

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Модернізація автомата фасувально-закупорювального для
молочних продуктів марки МК-ОФМ із дослідженням роботи дозатора

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

(шифр і назва спеціальності)

Бойко І.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Пилипець О.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Ворощук В.Я.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри Вітенько Т.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

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

Кафедра обладнання харчових технологій
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ОХ
Вітенько Т.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)
« 25 » вересня 2020 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Бойко Ігор Васильович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Модернізація автомата фасувально-закупорювального для молочних продуктів
марки МК-ОФМ із дослідженням роботи дозатора

Керівник роботи Пилипець Оксана Михайлівна, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

2. Термін подання студентом завершеної роботи 21 грудня 2020 року

3. Вихідні дані до роботи Технічний паспорт та інструкції з експлуатації, монтажу та
технічного обслуговування і ремонту автомата фасувально-закупорювального для молочних
продуктів марки МК-ОФМ. Існуюча технологія виготовлення сметани.

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. Висновки. Додатки.

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

1. Фасувально-пакувальний автомат типу МК-ОФМ. Вигляд загальний (1 л. ф.А1).

2. Командоапарат фасувально-пакувального автомата типу МК-ОФМ (1 л. ф.А1).

3. Дозувальний пристрій фасувально-пакувального автомата типу МК-ОФМ (1 л. ф.А1).

4. Фасувально-пакувальний автомат типу МК-ОФМ. Кінематична схема (1 л. ф.А1).

5. Робота дозатора при формуванні порції (1 л. ф.А1).

6. Моделювання процесу фасування при циліндричній формі сопла (1 л. ф.А1).

7. Моделювання процесу фасування при звуженій конічній формі сопла (1 л. ф.А1).

8. Моделювання процесу фасування розширеній конічній формі сопла (1 л. ф.А1).

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 28 вересня 2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Анотація		
2	Вступ		
3	1. Аналіз сучасного стану об'єкту дослідження, вибір і обґрунтування основних напрямків дослідження.		
4	2. Методи та методика досліджень		
5	3. Розроблення нових проектно-технологічних і технічних вирішень вдосконалення об'єкта дослідження.		
6	4. Математичне моделювання технологічної або технічної системи, що розглядається в роботі		
7	5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях		
8	Висновки		
9	Додатки		
10	Графічна частина		
11	Фасувально-пакувальний автомат типу МК-ОФМ. Вигляд загальний		
12	Командоапарат фасувально-пакувального автомата типу МК-ОФМ		
13	Дозувальний пристрій фасувально-пакувального автомата типу МК-ОФМ		
14	Фасувально-пакувальний автомат типу МК-ОФМ. Кінематична схема		
15	Робота дозатора при формуванні порції		
16	Моделювання процесу фасування при циліндричній формі сопла		
17	Моделювання процесу фасування при звуженій конічній формі сопла		
18	Моделювання процесу фасування розширеної конічній формі сопла		
19			
20			

Студент

(підпис)

Бойко І.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Пилипець О.М.

(прізвище та ініціали)

Анотація

Автор кваліфікаційної роботи – Бойко Ігор Васильович.

Тема роботи: Модернізація автомата фасувально-закупорювального для молочних продуктів марки МК-ОФМ із дослідженням роботи дозатора.

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

Кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки обсягом 86 сторінок (41 рисунок) та графічної частини 8 креслень формату А1.

В кваліфікаційній роботі пропонуються заходи з автомата фасувально-закупорювального для молочних продуктів марки МК-ОФМ із дослідженням роботи дозатора в умовах фасування сметани.

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

аналіз конструкцій обладнання для фасування;

розробка заходів з модернізації автомата фасувально-закупорювального для молочних продуктів марки МК-ОФМ;

енергетичні розрахунки автомата фасувально-закупорювального для молочних продуктів марки МК-ОФМ;

конструктивні розрахунки автомата фасувально-закупорювального для молочних продуктів марки МК-ОФМ;

технологічні розрахунки автомата фасувально-закупорювального для молочних продуктів марки МК-ОФМ;

моделювання роботи дозатора у різних конструктивних виконаннях;

аналіз отриманих результатів;

розробка заходів з охорони праці і техніки безпеки;

вирішення питань безпеки життєдіяльності.

Ключові слова: дозатор, установка, сметана, фасування.

Abstract

Boiko I.V. Milk products filling and capping machine MK-OFM retrofit including the study of dosing unit. 133 “Industrial Machinery Engineering” – Ternopil Ivan Puluj National Technical University.-Ternopil, 2020.

Measures to retrofit milk products filling and capping machine MK-OFM including the study of dosing unit in the conditions of sour cream packing are proposed in the qualifying papers.

The main tasks that are solved in these qualifying papers are:

analysis of filling equipment designs;

development of measures to retrofit milk products filling and capping machine MK-OFM;

energy calculations of milk products filling and capping machine MK-OFM;

constructive calculations of milk products filling and capping machine MK-OFM;

technological calculations of milk products filling and capping machine MK-OFM;

modeling of dosing unit of various designs;

analysis of the obtained results;

development of measures for workers' protection and safety;

solving life safety issues.

Keywords: dosing unit, machine, sour cream, filling.

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 технічних рішень для фасування молока.	10
1.2. Аналіз та короткий опис об'єкту дослідження.	23
1.3. Техніко – економічне обґрунтування модернізації.	24
1.4. Мета та задачі кваліфікаційної роботи.	24
2. Методи та методика досліджень.....	25
2.1. Вибір і обґрунтування теоретичних і експериментальних методів і засобів досліджень,	25
2.2. Аналіз застосування інформаційних технологій в дипломній роботі.	26
2.3. Алгоритм і методики проведення комп'ютерного експерименту.	26
3. Розроблення нових проектно-технологічних і технічних вирішень вдосконалення об'єкта дослідження.	28
3.1. Технологічний розрахунок фасувально-закупорювального автомата марки МК-ОФМ	28
3.2. Вибір кінематичної схеми фасувально-закупорювального автомата	31
3.3. Кінематичний розрахунок фасувально-закупорювального автомата	33
3.4. Обґрунтування і вибір конструкційних матеріалів фасувально- закупорювального автомата МК-ОФМ.....	35

3.5. Розрахунок фасувального устрою	36
3.6. Розрахунок клинопасової передачі приводу фасувально-закупорювального автомата	38
3.7. Розрахунок черв'ячної передачі приводу командоапарата	41
3.8. Розрахунок вала черв'яка.....	49
3.9. Опис будови і принципу роботи фасувально-закупорювального автомату МК-ОФМ.....	53
4. Математичне моделювання технологічної або технічної системи, що розглядається в роботі	56
4.1. Розробка комп'ютерної моделі дозатора	56
4.2. Результати моделювання дозатора.....	57
4.4. Аналіз результатів	70
5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	74
5.1 Заходи з охорони праці.....	74
5.2. Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях.	80
5.2.1. Оцінка можливої хімічної обстановки на молокопереробному заводі ПАТ «Городенківський сирзавод»	80
5.3. Пожежний захист виробничих об'єктів	83
Висновки	85
Перелік посилань.....	86
Додатки.....	87

Вступ

Актуальність теми. Кисломолочні продукти є повноцінним джерелом білків та кальцію, які є необхідними для належної роботи серцево-судинної системи людини, вони дають будівельні матеріали для кісток і просто є необхідними для нервової систем. Кальцій у них міститься в таких пропорціях з фосфором, що дуже добре засвоюється. Також кисломолочні продукти є необхідними для належного функціонування мікрофлори людини. Зберігання і транспортування молокопродуктів забезпечується відповідною тарою. Швидке і якісне фасування готової продукції є не менш важливим від її виробництва.

Тому дослідження направлені на вдосконалення фасування кисломолочних продуктів є актуальними.

При цьому доцільним є виконання наступних завдань:

провести аналітичний огляд обладнання для фасування;

розробити заходи з модернізації фасувально-закупорювального автомата марки МК-ОФМ і виконати необхідні розрахунки;

підібрати засоби і виконати дослідження роботи дозатора.

розробити заходи з охорони праці і техніки безпеки;

розробити заходи з безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження був процес руху сметани у дозаторі фасувально-закупорювального автомата марки МК-ОФМ.

Предмет дослідження. Предметом дослідження був дозатор фасувально-закупорювального автомата марки МК-ОФМ.

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

Наукова новизна.

- Встановлено, що форма сопла впливає на напрям траєкторії руху фасованої сметани;

- Встановлено, що при застосування насадок конічної форми зростає швидкість руху фасованого продукту.

Практичне значення отриманих результатів.

- запропоновані рішення дають змогу збільшити продуктивність фасувального автомату;
- відхилення траєкторії руху фасованого продукту в напрямку стінки обумовлює менше піноутворення при фасуванні;
- запропоновані конструкції дозатора можуть застосовуватись для різного типу кисломолочної продукції.

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

Магістерська робота складається з п'яти розділів, додатків та графічної частини обсягом 8 листів формату А1.

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

1.1. Огляд технічних рішень для фасування молока.

Автомат М6-ОРЕ для фасовки молока. Автомат є вертикальним, лінійним, однопотоким, переривистої дії і призначений для фасовки молока в поліетиленові пакети.

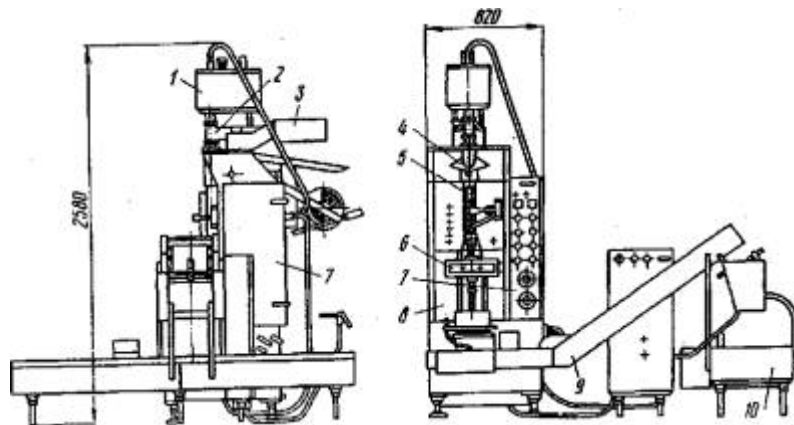


Рис 1.1. Фасувально-пакувальний автомат М6-ОРЕ для фасовки молока в поліетиленові пакети.

Автомат (рис. 1.1) складається з поплавкової камери 1 для прийому підлягаючого фасовці молока, поршневого дозатора 3, пристрою 2 для введення доз молока в пакети, бактерицидної лампи (на рисунку не показана), рукавоутворювача 4, пристосування 5 для утворення подовжнього шва на рукаві з поліетиленової плівки, механізму 6 для періодичного протягання рукава і утворення на ньому поперечних швів, герметичного пульта управління 7, станини 8, транспортера 9 для відведення із зони обслуговування автомата наповнених і запечатаних пакетів, механізму 10 для укладання наповнених і запечатаних пакетів в поворотну транспортну тару.

Автомат працює таким чином (рис. 1.2). Поліетиленова плівка 2 періодично змотується з ролону 1, протягується через систему направляючих валів 3, 4, датувальник 5, зону бактерицидної лампи 6 і вводиться в рукавоутворювач 9, за допомогою якого скручується в рукав 11. Краї поліетиленової плівки 2, згорнутої в рукав II, накладаються внахлест і пристосуванням 10 зварюються, утворюючи подовжній шов на рукаві. Рукав і стрічка протягуються із зупинками за допомогою кліщеподібних притисків 12, які одночасно зварюють рукав в поперечному напрямі і відділяють від нього наповнені і запечатані пакети.

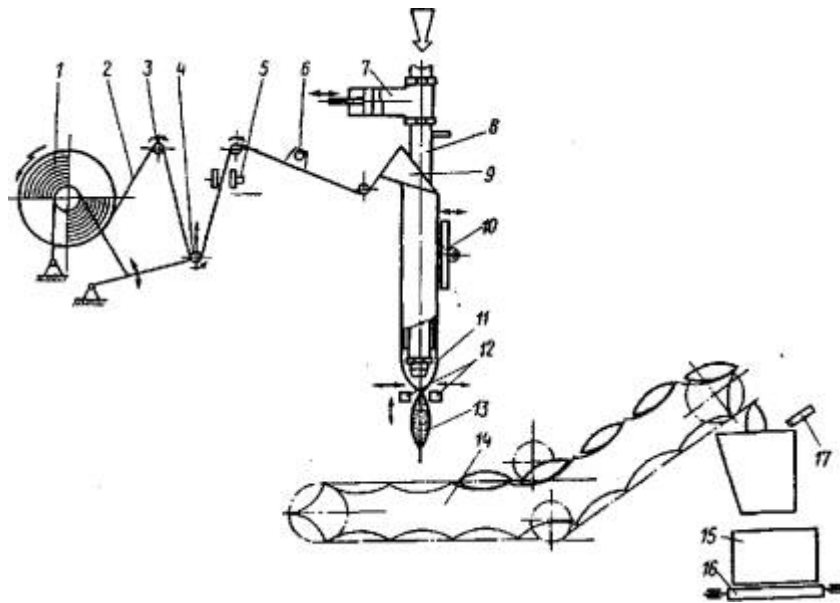


Рис 1.2. Технологічна схема автомата М6-ОРЕ.

Молоко по цехових трубопроводах подається в поплавкову камеру, звідки окремими дозами забирається поршневим дозатором 7 і через пристрій 8 вводиться в нижній кінець рукава.

Кліщеподібні притиски і пристосування 10 працюють по черзі: під час робочого ходу, коли притиски в зімкнутому стані переміщуються вниз, захоплюючи за собою рукав, пристосування знаходиться на певній відстані від рукава. Під час переміщення притисків вниз проводиться запечатування чергового наповненого пакету 13, відділення його від рукава 11 і підготовка дна наступного пакету. Під час холостого ходу притисків, тобто під час переміщення

їх вгору в розкритому стані, пристосування 10 підводиться до країв згорнутої в рукав плівки і зварює їх. В цей проміжок часу рукав не протягується.

Технічна характеристика автомата М6-ОРЕ

Продуктивність, пакетів в хвилину	25
Коефіцієнт використання продуктивності	0,85
Об'єм дози, л	0,25; 0,5; 1,0
Точність дозування пакетів %	
місткістю 1 л	±2
місткістю 0,5 л	±3
місткістю 0,25 л	±4
Орієнтовний розмір пакетів, мм	
місткістю 0,25 л	100x150
місткістю 0,5 л	150x150
місткістю 0,1л	245x150
Товщина поліетиленової плівки, мм	0,09±0,01
Ширина рулону, мм	320±2
Загальна споживана потужність (включаючи компресорну установку), кВт	12,16
Тиск повітря, МПа	0,6
Витрата повітря, м3/ч	48
Тиск води, МПа	0,1...0,3
Витрата води, м3/ч	0,2
Габарити, мм	2550x2330x2580
Маса, кг	696

Наповнені пакети падають в комірки транспортера 14, який періодично переміщається на один крок, виносить пакети з робочої зони машини і подає їх в спеціальну поворотну транспортну тару 15, що знаходиться на іншому

транспортері 16. На шляху падіння пакетів в тару встановлений фотоелемент 17 рахункового пристрою, який видає команди на відведення ящиків після наповнення їх заданою кількістю пакетів.

Привід дозатора, пристосування 10 і кліщеподібних притисків – пневматичний, для чого автомат укомплектований спеціальною компресорною установкою.

Автомат Д9-АП1НМ для фасовки молока.

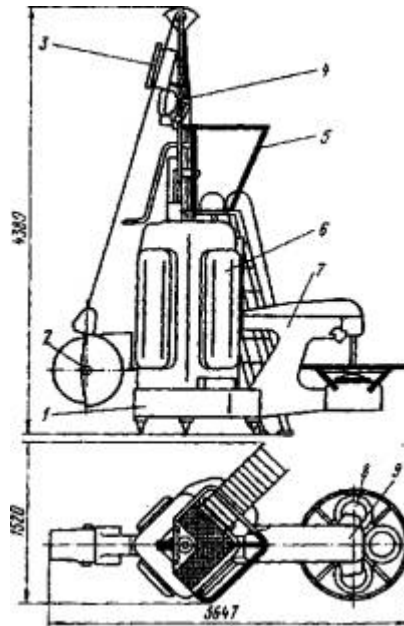


Рис 1.3. Фасувально-пакувальний автомат Д9-АП1НМ для фасовки молока в тетраедроподібні пакети.

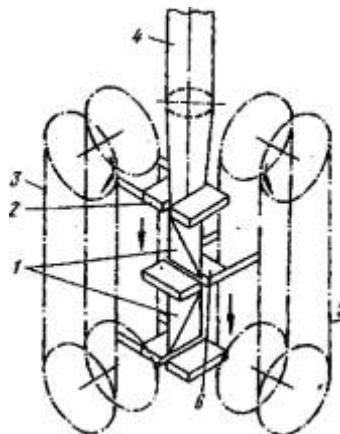


Рис 1.4. Технологічна схема автомата Д9-АП1НМ.

Автомат є вертикальним, лінійним, однопотоковим, безперервної дії я призначений для виготовлення, наповнення молоком і запечатування

тетраедроподібних пакетів із спеціальної крафтбумаги, покритої зовні тонким шаром парафіну, а всередині – шаром поліетилену.

Автомат (рис. 1.3) складається з литої станини 1, рулонотримача 2 з датувальником, бактерицидної лампи 3, пристрою 4 для згортання стрічки пакувального матеріалу в рукав, пристрою для утворення подовжнього шва на рукаві, майданчики обслуговування 5, механізму 6 простягання рукава і утворення па ній поперечних швів, ковшового елеватора 7 для подачі наповнених пакетів в зону 9 укладання в транспортну тару, механізму 8 укладання пакетів в транспортну тару – спеціальні шестигранні корзини.

Автомат (рис. 1.4) працює таким чином. Стрічка пакувального матеріалу розмотується з рулону, проходить пристрої для нанесення дати, бактерицидної обробки, згортання в рукав і утворення подовжнього шва (на рисунку не показані) і у вигляді рукава 4 із замкнутим поперечним перетином потрапляє в механізм простягання і утворення поперечних швів. Цей механізм складається з двох пар ланцюгових конвейерів 3 і 5, на яких змонтовані притиски 2 і 6 (на рисунку умовно показано тільки по одному конвейєру з кожної пари) для утворення поперечних швів.

Притиски, змонтовані відповідно на парах конвейерів 3 і 5, зміщені щодо один одного на крок, рівний довжині пакетів 1, а площини, в яких пережимається рукав 4 притисками обох пар конвейерів 3 і 5, взаємно перпендикулярні. Ці обставини забезпечують форму наповнених і запечатаних пакетів, близьку до форми правильних тетраєдрів.

Конвейєри приводяться в безперервний рух і протягують рукав 4 з постійною швидкістю. Притиски за час взаємодії з рукавом підігрівають його і зварюють в поперечному напрямі, утворюючи поперечні шви.

Молоко подається в рукав постійним потоком, а його рівень за допомогою спеціального пристрою підтримується дещо вищій місця почергового перехоплення відповідними до рукава притисками.

Готові пакети 1 від гірлянди відділяються ножами, змонтованими на нижніх валах конвейєрів 3 і 5, а потім елеватором подаються в спеціальний механізм, за допомогою якого укладаються в транспортну тару.

Технічна характеристика автомата Д9-АП1НМ

Продуктивність, пакетів в хвилину	60
Маса дози, л	0,5
Точність дозування %	±0,3
Число пакетів в корзині	18
Ширина рулону, мм	287±1
Споживана потужність, кВт	5,4
Потужність електродвигуна, кВт	1,1
Габарити, мм	3647x1520x4380
Маса, кг	2600

АЛУР – 3500 ULTRA – фасувальний автомат для рідких, пастоподібних і труднотекучих (можливий гарячий розлив) харчових продуктів, у тому числі з м'якими наповнювачами, із збільшеним терміном зберігання із запечатуванням стаканчиків алюмінієвою фольгою або валкилідом і (або) пластиковою кришкою.

Процес фасовки і запечатування на автоматі АЛУР – 3500 ULTRA відбувається в чистому повітряному або захисному (газовому) середовищі класу 10 або 100. Знезараження стаканчиків і фольги здійснюється високоінтенсивним імпульсним ультрафіолетовим випромінюванням з ефективністю не менше 99,97%, що порівнянне з ефектом знезараження широко вживаного в даних цілях перекису водню (H₂O₂)

Даний вид устаткування виконує свою основну роль – зберігає мікробіологічні властивості продукту, дозволяє надійно захистити його з початку і до кінця процесу фасовки, що забезпечує збереження початкових властивостей продукту протягом терміну, обумовленого технічними умовами на нього.

Комплектується набором змінних вузлів і деталей для стаканчиків типорозмірів: 68, 75 і 95 мм (для фольги і валкиліда). Фасовані продукти: сирні пасти, плавлені сири, джеми, майонези, сметана, вершки, йогурти, кефір, соуси, крем, мед, кетчуп. Може комплектуватися додатковими вузлами:

бак без підігріву з рівнеміром (два рівні);

бак з підігрівом і з рівнеміром (два рівні);

змінний комплект кожного типорозміра стаканчика;

пристрій установки прозорої кришки діаметром 95 мм на стаканчик;

додаткові дозатори для харчових добавок на одну порцію до основного дозатора;

додаткові дозатори для харчових добавок на одну порцію після основного дозатора.

Технічні характеристики:

Продуктивність, стаканчик/год	3000-4200
Об'єм стаканчиків, л	0,05-0,5
Спосіб дозування	об'ємний
Погрішність дозування % (Від максимального об'єму дозуючого циліндра).	не більше 2
Стисле повітря:	
тиск, кГ/см ²	6-8
витрата, л/хв	не більше 334,0-367,0*
Електроживлення:	
напруга, В	220
частота, Гц	50
споживана потужність, кВт	3,75
Температура нагрівання, З	180-250
Габаритні розміри (довжина x ширина x висота), мм	2800x1300x1900
Маса нетто, кГ	560-670

АЛУР - 3500 CLEAN – фасувальний автомат рідких, пастоподібних і труднотекучих (можливий гарячий розлив) видів сировини, у тому числі з м'якими наповнювачами, із збільшеним терміном зберігання із герметизацією стаканчикової тари алюмінієвою фольгою або валкилідом і (або) пластиковою кришкою.

Процес фасовки і запечатування на автоматі АЛУР – 3500 CLEAN відбувається в чистому повітряному або захисному (газовому) середовищі класу 10 або 100.

Комплектується набором змінних вузлів і деталей для стаканчиків типорозмірів: 68, 75 і 95 мм (для фольги і валкиліда); 77, 98 і 101 мм (для пластикової кришки-прочуханки).

Фасовані продукти: сирні пасти, плавлені сири, джеми, майонези, сметана, вершки, йогурти, кефір, соуси, крем, мед, кетчуп.

Технічні характеристики:

Продуктивність, стаканчик/год	3000-4200
Об'єм стаканчиків, л	0,05-0,5
Спосіб дозування	об'ємний
Погрішність дозування % (від максимального об'єму дозуючого циліндра)	не більше 2
Стисле повітря:	
тиск, кГ/см ²	6...8
витрата, л/хв	не більше 334,0-367,0*
Електроживлення:	
напруга, В	220
частота, Гц	50
споживана потужність, кВт	2,75
Температура нагрівання °С	180-250
Габаритні розміри (довжина x ширина x висота), мм	2000x1300x1900
Маса нетто, кГ	460-570

Може комплектуватися додатковими вузлами:

бак без підігріву з рівнеміром (два рівні);
 бак з підігрівом і з рівнеміром (два рівні);
 змінний комплект кожного типорозміру стаканчика;
 пристрій установки прозорої кришки діаметром 95 мм на стаканчик;
 пристрій бактерицидної обробки стаканчиків і фольги;
 насадка для дозування особливо в'язких продуктів з наповнювачами;
 додаткові дозатори для харчових добавок на одну порцію до основного дозатора;
 додаткові дозатори для харчових добавок на одну порцію після основного дозатора.

Технічні характеристики:

Продуктивність, пакет/год	1400
Спосіб дозування	об'ємний
Погрішність дозування % (Від максимального об'єму дозуючого циліндра)	не більше 2
Стисле повітря:	
тиск, кГ/см ²	6...8
витрата, л/хв	не більше 650,0
Електроживлення:	
напруга, В	220
частота, Гц	50
споживана потужність, кВт	не більше 7,5
Витрата води, м ³ /год	не більше 0,2
Габаритні розміри (довжина x ширина x висота), мм	3100x2000x2200
Маса нетто, кГ	не більше 800,0

УФАС-1200 ULTRA – фасувальний автомат рідких і пастоподібних харчових продуктів із збільшеним терміном зберігання в сучасні ламінуючі, у

тому числі фольговані, картонні пакети типу “PURE-PAK” або “TETRA-REX” об'ємом 0,25л, 0,5л, 1,0л.

Процес фасовки і запечатування на автоматі УФАС-1200 ULTRA відбувається в чистому повітряному або захисному (газовому) середовищі класу 10 або 100. Знезараження пакетів здійснюється високоінтенсивним імпульсним ультрафіолетовим випромінюванням з ефективністю не менше 99,97%, що порівнянне з ефектом знезараження широко вживаного в даних цілях перекису водню (H₂O₂)

Даний вид устаткування виконує свою основну роль – зберігає мікробіологічні властивості продукту, дозволяє надійно захистити його з початку і до кінця процесу фасовки, що забезпечує збереження початкових властивостей продукту протягом терміну, обумовленого технічними умовами на цей продукт.

Фасовані продукти: соки, молоко, кефір, ацедофілін, ряжанка, біфідопродукти, сметана, кисле молоко, йогурти, вершки, майонези, кетчуп.

Обслуговуючий персонал: один оператор.

Автомат М6-ОРД для фасовки і упаковки сметани і майонезу.

Автомат призначений для виготовлення тари у вигляді прямокутних коробок з полімерного матеріалу (полівінілхлорид П-74 або ударостійкий полістирол) і фасовки в неї сметани і майонезу порціями по 200 г з подальшим запечатуванням коробок зверху алюмінієвою фольгою або папером, що ламінує термозварним шаром.

Автомат (рис. 1.5) складається із станини 9, механізму 6 формування коробок, механізму 4 запечатування фольги, механізму 7 простягання плівки для виготовлення коробок, штампу 2 вирубки готових коробок, дозатора 5. Плівка для формування коробок закріплена на рулонотримачі 8, фольга для запечатування коробок – на рулонотримачі 3, а відходи пакувального матеріалу намотуються на барабан 1.

По конструкції автомат аналогічний автоматом М6-ОРВ для фасовки і упаковки сиру. Відмінність полягає в конструкції дозатора і розмірах формованих коробок.

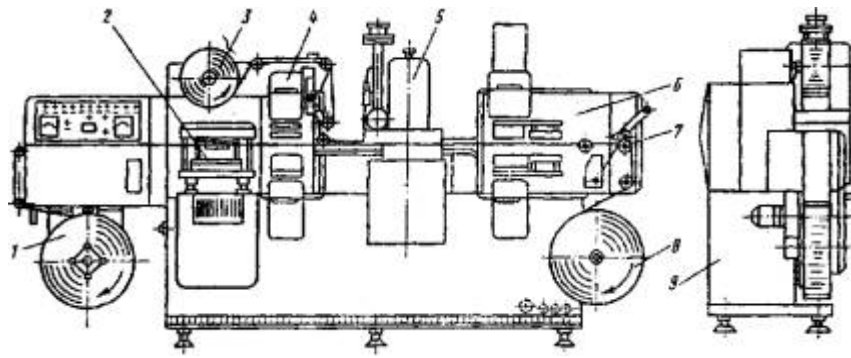


Рис 1.5. Автомат М6-ОРД для фасовки і упаковки сметани і майонезу.

В автоматі застосований дозатор поршневого типу. Продукт подається в камеру дозатора по трубопроводу або прямо з бункера. Дозуючі поршні, пов'язані з штоком пневмоцилиндра, підіймаються вгору. При цьому порожнина за пружною гумовою мембраною, вільна від продукту, через дросель з'єднується з атмосферою, і мембрана під дією сили пружності займає первинне (нерозтягнуте) положення, відкриваючи доступ продукту до отворів, що сполучають камеру з продуктом з нижньою порожниною гільзи, а гумові клапани під тиском повітря розтягуються і закривають доступ продукту до дозуючих сопел.

Продукт (сметана або майонез) під дією атмосферного тиску і тиску, створеного в камері власною силою тяжкості (в бункері) або нагнітаючим насосом (в трубі, що підводить), поступає в розріджений простір під поршнем. Таким чином створюється чергова доза продукту. Потім дозуючі поршні починають переміщатися вниз. Гумові клапани під дією сили пружності і сили тяжкості перекритого ними продукту займають первинне (нерозтягнуте) положення, відкриваючи доступ продукту до дозуючих сопел, а мембрана розтягується і перекриває отвори, що сполучають камеру з гільзою, перешкоджаючи виходу продукту в камеру. Відбувається дозування продукту (об'ємне). Потім операції повторюються. Плавність ходу поршнів, а значить, і рівномірність дозування забезпечуються дроселями, регулюючими кількість повітря, що подається до пневмоцилиндру переміщення поршнів. Маса дози продукту регулюється ходом поршнів за допомогою регулювального гвинта.

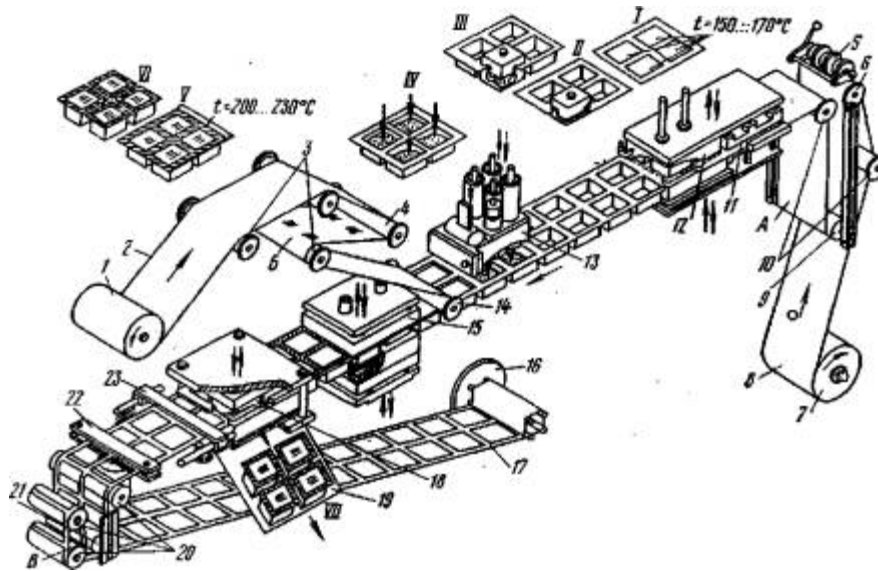


Рис 1.6. Принципова схема роботи автомата М6-ОРД.

Технічна характеристика автомата для фасовки і упаковки сметани і майонезу марки М6-ОРД

Продуктивність, упаковок в хвилину	42
Розмір тари (коробки з кришкою), мм	110x90x36
Товщина плівки, мм	0,6
Ширина плівки, мм	206±2
Товщина фольги, мм	0,05
Ширина рулону, мм	190±1
Точність дозування %	±2
Споживана потужність, кВт	6,5
Витрата повітря при максимальній продуктивності, м ³ /хв	1,24
Тиск повітря в пневмосистемі, МПа	0,8
Витрата охолоджуючої води, м ³ /хв	0,3
Габарити, мм	3750x1000x1935
Маса, кг	2330

Технологічний, цикл роботи автомата (рис. 1.6) можна розділити на дві частини. Перша частина, коли формувальний прес 12, штамп запечатування 15, штамп вирубки 18 і гальмо плівки 22 затиснені. В цей час відбувається розмотування пакувальної плівки 8 і нагріваючи її в нагрівачах II (поз. I). Коробки формуються у формувальному пресі 12 (поз. II і III), заповнюються продуктом за допомогою дозатора 13 (поз. IV), закриваються матеріалом, що запечатує, 2 і термозварюються з матеріалом коробок в штампі 15 (поз. V). Готові упаковки вирубуються в штампі вирубки 18 (поз. VI). Відходи 17, що утворилися при цьому, намотуються на барабан 16. Відведення (скидання) готових упаковок від автомата здійснюється за допомогою рухомого столика 19.

Друга частина, коли всі штампи відкриті, а гальмо плівки відпущено. В цей час відбувається простягання пакувальної плівки 8, матеріалу, що запечатує, 2 і відходів 17, а також відформованих і заповнених коробок.

За допомогою подаючого 6 і притискного 5 роликів пакувальна плівка 8 по направляючих роликах 10 розмотується з рулону 7. Плівка, пройшовши через протяжної ролик 9, формує петлю А, компенсуючу витрату пакувальної плівки в процесі простяганні її ще на крок (236,0 мм).

Що запечатує матеріал 2 за допомогою подаючого ролика-рулонотримача по направляючих роликах 3 і 14 розмотується з рулону 1 і за допомогою натягуючого ролика 4 утворює петлю В, компенсуючу розхід запечатуючого матеріалу, при протяганні його (разом з пакувальною плівкою) на один крок.

Відходами 17 є залишки пакувальної плівки у вигляді безперервної стрічки і термозвареного з нею перфорованого запечатувального матеріалу (отвори виходять після вирубки штампом 18 готових упаковок і рівні розмірам упаковки в плані). Відходи затискачами 23 протягуються на 1 крок і після послабленого гальма 22 по направляючих роликах 20 подаються на барабанний накопичувач 16 відходів. Натягуювальний ролик 21 формує при цьому петлю В, компенсуючу витрату відходів при простяганні їх ще на крок, а барабан відходів натягує їх. При простяганні відходів на один крок з петлі А вибирається запас пакувальної плівки,

яка поступає під формувальний прес і т.д. З петлі б вибирається той, що запечатує, матеріал, який поступає в штамп запечатування 15.

1.2. Аналіз та короткий опис об'єкту дослідження.

Автомат є технологічним обладнанням і призначений для фасування в'язких молочних продуктів в готові полімерні стаканчики і герметичного закупорювання їх кришками з алюмінієвої фольги з термозварюваним шаром на підприємствах молочної промисловості.

Автомат МК-ОФМ функціонально відповідає вимогам технологічних інструкцій, технічних умов, санітарних правил, правил пристрою і безпечної експлуатації, інструкцій по санітарній обробці обладнання, діючих на підприємствах молочної промисловості.

Вид кліматичного виконання - УХЛ, категорія розміщення 4.2 по ГОСТ 15150-69.

Технічні характеристики

Спосіб дозування	об'ємний
Номинальна продуктивність при дозі 500 г :	
а) по масі, кг/год, не менше	750
б) по кількості стаканчиків, од /год не менше	1500
Маса дози, г, в межах	50-500
Допустиме відхилення маси дози %, не більше	±2
Розмір стаканчика:	75;95
- зовнішній діаметр верхньої кромки, мм	
- висота, мм, в межах	50-120
Встановлена потужність, кВт, не більше	1,4
Параметри джерела електроенергії:	220±22
- напруга, В	
- частота, Гц	50±1
Габаритні розміри автомата, мм, не більше:	

- довжина	1000
- ширина	850
- висота	1700
Маса автомата, кг, не більше	325

1.3. Техніко – економічне обґрунтування модернізації.

Виробництво якісної кисломолочної продукції є важливим завданням підприємств галузі. Частенько нарощення обсягів виробництва обмежується можливостями фасувального обладнання, продуктивність якого обмежена в деякій мірі утворенням піни при фасуванні при високих швидкостях руху продукту. Піноутворення суттєво зменшиться у випадку, якщо фасований продукт наповнюватиме тару не у центрі, а стікатиме стінкою.

Модернізація дозатора автомата дозволить підвищити його продуктивність, а також підвищить ефективність фасування в'язки продуктів.

1.4. Мета та задачі кваліфікаційної роботи.

Основна мета роботи полягає у відшукуванні інженерного рішення дозатора фасувального автомата, яке дозволить підвищити його продуктивність, а також підвищить ефективність фасування в'язких продуктів.

При цьому нагальним є вирішення основних задач:

аналітичний огляд обладнання для фасування;

розробка заходи з модернізації фасувально-закупорювального автомата марки МК-ОФМ і виконати необхідні розрахунки;

дослідження роботи дозатора.

розробка заходів з охорони праці і техніки безпеки;

розробка заходів з безпеки у надзвичайних ситуаціях.

2. Методи та методика досліджень

2.1. Вибір і обґрунтування теоретичних і експериментальних методів і засобів досліджень,

Пошук найкращого рішення при конструюванні нового виробу чи вдосконаленні існуючого є однією з найскладніших задач, які стоять перед інженерами. При цьому доводиться порівнювати велике число технічних рішень, що є дуже трудомістким процесом. На даний момент у таких завданнях інженери мають досить багато комп'ютерних інструментів, які суттєво полегшують їм життя.

У даній магістерській роботі для виконання досліджень розроблено 3D модель дозатора, набір технічних рішень щодо якої будемо аналізувати. Для створення комп'ютерної моделі застосуємо САПР Solidworks, а для виконання комп'ютерних досліджень дозатора сметани використаємо інтегровану в Solidworks систему Flow Simulation.

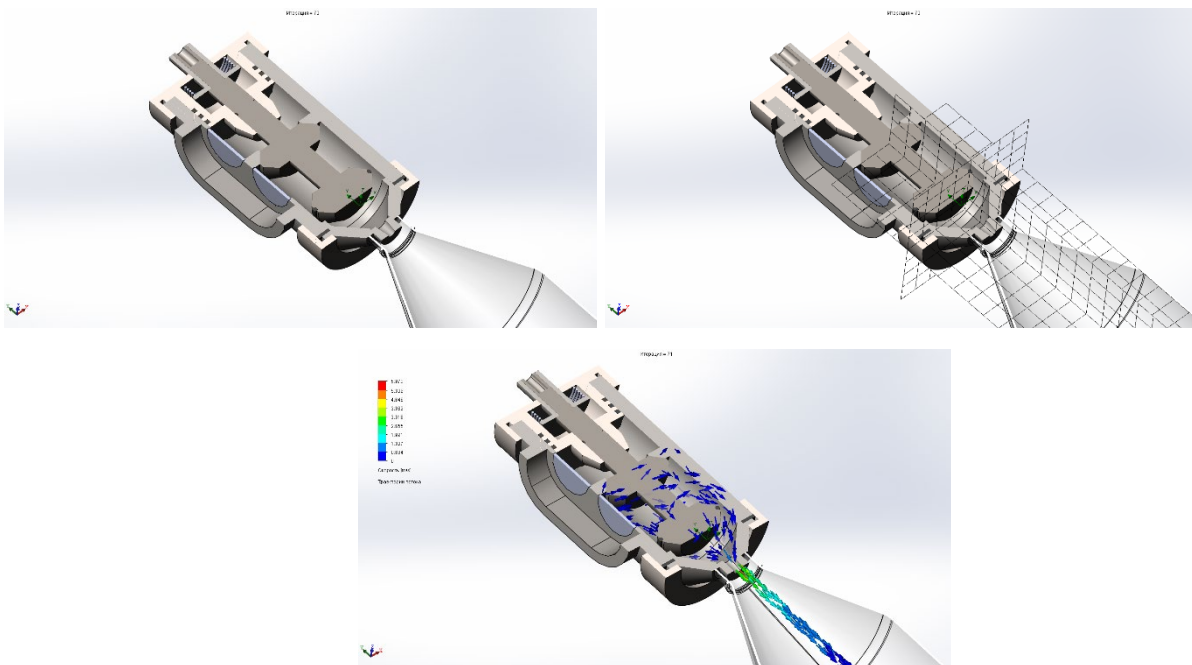


Рис. 2.1. Етапи моделювання роботи дозатора в Solidworks Flow Simulation

Solidworks Flow Simulation – це ефективний інструмент, що дає змогу зменшити тривалість проектних робіт без шкоди для їхнього інженерного рівня і якості.

Solidworks Flow Simulation при виконанні досліджень дає змогу працювати зі значним числом режимних елементів і конструктивних параметрів, серед яких можна виділити: витрати робочих середовищ, величину тисків, густина середовищ, швидкості руху рідин і газів, теплофізичні характеристики, температурні режими тощо.

2.2. Аналіз застосування інформаційних технологій в дипломній роботі.

В даній магістерській роботі має місце виконання кількох інженерних задач різного характеру, які вимагають різного інструментацію та технологій.

Пошук і аналіз науково-технічної інформації виконувався за допомогою порталу sci-hub. При цьому використовувались програми Adobe Reader та DjvuView.

Виконання обчислень здійснено за допомогою програм MathCAD та Calc. Графічна частина роботи виконувалась у середовищі AutoCAD, яка була і фактично продовжує залишатися стандартом інженерної графіки.

Виконання 3D побудов здійснено у програмі Solidworks. Тут же виконувалось і комп'ютерне дослідження дозатора. Для досліджень використано застосунок Solidworks Flow Simulation.

Оформлення текстової частини магістерської роботи здійснено у процесорі Write.

2.3. Алгоритм і методики проведення комп'ютерного експерименту.

Для проведення чисельного експерименту на першому етапі була створена 3D збірка вузла дозатора з моделей твердотілих елементів. Два робочі положення штока змінюються з використанням інструментарію конфігурацій збірки.

Аналогічний інструмент, але вже для деталей, було використано для формування різних варіантів конструктивного виконання сопла.

Після завершення роботи над збіркою з застосуванням помічника системи SolidWorks було сформовано проект обчислень для закритої задачі і нормальних умов. При цьому було створено середовище «сметана», яке відсутнє у переліку базових в SolidWorks.

Після завершення підготовки моделі було скориговано робочу область та задано граничні умови, зокрема витрату і тиск. Після виконання обчислень з використанням опції траєкторії потоку виконано побудову графічних зображень зміни основних режимних величин.

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

3.1. Технологічний розрахунок фасувально-закупорювального автомата марки МК-ОФМ

Проведемо технологічний розрахунок циклу роботи фасувально-закупорювального автомата, який буде слугувати в подальшому відправною точкою до інших (кінематичного і конструктивного) розрахунків.

Визначимо тривалість одного кроку кінематичного циклу фасувально-закупорювального автомата з умови забезпечення продуктивності 25 упаковок/хв.:

$$t = \frac{60}{25} = 2.4c$$

За цей час проходить одночасно виконання всіх технологічних операцій в фасувально-закупорювальному автоматі (рис 3.1).

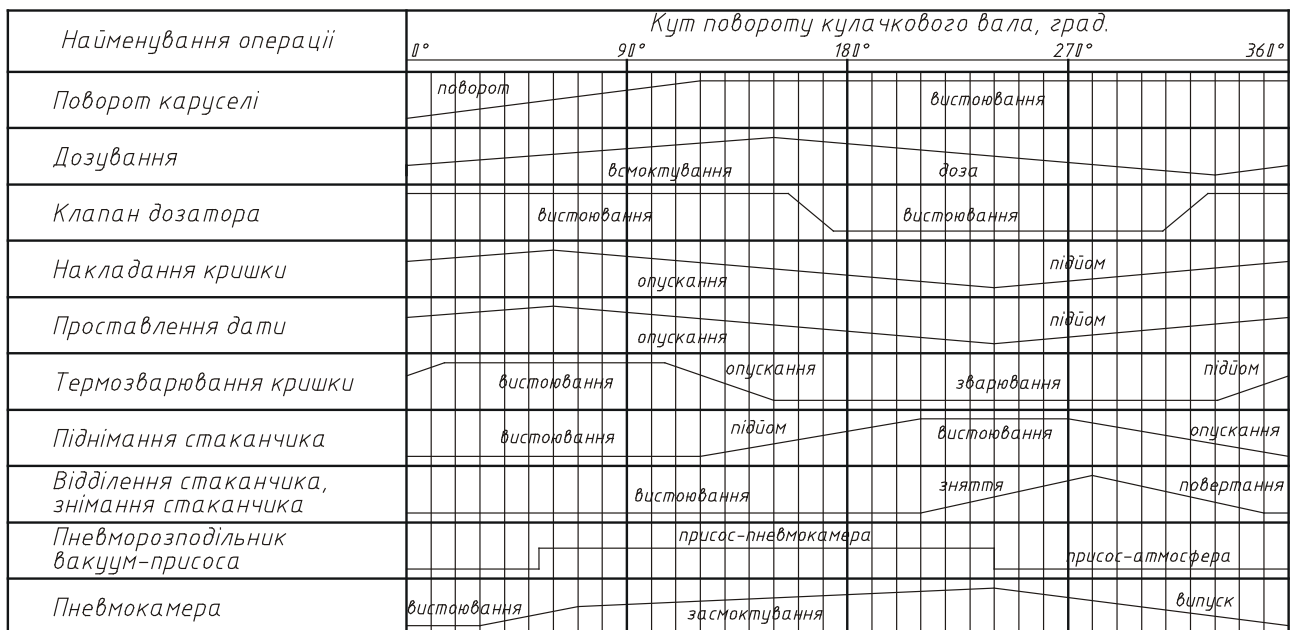


Рис 3.1. Циклограма фасувально-закупорювального автомату МК-ОФМ

Сформуємо циклограму так, щоб положення всіх вузлових точок складало значення кратне 5°. Тривалість повороту вала командоапарата на 5°:

$$t_5 = \frac{2,4}{72} = 0,333c$$

Зведемо в таблицю 3.1. і розрахуємо технологічні часи на виконання відповідних операцій.

Таблиця 3.1.

Технологічні часи на виконання операцій у фасувально-закупорювальному автоматі МК-ОФМ.

Назва етапу роботи фасувально-закупорювального автомата	Відносний кут повороту на етапі операції, °	Триваліс ть		Триваліс ть
		Абсолютний кут повороту, °	Абсолютний кут повороту, °	
1	2	3	4	5
Поворот каруселі				
поворот	120	0,8	120	0,80
вистоювання	240	1,60	360	2,40
Дозування				
всмоктування	150	1,00	150	1,00
доза	180	1,20	330	2,20
всмоктування	30	0,20	360	2,40
Клапан дозатора				
вистоювання	155	1,03	155	1,03
рух	20	0,13	175	1,17
вистоювання	130	0,87	305	2,03
рух	20	0,13	325	2,17
вистоювання	35	0,23	360	2,40

Продовження таблиці 3.1.

1	2	3	4	5
Накладання кришки				
підйом	60	0,40	60	0,40
опускання	180	1,20	240	1,60
підйом	120	0,80	360	2,40
Проставлення дати				
підйом	60	0,40	60	0,40
опускання	180	1,20	240	1,60
підйом	120	0,80	360	2,40
Термозварювання кришки				
підйом	15	0,10	15	0,10
вистоювання	90	0,60	105	0,70
опускання	45	0,30	150	1,00
зварювання	180	1,20	330	2,20
підйом	30	0,20	360	2,40
Піднімання стаканчика				
вистоювання	120	0,80	120	0,80
підйом	90	0,60	210	1,40
вистоювання	60	0,40	270	1,80
опускання	90	0,60	360	2,40
Відділення стаканчика, знімання стаканчика				
вистоювання	210	1,40	210	1,40
зняття	70	0,47	280	1,87
повертання	70	0,47	350	2,33
опускання	10	0,07	360	2,40

Продовження таблиці 3.1.

1	2	3	4	5
Пневморозподільник вакуум-присоса				
присос-атмосфера	55	0,37	55	0,37
присос-пневмокамера	185	1,23	240	1,60
присос-атмосфера	120	0,80	360	2,40
Пневмокамера				
вистоювання	30	0,20	30	0,20
засмоктування	210	1,40	240	1,60
випуск	120	0,80	360	2,40

3.2. Вибір кінематичної схеми фасувально-закупорювального автомата

Кінематична схема фасувально-закупорювального автомата складається з двигуна ($N=1.0\text{кВт}$, $n=1000$ об/хв), від якого рух передається через клинопасову передачу на ведений вал черв'ячного редуктора, від якого ланцюговою передачею передається на вал командоапарата.

Від вала командоапарата через систему кулачків приводяться в рух:

клапан дозатора;

вакуум-модуль;

механізм накладення кришки;

поворотний стіл;

механізм відділення стаканчиків;

підйомний столик;

механізм термозварки кришки;

механізм нанесення дати.

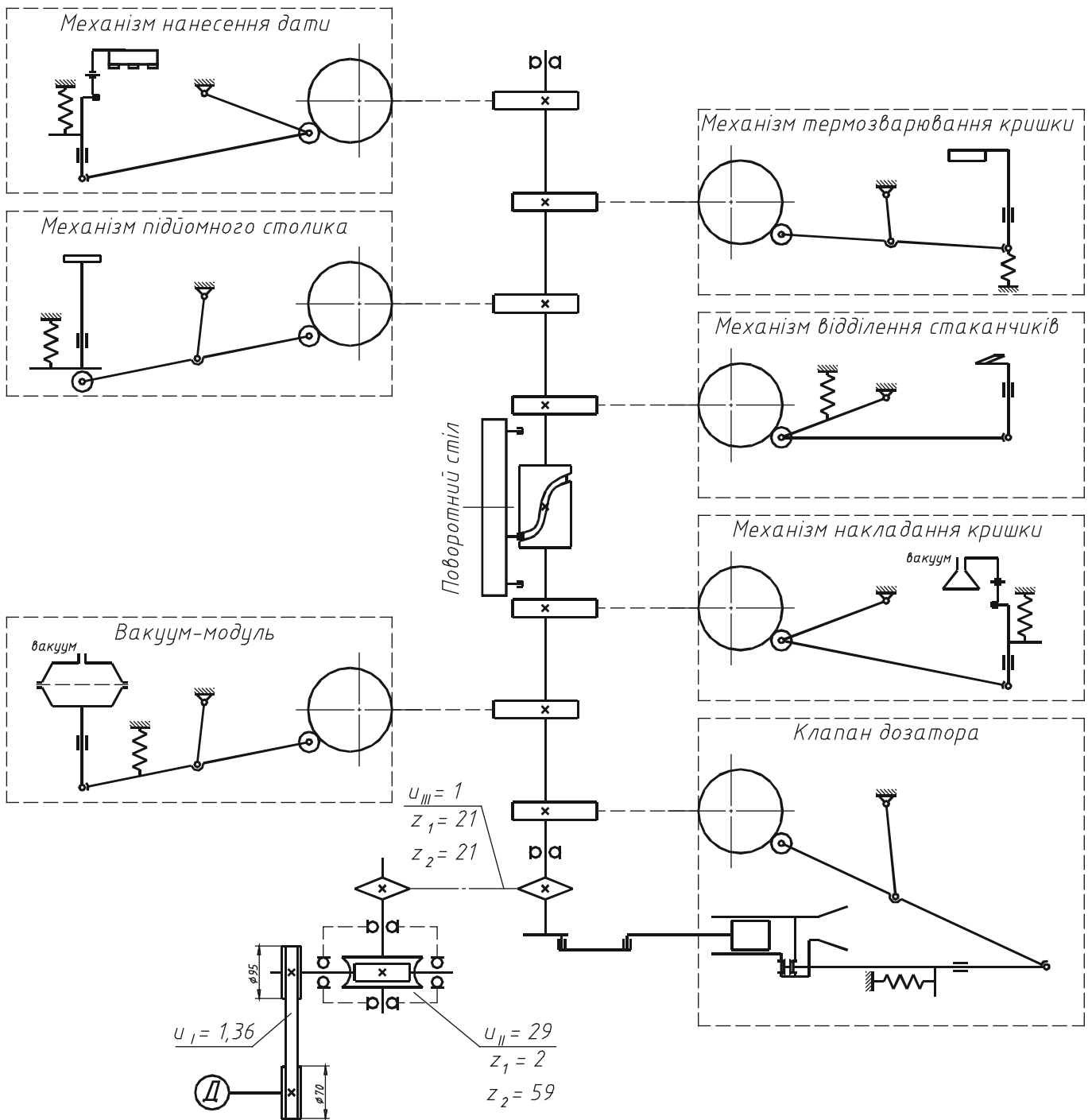


Рис 3.2. Кінематична схема фасувально-закупорювального автомата.

3.3. Кінематичний розрахунок фасувально-закупорювального автомата

Необхідну частоту обертання вала командоапарата визначимо із необхідності забезпечити паспортну продуктивність 25 уп/хв:

$$n_{\text{ка}} := 25 \quad \text{об/хв}$$

Привід будемо здійснювати через клинопасову передачу, черв'ячну передачу і ланцюгову передачу. Кінематична схема представлена на листі 2. Зміну частоти обертання здійснимо за допомогою клинопасової передачі і черв'ячної передачі. Передаточне число ланцюгової передачі приймем рівним 1.

Попередньо вибираємо робочу частоту електродвигуна рівною 1000 об/хв.

Необхідне передаточне число:

$$i := \frac{1000}{25} \quad i = 40$$

Вибираємо передаточне число черв'ячної передачі: $i_{\text{чр}} := 29.5$

Передаточне число ланцюгової передачі: $i_{\text{лп}} := 1$

Необхідне передаточне число пасової передачі:

$$i_{\text{пп}} := \frac{i}{i_{\text{чр}} \cdot i_{\text{лп}}} \quad i_{\text{пп}} = 1.356$$

Діаметр шківів на валу електродвигуна приймаємо рівним: $D_1 := 0.70 \quad \text{м}$

Тоді діаметр веденого шківів:

$$D_2 := D_1 \cdot i_{\text{пп}} \quad D_2 = 0.949 \quad \text{м}$$

Вибираємо найближче стандартне $D_2 := 0.95$ м

Тоді дійсне передаточне число: $i := \frac{D_2}{D_1}$ $i = 1.357$

Частота обертання веденого вала: $n_p := \frac{1000}{i_{\text{ПП}}}$ $n_p = 737.5$ об/хв

Кутові швидкості валів:

- ведучого: $\omega_{\text{вед}} := \frac{1000 \cdot \pi}{30}$ $\omega_{\text{вед}} = 104.72$ рад/с

- веденого: $\omega_{\text{вдн}} := \frac{1000 \cdot \pi}{i_{\text{ПП}} \cdot 30}$ $\omega_{\text{вдн}} = 77.231$ рад/с

Частота обертання веденого вала черв'ячної передачі:

$n_{\text{вдн.ч}} := \frac{\omega_{\text{вдн}} \cdot 30}{i_{\text{чр}} \cdot \pi}$ $n_{\text{вдн.ч}} = 25$ об/хв

Кутова швидкість веденого вала черв'ячної передачі:

$\omega_{\text{вдн.ч}} := \frac{\omega_{\text{вдн}}}{i_{\text{чр}}}$ $\omega_{\text{вдн.ч}} = 2.618$ рад/с

3.4. Обґрунтування і вибір конструкційних матеріалів фасувально-закупорювального автомата МК-ОФМ

Фасувально-закупорювальний автомат відносять до обладнання молочної промисловості. По причині наявності знакозмінних навантажень різного роду захисні покриття до уваги брати не будемо. Для основних вузлів виберемо сталь Х18Н9Т, для несучих елементів і невідповідальних конструкцій – Ст5.

Характеристики сталі Х18Н9Т:

Межа міцності при розтязі	590	МПа
Твердість по <u>Брінелю</u>	2190	МПа
Ударна в'язкість	2,8	<u>Дж/мм²</u>
Модуль пружності Е	2,0*10 ⁵	МПа
Коефіцієнт Пуассона	0,3	
Питома вага (густина)	7750	кг/м ³

Характеристики сталі Ст5:

Межа міцності при розтязі	500...620	МПа
Твердість по <u>Брінелю</u>	1700	МПа
Ударна в'язкість	0,8	<u>Дж/мм²</u>
Модуль пружності Е	1,9*10 ⁵	МПа
Коефіцієнт Пуассона	0,3	
Питома вага (густина)	7825	кг/м ³

3.5. Розрахунок фасувального пристрою

Розрахункова схема фасувального пристрою представлена на рис. 3.3.

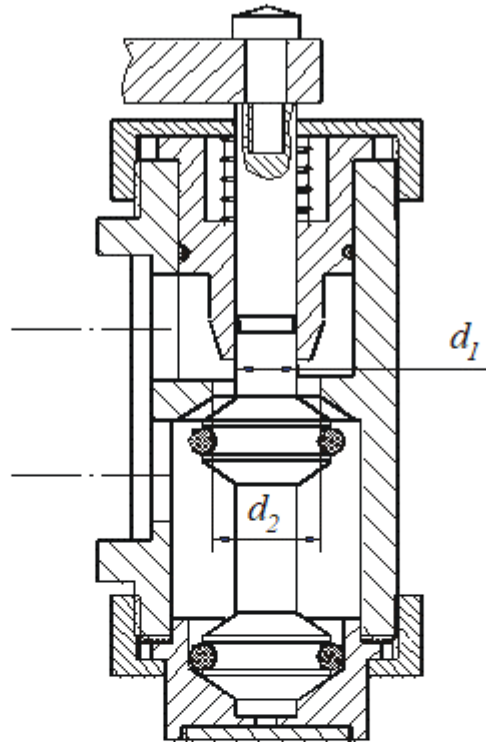


Рис. 3.3. Схема фасувального пристрою

Тут : $d_1 := 0.012$ (м)

$d_2 := 0.022$ (м)

Значення напору в системі фасування:

$H := 0.8$ (м)

Об'єм сметани: $V_c := 0.5$ (л)

Коефіцієнт витрати, що враховує фізико-механічні параметри фасувального каналу і рідини [6]:

$$\mu := 0.65 \quad g := 9.81 \quad (\text{м/с}^2)$$

Швидкість витікання рідини:

$$w := \mu \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H} \quad w = 2.575 \quad (\text{м/с})$$

Площа каналу фасування сметани:

$$F := \frac{\pi}{4} \cdot (d_2^2 - d_1^2) \quad F = 0.000267 \quad (\text{м}^2)$$

Секундна витрата рідини:

$$V := w \cdot F \quad V = 6.877 \times 10^{-4} \quad (\text{м}^3)$$

Тривалість наповнення :

$$\theta_{\Pi} := \frac{0.001 \cdot V_c}{V} \quad \theta_{\Pi} = 0.727 \quad (\text{с})$$

3.6. Розрахунок клинопасової передачі приводу фасувально-закупорювального автомата

Дано: потужність, яку передає передача $P_1 := 1$ (кВт) при кутовій швидкості ведучого шківів $\omega_1 := 104.67$ (рад/с); кутова швидкість веденого вала $\omega_2 := 76.963$ (рад/с); передача працює в одну зміну при постійному навантаженні.

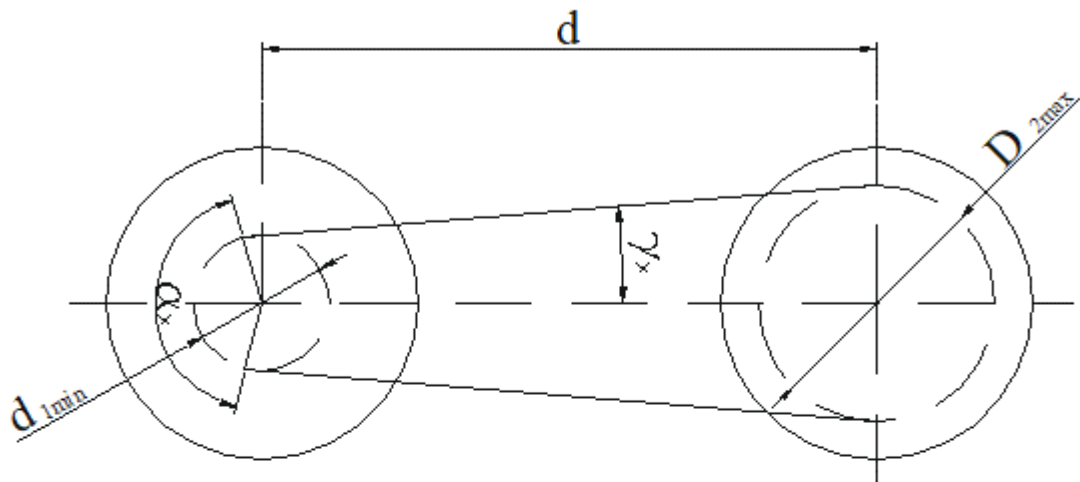


Рис. 3.4. Розрахункова схема клинопасової передачі

Передаточне число передачі

$$u := \frac{\omega_1}{\omega_2} \quad u = 1.36$$

На ведучому шківі обертовий момент:

$$T_1 := \frac{P_1 \cdot 1000}{\omega_1} \quad T_1 = 9.554 \quad (\text{Н*М})$$

Відповідно до рекомендацій [8] будемо орієнтуватись на клинові паси нормального перерізу Б. Для таких пасів за [8] маємо площу поперечного перерізу $A := 138$ (мм²), базову довжину $l_0 := 2240$ (мм) і назначимо розрахунковий діаметр меншого шківів $d_1 := 70$ (мм)

Діаметр веденого шківів

$$d_2 := u \cdot d_1 \quad d_2 = 95.2 \quad (\text{мм})$$

За стандартом беремо розрахунковий діаметр веденого шківa рівним

$$d_2 := 95 \quad (\text{мм})$$

Фактичне передаточне число передачі:

$$u := \frac{d_2}{d_1} \quad u = 1.357$$

Швидкість паса

$$v := \omega_1 \cdot \frac{d_1 \cdot 0.001}{2} \quad v = 3.663 \quad (\text{м/с})$$

Орієнтовно беремо міжосьову віддаль:

$$a' := 1.5 \cdot (d_1 + d_2) \quad a' = 247.5 \quad (\text{мм})$$

Потрібна довжина паса:

$$l' := 2 \cdot a' + \pi \frac{(d_1 + d_2)}{2} + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4 \cdot a'} \quad l' = 754.813 \quad (\text{мм})$$

За стандартом вибираем розрахункову довжину паса $l := 800$ (мм)

Дійсна міжосьова відстань, яка відповідає довжині паса:

$$a := \frac{\left[2 \cdot l - \pi(d_1 + d_2) + \sqrt{\left[2 \cdot l - \pi \cdot (d_1 + d_2) \right]^2 - 8 \cdot (d_2 - d_1)^2} \right]}{8}$$

$$a = 270.12 \quad (\text{мм})$$

Оцінка довговічності паса за числом його пробігів

$$i := \frac{v}{1} \quad i = 4.579 \times 10^{-3} \quad (\text{с}^{-1})$$

що менше від $[i] = 12$ (с⁻¹)

Кут обхвату меншого шківa

$$\alpha_1 := 180 - 57 \cdot \frac{(d_2 - d_1)}{a} \quad \alpha_1 = 174.725 \quad ^\circ$$

Допустиму потужність $[P]$ для даного перерізу паса Б визначаємо за [8]. Для

з [8] вибираем $P_0 := 2.7$ (кВт)

Коефіцієнт

$$C_{\alpha} := 1 - 0.003 \cdot (180 - \alpha_1) \quad C_{\alpha} = 0.984$$

$$C_1 := \sqrt[6]{\frac{I}{I_0}} \quad C_1 = 0.842$$

Коефіцієнт $C_p := 1$, а коефіцієнт $C_z := 0.95$ при орієнтовному $z := 3$

$$IPI := P_0 \cdot C_{\alpha} \cdot C_1 \cdot C_p \cdot C_z \quad IPI = 2.126 \quad (\text{кВт})$$

Необхідне число пасів, що працюють паралельно на шківках передачі:

$$z := \frac{P_1}{IPI} \quad z = 0.47$$

Приймаємо $z := 3$

Силу попереднього натягу віток комплекту клинових пасів визначаємо за формулою:

$$F_0 := \frac{0.85 \cdot P_1 \cdot 1000 \cdot C_1}{v \cdot C_{\alpha} \cdot C_p} \quad F_0 = 198.578 \quad (\text{Н})$$

Тоді навантаження на вали пасової передачі:

$$R := 2 \cdot F_0 \cdot \sin\left(\frac{\alpha_1 \cdot \pi}{2 \cdot 180}\right) \quad R = 396.735 \quad (\text{Н})$$

3.7. Розрахунок черв'ячної передачі приводу командоапарата

Вихідні дані:

потужність на ведучому черв'яку $P_1 := 1$ (кВт)

кутова швидкість ведучого черв'яка $\omega_1 := 77.231$ (рад/с)

передаточне число передачі $u := 29.5$

передача нереверсивна;

режим навантаження легкий (Л);

можливі короточасні перевантаження до 150 % від номінального;

строк служби передачі $h := 10000$ год.

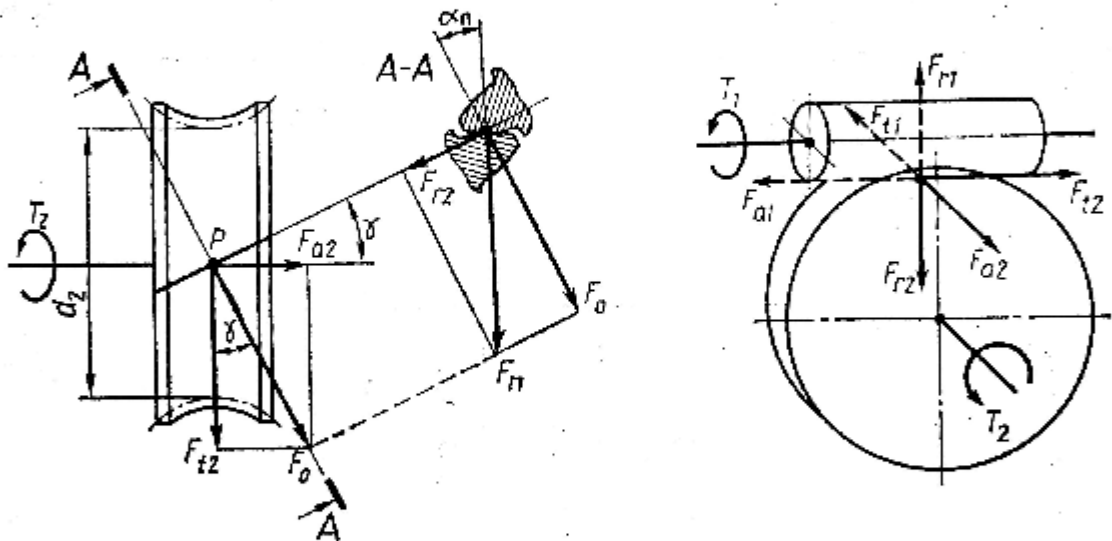


Рис. 3.5. Розрахункова схема черв'яка

Параметри навантаження черв'ячної передачі. При орієнтовному значенні ккд $\eta := 0.80$ потужність на веденому валу передачі

$$P_2 := P_1 \cdot \eta \quad P_2 = 0.8 \quad (\text{кВт})$$

Кутова швидкість веденого вала

$$\omega_2 := \frac{\omega_1}{u} \quad \omega_2 = 2.62 \quad (\text{рад/с})$$

Номінальний обертовий момент на ведучому валу

$$T_1 := \frac{P_1 \cdot 1000}{\omega_1} \quad T_1 = 12.95 \quad (\text{Н*м})$$

$$T_2 := \frac{P_2 \cdot 1000}{\omega_2} \quad T_2 = 305.58 \quad (\text{Н*м})$$

$$T_{2H} := T_2 \quad T_{2H} = 305.58 \quad (\text{Н*м})$$

$$T_{2F} := T_2 \quad T_{2F} = 305.58 \quad (\text{Н*и})$$

При короткочасовому перевантаженні до 150 % максимальний обертовий момент на веденому валу

$$T_{2\max} := 1.5 \cdot T_2 \quad T_{2\max} = 458.37 \quad (\text{Н*м})$$

Орієнтовна швидкість ковзання зубів у зачепленні:

$$v_s := \left(\frac{4 \cdot \omega_1}{1000} \right) \cdot \sqrt[3]{T_2} \quad v_s = 2.08 \quad (\text{м/с})$$

Сумарне число циклів навантаження зубців колеса за строк служби:

$$N_{\Sigma 2} := 1800 \cdot \omega_2 \cdot \frac{h}{\pi} \quad N_{\Sigma 2} = 15000035.08$$

Для легкого режиму при коефіцієнті інтенсивності $K_{FE} := 0.01$

еквівалентне число циклів навантаження зубців

$$N_{FE2} := K_{FE} \cdot N_{\Sigma 2} \quad N_{FE2} = 150000.35$$

Матеріали для виготовлення черв'яка та черв'ячного колеса.

Для виготовлення черв'яка вибираємо відносно дешеву леговану сталь 40Х із термообробкою - гартування із відпусканням [8]. За даними [8] вибираємо:

твердість $H_1 := 50$ (HRC),

Робочі поверхні витків шліфовані.

Для вінця черв'ячного колеса із швидкістю ковзання $v_s = 2.08$ (м/с)

можна брати безолов'яну бронзу БрА9Ж3Л (відливання в кокіль) з такими характеристиками [8]: границя міцності

$\sigma_B := 500$ (МПа),

границя текучості $\sigma_T := 230$ (МПа)

Допустимі напруження для розрахунків черв'ячної передачі

а) допустимі контактні напруження.

Якщо вінець черв'ячного колеса виготовляти з безолов'яної бронзи, то згідно з [8] допустиме контактне напруження

$$I\sigma_{I_{H0}} := 300 - 25 \cdot v_s \quad I\sigma_{I_{H0}} = 247.98 \text{ (MPa)}$$

$$I\sigma_{I_H} := I\sigma_{I_{H0}} \quad I\sigma_{I_H} = 247.98 \text{ (MPa)}$$

За [8] допустиме граничне контактне напруження

$$I\sigma_{I_{Hmax}} := 2\sigma_T \quad I\sigma_{I_{Hmax}} = 460 \text{ (MPa)}$$

б) допустимі напруження на згин.

Для розрахунку зубців колеса на втому при згині допустиме напруження визначається за формулою [8]. Для бази випробувань 10^6 та нереверсивного навантаження допустиме напруження за

$$I\sigma_{I_{F0}} := 0.08\sigma_B + 0.25\sigma_T \quad I\sigma_{I_{F0}} = 97.5 \text{ (MPa)}$$

За формулою [8] коефіцієнт довговічності

$$K_{FL} := \sqrt[9]{\frac{10^6}{N_{FE2}}} \quad K_{FL} = 1.23$$

Враховуючи обмеження $0.54 \leq K_{FL} \leq 1$ беремо $K_{FL} := 1$

Тоді для зубців черв'ячного колеса допустиме напруження на згин

$$I\sigma_{I_F} := I\sigma_{I_{F0}} \cdot K_{FL} \quad I\sigma_{I_F} = 97.5 \text{ (MPa)}$$

За [8] допустиме граничне напруження згину

$$I\sigma_{I_{Fmax}} := 0.8\sigma_T \quad I\sigma_{I_{Fmax}} = 184 \text{ (MPa)}$$

Проектний розрахунок черв'ячної передачі. У проектному розрахунку визначаємо мінімальну міжосьову відстань передачі за формулою [8]:

Мінімальна міжосьова відстань $K_a := 275 \text{ (mm)}^{1/3}$ - при сталевому черв'яку та бронзовому вінці колеса

Число витків черв'яка беремо $z_1 := 2$

Тоді число зубців черв'ячного колеса $z_2 := u \cdot z_1 \quad z_2 = 59$

Коефіцієнт діаметра черв'яка вибираємо за [8] $q := 10$

Коефіцієнт, що враховує розподіл навантаження по ширині вінця черв'ячного колеса, дістаємо з формули [8]:

$$K_{H\beta} = 1 + \left(\frac{z_2}{\theta}\right)^3 (1 - x)$$

Тут $\theta := 86$ [8], а $x := 0.31$ для легкого режиму навантаження передачі [8]

$$K_{H\beta} := 1 + \left(\frac{z_2}{\theta}\right)^3 \cdot (1 - x) \quad K_{H\beta} = 1.22$$

Мінімальна міжосьова відстань черв'ячної передачі

$$a_{wmin} := K_a \cdot \left(\frac{z_2}{q} + 1\right) \cdot \sqrt[3]{\frac{T_{2H} \cdot K_{H\beta} \cdot q^2}{(z_2 \cdot I_{\sigma H})^2}} \quad a_{wmin} = 106.05 \quad (\text{мм})$$

За формулою [8] модуль черв'ячної передачі:

$$m' := \frac{2 \cdot a_{wmin}}{z_2 + a} \quad m' = 3.07 \quad (\text{мм})$$

За стандартом вибираємо $\underline{m} := 3$ (мм), якому відповідає $q = 10$
 Попередні значення деяких параметрів передачі.

Ділильні діаметри черв'яка та черв'ячного колеса

$$d_1 := m \cdot q \quad d_1 = 30 \quad (\text{мм}) \quad d_2 := m \cdot z_2 \quad d_2 = 177 \quad (\text{мм})$$

Діаметри вершин витків черв'яка та зубців колеса:

$$d_{a1} := d_1 + 2 \cdot m \quad d_{a1} = 36 \quad (\text{мм})$$

$$d_{a2} := d_2 + 2 \cdot m \quad d_{a2} = 183 \quad (\text{мм})$$

Міжосьова відстань передачі

$$a_w := \frac{(d_1 + d_2)}{2} \quad a_w = 103.5 \quad (\text{мм})$$

Ширина вінця черв'ячного колеса [8]

$$b_2 := 0.75 \cdot d_{a1} \quad b_2 = 27 \quad (\text{мм})$$

вибираємо $\underline{b_2} := 27$ (мм)

Ділильний кут підйому лінії витка черв'яка

$$\gamma := \text{atan}\left(\frac{z_1}{q}\right) \quad \gamma = 0.2 \quad \gamma \cdot \frac{180}{\pi} = 11.31 \quad ^\circ$$

Швидкість ковзання у зачепленні

$$v_s := 0.5 \cdot 10^{-3} \cdot \omega_1 \cdot \frac{d_1}{\cos(\gamma)} \quad v_s = 1.18 \quad (\text{м/с})$$

Уточнене значення допустимого контактного напруження

$$I\sigma_{IH} := 300 - 25 \cdot v_s \quad I\sigma_{IH} = 270.46 \quad (\text{МПа})$$

За рекомендаціями [] ступінь точності передачі $n_{CT} := 8$

Еквівалентне число зубців черв'ячного колеса

$$F_{t2} := 2 \cdot 10^3 \cdot \frac{T_2}{d_2} \quad F_{t2} = 3452.84 \quad (\text{МПа})$$

$$F_{Ht2} := F_{t2} \quad F_{Ht2} = 3452.84 \quad (\text{МПа})$$

$$F_{Ft2} := F_{t2} \quad F_{Ft2} = 3452.84 \quad (\text{МПа})$$

Розрахунок зубців черв'ячного колеса на контактну втому [8].

Для розрахунку попередньо визначимо коефіцієнти:

$Z_M := 210$ МПа^{1/2} - коефіцієнт, що враховує механічні властивості матеріалів черв'яка та вінця колеса;

$Z_H := 1.8$ коефіцієнт форми спряжених поверхонь витків та зубців;

$Z_\epsilon := 0.75$ коефіцієнт сумарної довжини контактних ліній у зачепленні;

$K_{H\beta} = 1.22$

$K_{H\alpha} := 1.4$ коефіцієнт динамічного навантаження [8].

За формулою [8] питома розрахункова колова сила:

$$\omega_{Ht} := \left(\frac{F_{Ht2}}{b_2} \right) \cdot K_{H\beta} \cdot K_{H\alpha} \quad \omega_{Ht} = 218.93 \quad (\text{Н/мм})$$

Розрахункове контактне напруження:

$$\sigma_H := Z_M \cdot Z_\epsilon \cdot Z_H \cdot \sqrt{\frac{\omega_{Ht}}{d_2}} \quad \sigma_H = 315.29 \quad (\text{МПа})$$

$$\sigma_H \leq I\sigma_{IH}$$

Стійкість зубців проти заїдання і втомного викришування забезпечується.

Розрахунок активних поверхонь зубців черв'ячного колеса на контактну міцність при дії максимального навантаження виконаємо за формулою:

$$\sigma_{Hmax} := \sigma_H \cdot \sqrt{\frac{T_{2max}}{T_2}} \quad \sigma_{Hmax} = 386.15 \quad (\text{МПа})$$

$\sigma_{Hmax} \leq I\sigma_{Hmax}$ Контактна міцність зубців забезпечується.

Розрахунок зубців черв'ячного колеса на втому при згині.

Розрахункові коефіцієнти такі:

$Y_F := 1.45$ - коефіцієнт форми зубців [8];

$Y_\epsilon := 0.75$ - коефіцієнт перекриття зубців [8];

$Y_\beta := 0.75$ - коефіцієнт нахилу зубців [8];

$K_{F\beta} := K_{H\beta}$ $K_{F\beta} = 1.22$ - коефіцієнт, що враховує розподіл навантаження по ширині вінця колеса;

$K_{Fv} := K_{Hv}$ $K_{Fv} = 1.4$ - коефіцієнт динамічного навантаження.

За формулою [8] питома розрахункова колова сила:

$$\omega_{Ft} := \left(\frac{F_{Ft2}}{b_2} \right) \cdot K_{F\beta} \cdot K_{Fv} \quad \omega_{Ft} = 218.93 \quad (\text{Н/мм})$$

Розрахункове напруження згину:

$$\sigma_F := Y_F \cdot Y_\epsilon \cdot Y_\beta \cdot \frac{\omega_{Ft}}{m} \quad \sigma_F = 59.52 \quad (\text{МПа})$$

$$\sigma_F \leq I\sigma_F$$

Втомна міцність зубців при згині забезпечується.

Перевірка міцності зубців при згині максимальним навантаженням.

За формулою

$$\sigma_{Fmax} := \sigma_F \cdot \frac{T_{2max}}{T_{2F}} \quad \sigma_{Fmax} = 89.28 \quad (\text{МПа})$$

$$\sigma_{Fmax} \leq I\sigma_{Fmax}$$

Тут також міцність забезпечується.

10. Розрахунок параметрів черв'ячної передачі [8].

Розміри елементів витків черв'яка та зубців колеса: висота головки витка черв'яка та зубця колеса

$$h_a := m \quad h_a = 3 \quad (\text{мм})$$

висота ніжки витка та зубця

$$h_f := 1.2 \cdot m \quad h_f = 3.6 \quad (\text{мм})$$

висота витка та зубця

$$h := 2.2 \cdot m \quad h = 6.6 \quad (\text{мм})$$

розрахункова товщина витка

$$s := 0.5 \cdot \pi \cdot m \quad s = 4.71$$

Розміри вінців черв'яка та черв'ячного колеса:

$$\text{ділильні діаметри (визначені вище)} \quad d_1 = 30 \quad (\text{мм}) \quad d_2 = 177 \quad (\text{мм})$$

$$\text{діаметри вершин (визначені вище)} \quad d_{a1} = 36 \quad (\text{мм}) \quad d_{a2} = 183 \quad (\text{мм})$$

діаметри впадин

$$d_{f1} := d_1 - 2.4 \cdot m \quad d_{f1} = 22.8 \quad (\text{мм})$$

$$d_{f2} := d_2 - 2.4 \cdot m \quad d_{f2} = 169.8 \quad (\text{мм})$$

найбільший діаметр черв'ячного колеса

$$d_{am2} \leq d_{a2} + 1.5 \cdot m$$

$$d_{am2} := d_{a2} + 1.5 \cdot m \quad d_{am2} = 187.5 \quad (\text{мм})$$

довжина нарізаної частини черв'яка

$$b_1 \geq (11 + 0.06 \cdot z_2) \cdot m$$

$$b_1 := (11 + 0.06 \cdot z_2) \cdot m \quad b_1 = 43.62 \quad (\text{мм})$$

вибираємо $b_1 := 108 \quad (\text{мм})$ (для черв'яка, витки якого шліфують);

ширина вінця черв'ячного колеса (визначена вище) $b_2 = 27 \quad (\text{мм})$

Міжосьова відстань черв'ячної передачі

$$a_w := \frac{m \cdot (q + z_2)}{2} \quad a_w = 103.5 \quad (\text{мм})$$

11. Сили у зачепленні черв'ячної передачі.

За формулами [8] маємо: колова сила на колесі дорівнює осьовій силі на черв'яку (визначена вище):

$$F_{a1} := F_{t2} \quad F_{a1} = 3452.84 \quad (\text{Н})$$

Кут зачеплення у площині, перпендикулярній до осі колеса виберемо[8]:

$$\alpha := 0.349 \quad (\text{рад}) \quad (20^\circ)$$

радіальна сила на колесі дорівнює радіальній силі на черв'яку

$$F_{r1} := F_{t2} \cdot \tan(\alpha) \quad F_{r1} = 1256.48 \quad (\text{Н})$$

$$F_{r2} := F_{r1} \quad F_{r2} = 1256.48 \quad (\text{Н})$$

осьова сила на колесі дорівнює коловій силі на черв'яку

$$F_{a2} := F_{t2} \cdot \tan(\gamma) \quad F_{a2} = 690.57 \quad (\text{Н})$$

$$F_{t1} := F_{a2} \quad F_{t1} = 690.57 \quad (\text{Н})$$

12. ККД черв'ячної передачі.

Вибираємо за [8] приведений кут тертя $\phi' := 0.026 \quad (\text{рад}) \quad (1^\circ 30')$

За формулою [8]:

$$\eta := 0.955 \cdot \frac{\tan(\gamma)}{\tan(\gamma + \phi')} \quad \eta = 0.84$$

Значення ККД близьке до попередньо вибраного (0,8).

13. Перевірка черв'яка на жорсткість.

Рівнодійна колової та радіальної сил на черв'як:

$$F := \sqrt{F_{t1}^2 + F_{r1}^2} \quad F = 1433.74 \quad (\text{Н})$$

Осьовий момент інерції перерізу черв'яка:

$$I_o := \frac{\pi \cdot d_{f1}^4}{64} \quad I_o = 13265.06 \quad (\text{Н})$$

Беремо наближено відстань між опорами черв'яка

$$L := 0.8 \cdot d_2 \quad L = 141.6 \quad (\text{мм})$$

За формулою [8] при модулі пружності для сталі $E := 2.1 \cdot 10^5 \quad (\text{МПа})$

розрахункова стрілка прогину черв'яка

$$y := \frac{F \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I_o} \quad y = 0.030443 \quad (\text{мм})$$

Жорсткість черв'яка достатня, оскільки $y \leq |y| = 0.06 \quad (\text{мм})$

3.8. Розрахунок вала черв'яка

Схема навантаження вала показана на рис. 3.6

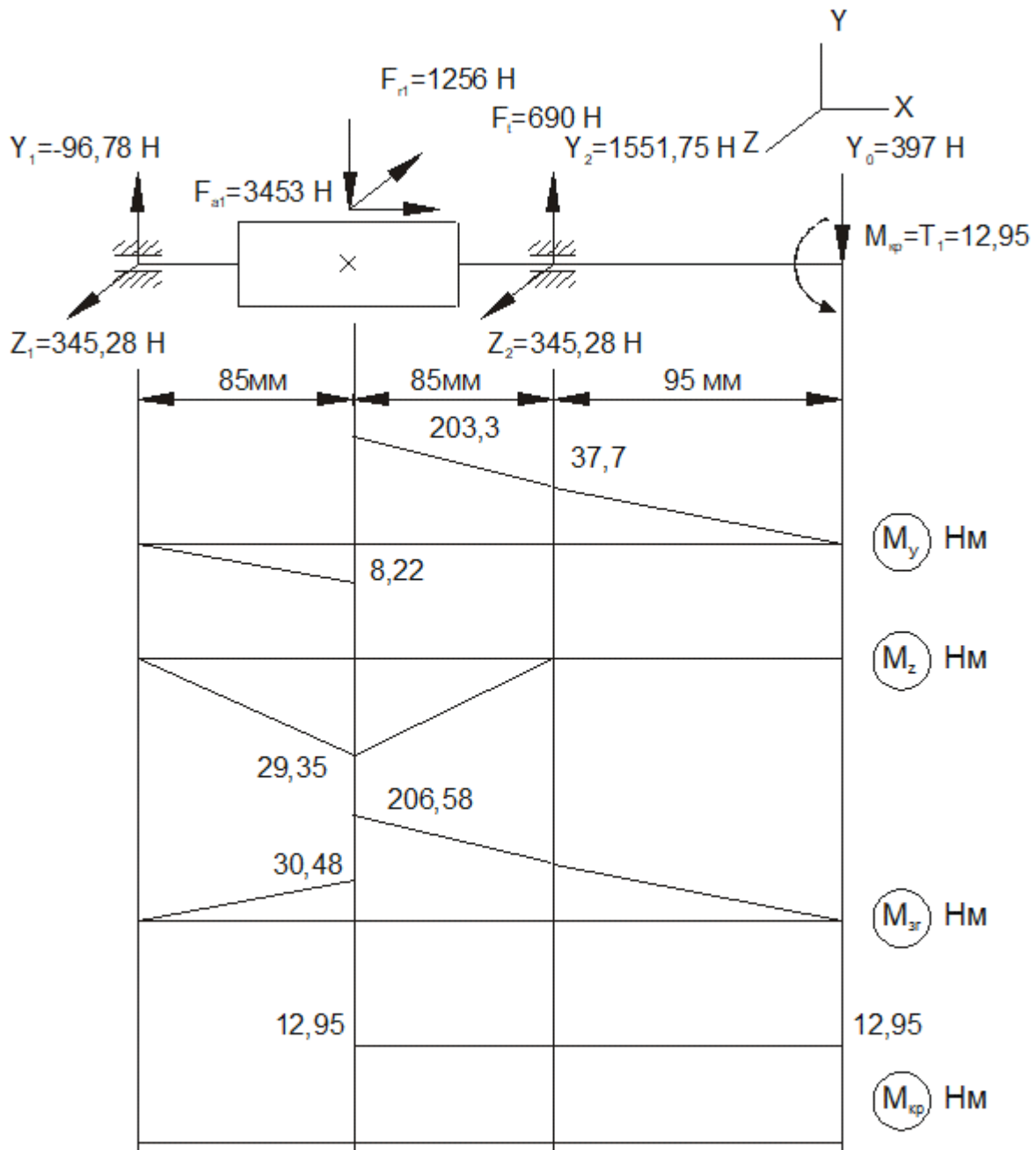


Рис. 3.6. Схема навантаження вала

Опорні реакції визначають із умови рівноваги у площинах XY і XZ

$$M_1(XY) = F_{r1} \cdot 85 + F_{a1} \cdot \frac{30}{2} - Y_2 \cdot (85 + 85) + Y_0 \cdot (85 + 85 + 95) = 0$$

$$M_2(XY) = Y_1 \cdot (85 + 85) + F_{a1} \cdot \frac{30}{2} - F_{r1} \cdot 85 + Y_0 \cdot (85 + 95) = 0$$

$$M_1(XZ) = F_{t1} \cdot 85 - Z_2 \cdot (85 + 85) = 0$$

$$M_2(XZ) = Z_1 \cdot (85 + 85) - F_{t1} \cdot 85 = 0$$

$$Y_1 := \frac{-F_{a1} \cdot \frac{30}{2} + F_{r1} \cdot 85 - Y_0 \cdot (85 + 95)}{85 + 85} \quad Y_1 = -96.78 \quad (\text{H})$$

$$Y_2 := \frac{F_{r1} \cdot 85 + Y_0 \cdot (85 + 85 + 95) + F_{a1} \cdot \frac{30}{2}}{85 + 85} \quad Y_2 = 1551.75 \quad (\text{H})$$

$$Z_1 := \frac{F_{t1} \cdot 85}{85 + 85} \quad Z_1 = 345.28 \quad (\text{H})$$

$$Z_2 := \frac{F_{t1} \cdot 85}{85 + 85} \quad Z_2 = 345.28 \quad (\text{H})$$

Повні радіальні реакції опор:

$$R_1 := \sqrt{Y_1^2 + Z_1^2} \quad R_1 = 358.59 \quad (\text{H})$$

$$R_2 := \sqrt{Y_2^2 + Z_2^2} \quad R_2 = 1589.7 \quad (\text{H})$$

Будуємо епюри згинаючих і крутних моментів

Небезпечний переріз вала у центрі черв'яка.

$$M_{3r} := 206.58 \quad (\text{Hm}) \quad M_{кр} := T_1 \quad M_{кр} = 12.95 \quad (\text{Hm})$$

Визначаємо напруження в небезпечному перерізі:

$$\sigma_u = \frac{M_{зг}}{W_u} \qquad \tau_k = \frac{M_{кр}}{W_k}$$

де W_u та W_k відповідно осьовий та полярний моменти опору перерізу вала;

$$W_u = \frac{\pi \cdot D^3}{32} - \frac{b \cdot h \cdot (2 \cdot D - h)^2}{16 \cdot D}$$

$$W_k = \frac{\pi \cdot D^3}{16} - \frac{b \cdot h \cdot (2 \cdot D - h)^2}{16 \cdot D}$$

$D := 20$ (мм) - діаметр вала в перерізі;

$b := 4$ (мм); $h := 5$ (мм) - параметри шпонки.

$$W_u := \frac{\pi \cdot D^3}{32} - \frac{b \cdot h \cdot (2 \cdot D - h)^2}{16 \cdot D} \qquad W_u = 708.84 \quad (\text{мм}^3)$$

$$W_k := \frac{\pi \cdot D^3}{16} - \frac{b \cdot h \cdot (2 \cdot D - h)^2}{16 \cdot D} \qquad W_k = 1494.23 \quad (\text{мм}^3)$$

$$\sigma_u := \frac{1000 \cdot M_{зг}}{W_u} \qquad \sigma_u = 291.44 \quad (\text{МПа})$$

$$\tau_k := \frac{1000 \cdot M_{кр}}{W_k} \qquad \tau_k = 8.67 \quad (\text{МПа})$$

Запас міцності визначається із відповідного співвідношення

$$n = \frac{n_\sigma \cdot n_\tau}{\sqrt{n_\sigma^2 + n_\tau^2}} \leq 1.5 \dots 2.5$$

де n_{σ} та n_{τ} відповідно запаси міцності по нормальних і дотичних напруженнях [4].

$$n_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{k_{\sigma} \cdot \frac{\sigma_u}{\epsilon_{\sigma} \cdot \beta_{\sigma}}} \qquad n_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{k_{\tau} \cdot \frac{\tau_k}{\epsilon_{\tau} \cdot \beta_{\tau}}}$$

де σ_{-1} та τ_{-1} відповідно границя витривалості стандартного зразка при симетричному згині та крученні [4].

Для бронзи ОФ 10-1 ГОСТ 613-79:

$$\sigma_{-1} := 160 \quad (\text{МПа}) \qquad \tau_{-1} := 140 \quad (\text{МПа})$$

k_{σ} та k_{τ} ефективні коефіцієнти концентрації відповідно нормальних та дотичних напружень [4].

$$k_{\sigma} := 2.01 \qquad k_{\tau} := 1.88$$

ϵ_{σ} та ϵ_{τ} коефіцієнти які враховують масштабний фактор при згині та крученні [4].

$$\epsilon_{\sigma} := 0.71 \qquad \epsilon_{\tau} := 0.71$$

β_{σ} та β_{τ} коефіцієнти які враховують масштабний фактор при згині та крученні [4].

$$\beta_{\sigma} := 1 \qquad \beta_{\tau} := 1$$

$$n_{\sigma} := \frac{\sigma_{-1}}{k_{\sigma} \cdot \frac{\sigma_u}{\epsilon_{\sigma} \cdot \beta_{\sigma}}} \qquad n_{\sigma} = 0.19$$

$$n_{\tau} := \frac{\tau_{-1}}{k_{\tau} \cdot \frac{\tau_k}{\epsilon_{\tau} \cdot \beta_{\tau}}} \qquad n_{\tau} = 6.1$$

Визначаємо запас міцності.

$$n := \frac{n_{\sigma} \cdot n_{\tau}}{\sqrt{n_{\sigma}^2 + n_{\tau}^2}} \qquad n = 0.19$$

Умова міцності виконується.

3.9. Опис будови і принципу роботи фасувально-закупорювального автомату МК-ОФМ

Основою автомата служить рама 1 (рис 3.7), сполучена з плитою 2, на якій розташовані механізми і функціональні вузли автомата: командоапарат 3, дозатор 4, механізм відділення стаканчиків 5, механізм накладення кришок 6, механізм термозварки кришки 7, механізм нанесення дати 8, стіл приймальний 9.

В нижній частині рами встановлений привід, що складається з редуктора 10 і електродвигуна 11, зв'язаних між собою клинопасовою передачею 12. Електроустаткування розташоване в пульті управління 13.

Автомат карусельного типу періодичної дії. Стіл поворотний 14 є транспортним органом для переміщення стаканчиків від однієї позиції до іншої, де проводяться певні технологічним процесом операції:

- завантаження порожніх стаканчиків;
- дозування і заповнення стаканчика продуктом;
- накладення фольгової кришки;
- термозварка кришки;
- нанесення дати на кришку;
- вивантаження закупореного стаканчика на приймальний стіл.

Привід всіх механізмів електромеханічний. Автомат має 8 позицій (точок останову), дві з яких - неробочі. Таким чином, автомат за один поворот столу робить 8 кроків (циклів), під час яких стаканчик з позиції завантаження переміщається на позицію вивантаження.

Рама є зварною конструкцією з кутів. Встановлена на ній сталеві плита закрита столом 15 з неіржавіючого листа.

Командоапарат призначений для перетворення і передачі руху від приводу на виконавчі органи всіх механізмів автомата.

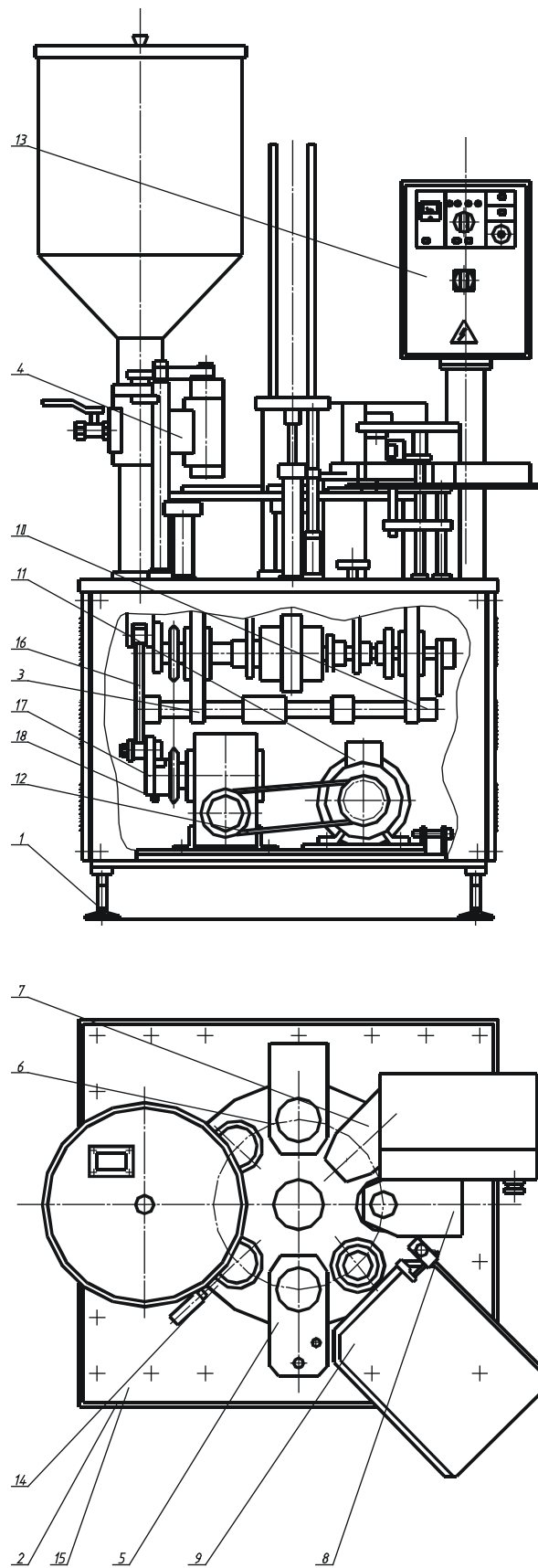


Рис 3.7. Фасувально-закупорювальний автомат МК-ОФМ.

Конструктивно командоапарат складається з двох кронштейнів з підшипниковими опорами, в яких обертається вал із закріпленими на ньому зірочкою і вісьма кулачками:

- кулачок клапана дозатора;
- кулачок вакуум-модуля;
- кулачок механізму накладення кришки;
- кулачок поворотного столу;
- кулачок механізму відділення стаканчиків;
- кулачок підйомного столика;
- кулачок механізму термозварки кришки;
- кулачок механізму нанесення дати.

На одному кінці кожного важеля встановлений ролик, що обкачує поверхню відповідного кулачка, інший кінець впливає на шток відповідного механізму. Ролики притискаються до кулачків пружинами. Обертання від приводу передається на вал ланцюгом за допомогою зірочки; натягнення ланцюга здійснюється зірочкою.

В процесі роботи фасувально-закупорювального автомата спочатку здійснюється відділення і зняття з касети стаканчика механізмом 5, після чого повертання стола 14 в наступне положення. Далі дозатором 4 здійснюється наповнення стаканчика продуктом. Після завершення наповнення стіл 14 зі стаканчиком повертається в наступне положення, де механізмом накладення кришок 6 здійснюється його накривання. Накритий стаканчик столом 14 доставляється в наступне положення, де стаканчик з кришкою запаюються відповідним механізмом 7. В наступному кінематичному положенні стола 14 здійснюється проставлення дати механізмом 8. Далі стаканчик передається на стіл приймальний 9, з якого забирається на укладку в ящики.

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

4.1. Розробка комп'ютерної моделі дозатора

Моделювання роботи дозатора автомата МК-ОФМ виконуватимемо з використанням модуля SolidWorks FlowSimulation. При цьому спочатку робимо тривимірну модель збірки дозатора.

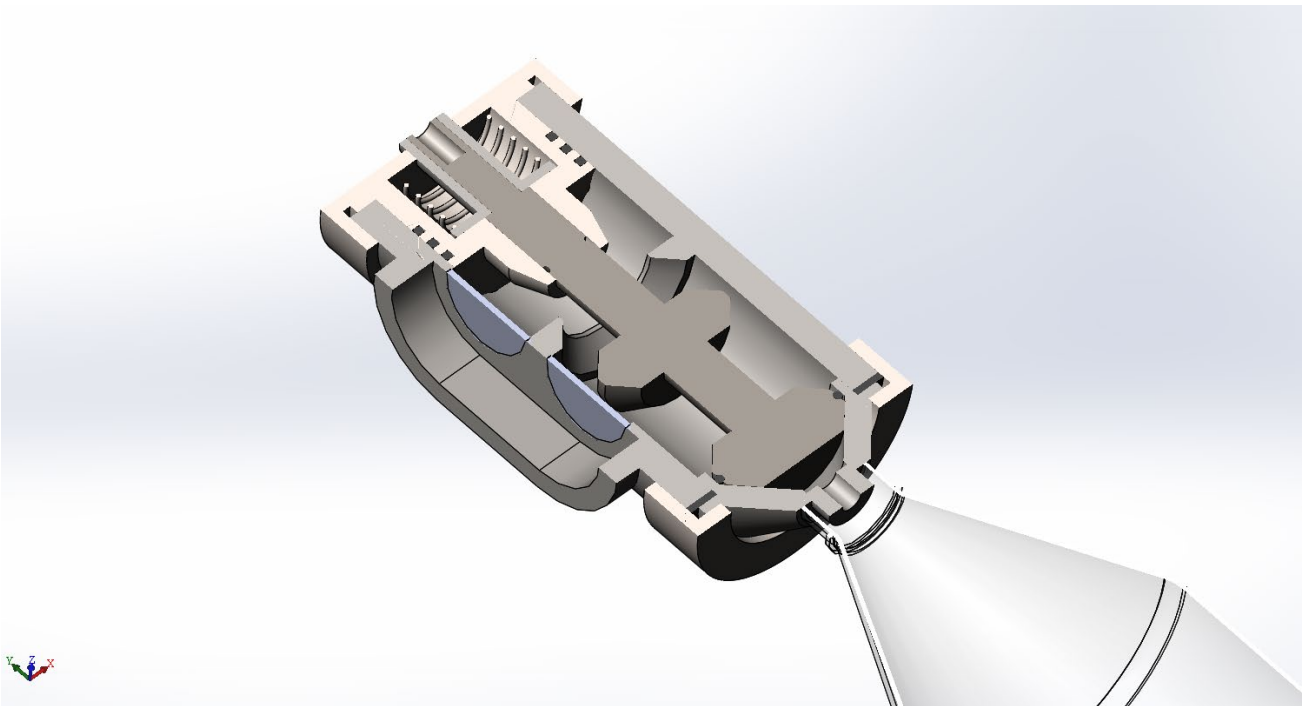


Рис. 4.1. Вузол дозатора при формуванні порції.

При формуванні збірки дозатора сметани створено дві конфігурації збірки: «формування порції» та «дозування» (рис. 4.1, 4.2).

В роботі виконано моделювання роботи дозатора для різної форми каналу сопла, для перемикання між якими теж використано конфігурації, але вже на рівні деталі.

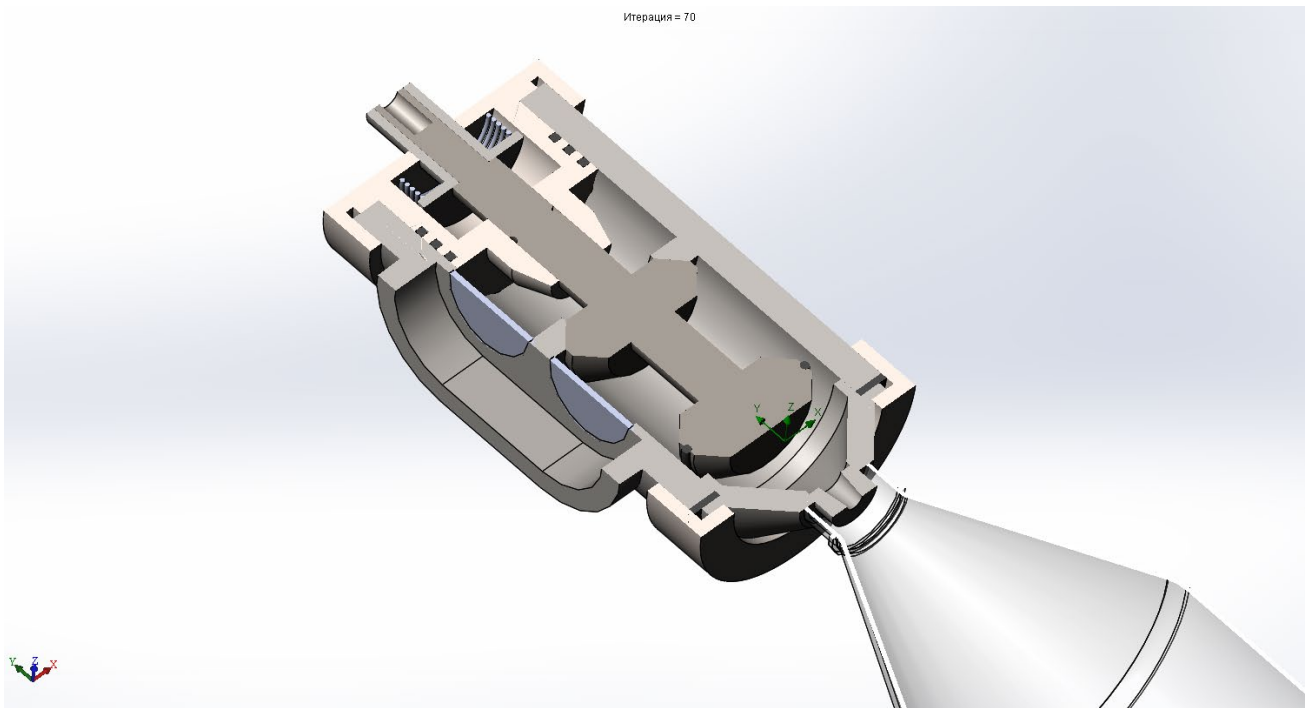


Рис. 4.2. Вузол дозатора при фодуванні.

4.2. Результати моделювання дозатора

На рис. 4.3. показана глобальна сітка, створена в моделюваній області дозування сметани. Для моделювання роботи даного вузла застосовано рекомендовані програмою розиміри сітки. Результати обчислень частини показників (тиск у потоці сметани, швидкість руху сметани, швидкість руху (X) сметани, швидкість руху (Y) сметани, швидкість руху (Z) сметани, зміна температури в потоці сметани, завихреність потоку сметани, швидкість руху сметани в процесі фасування у обертовій координатній системі) для різної конфігурації сопла дозатора представимо на рис. 4.4.- рис. 4.27.

Максимальні і мінімальні величини вищеназваних і деяких інших параметрів представлено в таблицях 4.1 - 4.3.

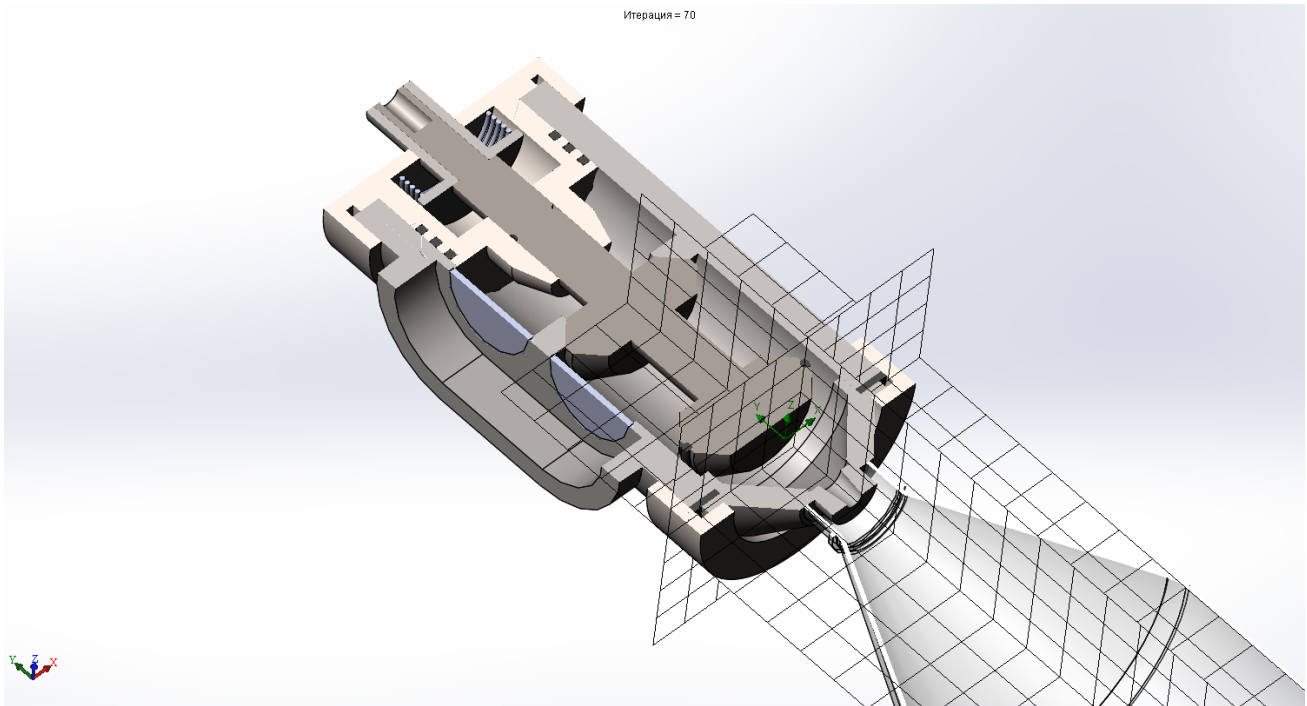


Рис. 4.3. Розрахункова глобальна сітка

На рис.4.4 – рис.4.11 наведено результати моделювання дозування сметани в процесі фасування при циліндричній формі сопла дозатора.

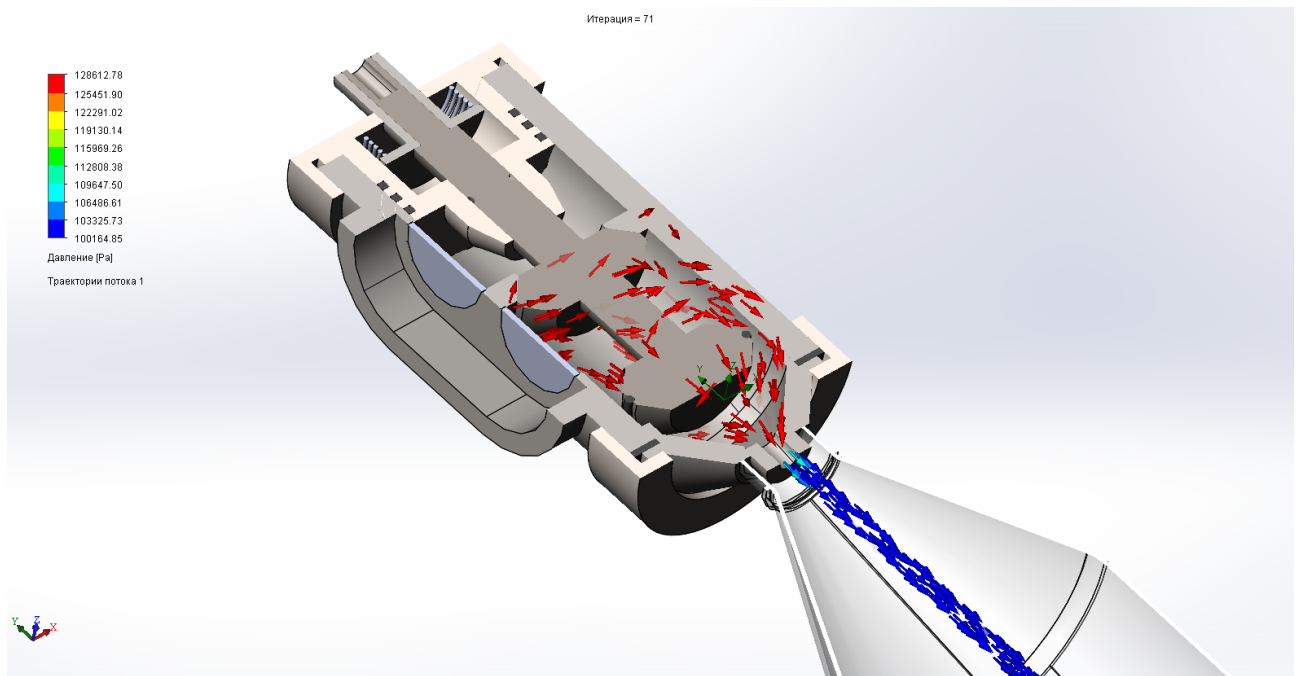


Рис. 4.4. Тиск у потоці сметани в процесі фасування при циліндричній формі сопла.

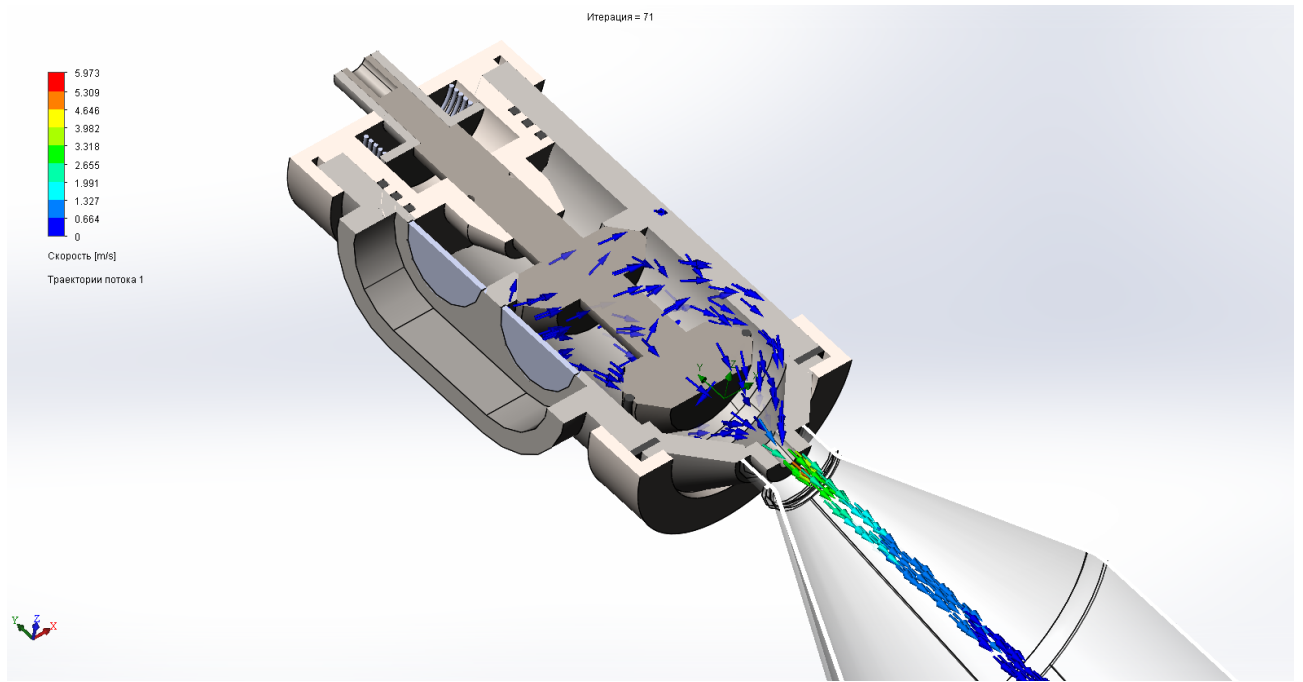


Рис. 4.5. Швидкість руху сметани в процесі фасування при циліндричній формі сопла.

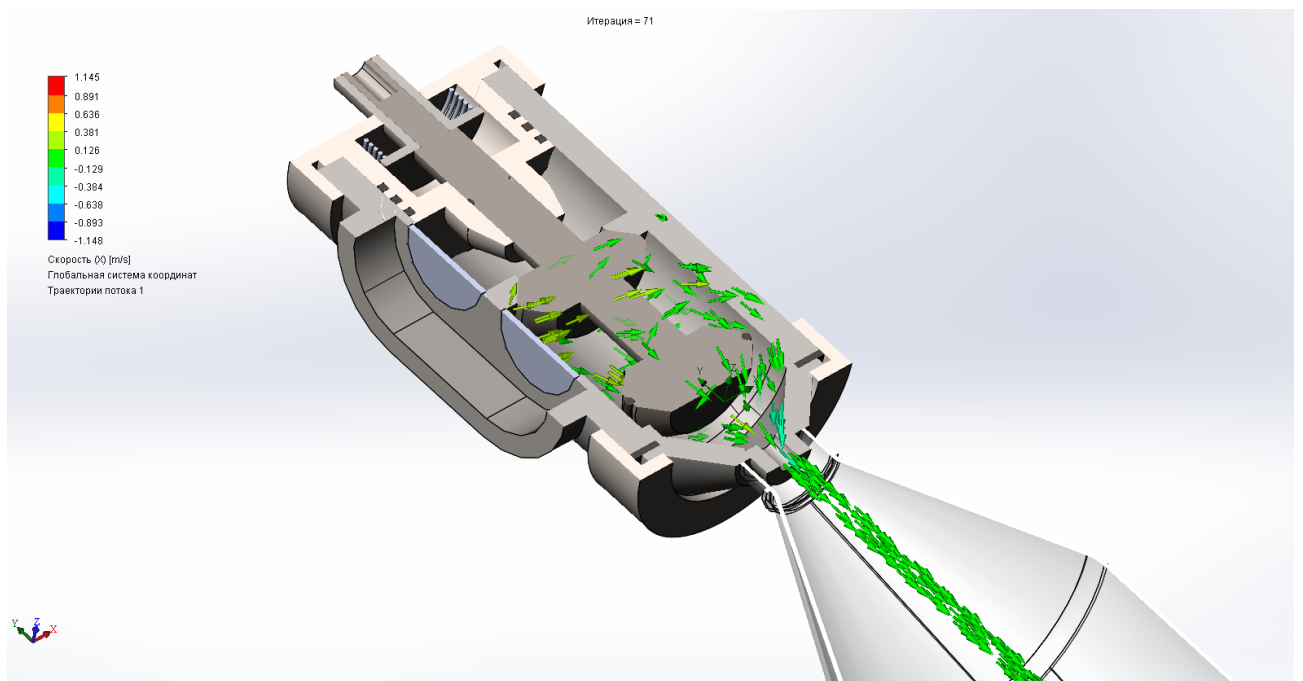


Рис. 4.6. Швидкість руху (X) сметани в процесі фасування при циліндричній формі сопла.

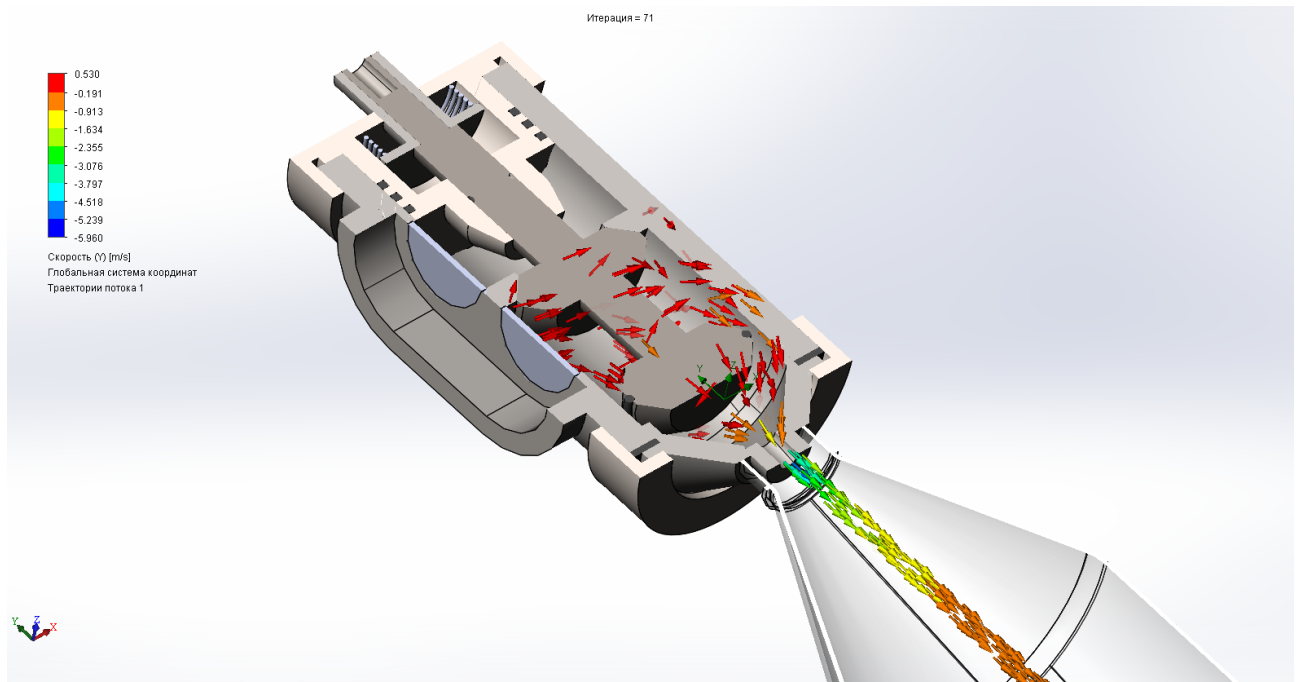


Рис. 4.7. Швидкість руху (Y) сметани в процесі фасування при циліндричній формі сопла.

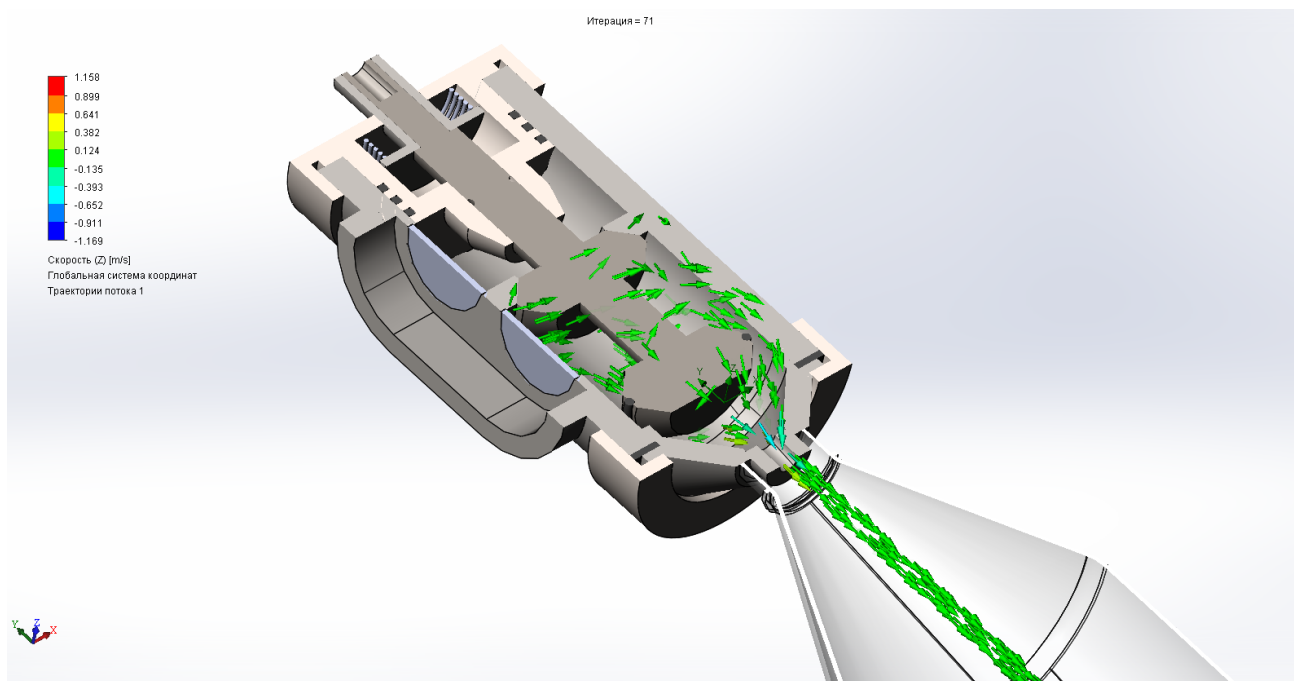


Рис. 4.8. Швидкість руху (Z) сметани в процесі фасування при циліндричній формі сопла.

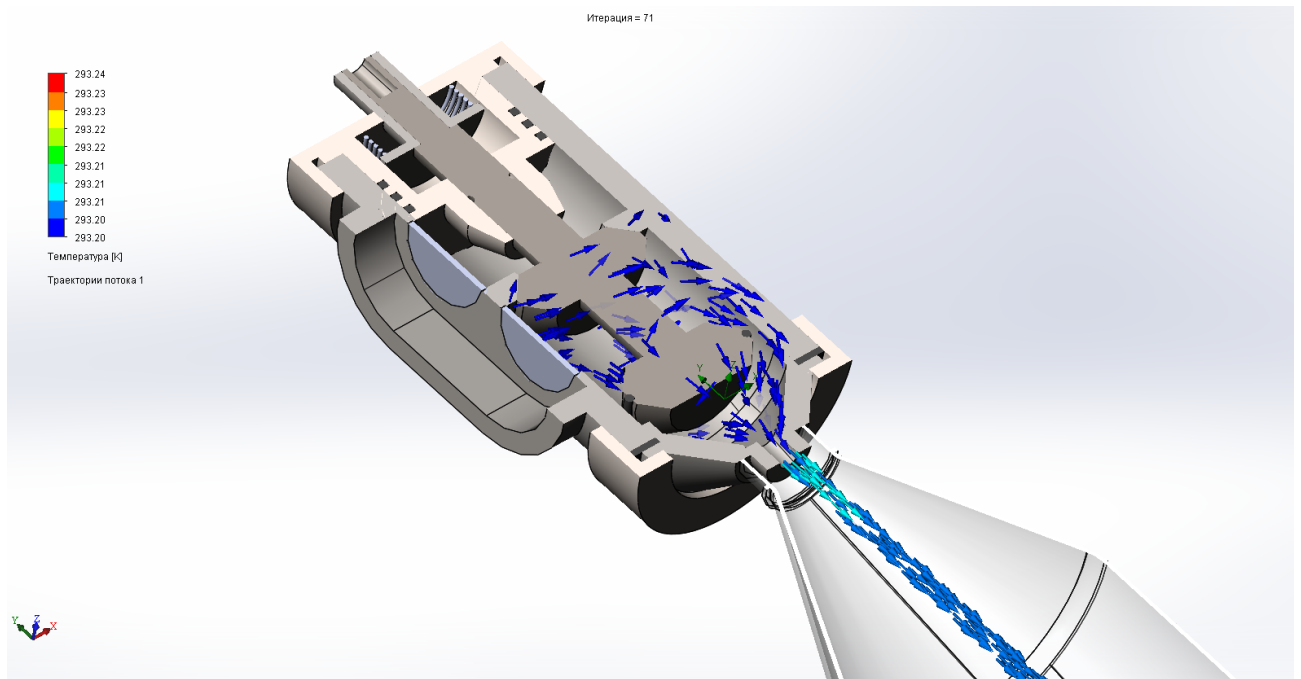


Рис. 4.9. Зміна температури в потоці сметани в процесі фасування при циліндричній формі сопла.

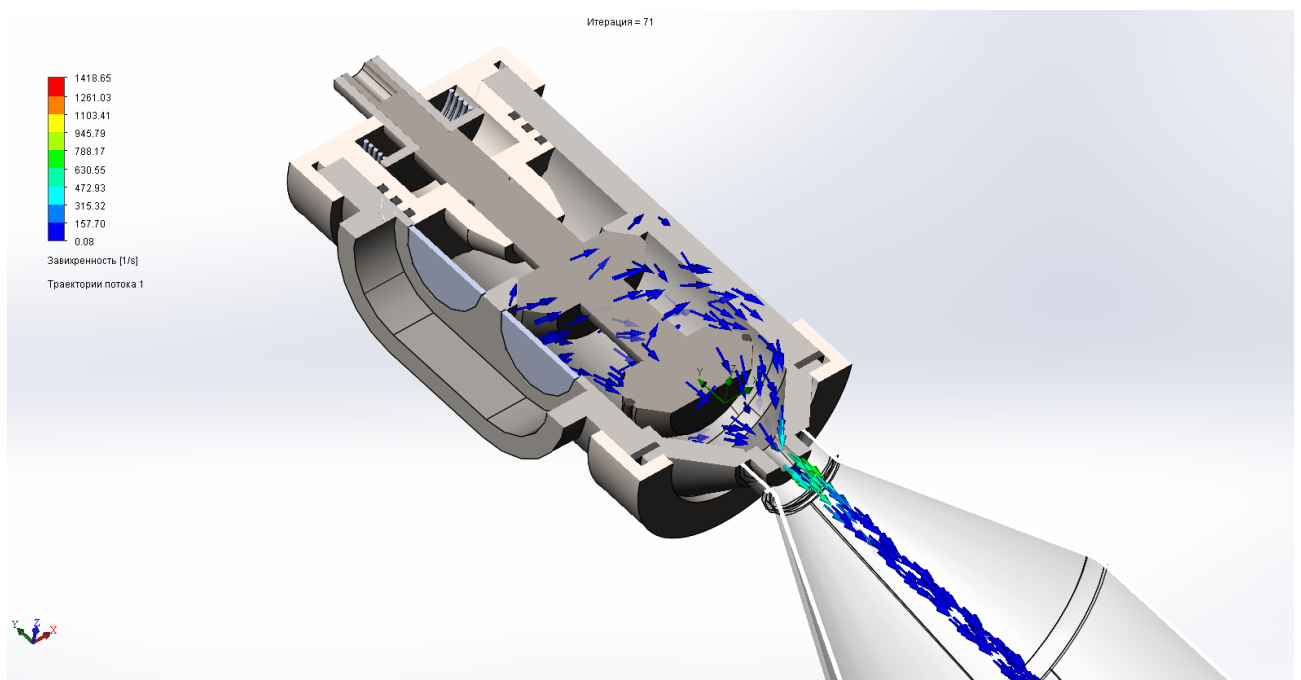


Рис. 4.10. Завихреність потоку сметани в процесі фасування при циліндричній формі сопла.

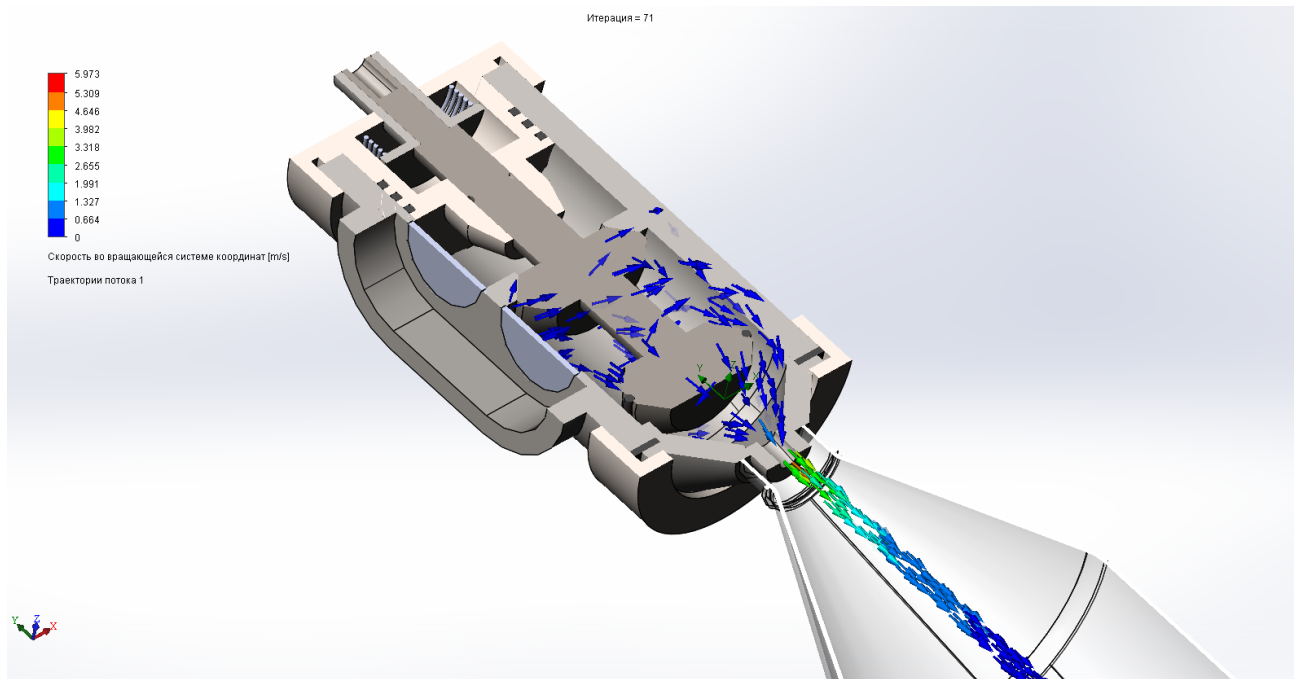


Рис. 4.11. Швидкість руху сметани в процесі фасування у обертовій координатній системі при циліндричній формі сопла.

На рис.4.12 – рис.4.19 наведено результати моделювання дозування сметани в процесі фасування при звуженій конічній формі сопла дозатора.

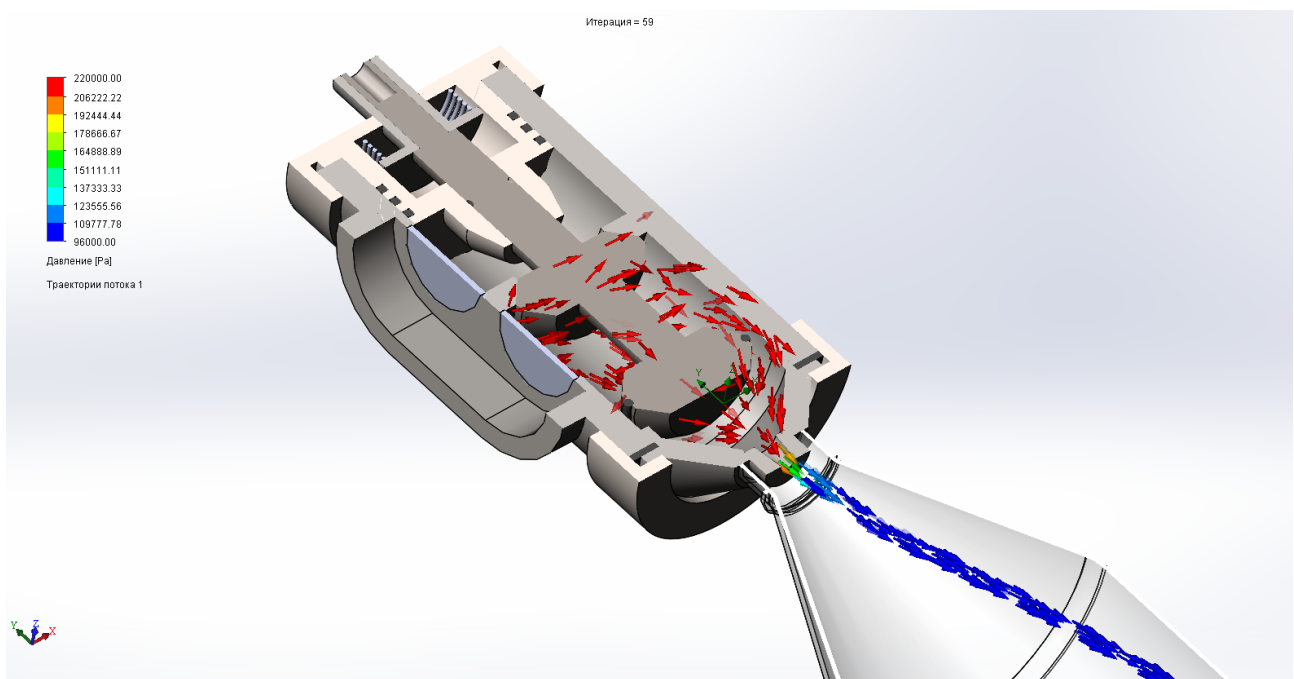


Рис. 4.12. Тиск у потоці сметани в процесі фасування при звуженій конічній формі сопла.

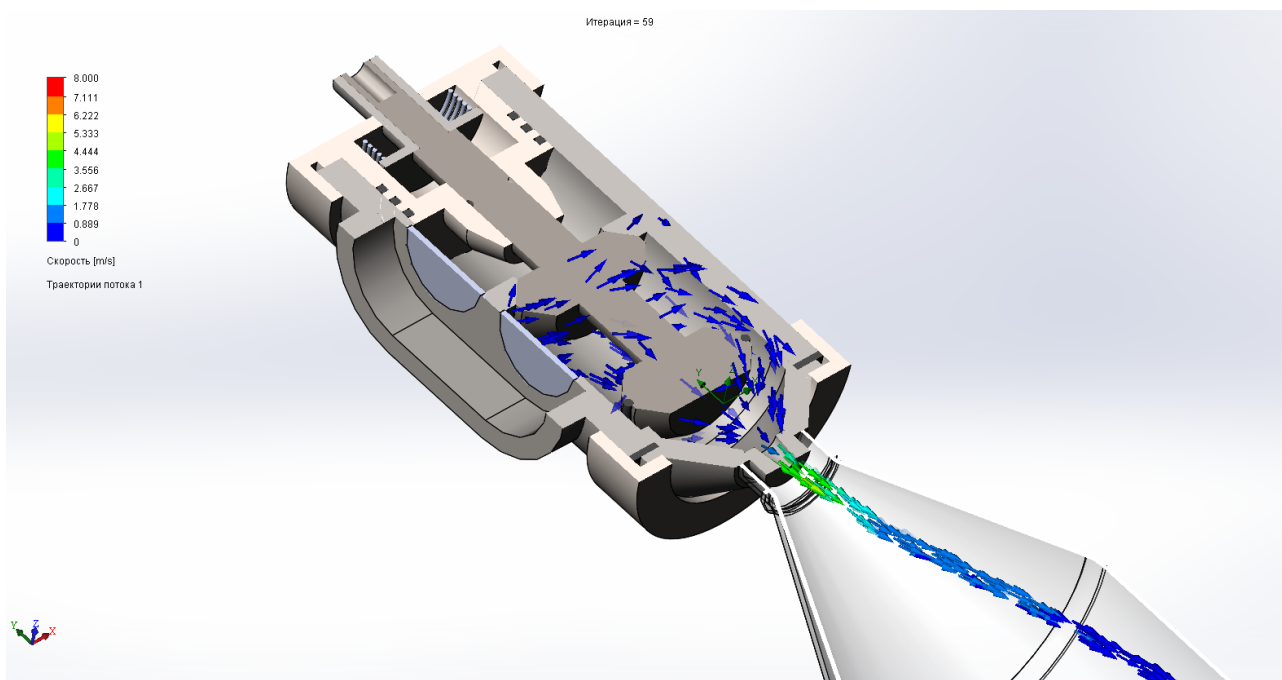


Рис. 4.13. Швидкість руху сметани в процесі фасування при звуженій конічній формі сопла.

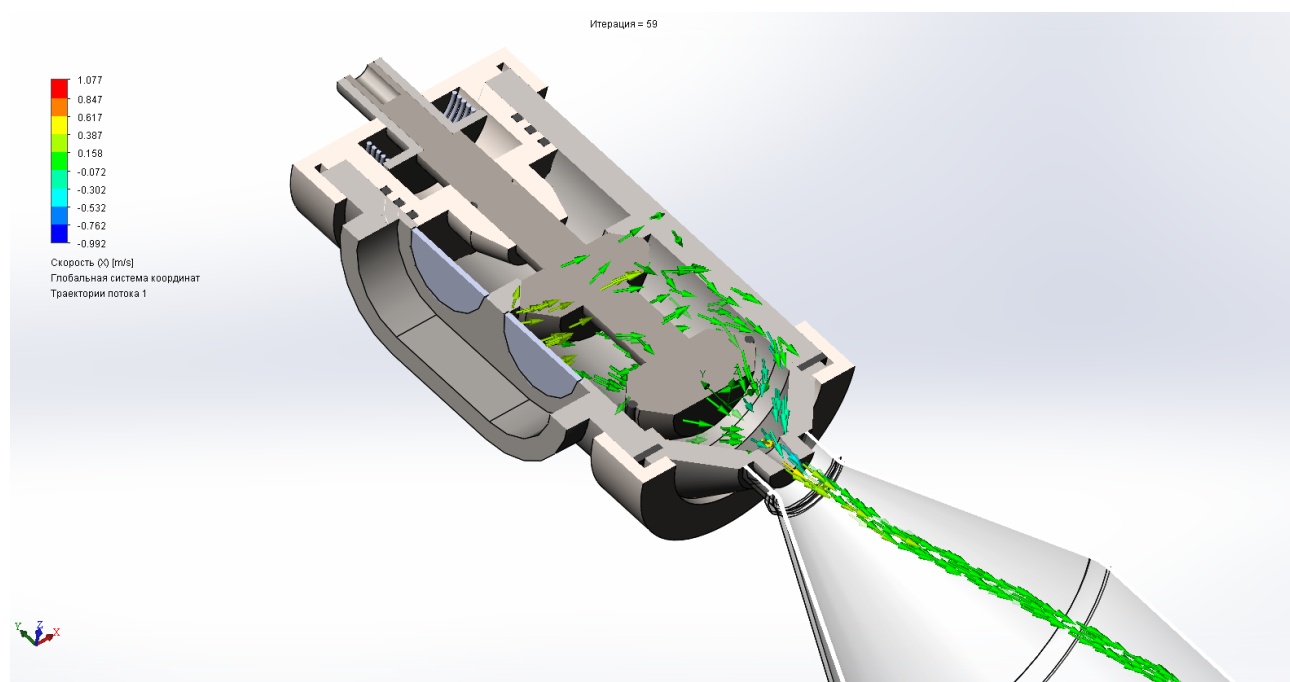


Рис. 4.14. Швидкість руху (X) сметани в процесі фасування при звуженій конічній формі сопла.

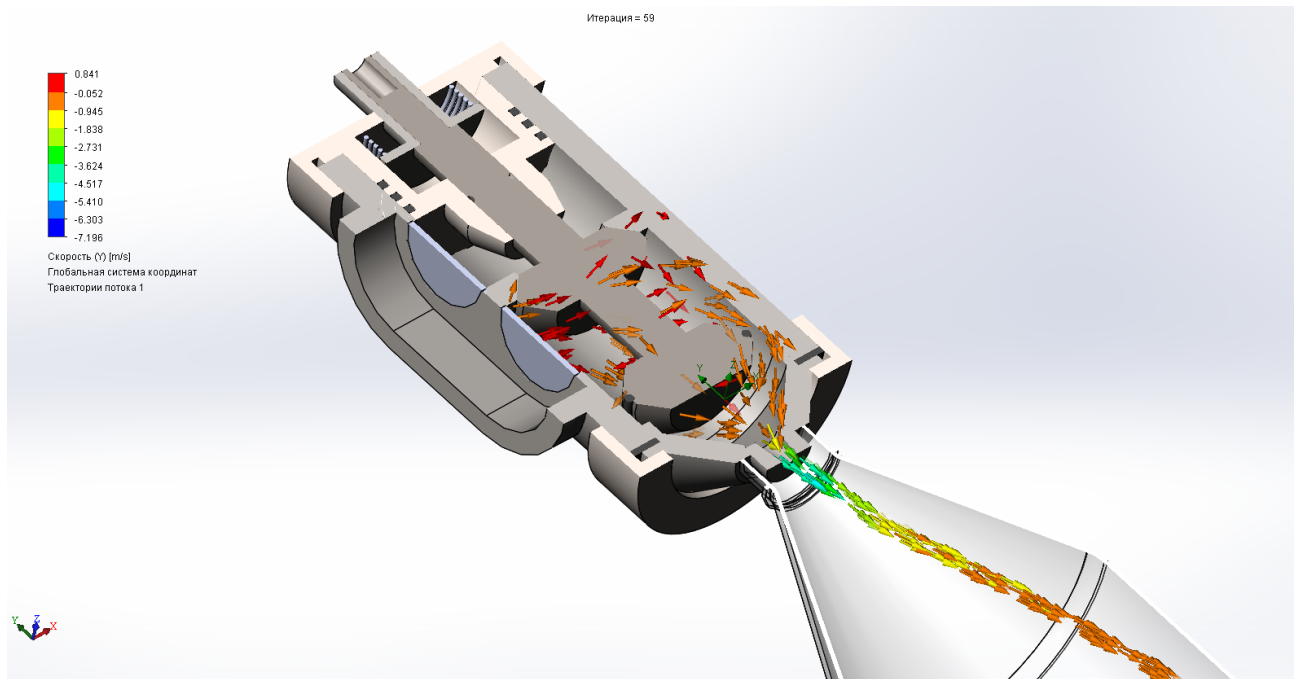


Рис. 4.15. Швидкість руху (Y) сметани в процесі фасування при звуженій конічній формі сопла.

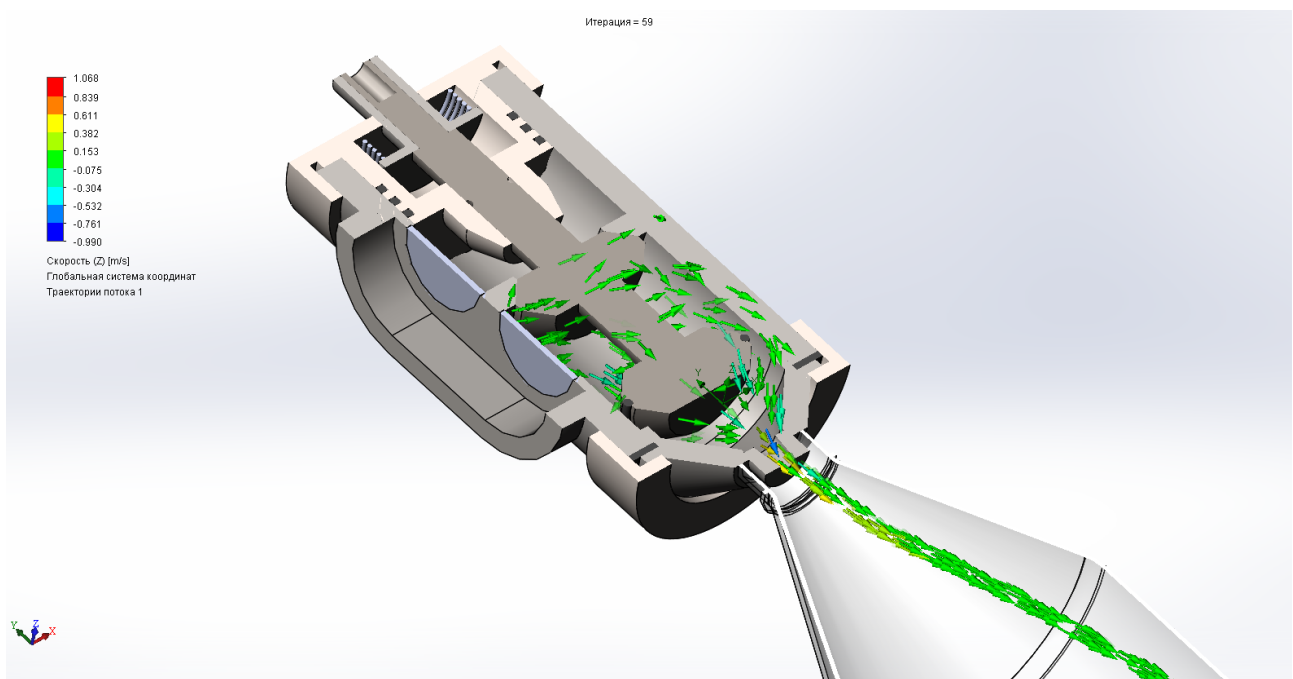


Рис. 4.16. Швидкість руху (Z) сметани в процесі фасування при звуженій конічній формі сопла.

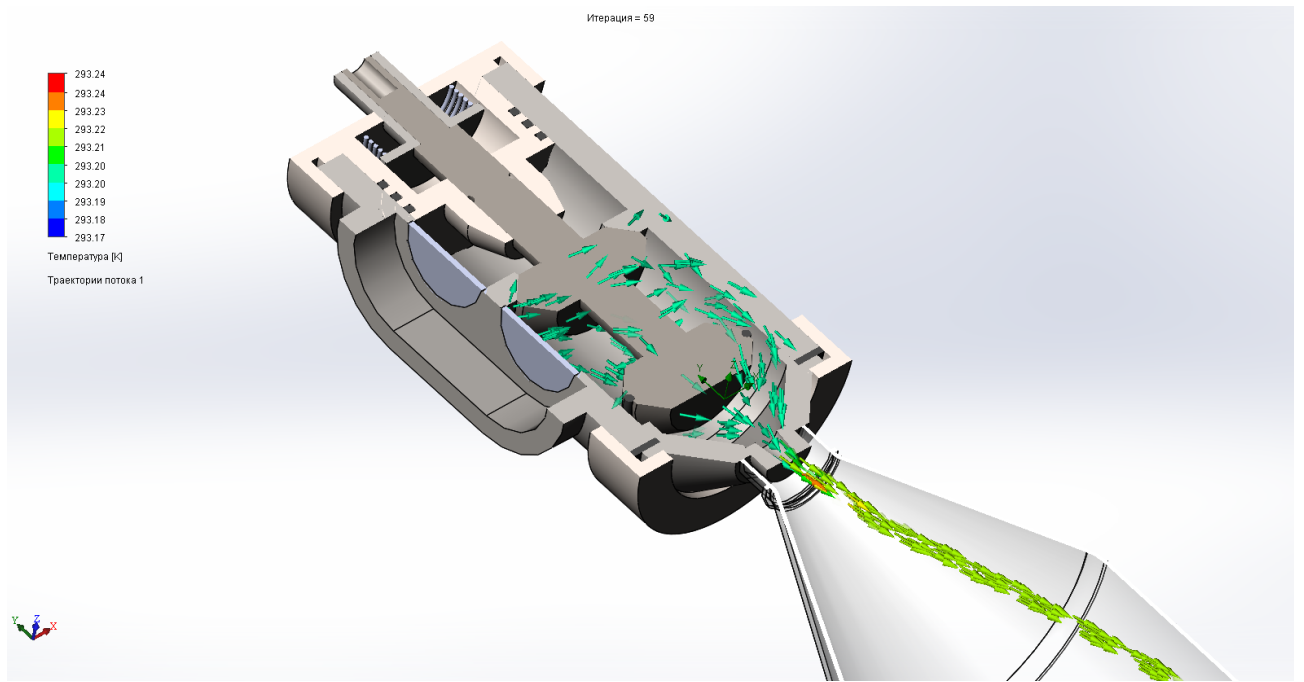


Рис. 4.17. Зміна температури в потоці сметани в процесі фасування при звуженій конічній формі сопла.

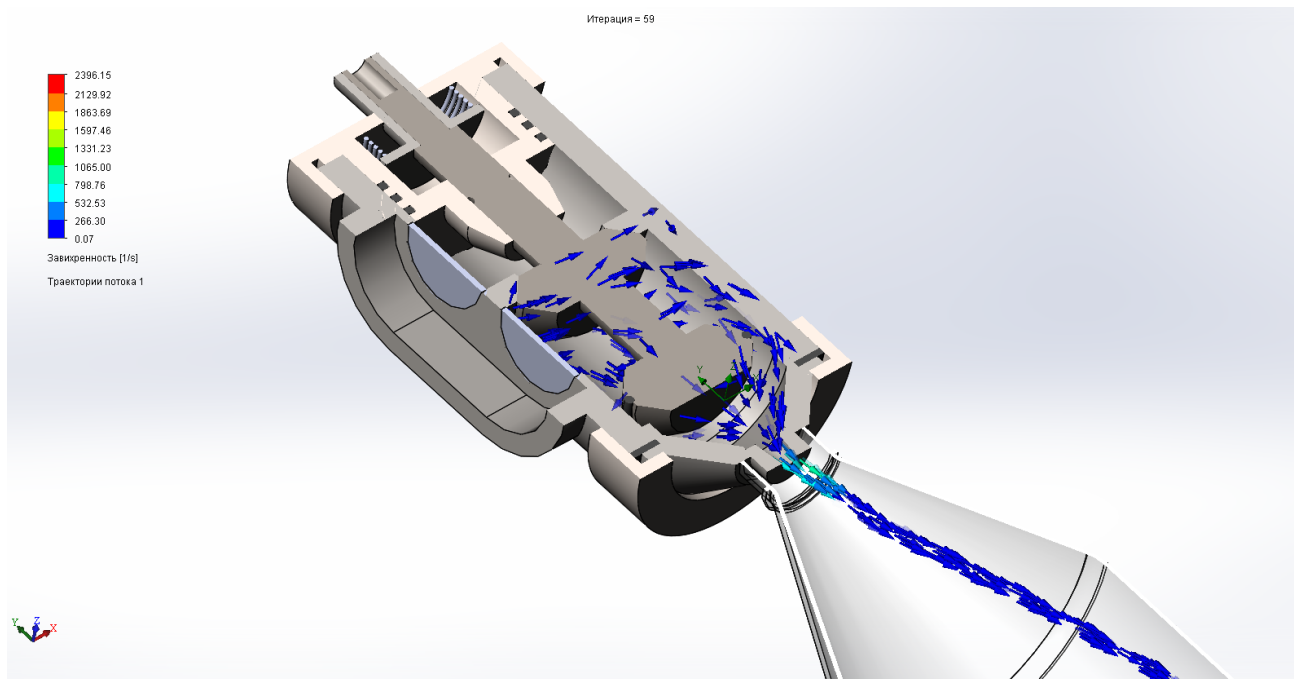


Рис. 4.18. Завихреність потоку сметани в процесі фасування при звуженій конічній формі сопла.

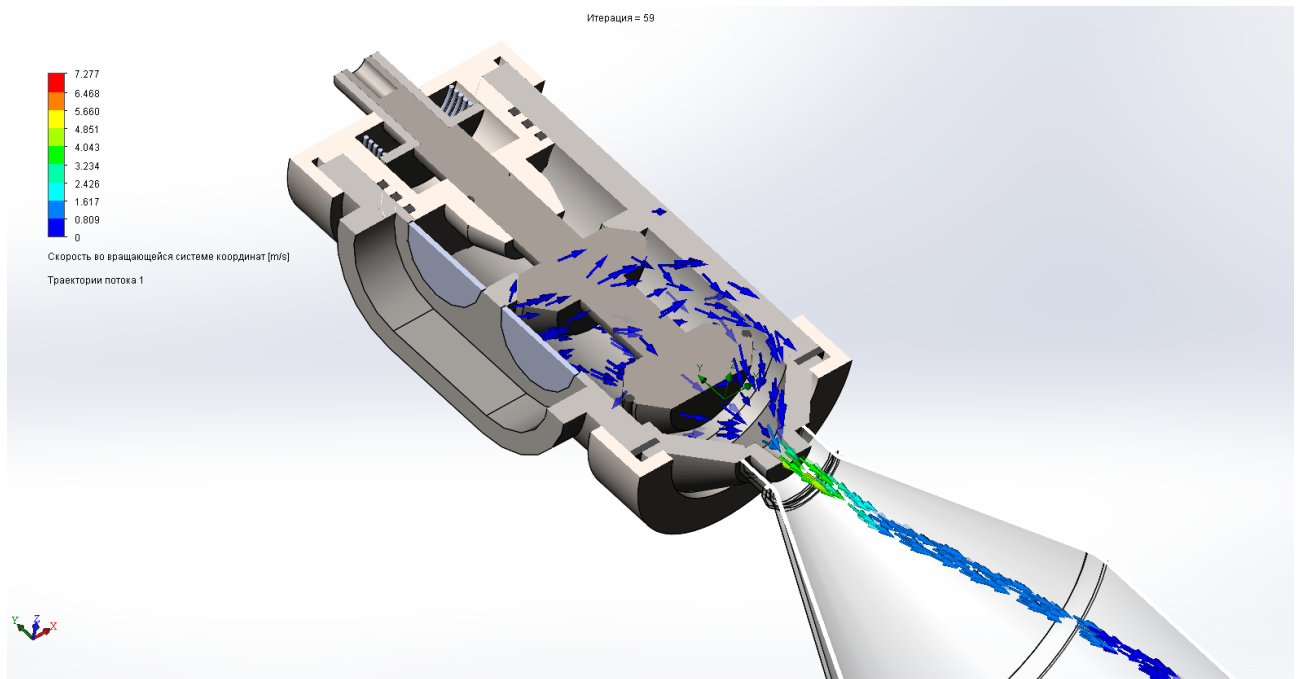


Рис. 4.19. Швидкість руху сметани в процесі фасування у обертовій координатній системі при звуженій кінчній формі сопла.

На рис.4.20 – рис.4.27 наведено результати моделювання дозування сметани в процесі фасування при розширеній кінчній формі сопла.

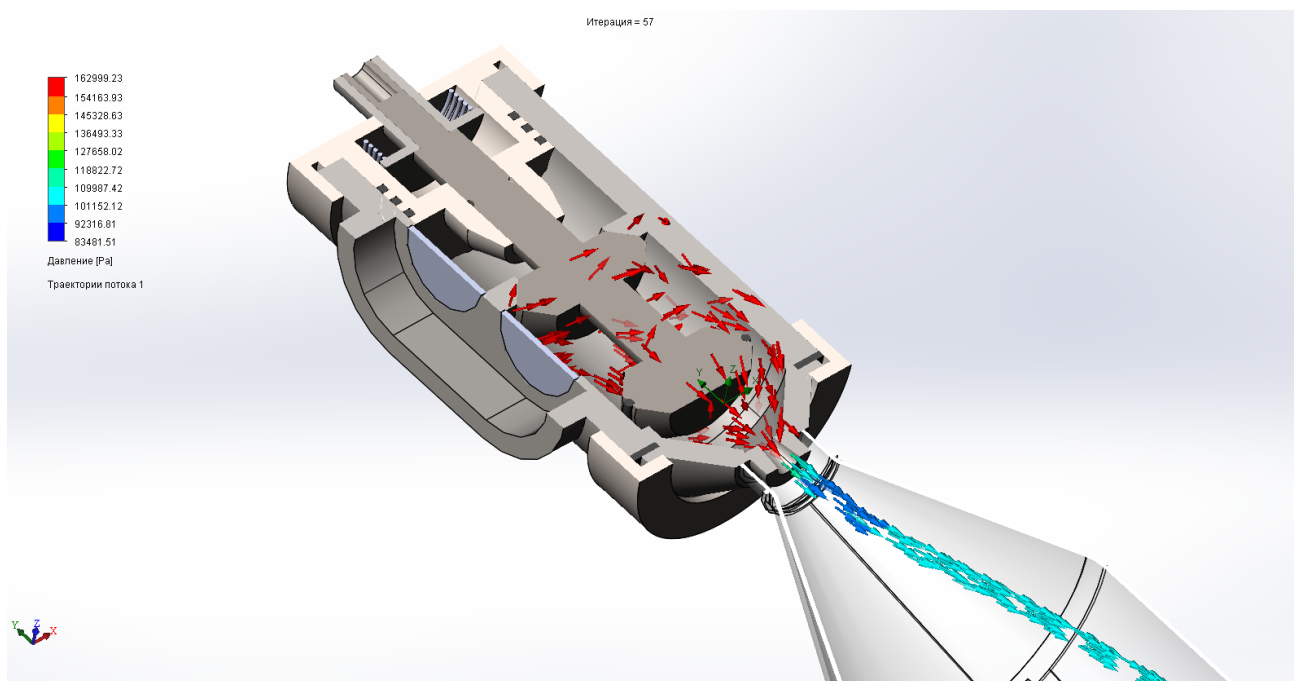


Рис. 4.20. Тиск у потоці сметани в процесі фасування при розширеній кінчній формі сопла.

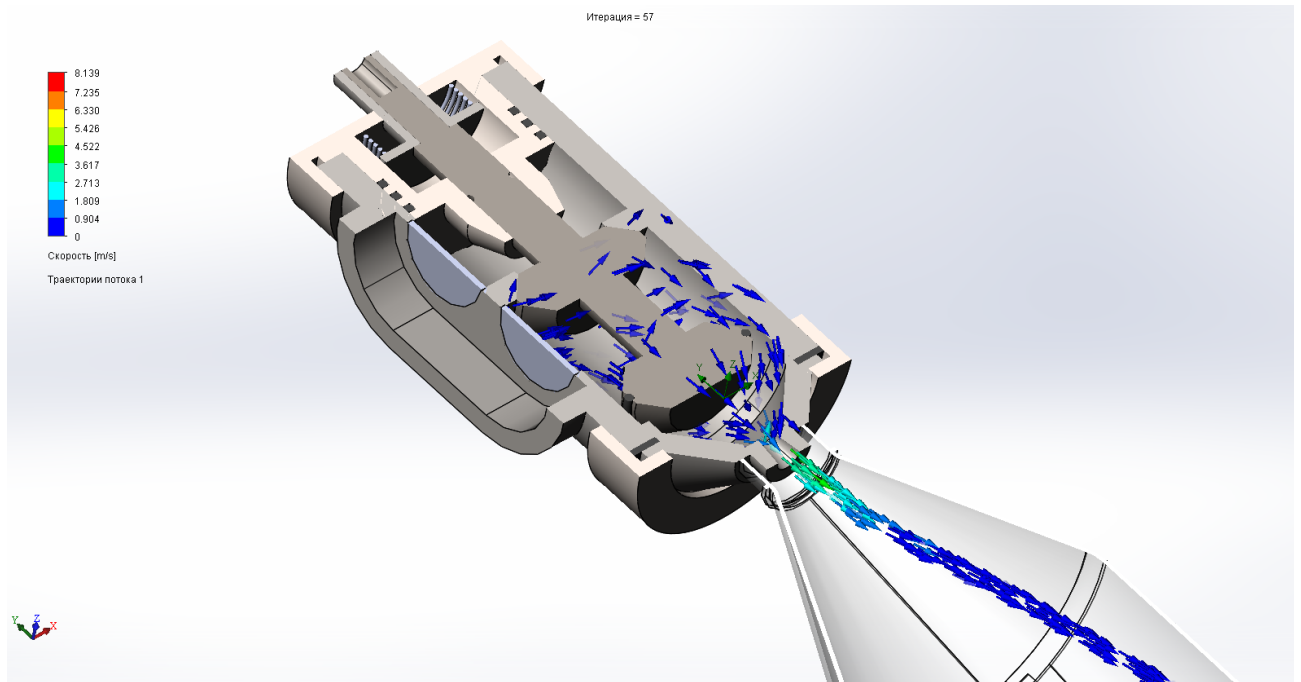


Рис. 4.21. Швидкість руху сметани в процесі фасування при розширеній конічній формі сопла.

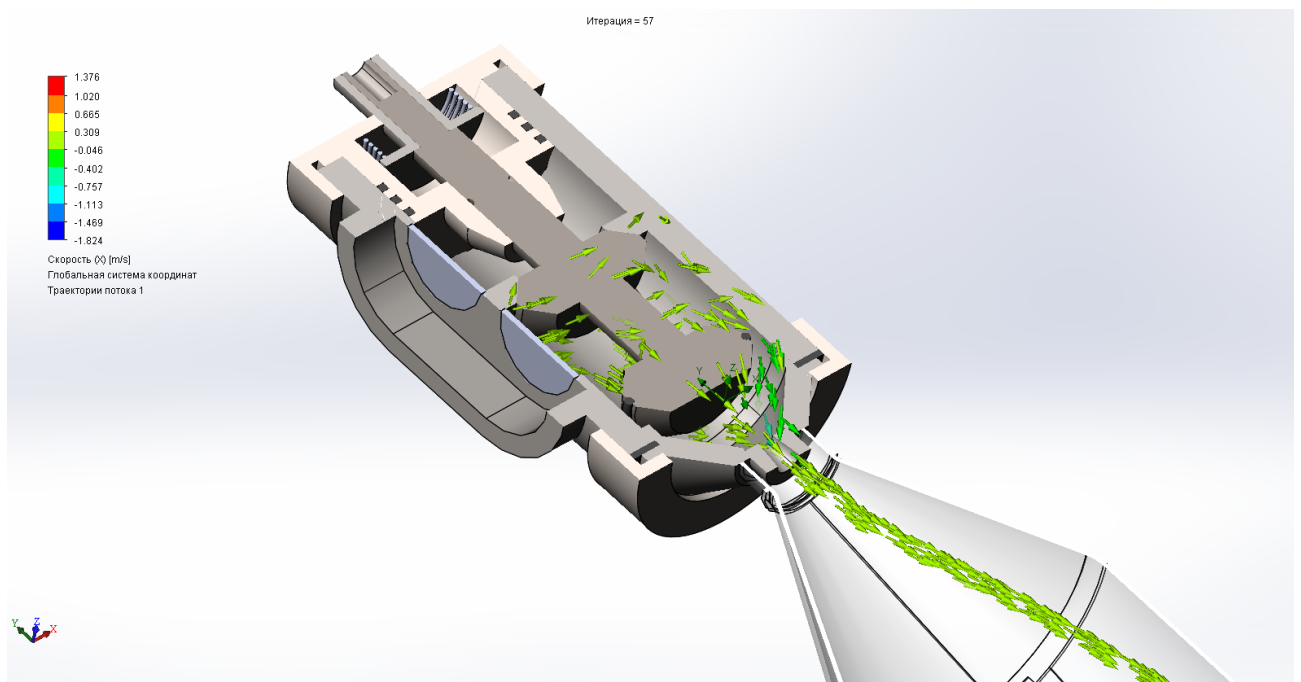


Рис. 4.22. Швидкість руху (X) сметани в процесі фасування при розширеній конічній формі сопла.

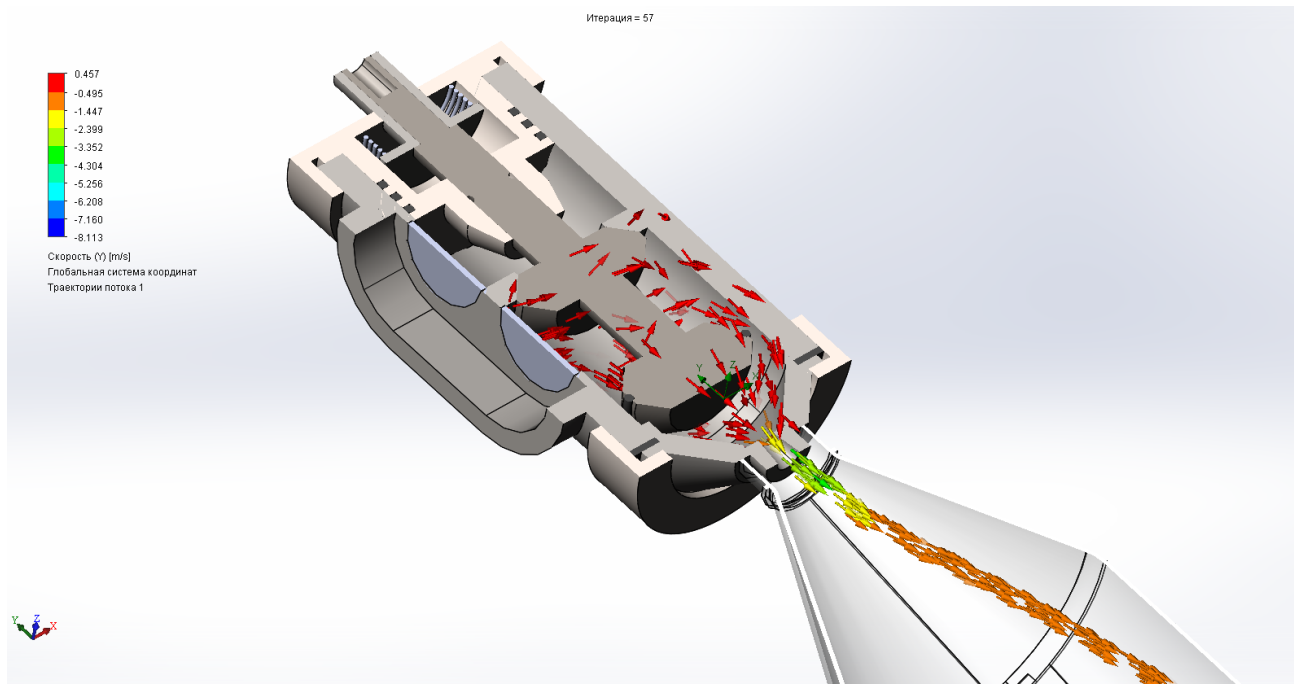


Рис. 4.23. Швидкість руху (Y) сметани в процесі фасування при розширеній кінчній формі сопла.

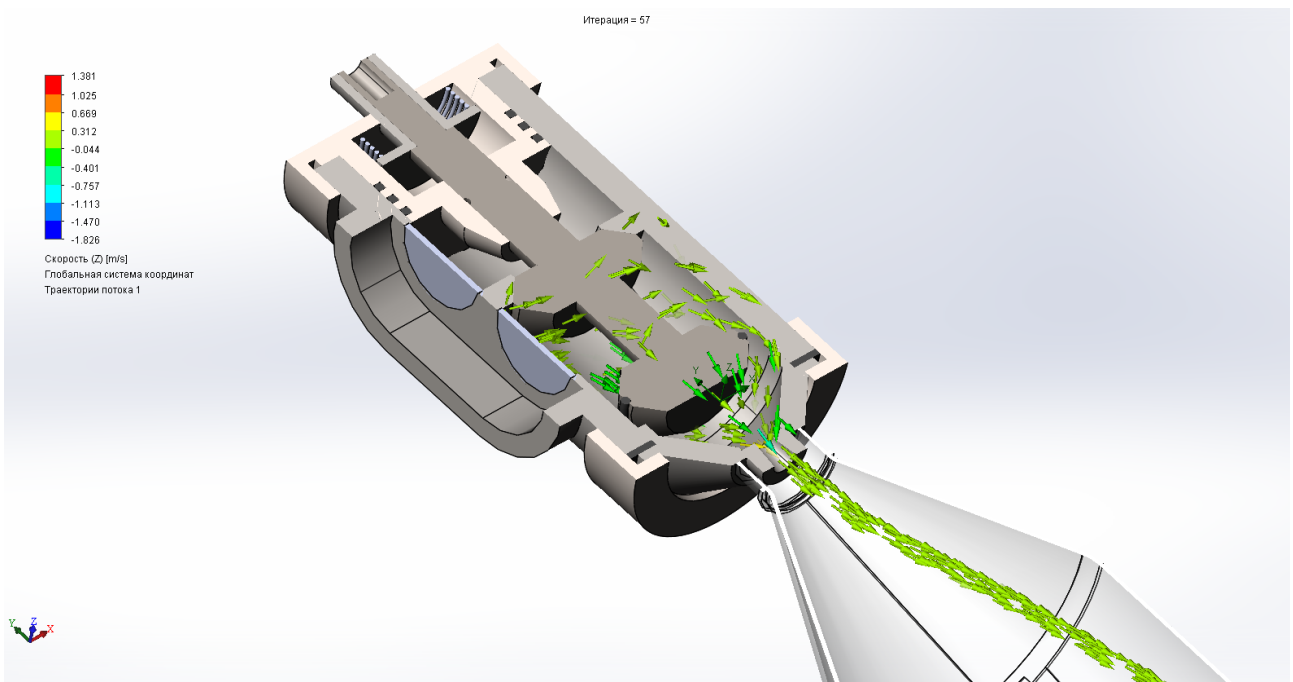


Рис. 4.24. Швидкість руху (Z) сметани в процесі фасування при розширеній кінчній формі сопла.

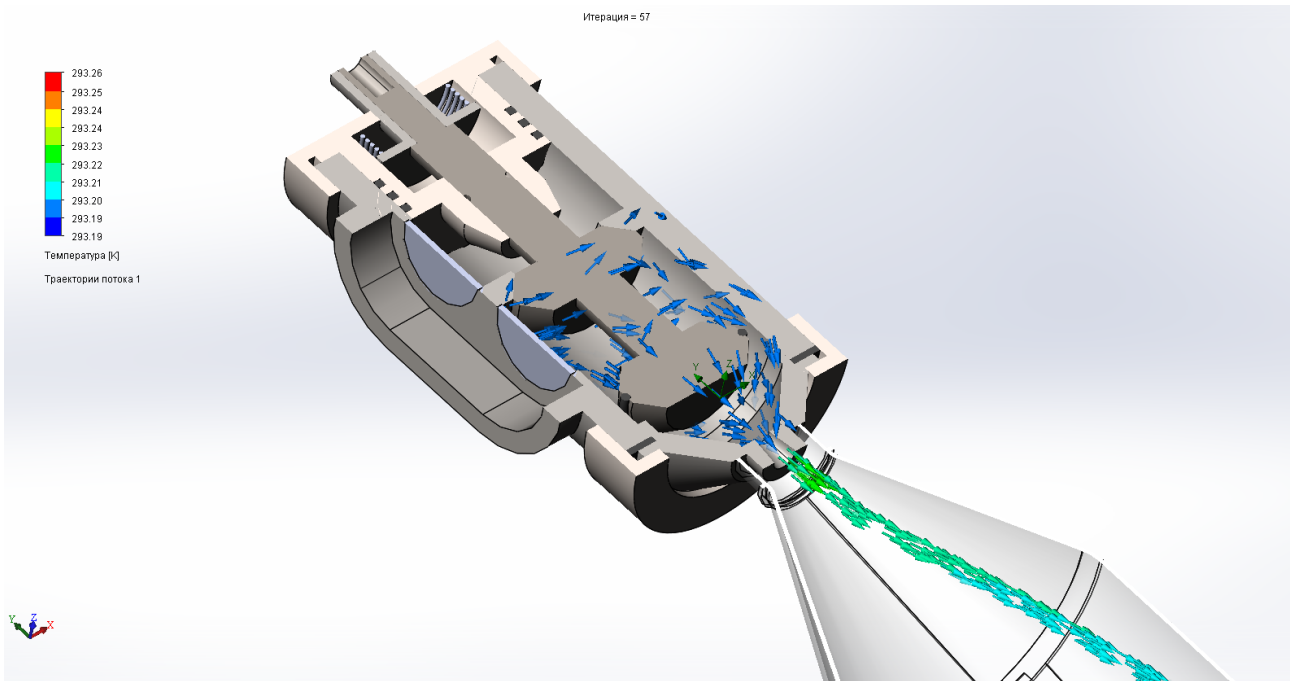


Рис. 4.25. Зміна температури в потоці сметани в процесі фасування при розширеній конічній формі сопла.

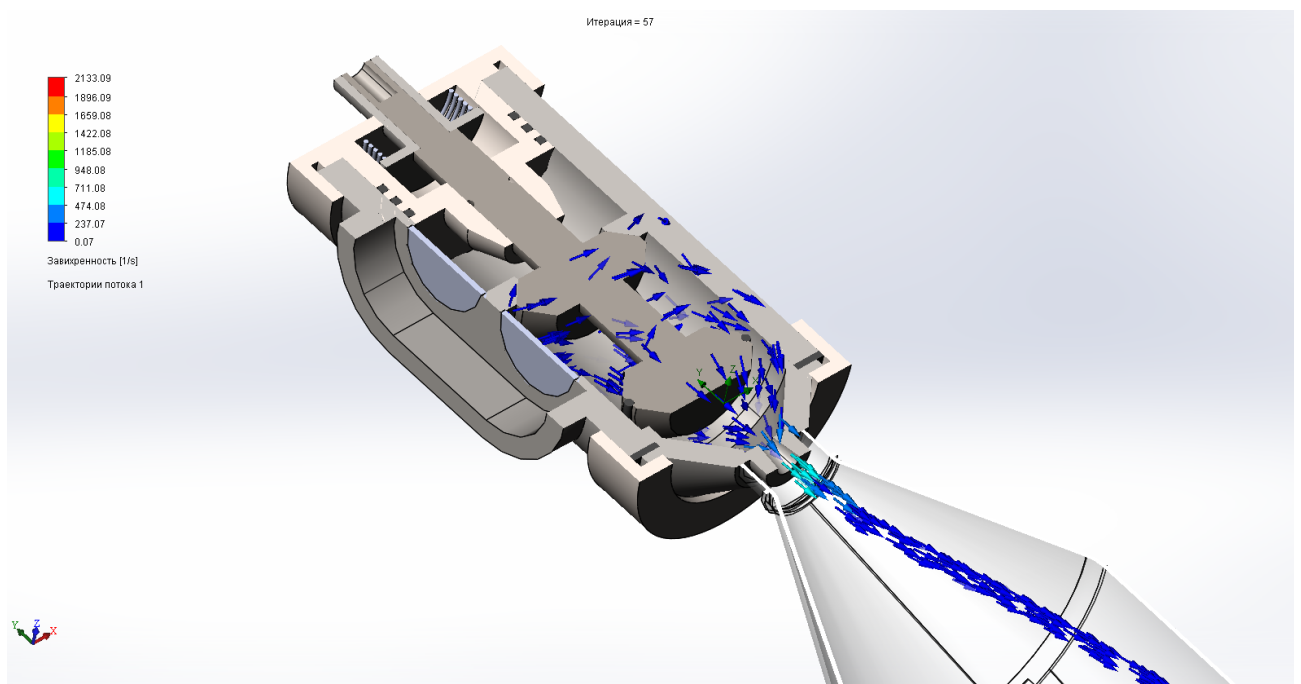


Рис. 4.26. Завихреність потоку сметани в процесі фасування при розширеній конічній формі сопла.

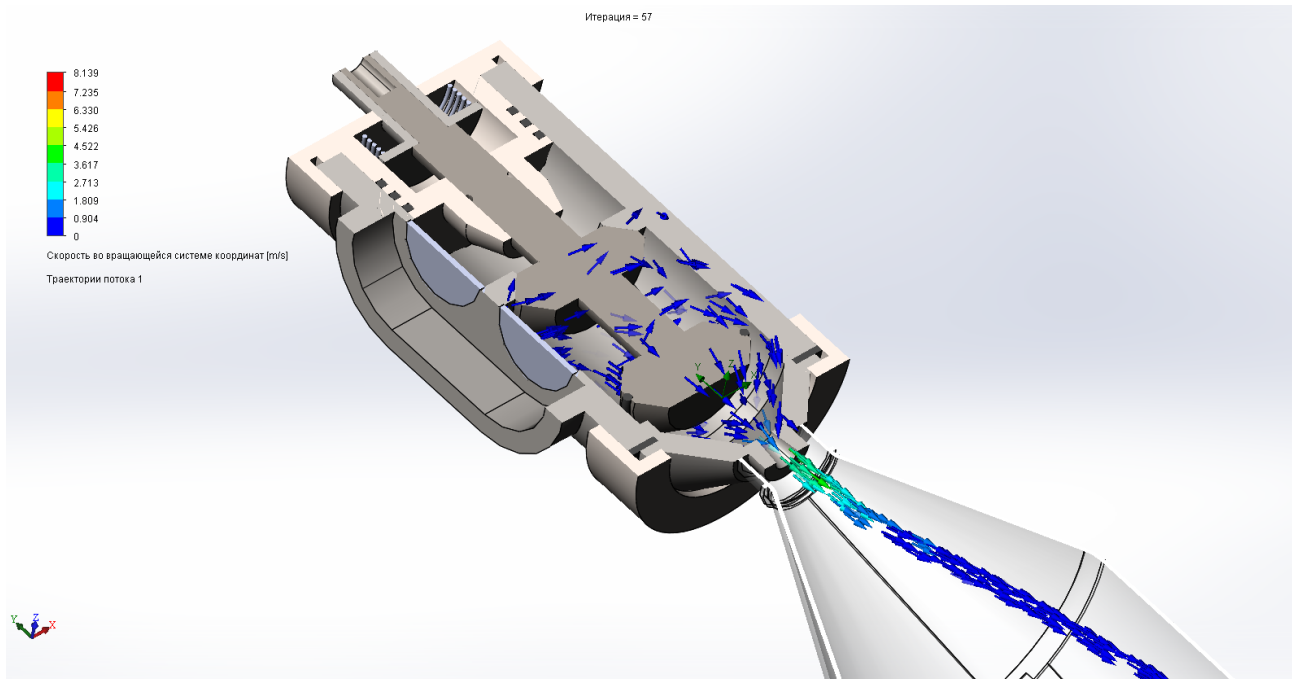


Рис. 4.27. Швидкість руху сметани в процесі фасування у обертовій координатній системі при розширеній конічній формі сопла.

4.4. Аналіз результатів

Представимо максимальні і мінімальні величини основних режимних параметрів для різних конфігурацій сопла для циліндричної форми сопла, звуженої конічної форми сопла, розширеної конічної форми сопла при дозуванні сметани в таблицях 4.1 - 4.3.

Швидкість витікання рідини є найменшою при циліндричній формі сопла і складає 5.973 м/с, тоді як для звуженої конічної форми сопла вона складає 7.277 м/с і для розширеної конічної форми сопла рівна 8.139 м/с. Наслідком зростання швидкості витікання продукту є зменшення тривалості наповнення тари, що дає змогу зменшити тривалість кінематичного циклу і збільшити продуктивність фасувального автомата. Також характерним є те, що при нециліндричній формі сопла траєкторія руху фасованої сметани прямує в бік стінки тари, наслідком чого

є менше піноутворення при фасуванні. Таким чином, зміна форми сопла відкриває можливості для нарощення продуктивності фасувального обладнання.

Таблиця 4.1

Мінімальні та максимальні значення модельованих режимних величин в процесі фасування сметани при циліндричній формі сопла дозатора.

Параметр	Мінімум	Максимум
Тиск [Pa]	100164.85	128612.78
Густина (сметана) [kg/m ³]	917.53	917.53
Швидкість [m/s]	0	5.973
Швидкість (X) [m/s]	-1.148	1.145
Швидкість (Y) [m/s]	-5.960	0.530
Швидкість (Z) [m/s]	-1.169	1.158
Температура [K]	293.20	293.24
Температура (сметана) [K]	293.20	293.24
<u>Завихреність</u> [1/s]	0.08	1418.65
Швидкість в обертовій системі координат [m/s]	0	5.973
Швидкість в обертовій системі координат (X) [m/s]	-1.148	1.145
Швидкість в обертовій системі координат (Y) [m/s]	-5.960	0.530
Швидкість в обертовій системі координат (Z) [m/s]	-1.169	1.158
Дотичні напруження[Pa]	1.17e-03	883.70
Відносний тиск [Pa]	-1160.15	27287.78
Індикатор <u>неколінеарності теплового потоку</u>	9.36e-11	1.00
Індикатор теплового опору	1.25e-10	1.00
Поверхнева густина теплового <u>потоку</u> (конвекція) [W/m ²]	-3.67e+08	1.34e+08

Мінімальні та максимальні значення модельованих режимних величин в процесі фазування сметани при звуженій конічній формі сопла дозатора.

Параметр	Мінімум	Максимум
Тиск [Pa]	97484.18	211746.74
Густина (сметана) [kg/m^3]	917.53	917.53
Швидкість [m/s]	0	7.277
Швидкість (X) [m/s]	-0.992	1.077
Швидкість (Y) [m/s]	-7.196	0.841
Швидкість (Z) [m/s]	-0.990	1.068
Температура [K]	293.17	293.24
Температура (сметана) [K]	293.17	293.24
<u>Завихреність</u> [1/s]	0.07	2396.15
Швидкість в обертовій системі координат [m/s]	0	7.277
Швидкість в обертовій системі координат (X) [m/s]	-0.992	1.077
Швидкість в обертовій системі координат (Y) [m/s]	-7.196	0.841
Швидкість в обертовій системі координат (Z) [m/s]	-0.990	1.068
Дотичні напруження [Pa]	1.31e-03	1761.68
Відносний тиск [Pa]	-3840.82	110421.74
Індикатор <u>неколінеарності</u> теплового <u>потіка</u>	8.08e-11	1.00
Індикатор теплового опору	2.75e-11	1.00
Поверхнева густина теплового <u>потіка</u> (конвекція) [W/m ²]	-4.29e+08	1.34e+08

Мінімальні та максимальні значення модельованих режимних величин в процесі фасування сметани при розширеній конічній формі сопла дозатора.

Параметр	Мінімум	Максимум
Тиск [Pa]	83481.51	162999.23
Густина (сметана) [kg/m^3]	917.53	917.53
Швидкість [m/s]	0	8.139
Швидкість (X) [m/s]	-1.824	1.376
Швидкість (Y) [m/s]	-8.113	0.457
Швидкість (Z) [m/s]	-1.826	1.381
Температура [K]	293.19	293.26
Температура (сметана) [K]	293.19	293.26
<u>Завихреність</u> [1/s]	0.07	2133.09
Швидкість в обертовій системі координат [m/s]	0	8.139
Швидкість в обертовій системі координат (X) [m/s]	-1.824	1.376
Швидкість в обертовій системі координат (Y) [m/s]	-8.113	0.457
Швидкість в обертовій системі координат (Z) [m/s]	-1.826	1.381
Дотичні напруження [Pa]	1.06e-03	1875.27
Відносний тиск [Pa]	-17843.49	61674.23
Індикатор <u>неколінеарності теплового потоку</u>	2.37e-10	1.00
Індикатор теплового опору	1.44e-11	1.00
Поверхнева густина теплового <u>потоку</u> (конвекція) [W/m ²]	-3.40e+08	1.34e+08

5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5.1 Заходи з охорони праці

Технологічний процес виробництва сметани забезпечується наступним технологічним обладнанням: прийомні ванни ИПКС- 053, насоси Г2-ОПА (З6-1Ц1,8-12), лічильник молока СМЗ-2, охолоджувачі пластинчасті А1-ООЛ-5, резервуари В2-ОМВ-6,3, пастеризаційно-охолоджувальна установка П8-ОПО-3-01, сепаратори-нормалізатори ОСЦП-3, гомогенізатор Н3037, заквасочники Л5-ОЗ-40, резервуари Я1-ОСВ-6, автомат фасувальний МК-ОФМ.

Прийомні ванни для молока ИПКС- 053 являють собою відкриті місткості із підведеними до них електричними і гідравлічними комунікаціями.

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

З точки зору безпеки праці основними факторами, які впливають на забезпечення праці робітників є ураження електричним струмом та слизька підлога, що може призвести до падінь і виробничого травматизму. Тому для нормального виконання робітниками своїх обов'язків слід забезпечити заземлення відповідно до нормативної документації та наявність підставки під ноги.

Вимогами з безпечної експлуатації електричних насосів типу Г2-ОПА передбачається 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.

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

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

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

- перед пуском слід перевірити наявність заземлення, надійність кріплення болтових з’єднань, щільність 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.

При експлуатації установок для пастеризації суттєву небезпеку становлять ситуації, пов’язані з тепловими опіками. Стандартами передбачається максимально допустима температура поверхонь, які є вільні для дотику, не більша

від 50°C. З метою забезпечення нормальних умов праці пропонується застосовувати теплоізоляцію або кожухи, які б забезпечували відсутність вільних умов дотику до нагрітих поверхонь. Для деяких випадків допускається застосування тканинних рукавиць (ГОСТ 12.4.020–82).

При експлуатації фасувального автомату особливу увагу слід звернути на його герметичність і відсутність підтікання. Відкриті рухомі частини (зубчасті сегменти, муфти, виступаючі кінці валів, махові колеса, гребінки тощо), передачі (шків, паси) повинні мати захисні засоби, які забезпечують безпеку при обслуговуванні, виступаючі частини машин, що обертаються (шпонки, штопорні гвинти тощо) закриті гладенькими футлярами; зубчасті шестерні, муфти редукторів закриті з усіх сторін кожухами (щитками).

Технологічне обладнання, апаратура, посуд, тара, інвентар, плівка і вироби з полімерних і інших синтетичних матеріалів, призначені для розфасовки молока і молочних продуктів, повинні бути виготовлені з матеріалів, дозволених органами санепідемнагляду для контакту з харчовими продуктами.

Ванни, металевий посуд, спуски, лотки, жолоби і т.д. повинні мати гладкі, внутрішні поверхні, що очищаються легко, без щілин, зазорів, що виступають чи болтів заклепок, що утрудняють очищення. Варто уникати використання дерева й інших матеріалів, що погано миються і дезінфікуються.

Робочі поверхні (покриття) столів для обробки харчових продуктів повинні бути гладкими, без щілин і зазорів, виготовлені з нержавіючого чи металу полімерних матеріалів, дозволених органами санепідемнагляду для контакту з харчовими продуктами.

Технологічне обладнання й апаратура повинні бути зовні пофарбовані фарбою світлих тонів (крім обладнання, виготовленого чи облицьованого нержавіючим матеріалом), не утримуючих шкідливих домішок. Фарбування посуду й інвентарю фарбами, що містять свинець, кадмій, хром не допускається.

Розміщення технологічного обладнання повинні виробляється відповідно до технологічної схеми, забезпечувати потоковість технологічного процесу,

короткі і прямі комунікації молокопроводів, виключати зустрічні потоки сировини і готової продукції.

При розміщенні обладнання повинні бути дотримані умови, що забезпечують вільний доступ працюючих до нього, проведення санітарного контролю за виробничими процесами, якістю сировини, напівфабрикатів і готової продукції, а також можливості мийки, збирання і дезінфекції приміщень і обладнання.

Обладнання, апаратура і молокопроводи повинні бути змонтовані таким чином, щоб забезпечувався повний злив молока, що мийуть і дезінфікує розчинів. Усі частини, що стикаються з молоком і молочними продуктами, повинні бути доступні для чищення, миття і дезінфекції. Металеві молокопроводи повинні бути рознімними.

Скляні термометри без захисної оправки до використання не допускається.

Резервуари для виготовлення і збереження молока, вершків, сметани й ін. молочних продуктів (крім використовуваних для вироблення сиру і сиру) повинні бути постачені щільно закриваються кришками.

Апарати, ванни й інше обладнання, у яких виготовляються молочні продукти, підключаються до каналізації з розривом струменя через лійки із сифоном.

Безпосереднє з'єднання обладнання з каналізацією і спуск води з них на підлогу не допускаються.

При проектуванні і монтажі нового обладнання 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.

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

У виробничих приміщеннях найбільше прийнятно природне освітлення: світловий коефіцієнт (СК) повинний бути в межах 1:6 - 1:8. У побутових приміщеннях СК повинний бути не менше 1:10. Коефіцієнт природного освітлення (КЕО) повинний бути передбачений з урахуванням характеру праці і зорової напруги.

При недостатнім природному освітленні варто застосовувати штучне освітлення - переважно люмінесцентні лампи. У приміщеннях з важкими умовами чи праці не мають постійних робітників місць варто використовувати лампи накаливання.

Штучне освітлення повинне бути представлене загальним у всіх цехах і приміщеннях, а у виробничих при необхідності - місцевим чи комбінованим.

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

При розміщені стрічкових, роликів 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.

5.2. Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях.

5.2.1. Оцінка можливої хімічної обстановки на молокопереробному заводі ПАТ «Городенківський сирзавод»

Цивільна оборона України організується за територіально-виробничим принципом на всій території і являє собою сукупність структур державного управління, підприємств, організацій і спеціально створених органів керівництва та сил цивільної оборони. Заходи цивільної оборони проводяться на всій території держави, як правило, заздалегідь, з врахуванням особливостей кожного району. Цивільна оборона організується за територіально-виробничим принципом.

Згідно з класифікацією надзвичайних ситуацій, затвердженою постановою Кабінету Міністрів України 15.07.1998 р. №1099 надзвичайні ситуації (НС) на території України поділяються на:

- НС техногенного;
- НС природного;
- НС соціально-політичного;
- НС воєнного характеру.

Крім того, з такою класифікацією добре узгоджується класифікація небезпечних та шкідливих виробничих факторів, встановлена ГОСТ 12.0.003-74.

У більшості випадків техногенні аварії пов'язані з неконтрольованим, мимовільним виходом у навколишнє простір речовини чи енергії. Мимовільне вивільнення енергії приводить до промислових вибухів, а речовини - до вибухів, пожежам і хімічному забрудненню навколишнього середовища.

Вибух - процес швидкого некерованого фізичного чи хімічного перетворення системи, що супроводжується переходом її потенційної енергії в механічну роботу. Механічна робота, чинена при вибуху, обусловлена швидким розширенням газів чи пари. Причиною вибухового процесу можуть лежати як фізичні так і хімічні перетворення.

Фізичний вибух найчастіше зв'язаний з неконтрольованим вивільненням потенційної енергії стиснутих газів із замкнених обсягів машин і апаратів, сила

вибуху стиснутого чи зрідженого газу залежить від внутрішнього тиску цього резервуара.

Параметрами, по яких визначають потужність вибуху, є енергія вибуху і швидкість її виділення. Енергія вибуху визначається фізико-хімічними перетвореннями, що протікають при різних типах вибухів.

У виробничих умовах можливі наступні основні види вибухів: вільний повітряний, наземний, вибух у безпосередній близькості від об'єкта, а також вибух усередині об'єкта (виробничого спорудження).

Суттєву небезпеку становлять пожежі.

Під пожежею розуміють неконтрольований процес горіння, що супроводжується знищенням матеріальних цінностей і створює небезпеку для життя людей. Причиною виникнення пожеж на промислових об'єктах можна розділити на двох груп. Перша - це порушення протипожежного режиму чи необережне поводження з вогнем, друга - порушення пожежної безпеки при проектуванні і будівництві будинків. Пожежі можуть виникнути при вибуху в чи приміщеннях виробничих апаратах при вибоках і аварійних викидах пожежовибухонебезпечних середовищ в обсяги виробничих приміщень.

Пожежа є хімічною реакцією між горючими речовинами і киснем повітря (чи іншим видом окисного середовища). Для того щоб виникла пожежа необхідно три компоненти: пальне, кисень і первісне джерело теплоти з енергією, достатньої для початку реакції горіння.

Утворення полум'я пов'язано з газоподібним станом речовини, тому горіння рідких і твердих речовин, що супроводжується виникненням полум'я, припускає їхній попередній перехід у газоподібну фазу.

При пожежах існує кілька різних небезпечних факторів. Перший з них - це підвищені температури в зоні горіння. Вони можуть привести до теплових опіків поверхні шкіри і внутрішніх органів людей, а також викликати втрату несучої здатності будівельних конструкцій будинків і споруджень. Другим фактором є надходження в повітря робочої зони значної кількості шкідливих продуктів згоряння, у більшості випадків, що приводить до гострих отруєнь людей.

На багатьох підприємства для технологічних цілей застосовують шкідливі, у тому числі сильнодіючі отруйні речовини (СДОР). Так, наприклад, часто застосовуються хлор і аміак. Широко застосовуються також луги, кислоти й інші агресивні і сильнодіючі речовини. При аварійних розгерметизаціях ємкостей, устаткування, зі змістом токсичних чи речовин їхнім перевезенням, пов'язані з підвищеним ризиком небезпек, тому що при виході на рудію цих речовин приводить до перевищення гранично допустимої концентрації, що може викликати людські жертви.

У залежності від термодинамічного стану рідини при збереженні в ємності, можливо три варіанти протікання процесу при розгерметизації ємності:

- при великих перегрівках рідина може цілком переходити в зважений і пароподібний стан з утворенням токсичних, шкідливих і пожежовибухонебезпечних сумішей;

- при низьких енергетичних параметрах рідини відбувається спокійний її пролив на тверду поверхню, а випар здійснюється шляхом тепловіддачі від твердої поверхні;

- проміжний режим, коли в початковий момент відбувається різке скипання рідини з утворенням мілкодисперсної фракції, а потім настає режим вільного випару з відносно низькими швидкостями.

Ряд речовин у промислових умовах зберігається і використовується при низьких температурах (криогенних температурах) у рідкому стані. Найбільше часто зустрічаються: рідкий кисень і азот, рідкий водень, гелій і т.д. Ці речовини в загальноприйнятому розумінні не можна назвати отруйними чи токсичними, але надходження їхній в атмосферу у великій кількості може викликати витиснення з її кисню, що також створить визначених розмірів небезпечну зону. Крім того деякі з цих речовин є чи окислювачами пожежовибухонебезпечними речовинами, низькі температури цих речовин можуть привести до додаткових небезпечних факторів, таким як потенційна небезпека опіків поверхні тіла і внутрішніх органів у людей, а також до втрати несучої здатності силових елементів будинків, машин і механізмів за рахунок холодоломкості.

5.3. Пожежний захист виробничих об'єктів

Автоматична пожежна сигналізація є важливою мірою запобігання великих пожеж, тому що час між виникнення пожежі і приїзду пожежної бригади проходить значно багато, що в більшості випадків приводить до повного охоплення полум'ям приміщення. Основна задача автоматичної пожежної сигналізації - виявлення початкової стадії пожежі, передача повідомлення про місце і час его виникнення і при необхідності включення автоматичних систем пожежегасіння і димовидалення.

Функціонально автоматична пожежна сигналізація складається з приймально-контрольної станції, що через сигнальні лінії з'єднана з пожежними сповіщувачами. Задача сигнальних сповіщувачів є перетворення різних проявів пожежі в електричні сигнали.

Швидкість спрацьовування автоматичної пожежної сигналізації в основному визначається швидкістю спрацьовування первинних сповіщувачів. В даний час найбільш часто використовуються теплові, димові, світлові і звукові пожежні сповіщувачі.

Запобігання розвитку пожежі залежить не тільки від швидкості его виявлення, але і від вибору засобів і способів пожежегасіння.

Вибір засобів і способів пожежегасіння. Для придушення процесу горіння можна знижувати вміст пального компонента, окислювача (кисню повітря), знижувати температуру чи процесу збільшити енергію активації реакції горіння. Відповідно до цього в даний час при гасінні пожеж використовують один з наступних основних способів:

- ізоляцію вогнища горіння від чи повітря зниження шляхом розведення повітря непальними газами, концентрації кисню в повітрі до значення, при якому не може відбуватися процес горіння;
- охолодження вогнища горіння нижче визначених температур (температур самозапалювання, запалення і спалахи пальних речовин і матеріалів);

- інтенсивне інгібування (гальмування) швидкість хімічної реакції окислювання;

- механічний зрив полум'я в результаті впливу на нього сильного струменя чи газу рідини;

- створення умов вогнезагородження, при яких полум'я змушене поширюватися через вузькі канали.

Для реалізації перерахованих способів гасіння пожеж використовують різні вогнегасячі речовини. До них відносяться в першу чергу вода найдешевший і доступний матеріал, пісок, пожежні щити з устаткуванням, вогнегасники є одним з найбільш ефективних первинних засобів пожежегасіння, інертні розріджувачі застосовуються для об'ємного гасіння, останнім часом для гасіння пожеж усе більш широко застосовують вогнегасячі порошки.

Багато хто вогнегасячі речовини, застосовувані в автоматичних системах пожежегасіння, ушкоджують технологічні установки. Тому вибір типу вогнегасячої речовини повинний визначатися не тільки швидкістю і якістю гасіння пожежі, але і необхідністю забезпечити мінімальне сумарне ушкодження, що може бути заподіяно будинку й устаткуванню.

Висновки. Для уникнення і мінімізації важких наслідків надзвичайних ситуацій надзвичайно важливим є забезпечення заходів з інженерного захисту від можливих негативних чинників.

Висновки

В кваліфікаційній і магістерській роботі було запропоновано заходи з вирішення задачі модернізації фасувально-закупорювального автомата для молочних продуктів марки МК-ОФМ із дослідженням роботи дозатора на прикладі сметани.

В процесі виконання роботи виконано ряд завдань, зокрема зроблено аналітичний огляд обладнання для фасування, запропоновано заходи з модернізації фасувально-закупорювального автомата марки МК-ОФМ, виконано необхідні розрахунки фасувально-закупорювального автомата, виконано дослідження роботи дозатора для циліндричної форми сопла, звуженої конічної форми сопла та розширеної конічної форми сопла при дозуванні сметани.

Розрахунки модернізованого фасувально-закупорювального автомату показали життєздатність запропонованого технічного рішення і можливість його використання для забезпечення фасування сметани.

В процесі виконання досліджень встановлено, що швидкість витікання рідини є найменшою при циліндричній формі сопла і складає 5.973 м/с, тоді як для звуженої конічної форми сопла вона складає 7.277 м/с і для розширеної конічної форми сопла рівна 8.139 м/с. Наслідком зростання швидкості витікання продукту є зменшення тривалості наповнення тари, що дає змогу зменшити тривалість кінематичного циклу і збільшити продуктивність фасувального автомата. Також характерним є те, що при нециліндричній формі сопла траєкторія руху фасованої сметани прямує в бік стінки тари, наслідком чого є менше піноутворення при фасуванні. Таким чином, зміна форми сопла відкриває можливості для нарощення продуктивності фасувального обладнання.

Також було здійснено розробку заходів з охорони праці, техніки безпеки і безпеки життєдіяльності.

Пропоновані технічні рішення є актуальними і доцільними до впровадження.

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. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості. /За ред. І.С.Гулого – Вінниця: Нова книга, 2001р. –576с.
3. Митин В.В. Курсовое и дипломное проектирование оборудования предприятий мясной и молочной промышленности.— М.:Колосс, 1992.— 272с.
4. Лацинский А.А., Толчинский А.Р. Основы конструирования и расчёта химической аппаратуры. Справочник.— Л.: “Машиностроение”, 1970.— 752с.
5. Бойко І.В. Аналіз фасувального устаткування /Бойко І.В., Бойко О.В. // Збірник тез доповідей ІХ Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 25-26 листопада 2020 року. — Т. : ТНТУ, 2020. — Том 2. — С. 142.
6. Алямовский А.А. SolidWorks Simulation. Инженерный анализ для профессионалов: задачи, методы, рекомендации. / А.А. Алямовский. – ДМК Пресс, 2015. – 562 с.
7. Лабораторный практикум по процессам и аппаратам пищевых производств: Учеб. для вузов / под ред. А.С. Гинзбурга .- 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Агропромиздат, 1990. - 256 с.
8. Алямовский А.А. SolidWorks Simulation. Как решать практические задачи. / А.А. Алямовский. – ВHV, 2012. – 445 с.
9. SolidWorks 2010: Расширенное моделирование деталей. / SolidWorks Corporation, SolidWorks Corporation.– 2009.– 333 с.
- 10.SolidWorks 2010 - Моделирование сборок. / SolidWorks Corporation, SolidWorks Corporation.– 2009.– 393 с.
- 11.Никитин В.С. Охрана труда на предприятиях пищевой промышленности / В.С. Никитин, Ю.М. Бурашников. –М.: Агропромиздат, 1991.– 349с.

Додатки

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

АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Збірник

тез доповідей

Том II

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

25-26 листопада 2020 року



**УКРАЇНА
ТЕРНОПІЛЬ – 2020**

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

CURRENT ISSUES IN MODERN TECHNOLOGIES

Book

of abstract

Volume II

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

25th-26th of November 2020



**UKRAINE
TERNOPIL – 2020**

**СЕКЦІЯ: ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ХАРЧОВИХ БІО- ТА
НАНОТЕХНОЛОГІЙ**

1. **Д.А. Арутюнян, Л.А. Сторож, О.С. Покотило** 139
ЖИРНОКИСЛОТНИЙ СКЛАД СИРІВ ЗАЛЕЖНО ВІД ТЕХНОЛОГІЇ
ВИРОБНИЦТВА
2. **Н.В. Бабин** 140
ВИМОГИ ДО ПОДРІБНЮВАЧІВ
3. **Н.І. Баглай, Б.Л. Шамчук** 141
УДОСКОНАЛЕННЯ ПАСТЕРИЗАЦІЙНО-ОХОЛОДЖУВАЛЬНОЇ
УСТАНОВКИ ДЛЯ КИСЛОМОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ ОПЛ-10
4. **І.В. Бойко, О.В. Бойко** 142
АНАЛІЗ ФАСУВАЛЬНОГО УСТАТКУВАННЯ
5. **Д. В. Бублик, А. М. Васишин, Н. М. Зварич** 144
НАПРЯМКИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ
ВИРОБНИЦТВА ЗЕРНОПРОДУКТІВ
6. **В.В. Власов, В.Р. Сельський** 145
ВИКОРИСТАННЯ АЛИЧІ У ВИРОБНИЦТВІ СОКІВ
7. **Д.Я. Далєвська, О.С. Покотило** 146
ВПЛИВ БІОЛОГІЧНОГО АКТИВНОГО ЙОДУ НА ОРГАНОЛЕПТИЧНІ
ПОКАЗНИКИ КЕФІРУ
8. **Ю.М. Добошук** 147
ВПЛИВ ВЖИВАННЯ ХЛІБУ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ
9. **Р.І. Дубовий, В.П. Гладій** 148
АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИМІРЮВАННЯ СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНИХ
ВЛАСТИВОСТЕЙ ТІСТА
10. **В.В. Конюкевич** 149
ОСОБЛИВОСТІ ВАКУУМНИХ КОВБАСНИХ ШПРИЦІВ
11. **Т. Є. Мурин, В. Р. Сельський** 150
СПОСОБИ ПІДГОТОВКИ СИРОВИНИ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ СОКУ ІЗ
СЛИВИ
12. **І.Т. Новіков, О.С. Покотило** 151
ЛЛЯНА ОЛІЯ ЯК ДЖЕРЕЛО ОМЕГА-3 ПОЛІНЕНАСИЧЕНИХ КИСЛОТ
ПРИ СТВОРЕННІ КУПАЖІВ
13. **А.А. Островська** 152
РОЗЛИВ ПИВА У КЕГИ – ГАРАНТІЯ ЯКОСТІ

УДК 681.2

І.В. Бойко, О.В. Бойко

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

АНАЛІЗ ФАСУВАЛЬНОГО УСТАТКУВАННЯ

I.V. Boiko, O.V. Boiko

PACKAGING EQUIPMENT ANALYSIS

Устаткування для дозування харчової продукції та виробів включає об'ємні і вагові дозатори, а також живильники штучних виробів, спеціально призначені для вимірювання кількості речовини, що надходить в окрему упаковку споживчої тари.

Основним призначенням даної групи устаткування є формування заданої дози продукції, вимірювання об'єму або маси дози і завантаження відміряні дози в упаковку (коробку, пачку, пляшку і т.п.).

Об'ємні і вагові дозуючі пристрої зазвичай є складовими частинами фасувальних машин, а живильники штучних виробів входять до складу загорткових машин.

Метод об'ємного дозування застосовується для вимірювання об'єму суцільних середовищ: сипучих і рідких продуктів, а також дрібноштучних виробів. Способи об'ємного дозування та конструкції вимірників обсягу істотно залежать від фізико-механічних властивостей дозованої продукції.

Точність дозування залежить від якості виготовлення дозатора, властивостей продукту, правильності настройки і інших чинників.

Об'ємні поршневі дозатори застосовуються також для дозування в'язких рідин, пастоподібних продуктів і хлібопекарського тесту.

Дозуючі пристрої з мірною посудиною і мірним рівнем використовують для дозування рідких харчових продуктів.

Перевагами об'ємних дозуючих пристроїв є відносна простота конструкцій і обслуговування, висока надійність. Основним недоліком цих пристроїв є невисока точність вимірювань, особливо при дозуванні сипучих продуктів і дрібноштучних виробів.

Метод зважувально-вимірного дозування застосовується для визначення маси порцій (доз) сипучих і рідких продуктів, а також штучних виробів за допомогою зважування, тобто з використанням ефекту гравітаційних сил, що діють на ці продукти і вироби.

Ваговимірювальні дозуючі пристрої за принципом дії поділяються на важільно-механічні, пружинні і електромеханічні.

У важільно-механічних зважувально-вимірних приладах об'єкт врівноважуються за допомогою вагового важеля (або системи вагових важелів), що бере участь в зрівноважуванні сили тяжіння зважується об'єкта і передачі виникають при цьому зусиль.

У пружинних ваговимірювальних приладах зважування об'єкта досягається за допомогою силоримірювача у вигляді спеціальної пружини (гвинтова, плоска, кільцева, торсіонна і ін.).

Електромеханічні ваговимірювальні пристрої мають принцип дії, заснований на перетворенні механічної дії сили тяжіння зважуваного об'єкта на чутливий елемент вимірювального перетворювача в пропорційний їй електричний сигнал. До електромеханічних первинних перетворювачів відносяться тензометричні, магнітоелектричні і частотно-імпульсні.

Найбільш широке застосування знайшли тензометричні первинні перетворювачі.

У них використовуються тензометричні резистори - чутливі елементи, що змінюють під дією прикладеної сили електричний опір. Переваги цих перетворювачів - мала нелінійність, висока чутливість, стійкість до ударних навантажень, технологічність при виготовленні. Основний недолік - істотна залежність їх властивостей від температури, що викликає необхідність застосування спеціальних термокомпенсаційних резисторів.

Магнітоелектричні перетворювачі засновані на компенсації маси вимірюваного об'єкта магнітоелектричною силою системи автоматичного зрівноважування. Характеризуються високими метрологічними властивостями. Але в зв'язку з чутливістю до вібраційних впливів застосовуються тільки в лабораторних вагах.

Частотно-імпульсні перетворювачі містять вібростержневий датчик сили з частотно-імпульсним виходом. Переваги таких перетворювачів: наявність частотного вихідного сигналу, висока чутливість і температурна стабільність. Недоліки - значна нелінійність і чутливість до ударних навантажень, що обмежує їх застосування.

Дозована подача штучних виробів на пакування проводиться за допомогою живильників штучних виробів.

Живильник штучних виробів призначений для виконання наступних основних операцій: переміщення виробів від входу живильника до виходу з нього, відділення індивідуального виробу від хаотичної маси виробів, орієнтування виробу в просторі, групування виробів, орієнтування виробів, фіксація і подача виробів на пакування.

Крокові і конвеєрні живильники застосовуються при пакуванні індивідуальних виробів, що мають форму прямокутного паралелепіпеда: перші - для великих виробів, другі - для дрібних.

Гравітаційний і касетний живильники використовують для групового пакування виробів.

Роторні живильники встановлені на високопродуктивних загорткових машинах для дрібних виробів з прямокутним або овальне поперечний переріз.