється заходам по попередженню можливих аварій. Вони носять як організаційний, так і інженерно-технічний характер і направлені на виявлення і усунення причин аварій, максимальне зниження можливих ушкоджень і втрат, а також на створення умов для вчасного проведення локалізації і ліквідації можливих наслідків аварії.

Всі ці заходи відбиваються в плані захисту об'єкту від СДОР, що розробляється заздалегідь з участю всіх головних фахівців об'єкту. План розробляється, як правило, в текстовій формі з додатком необхідних схем, що вказують розміщення об'єкту, сил та засобів ліквідації наслідків аварії, їх організацію і т. д. Він складається з декількох розділів і визначає підготовку об'єкту до захисту від СДОР і порядок ліквідації наслідків аварії.

В розділі організаційних заходів плану захисту від СДОР відбиваються :

Характеристика об'єкту, його підрозділів (цехів), наявних на об'єкті СДОР;

Оцінка можливої обстановки на об'єкті у випадку виникнення аварії;

Організація виявлення і контролю хімічної обстановки на об'єкті в повсякденних умовах і при аварії, порядок підтримання сил і засобів хімічної розвідки і хімічного контролю;

Організація оповіщення персоналу об'єкту;

Організація укриття персоналу об'єкту в захисних спорудах, наявних на об'єкті, порядок підтримання їх в постійній готовності до укриття людей;

Організація евакуації персоналу об'єкту при необхідності;

Порядок оснащення і застосування формувань Цивільної оборони на об'єкті для ліквідації наслідків аварії;

Організація блокування джерела ураження, порядок надання медичної допомоги, сили і засоби, що прилягають для цієї мети;

Організація управління силами і засобами об'єкту при ліквідації аварії і її наслідків, порядок використання сил і засобів, що прибувають для надання допомоги в ліквідації наслідків аварії;

Порядок подання повідомлень про виникнення хімічно небезпечної аварії і хід ліквідації її наслідків;

Організація забезпечення персоналу об'єкту і невоєнізованих формувань Цивільної оборони засобами індивідуального захисту і ліквідації наслідків аварії, порядок і терміни їхнього накопичування і зберігання;

Організація транспортного, енергетичного і матеріально-технічного забезпечення робіт по ліквідації наслідків аварії.

В розділі інженерно-технічних заходів плану захисту від СДОР відбиваються:

Розміщення (обладнання) приладів, що відвертають вилив СДОР у випадку аварії (клапани-відсікачі, клапани надлишкового тиску, терморегулятори, перепускні прилади що скидають і т. д.);

Плановане підсилення конструкцій ємностей і комунікацій зі СДОР або влаштування над ними огорож для захисту від пошкодження уламками будівельних конструкцій при аварії (особливо на пожежо - і вибухонебезпечних підприємствах);

Розміщення (будівництво) під сховищами зі СДОР аварійних резервуарів, чаш, лопушок (аварійних амбарів) і напрямлених стоків;

Розподілення запасів СДОР, будівництво для них заглиблених або напівзаглиблених сховищ;

Обладнання приміщень і промислових майданчиків стаціонарними системами виявлення аварій, засобами метеоспостереження і аварійними сигналізаціями.

Планом передбачаються також заходи по усуненню аварій на кожній дільниці, де є СДОР, з вказівкою відповідальних виконавців з керівного складу об'єкту, що притягають сили і засоби, їхніх задач і відводимого на виконання робіт часу.

По мірі необхідності план захисту об'єкту від СДОР корегується.

Слідє відзначити, що ефективність перерахованих заходів захисту від СДОР залежить від ступеня підготовки до захисту сил і засобів ліквідації наслідків аварії.

На ХНО завчасно створюються локальні системи оповіщення персоналу об'єктів.

Заздалегідь розроблені схеми оповіщення повинні визначати порядок оповіщення персоналу об'єктів як в робочий, так і в неробочий час.

Для оповіщення персоналу працюючої зміни об'єкту, на якому відбулася аварія, використовуються електросирени, радіотрансляційна мережа і внутрішній телефонний зв'язок.

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

Висновки

У дипломній роботі пропонуються заходи з удосконалення конструкції великогабаритної ємності для зберігання молока із дослідженням особливостей гідродинаміки розпилення миючого розчину.

Встановлено, що найбільш рівномірний розподіл струмин мийного розчину буду кулевидної форсунки з рівномірно розміщеними отворами. Запропоновано до застосування форсунку у формі кулі діаметра 75 мм з рівномірно розміщеними по поверхні отворами діаметра 3 мм у кількості 125 шт. Комп'ютерні дослідження підтвердили рівномірність розподілу мийного середовища (рис. 4.5). За результатами досліджень встановлено наявність досить високих значень швидкості витікання мийного розчину у вертикальному напрямку (вісь Y) (від -10.72 м/с до 2.29 м/с) (рис. 4.7, рис. 4.12), рівня завихреності потоків мийного розчину (0...194.22 1/с) (рис. 4.9). Траєкторії струмин робочих середовищ є досить складними і мають досить помітно виражені тангенціальні складові (рис.4.5). Цим пояснюється витікання при митті значних об'ємів робочих середовищ через горішню частину резервуару. Тому, щоб мийний розчин не стікав зовнішніми стінками резервуару, запропоновано передбачити збірник мийного розчину достатньої місткості із відповідною дренажною системою.

Для перемішування молока в резервуарі обрано пропелерну мішалку з чотирма лопатями діаметра 400 мм і робочою частотою обертання 254 об/хв, яка забезпечує рух молока в осьовому і радіальному напрямках. Розміщення пропелера під кутом до горизонту і під кутом до осі в горизонтальній площині в поєднанні з нахилом дна резервуару дозволяє мінімізувати застійні зони при перемішуванні. Обрана мішалка забезпечує циркулювання молока об'ємом резервуару (рис. 4.17, рис. 4.18, рис. 4.22) в рекомендованому для руху рідин діапазоні лінійних швидкостей (0 м/с ...1.72 м/с)(рис. 4.17) із близькими значеннями діапазонів швидкостей молока у всіх трьох напрямках (рис. 4.19, рис. 4.20, рис. 4.21) (-0.39 м/с...0.85 м/с), (-0.64 м/с ...0.42 м/с) і (-1.48 м/с ... 0.18

м/с) по осях X, Y, Z відповідно. На ефективність обраного конструктивного і технологічного рішення для перемішування вказують порівняно невисокі значення рівня завихреності молока в області пропелера мішалки (рис. 4.23) (0 1/с ... 19.02 1/с) та величина енергії турбулентності молока при перемішуванні (рис. 4.29) (0 Дж/кг ... 0.048 Дж/кг).

Перелік посилань

1. Єресько Г.О. Технологічне обладнання молочних виробництв: навч. посібник/ Єресько Г.О.,Шинкарик М.М.,Ворощук В.Я.-К.:ЦНЛ,2007.-337с
2. Иофе И.Л. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии.–Л.: Химия, 1991.–352 с.
3. Михалёв М.Ф., Третьяков Н.П., Мильченко А.И., Зобин В.В. Расчёт и конструирование машин и аппаратов химических производств.–Л.: Машиностроение, 1984.–301 с.
4. Лашинский А.А., Толчинский А.Р. Основы конструирования и расчёта химической аппаратуры.–Л.: Машиностроение, 1970.–752 с.
5. Чернин И.М. Кузьмин А.В., Ицкович Г.М. Расчёт деталей машин.–Минск.: Высшая школа, 1974.–592 с.
6. Закалов О.В., Закалов І.О. Технологічне обладнання харчових виробництв.Тернопіль, 200 р. - 408 с.
7. Галат Б.Ф. И ДР. Справочник по технологии молока.— К.: Урожай, 1990.— 188с.
8. Ростросса М.К., Мордвинцева П.В. Курсовое и дипломное проектирование предприятий молочной промышленности.— М.: Агропромиздат, 1989.— 303с.
9. Митин В.В. Курсовое и дипломное проектирование предприятий мясной и молочной промышленности.— М.: Колос, 1992.— 272с.
- 10.Волчков И.И. Теплообменные аппараты для молока и молочных продуктов.— М.: Пищевая промышленность, 1972.— 216с.
- 11.Лутошкин Г.С. “Сбор и подготовка нефти, газа и воды к транспорту”
- 12.ГОСТ 14249–89 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчёта на прочность.
- 13.ГОСТ 24755–89 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчёта на прочность укрепления отверстий.
- 14.Алямовский А.А. SolidWorks Simulation. Инженерный анализ для профессионалов: задачи, методы, рекомендации. / А.А. Алямовский. – ДМК Пресс, 2015. – 562 с.

- 15.Алямовский А.А. SolidWorks Simulation. Как решать практические задачи. / А.А. Алямовский. – BHV, 2012. – 445 с.
- 16.SolidWorks 2010: Расширенное моделирование деталей. / SolidWorks Corporation, SolidWorks Corporation.– 2009.– 333 с.
- 17.SolidWorks 2010 - Моделирование сборок. / SolidWorks Corporation, SolidWorks Corporation.– 2009.– 393 с.
- 18.Худик О.І. Особливості вакуумних ковбасних шприців/ О.І. Худик // Збірник тез доповідей ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 25-26 листопада 2020 року. — Т. : ТНТУ, 2020. — Том 2. — С. 161.

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

АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Збірник

тез доповідей

Том II

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

25-26 листопада 2020 року



**УКРАЇНА
ТЕРНОПІЛЬ – 2020**

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

CURRENT ISSUES IN MODERN TECHNOLOGIES

Book

of abstract

Volume II

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

25th-26th of November 2020



**UKRAINE
TERNOPIL – 2020**

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

СЕКЦІЯ: ЕКОНОМІЧНІ ТА СОЦІАЛЬНІ АСПЕКТИ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

УДК 66.066

О.І. Худик

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ОСОБЛИВОСТІ МЕХАНІЧНИХ ПРОЦЕСІВ РОЗДІЛЕННЯ

О.І.Khudyk

FEATURES OF MECHANICAL SEPARATION PROCESSES

У виробничій практиці неоднорідні системи часто доводиться розділяти на їх складові частини. У цукробуряковому виробництві суспензію, одержану в сатураційних апаратах, розділяють для одержання чистого цукрового розчину, вільного від твердих частинок; у виробництві пива і вина потрібне їх просвітлення; для одержання масла із молока виділяють жировий компонент у вигляді вершків; із повітря і газів після процесу сушіння виділяють тверді частинки пилу з метою або очищення газів (наприклад, димових), або збереження цінного продукту (сухе молоко, цукровий пил) і т. ін. Незважаючи на те, що методи розділення рідинних і газових неоднорідних систем ґрунтуються на однакових принципах, обладнання, яке для цього використовується має низку особливостей.

Розділення неоднорідних систем може відбуватись під дією різних сил: тяжіння, відцентрових, електричних та тиску. Використовують наступні основні методи розділення: осадження, фільтрування, центрифугування та мембранні методи.

Рідкі неоднорідні харчові середовища являють собою каламутну полідисперсну систему, що складається з грубих і дрібно дисперсних частинок, колоїдних речовин. Для їх освітлення застосовують відстоювання, фільтрування, центрифугування і сепарування. Фільтрування відбувається під дією сил тиску і використовується для більш тонкого, ніж при осадженні, розділення суспензій і пилу.

З огляду на невеликий розмір отворів в шарі осаду та фільтрувальної перегородки, а також малій швидкості руху рідкої фази в них можна вважати, що фільтрування протікає в ламінарній області. При цій умови швидкість фільтрування в кожен даний момент прямо пропорційна різниці тисків і обернено пропорційна в'язкості рідини фази і загальному гідравлічному опору шару осаду і фільтрувальної перегородки.

Значне збільшення масштабів харчових виробництв і наявність великого числа осаду з підвищеним гідравлічним опором обумовлює необхідність підвищення продуктивності фільтрів. Це може бути досягнуто за рахунок збільшення поверхні фільтрування окремих фільтрів і підвищення швидкості процесу шляхом знаходження оптимальних умов розділення суспензій.

Фільтраційне центрифугування застосовується для розділення суспензій, що мають дисперсійну фазу кристалічної або зернистої структури, а також для зневоднення вологих матеріалів, пори яких цілком або частково заповнені рідиною. Фільтраційне центрифугування набуло поширення в цукровій промисловості для фугування утфелю. Утфель є двофазною в'язкою масою, яка містить 45 ... 60% за обсягом кристалів цукру і міжкристального розчину.

Процес фугування здійснюється за рахунок дії відцентрової сили на утфель, завантажений в циліндричний перфорований ротор центрифуги, що обертається з окружною швидкістю 50 ... 90 м / с.

Відстійне центрифугування використовується для поділу погано фільтрованих суспензій з малою концентрацією, а також для класифікації суспензій по крупності і питомій вазі частинок.