

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)
« 4 » березня 2021 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Добошук Юрій Михайлович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення ізолюючої поверхні шафи А2-ХРЗ з дослідженням впливу теплообміну на процес вистоювання тістової заготовки

Керівник роботи Стадник Ігор Ярославович, д.т.н., професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

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

2. Термін подання студентом завершеної роботи 19 травня 2021 року

3. Вихідні дані до роботи Технічний паспорт та інструкції з експлуатації, монтажу та технічного обслуговування і ремонту шафи А2-ХРЗ. Існуюча технологія виробництва хлібобулкових виробів.

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. Шафа А2-ХРЗ для вистоювання заготовок хлібобулкових виробів. Вигляд загальний (1 л. ф.А1).

2. Кріплення полицок для тістових заготовок шафи А2-ХРЗ. Складальне креслення. (1 л. ф.А1).

3. Привідний вал шафи А2-ХРЗ для вистоювання заготовок хлібобулкових виробів. Складальне креслення (1 л. ф.А1).

4. Дослідження процесу теплопередачі для різних технічних рішень основних огорожень шафи А2-ХРЗ. (2 л. ф.А1).

5. Дослідження процесу теплопередачі для різних технічних рішень прозорих огорожень шафи А2-ХРЗ. (1 л. ф.А1).

6. Комп'ютерне моделювання руху повітря та теплообмінних процесів у шафі А2-ХРЗ при вистоювання тістових заготовок (2 л. ф.А1).

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 10 березня 2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Анотація		
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	1. Шафа А2-ХРЗ для вистоювання заготовок хлібобулкових виробів. Вигляд загальний.		
12	2. Кріплення полицок для тістових заготовок шафи А2-ХРЗ. Складальне креслення.		
13	3. Привідний вал шафи А2-ХРЗ для вистоювання заготовок хлібобулкових виробів. Складальне креслення.		
14	4. Дослідження процесу теплопередачі для різних технічних рішень основних огорожень шафи А2-ХРЗ.		
15	5. Дослідження процесу теплопередачі для різних технічних рішень прозорих огорожень шафи А2-ХРЗ.		
16	6. Комп'ютерне моделювання руху повітря та теплообмінних процесів у шафі А2-ХРЗ при вистоювання тістових заготовок.		
17			
18			
19			
20			

Студент

_____ (підпис)

Добошук Ю.М.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Стадник І.Я.

_____ (прізвище та ініціали)

Анотація

Автор кваліфікаційної роботи – Добошук Юрій Михайлович

Тема роботи: Удосконалення ізолюючої поверхні шафи А2-ХРЗ з дослідженням впливу теплообміну на процес вистоювання тістової заготовки.

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

Кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки обсягом 94 сторінок (42 рисунки, 6 таблиць) та графічної частини 8 креслень формату А1.

В кваліфікаційній роботі пропонуються заходи з модернізації та встановленні впливу на втрати енергії в оточуюче середовище від типу стінок шафи А2-ХРЗ.

Завданнями дипломної роботи є

проведення аналізу конструкцій обладнання для вистоювання тістових заготовок;

розроблення заходів з модернізації шафи А2-ХРЗ;

формування математичної моделі для дослідження теплообмінних процесів в шафі А2-ХРЗ;

виконання аналізу впливу технологічних параметрів та конструктивних рішень шафи А2-ХРЗ на втрати теплоти;

розроблення заходів з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Одержані в роботі результати можуть знайти застосування при проектуванні нових конструкцій технологічного обладнання для виробництва хліба, модернізації існуючого і діючого на даний момент, а також при покращенні технологічних режимів виготовлення хлібобулкових виробів.

Ключові слова: хліб, вистоювання, шафа, теплота, втрата.

Abstract

Doboshchuk Y.M. Improvement of insulation surface of the cabinet A2-XP3 including the study of heat exchange impact on the dough piece maturation. 133 “Industrial Machinery Engineering” – Ternopil Ivan Puluj National Technical University.-Ternopil, 2021.

The qualification work offers measures to modernize and establish the impact on energy losses on the environment from the walls type of the cabinet A2-XP3.

Tasks of the Diploma project are the following:

structures analysis of the equipment for dough pieces maturation;

development of measures to modernize the cabinet A2-XP3;

formation of a mathematical model for study of heat transfer processes in the cabinet A2-XP3;

analysis of the influence of technological parameters and design solutions of the cabinet A2-XP3 on heat loss;

development of measures for labour protection and safety in emergency situations.

The results obtained in this work can be used in design of new structures of technological equipment for bread production, modernization of existing and operating ones at the moment, as well as in improving the technological modes of bakery goods production.

Keywords: bread, maturation, cabinet, heat, loss.

Зміст

Завдання на магістерську роботу	
Анотація	5
Abstract	6
Зміст.....	7
Вступ.....	10
1. Аналіз сучасного стану об'єкту дослідження, вибір і обґрунтування основних напрямків дослідження.....	12
1.1. Аналіз обладнання обладнання для вистоювання заготовок хлібобулкових виробів.....	12
1.2. Аналіз та короткий опис об'єкту дослідження.....	21
1.3. Техніко – економічне обґрунтування модернізації.....	21
1.4. Мета та задачі кваліфікаційної роботи.....	22
2. Методи та методика досліджень.....	24
2.1. Вибір і обґрунтування теоретичних і експериментальних методів і засобів досліджень,	24
2.2. Аналіз застосування інформаційних технологій в дипломній роботі.....	25
2.3. Алгоритм і методики проведення комп'ютерного експерименту.....	26
3. Розроблення нових проектно-технологічних і технічних вирішень вдосконалення об'єкта дослідження.....	27
3.1 Опис конструкції шафи А2-ХРЗ.....	27
3.2. Технологічний розрахунок шафи А2-ХРЗ.....	29
3.3. Розрахунок втрат теплоти через стінки шафи А2-ХРЗ.....	34
3.4. Розрахунок конвеєра агрегату шафи 2-ХРЗ.....	39

4. Математичне моделювання технологічної або технічної системи, що розглядається в роботі	46
4.1. Комп'ютерне моделювання руху повітря у шафі А2-ХРЗ та теплообмінних процесів в шафі А2-ХРЗ при вистоювання тістової заготовки .	46
4.2. Моделювання теплових процесів в шафі А2-ХРЗ	56
4.2.1. Розробка спрощеної математичної моделі теплових процесів в шафі А2-ХРЗ	56
4.3. Дослідження процесу теплопередачі для огорожуючих щитів.....	57
4.3.1. Залежності коефіцієнта теплопередачі, тепловтрат та ціни матеріалів при застосуванні огорожуючих щитів пінополістиролу між стінками зі сталі та алюмінію.....	58
4.3.2. Залежності коефіцієнта теплопередачі, тепловтрат та ціни матеріалів при застосуванні огорожуючих щитів з базальтоволокна між стінками зі сталі та алюмінію.....	64
4.3.3. Залежності коефіцієнта теплопередачі, тепловтрат та ціни матеріалів при застосуванні огорожуючих щитів з пінополістиролу між пластиковими стінками.....	66
4.3.4.Залежності коефіцієнта теплопередачі, тепловтрат та ціни матеріалів при застосуванні огорожуючих щитів з базальтоволокна між пластиковими стінками.....	71
4.3.5. Залежності коефіцієнта теплопередачі, тепловтрат та ціни матеріалів для прозорих фрагментів різної товщини.....	73
4.4. Аналіз результатів	76
5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	79
5.1 Заходи з охорони праці.....	79
5.2. Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях.	85
Висновки	93

Перелік посилань.....	95
Додатки.....	97
Специфікації	

Вступ

Актуальність теми. Готова продукція із борошна є суттєвою складовою харчування людей. В Україні хліб є вагомим елементом споживчого кошика. Одним із найбільш вагомих елементів, які впливають на ціну готової продукції, є енергозатрати на виробництво. Зокрема, до основних споживачів енергії в процесі виробництва хліба є шафа для вистоювання тістових заготовок. Найбільш простим способом економії енергоресурсів є мінімізація втрат теплоти в навколишнє середовище. Отже, дослідження і оновлення технічних складових огорожень шафи А2-ХРЗ є актуальною науково-практичною задачею, яка визначає напрямок досліджень даної дипломної роботи.

При цьому доцільним є виконання наступних завдань:

провести аналітичний огляд обладнання для вистоювання тістових заготовок;

розробити заходи з модернізації ізолюючої поверхні шафи А2-ХРЗ і виконати необхідні розрахунки;

підібрати засоби і виконати дослідження втрат теплоти через стінки розстійної шафи агрегату кінцевого вистоювання тістових заготовок.

запропонувати заходи з охорони праці і техніки безпеки;

запропонувати заходи з техніки безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження в роботі виступає камера та стінки агрегату кінцевого вистоювання тістових заготовок.

Предмет дослідження. Предметом дослідження в роботі є вплив особливостей будови огороження розстоювального агрегату на теплові втрати в оточуюче середовище.

Методи досліджень. В роботі використані експериментальні і теоретичні методи досліджень технологічних процесів у шафі А2-ХРЗ.

Наукова новизна:

- встановлено, що тепловий опір стінки шафи вистоювання заготовок хлібобулкових виробів формується в основному шаром теплоізоляції;

- отримані закономірності взаємозв'язку коефіцієнта теплопередачі, тепловтрат та ціни конструктивних матеріалів для застосування у зовнішніх щитах шафи вистоювання заготовок хлібобулкових виробів.

Практичне значення отриманих результатів.

- для теплоізоляційного шару найбільш доцільно застосувати пінополістирол або мінвату затовшки 40 мм;

- застосування пластикових обкладок дає змогу підвищити теплоізолювальні параметри щитів та зменшити їхню масу;

- для обкладок щитів доцільно застосувати АБС харчовий затовшки 2 мм, а в якості основного теплоізолювального шару - 40 мм наповнювача з базальтоволоконна.

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. Аналіз обладнання для вистоювання заготовок хлібобулкових виробів

Після приготування вибродивше тісто піддають обробці. Процес обробки тіста з пшеничного сортового борошна складається з поділу тіста на шматки, округлення і попереднього їх розстоювання, формування і остаточного вистоювання. Процес обробки тіста з житнього або житньо-пшеничного борошна дещо відрізняється від попереднього і включає тільки поділ на шматки, формування їх і остаточне вистоювання. Всі ці процеси виконуються спеціально створеними машинами і агрегатами: тістоділильними, тістозаокруглювальними, формуючими машинами і конвейєрними шафами для попереднього та остаточного вистоювання.

Процес вистоювання тістових заготівок проводиться в два етапи — попереднє вистоювання і кінцеве. Попереднє вистоювання застосовується при обробленні тіста з сортової пшеничної муки, здійснюється після округлення протягом 5—7 хв і не вимагає певних параметрів середовища. У ряді випадків воно здійснюється безпосередньо в цеху в період переміщення шматків тіста транспортуючими пристроями.

Кінцеве розстоювання проводиться після остаточного формування тестових заготівок протягом 35—60 хв залежно від найменування виробів. Тому, остаточне вистоювання, як правило, проводиться в спеціальних камерах або шафах різної конструкції.

Обладнання для попереднього вистоювання пшеничного тіста. Обладнання для попереднього вистоювання виконується у вигляді відкритих стрічкових транспортерів або шаф, усередині яких встановлюється система стрічкових транспортерів або ланцюговий люлечный конвейєр.

Відкриті стрічкові транспортери (рис. 1.1.а) виконуються однорядними або в декілька рядів і розташовуються, як правило, на висоті 2—3 м, де температурні та вологостні умови найбільш сприятливі.

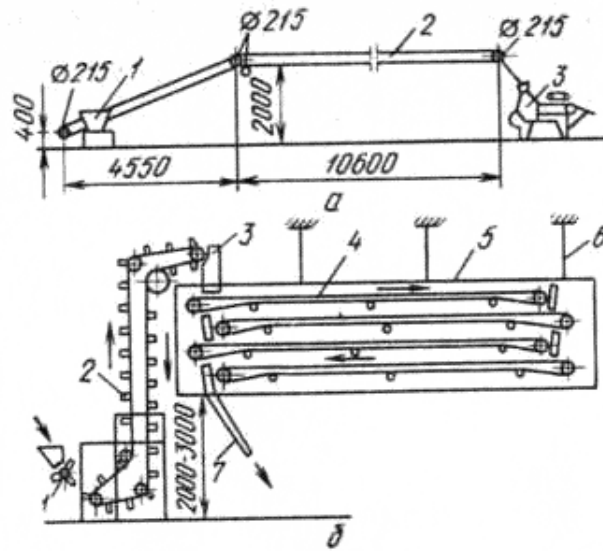


Рис. 1.1. Обладнання для для попереднього вистоювання тістових заготовок: а) відкритий стрічковий транспортер; б) шафа з стрічковими транспортерами

В першому випадку тістові заготовки безпосередньо з округлювача 1 поступають на стрічковий транспортер 2, який направляє їх в тістозакочувальну машину 3.

На рис. 1.1.б показана шафа 5 для попереднього вистоювання тіста, усередині якої встановлено декілька окремих стрічкових транспортерів 4. Шафа встановлюється під міжповерховим перекриттям за допомогою підвісок 6.

Шматки тіста живильником рівномірно подаються в ковшовий ланцюговий елеватор 2, який через лоток-розподільник 3 направляє шматки на верхній стрічковий транспортер. Далі шматки тіста переміщуються по черзі із стрічки на стрічку і через лоток 7 направляються в машину для формування. Таке переміщення шматків тіста із стрічки на стрічку робить сприятливий вплив на вистоювання, оскільки виключається одностороннє підсихання шматків. Недоліком таких шаф є великі габаритні розміри і те, що нижня гілка кожного стрічкового транспортера не використовується.

На рис. 1.2 показана шафа з вертикальним люльковим конвейєром, яка застосовується для попереднього вистоювання тістових заготовок при виробленні дрібноштучних виробів (рогаликів, булочок).

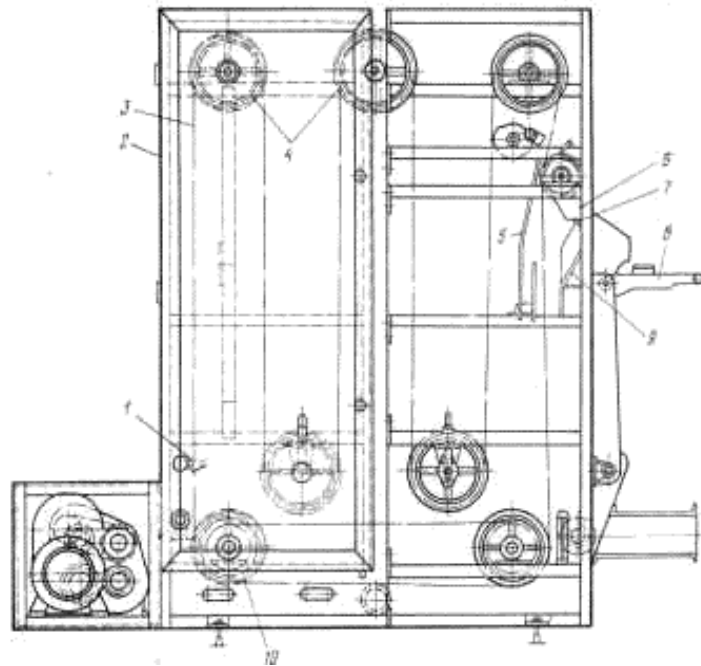


Рис. 1.2. Шафа з люльковим ланцюговим конвейєром для попереднього вистоювання

Усередині шафи 2 розташований двохланцюговий люльковий конвейєр 3, що складається з семи пар ланцюгових зірочок 4. Пара зірочок 10 є привідною. До ланцюгів конвейєра шарнірно підвішено 100 люльок 1, які виконані в формі рамок, обтягнутих матерією, і мають по 10 комірок.

Шматки тіста від ділильнозаокруглювальної машини поступають в кожен люльку. Після проходження всього конвейєра люльки підходять до розвантажувального пристрою і, накатуючись своїми роликами на направляючі 5, перекидаються. В результаті шматки тіста через лотки 6 поступають на приймальний транспортер 8, який направляє їх до формуючих машин.

Час розстойки у цій шафі може бути регульованим і складає 2 ... 10 хв. Максимальна продуктивність шафи рівна 5000 заготовок за годину.

Обладнання для остаточного вистоювання тіста. В даний час найчастіше для остаточного вистоювання використовуються конвейєрні шафи. Залежно від висоти виробничого приміщення, типу печі і способів завантаження і

розвантаження конвейєрні шафи для остаточного вистоювання можуть виконуватися Г-подібної, П-подібної і Т-подібної форм.

Конвейєрні універсальні шафи Т1-ХР2-Г-30 і Т1-ХР2-Г-48 мають аналогічну конструкцію. Ці шафи встановлюються в комплекті з печами (люльковий або стрічковий під шириною 1,4—1,5 м і площею до 8 м²). Ці конвейєрні шафи також мають Г-подібну форму і ланцюговий конвейєр з кроком пластинчасто-каткового ланцюга 100 мм. До ланцюгів на консольних пальцях шарнірно підвішені двухполочні люльки розміром 340х1500 мм з кроком 500 мм. Відповідно перше виконання вказаних вище шаф має 30 робочих люльок, а друге виконання — 48 робочих люльок.

Конвейєрна шафа ЛА-23М (рис. 1.3, а) призначена для остаточного вистоювання тістових заготовок масою 0,4 - 0,5 т в автоматизованих потокових лініях, з печами, що мають стрічковий або люльковий виносний під.

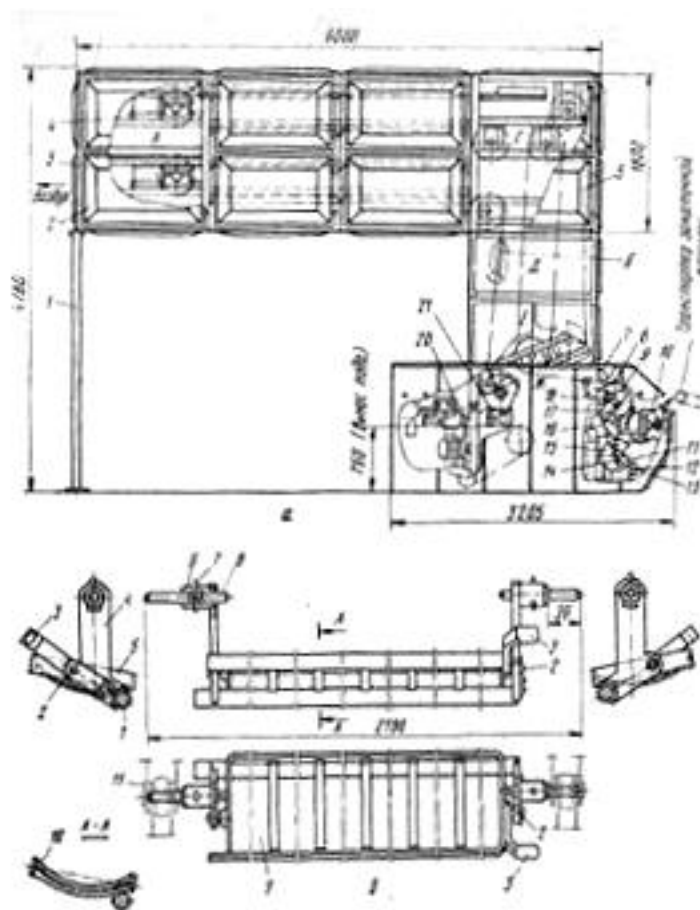


Рис. 1.3. Конвейєрна шафа ЛА-23М:
а) загальний вигляд; б) люлька шафи

Шафа 2 має Г-подібну форму. Вона складається з семи уніфікованих секцій *A, B, B, Г, Д, E, Ж*. Каркас секцій виконаний з кутової сталі і покритий металевою обшивкою. Секція *Ж* є станиною; в ній розміщений ведучий вал 9 конвейера, вирівнювач кроку — завантажувач 10, механізм розвантаження люльок 21 і надрізач-обприскувач ЛД-151 20. На цій секції змонтовані вертикальні секції *E, Д* і *Г*, до яких примикає консольна частина шафи, що складається з секцій *A, B, B*, які спираються на стійку 1. З метою збільшення продуктивності шафи кількість консольних секцій може бути збільшена.

У середині шафи розташований ланцюговий конвейер, що складається з десяти пар ланцюгових зірочок, з яких дві пари (3 і 4) — натяжні, а інші — направляючі, і двох нескінченних пластинчастих втулково-роликів ланцюгів 5 з кроком 75 мм. До ланцюгів шарнірно підвішені через кожні дві ланки 212 люльок 6, у тому числі 200 робочих. Натяг ланцюгів проводиться за допомогою гвинтових натяжних станцій в секції *A*.

Рух конвейера рівномірно-переривистий і здійснюється від електродвигуна 13 ($N=1,1$ кВт, $n=1000$ об/хв.), який через клинопасові передачі 11 і 12, черв'ячний редуктор 15, кривошип 14, тягу 16, важіль 17 і собаку 19 обертає храпове колесо 18, заріплене на валу з привідними зірочками. 8.

Люлька конвейера (рис. 1.4, б) складається з двох підвісок 4, жорстко зв'язаних між собою трубою 1, зміщеною по відношенню до осі люльки. До підвісок за допомогою двох осей 2 прикріплена рамка 5, що спирається на трубу 1. Рамка обтягнута матерчатим чохлам 9, створюючим шість подовжньо розташованих кишень 10 для тістових заготовок. До підвісок приварені втулки 6, в які вставлені пальці 8, закріплені шплінтами 7. Пальці підвісок вставляються у втулки тягових ланцюгів конвейера 11.

При русі люльки з тістовими заготовками в процесі вистоювання рамка спирається на трубу підвіски і займає горизонтальне положення. Після закінчення вистоювання люлька підходить до механізму перекидання, який, натискаючи важелем на поводок 3, повертає рамку щодо осі 2. В результаті

рамка перекидається і тістові заготовки вивантажуються на под або площину посадочного механізму печі.

При зупинці конвейєра люлька встановлюється під посадчиком тістових заготовок, який завантажує в кожну люльку шість тістових заготовок, після чого конвейєр включається в рух і ланцюги переміщуються на один крок люльок. Включення електродвигуна приводу конвейєра вистоювання проводиться упором, який встановлений на кривошипі 14 (рис. 4, а) і діє на вимикач 13. Після закінчення вистоювання люльки розвантажуються за допомогою механізму розвантаження люльок 21. При русі ланцюгів поводок рамки за допомогою копира повертається, внаслідок чого рамка люльки повертається на 180° і скидає тестові заготовки безпосередньо на под печі, де проводиться надрізка надрізачем-обприскувачем 20.

При випічці виробів в тупикових печах з люльковим конвейєром тістові заготовки з люльок розстійного конвейєра вивантажуються на площину посадочного механізму. Тривалість регулюється шляхом пропускання без завантаження парних люльок за допомогою регулятора часу вистоювання 7, що має диск з десятьма висувними упорами, які при висуненні можуть взаємодіяти з кінцевим вимикачем. Вся кількість робочих люльок умовно розбита на 10 груп по 20 люльок в кожній групі. Відповідною парною люлькою в кожній групі керує один упор регулятора часу вистоювання. Парні люльки кожної групи можуть завантажуватися в міру необхідності, залежно від тривалості вистоювання.

Наприклад, при включенні одного упора на диску регулятора під завантаження не зупиняється одна парна люлька кожної групи. При включенні двох упорів під завантаження не зупиняються дві парні люльки кожної групи. При включенні всіх упорів регулятора часу вистоювання під завантаження не зупиняються всі парні люльки конвейєра. Таким чином, тривалість вистоювання можна регулювати в діапазоні 1: 2. Оптимальні вологість і температура середовища в розстійній шафі забезпечуються подачею в шафу

повітря від кондиціонера через патрубок в секції Г. Відбір використаного повітря з шафи проводиться через патрубок в секції А.

Конвейерна шафа випускається в двох виконаннях. Перше виконання шафи має загальне число люльок 212, у тому числі 200 робочих. Вона встановлюється для печей площею поду 25 м². Габаритні розміри першого виконання (в мм): 7000x3530x5000. Маса шафи 9600 кг.

Друге виконання шафи має загальне число люльок 412, у тому числі 400 робочих. Він встановлюється для печей площею поду 40 і 50 м². Габаритні розміри другого виконання (в мм): 14500x3530x5000. Маса шафи 12900 кг.

Конвейерна шафа РШВ (рис. 1.4) належить до шаф з вертикальним ланцюговим конвейером. Вона призначена для остаточного вистоювання тістових заготовок масою 0,2—0,4 кг в автоматизованих потокових лініях з печами, що мають стрічковий під площею 25, 40 і 50 м².

В комплект шафи входять роторно-стрічковий посадчик 1 і розвантажувально-пересадочний стрічковий транспортер 11, призначений для розвантаження люльок шафи і посадки тістових заготівок на под печі.

Шафа складається з металевого зварного каркаса 2, закритого металевими знімними огорожами і щитами 13, що мають оглядові вікна з органічного скла. У середині шафи на каркасі змонтований ланцюговий конвейер, що складається з 23 пар ланцюгових зірочок 6, з яких пара зірочок 15 є привідною; зірочки 16 - натяжні, а зірочки 4, 7 і 8 встановлені зовні шафи для холостої ділянки ланцюга, який переміщається по направляючих 5. На зірочки натянуті два нескінченні ланцюги 3 з кроком 38,1 мм. До ланцюгів через кожні чотири ланки шарнірно підвішені люльки 14 з кроком 152,4 мм.

При розстоюванні тістових заготовок масою 0,2 кг на люльку укладається вісім заготівок; при розстоюванні тістових заготовок масою 0,4 кг - 6 шт. Відповідно при посадці в люльки конвейера тестових заготівок масою 0,2 кг (для міських булок) ротор 26 посадчика має вісім кишень, а для заготовок масою 0,4 кг — 6 кишень.

Ротор 26 при обертанні своїми кишнями подає тестові заготовки на стрічку 27 посадочного транспортера, що рухається. Коли на стрічці виявиться 6 або 8 тістових заготовок, стрічка зупиняється і потім спеціальним механізмом повертається навкруги подовжньої осі. В результаті цього тістові заготовки скачуються із стрічки в люльку конвейєра шафи, після чого стрічка повертається в початкове положення, і цикл повторюється.

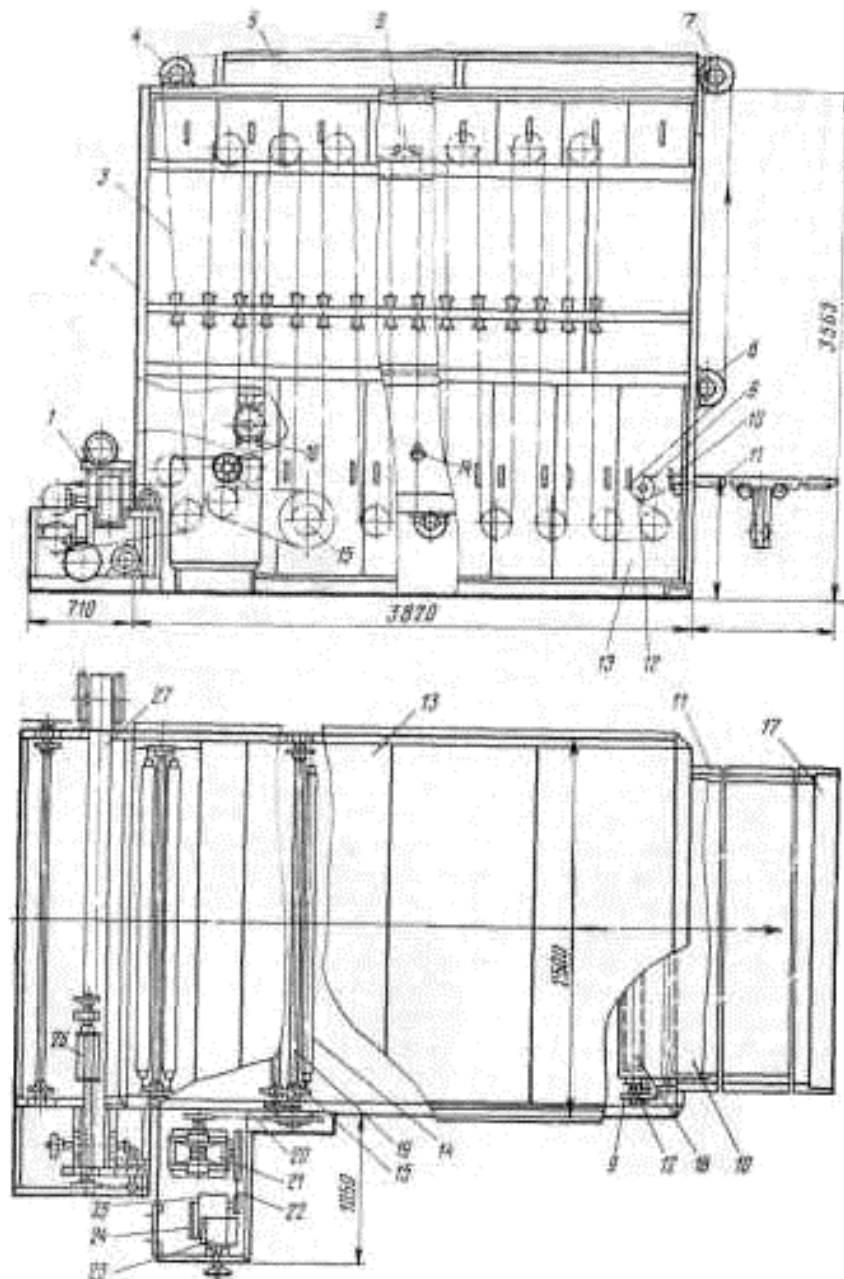


Рис. 1.4. Конвейєрна шафа РШВ

Коли люлька пройде всю робочу ділянку ланцюга і вистоювання закінчиться, тістові заготовки з люльок перекладаються на стрічку 10 розвантажувально-пересадочного транспортера.

При обгинанні ланцюгами зірочок 9, закріплених на валу 12 разом з барабаном 18, люлька, дійшовши до цього барабана, притискається до стрічки і огинає барабан. При виході на горизонтальну ділянку стрічки 10 тістові заготовки перекладаються з люльок на стрічку пересадочного транспортера. Звільнена люлька, приймаючи початкове положення, виходить з шафи і підіймається вгору, де при русі на холостій ділянці ланцюга просушується сукно комірок люльки. При обгинанні пересадковою стрічкою плоского козирка 17 тестові заготовки перекладаються на под печі.

Привід ланцюгового конвейера здійснюється від електродвигуна 23 ($N=1,5$ кВт, $n=1000$ об/хв.), який через клинопасову передачу 24, варіатор швидкості 25 ВЦ1-0131-03, клинопасову передачу 22, черв'ячний редуктор 21 РЧП-180-37-1 і ланцюгову передачу 20 обертає привідний вал 19.

Тривалість вистоювання тістових заготовок регулюється зміною швидкості ланцюгового конвейера за допомогою варіатора швидкості 25. Для створення оптимальних температурно-вологосних умов усередині шафи в нижній частині встановлений колектор з трубами для подачі вологої пари низького тиску.

Шафа виготовляється в трьох модифікаціях: РШВ, РШВ-2 і РШВ-3. Шафа РШВ призначена для тесторозділочних ліній, розташованих на одному поверсі з тунельними печами, що мають площу поду 25 м^2 . Шафа РШВ-2 призначена для тесторозділочних ліній, розташованих на двох поверхах з тунельними печами площею череня 25 м^2 . Шафа РШВ-3 призначена для тесторозділочних ліній, розташованих на одному поверсі з тунельними печами площею череня 40 і 50 м^2 .

1.2. Аналіз та короткий опис об'єкту дослідження.

Шафа А2-ХРЗ призначена для укладання тістових заготовок круглого подового хліба масою 0,7-1,0 кг в спеціальні люльки, їх остаточної розстойки і пересадки на під тунельної печі. Конструкція люльок дозволяє механізувати процес завантаження і вивантаження тістових заготовок.

Технічні характеристики

Продуктивність технічна при

випічці хліба масою 1,0 кг, кг / год 575-580

Кількість робочих люльок, поз. 60

Загальна кількість люльок, поз. 90

Загальна площа поду печі, м² 25,0

Встановлена споживана потужність, кВт 17,6

Робоча витрата пари, кг/год.....15,00

Габаритні розміри шафи, мм:

Довжина 7950

Ширина 3500

Висота 4980

Маса, кг 9110

1.3. Техніко – економічне обґрунтування модернізації.

Однією із важливих задач роботи технологічного обладнання є здатність до випуску широкого асортименту готових виробів. У випадку шафи А2-ХРЗ це в першу чергу може проявлятися у розстоюванні широкого діапазону мас тістових заготовок. Одним із найбільш простих і ефективних методів вирішення цієї задачі є встановлення системи валів із збільшеним діаметром зірочок транспортуючих ланцюгів. Таке рішення дозволить збільшити геометричні розміри, а отже і масу оброблюваних тістових заготовок.

Деталі обладнання харчових виробництв виготовляють з різних матеріалів в залежності від призначення. При виборі матеріалів для харчового обладнання слід керуватися такими правилами:

а) матеріал повинен мати достатню механічну міцність для заданих умов роботи, а також здатність оброблятися тими методами, які необхідні для надання йому необхідної форми;

б) матеріали і з'єднувальні шви повинні бути стійкими до корозії;

в) при можливості слід вибирати недефіцитні матеріали.

г) матеріали, які дотикаються до сировини, напівфабрикатів та готової продукції повинні не мати сторонніх запахів і бути нетоксичними, не повинні фарбувати вироби.

Рекомендованими до застосування матеріалами є: з чорних металів: 10X17H13M2T, 10X17H13M3T, 12X18H10T (ГОСТ 5632-72), 18ХГТ, 40Х, 40ХС, 45Х (ГОСТ 4543-71) та інші, а також чавуни, мідь та сплави, алюміній, олово, скло, пластмаси. При виборі матеріалів для шафи А2-ХРЗ слід зважати на те, що вони працюють при підвищених і високих температурах. Тому крім вище наведених чинників, матеріали повинні відповідати вимогам вогнетривкості. Для вогнетривкої кладки хлібопекарських печей використовуються вогнетривка цегла, для ізоляції використовується базальтоволокно, діатомітовий порошок та цегла, для обгортання металічних деталей – азбест, вата, повсть, картон. Для металоконструкцій використовуються чорні метали, чавуни, мідь та сплави, алюміній.

1.4. Мета та задачі кваліфікаційної роботи.

Однією із важливих задач роботи технологічного обладнання є здатність до випуску широкого асортименту готових виробів. У випадку шафи А2-ХРЗ це в першу чергу може проявлятися у розстоюванні широкого діапазону мас тістових заготовок. Одним із найбільш простих і ефективних методів вирішення цієї задачі є встановлення системи валів із збільшеним діаметром зірочок

транспортуючих ланцюгів. Таке рішення дозволить збільшити геометричні розміри, а отже і масу оброблюваних тістових заготовок. Також необхідно замінити люлькотримачі з люльками та привід агрегата.

При цьому виконуються наступні задачі:

аналіз конструкції технологічного обладнання для вистоювання заготовок хлібобулкових виробів;

розроблення заходів з модернізації шафи А2-ХРЗ;

технологічний розрахунок шафи А2-ХРЗ;

розрахунок конструктивних елементів шафи А2-ХРЗ.

Для встановлення оптимальних режимів роботи печі здійснюється постановка і вирішення дослідницьких задач:

виконати аналіз впливу технологічних параметрів на процес вистоювання тістових заготовок в шафі А2-ХРЗ;

виконати аналіз впливу конструктивних параметрів на процес вистоювання тістових заготовок в шафі А2-ХРЗ;

виконати аналіз та математичний опис теплових процесів, які відбуваються в шафі А2-ХРЗ;

розробити спрощену математичну модель теплових процесів в шафі А2-ХРЗ;

виконати втрат теплоти через стінки шафи А2-ХРЗ;

виконати аналіз теплопередачі через різноміснні огорожуючі елементи;

провести аналіз отриманих результатів та рекомендації по модернізації шафи А2-ХРЗ;

також треба здійснити обґрунтування прийнятих в роботі рішень, передбачити вирішення питань охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

2. Методи та методика досліджень

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

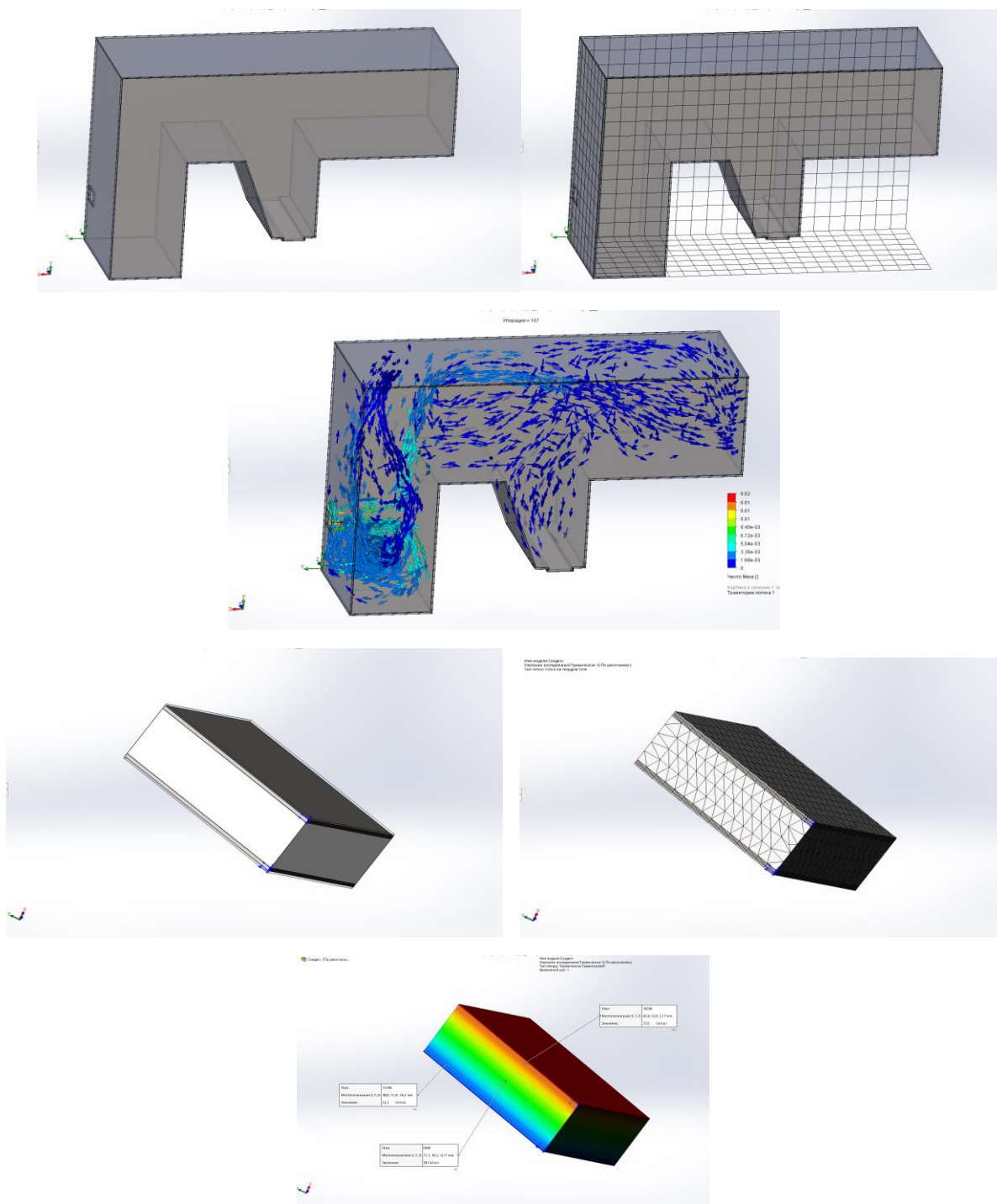


Рис. 2.1. Етапи моделювання конструктивних рішень шафи А2-ХРЗ для вистоювання заготовок хлібобулкових виробів в Solidworks Flow Simulation:

- а) дослідження руху потоку повітря у робочій камері шафи А2-ХРЗ;
- б) дослідження теплопровідності сендвіч-панелі щитів шафи А2-ХРЗ.

Одним із найбільш відповідальних етапів при вирішенні конструкторських завдань у машинобудуванні є фінішному етапі робіт, коли треба визначитися з конкретними конструктивними рішеннями. Має місце порівняльний аналіз значного числа як принципових схем, так і конкретних конструктивних ідей. У цьому на допомогу сучасним інженерам розроблено чимале число САПР CAE систем, які мають багатий інструментарій для виконання комп'ютерних розрахунків, зокрема ANSYS, SolidWorks, Pro/Engineer тощо.

У цій магістерській роботі для реалізації комп'ютерного експерименту сформовано збірну 3D модель шафи вистоювання заготовок хлібобулкових виробів. Для реалізації комп'ютерного моделювання використаємо інтегровану систему CAD і CAE Solidworks, при цьому самі числові дослідження гідродинамічних і теплових процесів у шафі виконаємо в Flow Simulation (рис.2.1).

CAE Модуль Flow Simulation САПР Solidworks є дуже корисним для інженерів і науковців інструментом, який дозволяє зменшити трудомісткість проектних робіт і часові затрати і забезпечує високий інженерний і науковий рівень розробок.

Цей інструмент в процесі комп'ютерних досліджень дає можливість оперувати великим числом технологічних режимів і конструктивних вирішень, а саме: витрату і тиск робочих середовищ (в нашому випадку - повітря), має можливість враховувати густину середовищ, добре справляється із розрахунками швидкості руху середовищ, в тому числі із одночасним моделюванням теплофізичних характеристик, достовірно виконує обчислення температурних режимів тощо.

2.2. Аналіз застосування інформаційних технологій в дипломній роботі.

У цій магістерській роботі вирішуються два типи інженерних завдань: гідродинамічне (рух повітря у робочій порожнині шафи) та термодинамічна: рух

теплоти через багат шарову стінку. Це якісно різні питання, які потребують свого специфічного інструментацію та технологій.

Для літературно-патентного пошуку та аналізування вихідної науково-технічної інформації було використано можливості сайту sci-hub. Формат отриманих при пошуку в інтернеті файлів був pdf і djvu, тому для їх читання використано програми Adobe Reader і DjvuView.

Основна частина інженерних обчислень виконана у САЕ системі MathCAD та електронних таблицях Calc. Частина листів графічної частини виконана у САПР AutoCAD, інша частина – у SolidWorks та Calc з послідуною підготовкою у програмі Gimp.

Для виконання комп'ютерних досліджень використано САЕ модуль Flow Simulation САПР Solidworks. Розрахунково-пояснювальну записку магістерської роботи сформовано у програмі Write.

2.3. Алгоритм і методики проведення комп'ютерного експерименту.

Для проведення комп'ютерних досліджень спершу була сформована з моделей сендвіч-панелей збірка корпусу шафи вистоювання заготовок хлібобулкових виробів. Технологічні отвори для виконання розрахунків було герметизовано заглушками, для яких сформували граничні умови і встановили вентилятори подачі повітря.

Після того, як збірка була сформована, за використання інтерактивного помічника САЕ модуля Flow Simulation створили проект комп'ютерних досліджень. При формуванні проекту тип задачі обрали закритий, умови - нормальні. Робочим середовищем вказано повітря.

Після завершення роботи інтерактивного помічника уточнили розміри робочої області моделювання, задали значення тиску для вільних отворів, параметри нагнітаючих вентиляторів та джерела теплоти. За даними обчислень побудували зображення траєкторії руху повітря в шафі кінцевого вистоювання та графічні зображення для основних розрахункових параметрів.

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

3.1 Опис конструкції шафи А2-ХРЗ

Шафа А2-ХРЗ призначена для укладання тістових заготовок круглого подового хліба масою 0,7-1,0 кг в спеціальні люльки, їх остаточної розстойки і пересадки на під тунельної печі. Конструкція люльок дозволяє механізувати процес завантаження і вивантаження тістових заготовок.

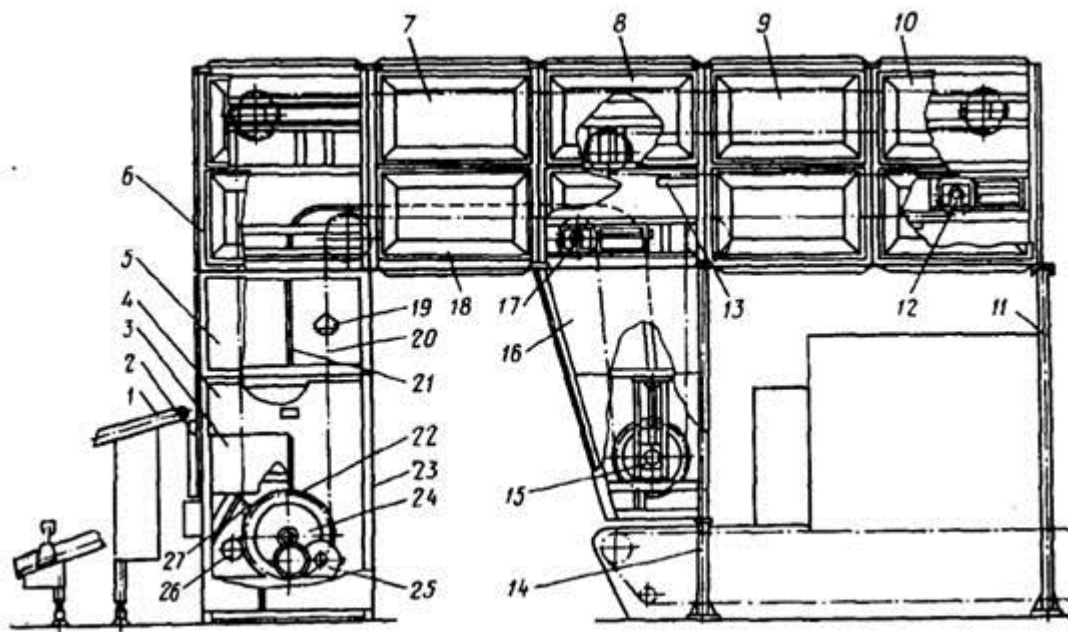


Рис. 3.1 Шафа А2-ХРЗ

1 - подаючий конвеєр; 2 – механізм посадки; 3 – шафа вистоювання; 4-10, 16 – секційні блоки; 11, 14 – ніжки; 12, 17 – станції натягування ланцюгів; 13 – напрямляючі; 15 – натягувальна станція; 18 - термоізоляційні панельні елементи; 19 - люльки; 20 - конвеєр; 21 – перестінок; 22 – ведучий барабан; 23 – рама шафи; 24 – вал; 25 – привод; 26 -механізм встановлення часу вистоювання; 27 – стоп-механізм люльки.

Технічні характеристики

Продуктивність технічна при

випічці хліба масою 1,0 кг, кг / год 575-580

Кількість робочих люльок, поз. 60

Загальна кількість люльок, поз.	90
Загальна площа поду печі, м ²	25,0
Встановлена споживана потужність, кВт	17,6
Робоча витрата пари, кг/год.....	15,00
Габаритні розміри шафи, мм:	
Довжина	7950
Ширина	3500
Висота	4980
Маса, кг	9110

На рис. 3.1 показано шафа А2-ХРЗ. Вона має Г-подібну форму і каркас зварного типу з кутового прокату, який складається з уніфікованих частин. Каркас облицьований щитами та дверцятами у вигляді сталевих панелей, всередині яких укладений теплоізоляційний матеріал. Між щитами і дверцятами укріплені ущільнюючі гумові прокладки.

Завантаження і розвантаження тістових заготовок проводяться вручну через спеціальні вікна. Для створення оптимальної температури і вологості середовища усередині шафи для автоматичного регулювання вказаних параметрів в кінцевій секції шафи вмонтований кондиціонер.

Вистоювання подових виробів здійснюється на листах, які встановлюються на двох полицях; вистоювання формового хліба — на нижній полиці, при цьому верхня полиця знімається. Пуск двигуна конвейєра шафи виконується вручну.

На панелі пульта управління конвейєром шафи встановлений перемикач, на шкалі якого вказано різне число робочих люльок, необхідне для завантаження при встановленому часі вистоювання. Управління рухом конвейєра шафи проводиться з пульта управління, в схемі якого передбачено два режими управління: «ручний» і «Автоматичний».

3.2. Технологічний розрахунок шафи А2-ХРЗ

Рівняння теплового балансу розстійної шафи запишеться таким чином:

$$Q_{нов} = Q_{тен} - Q_{тіста} - Q_{л} - Q_{ст}.$$

де $Q_{нов}$ – теплота, отримана повітрям;

$Q_{тен}$ – теплота від ТЕН ТЕН;

$Q_{тіста}$ – теплота на нагрів тіста;

$Q_{л}$ – теплота на нагрів люльок (подиків);

$Q_{ст}$ – тепловтрати в оточуюче середовище.

Теплоту на нагрів повітря визначимо за формулою:

$$Q_{нов} = c_{нов} \cdot m_{нов} \cdot \frac{dT_{нов}}{dt},$$

Де:
$$\frac{dT_{нов}}{dt} = \frac{Q_{нов}}{c_{нов} \cdot m_{нов}}$$

$\frac{dT_{нов}}{dt}$ – швидкість температурних змін повітря в шафі.

$c_{нов}$ – питома теплоємність повітря в шафі: $c_{нов} = c_{сн} + c_n \cdot \frac{d_n}{1000}$

$c_{сн}$ – питома теплоємність сухого повітря температурою 40°C :

$$c_{сн} = 1005 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{гр}};$$

c_n – питома теплоємність використаної перегрітої пари: $c_n = 2000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{гр}}$

d_n – питома вологовміст повітря шафи температурою 40°C і відносною вологістю 75.0%:

$$d_n = 36.9 \frac{\text{г}}{\text{кг}}.$$

Тоді:
$$c_{нов} = 1005 + 2000 \cdot \frac{36.9}{1000} = 1079 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{гр}}.$$

$m_{нов}$ – загальна маса повітря, яке перебуває у розстійній шафі:

$$m_{нов} = \rho_{нов} \cdot V_{нов},$$

де $\rho_{нов}$ - густина вологого повітря температурою 40°C і відносною вологістю 75.0%, яке є у камері шафи:

$$\rho_{нов} = 1.11 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$V_{нов}$ - загальний об'єм повітря в розстійній шафі: $V_{нов} = 94 \text{ м}^3$;

Отже: $m_{нов} = 1.11 \cdot 94 = 104.34 \text{ кг}$

Теплота від ТЕН: $Q_{ТЕН} = k_{ТЕН} \cdot (T_{ТЕН} - T_{нов})$

де $T_{ТЕН}$ - температура поверхні ТЕН;

$T_{нов}$ - температура повітря в шафі.

$k_{ТЕН}$ - розрахунковий коефіцієнт: $k_{ТЕН} = \alpha_{ТЕН} \cdot S_{ТЕН}$,

де $S_{ТЕН}$ - площа поверхні ТЕН: $S_{ТЕН} = l_{ТЕН} \cdot \pi \cdot d_{ТЕН}$,

де $l_{ТЕН} = 2 \text{ м}$ - довжина ТЕН;

$d_{ТЕН} = 0.008 \text{ м}$ – зовнішній діаметр ТЕН

$$S_{ТЕН} = 2 \cdot \pi \cdot 0.008 = 0.0503 \text{ м}^2;$$

$\alpha_{ТЕН}$ - коефіцієнт тепловіддачі зовнішнього покриття ТЕН.

Критерій Нуссельта:

$$Nu = 0.238 \cdot Re_f^{0.6};$$

де Re_f – критерій Рейнольдса:

$$Re_f = \frac{v \cdot d_{ТЕН}}{\nu},$$

де v -- лінійна швидкість повітря: $u = 5 \text{ м/с}$;

$d_{ТЕН}$ - зовнішній діаметр ТЕН: $d_{ТЕН} = 0,008 \text{ м}$;

ν - кінематична в'язкість повітря температурою 40°C :

$$\nu = 16.96 \times 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}.$$

$$\text{Отже: } Re_f = \frac{5 \cdot 0.008}{16.96 \cdot 10^{-6}} = 2358.5$$

$$\text{Звідси: } Nu = 0.238 \cdot 2358.5^{0.6} = 25.13$$

$$\text{Тоді: } \alpha_{ТЕН} = \frac{Nu \cdot \lambda}{d_{ТЕН}},$$

де λ - теплопровідність повітря температурою 40°C :

$$\lambda = 2.76 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{град}}.$$

$$\text{Тоді: } \alpha_{ТЕН} = \frac{25.13 \cdot 2.76 \cdot 10^{-2}}{0.008} = 86.7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{град}}$$

$$\text{Далі: } k_{ТЕН} = 86.7 \cdot 0.503 = 4.358 \frac{\text{Вт}}{\text{град}}$$

$$\text{і } Q_{ТЕН} = 4.358 \cdot (T_{ТЕН} - T_{нов}).$$

Лишки теплоти ТЕН використовуються на зміну їхньої температури:

$$\frac{dT_{ТЕН}}{dt} = \frac{P_{ТЕН} - Q_{ТЕН}}{c_{ТЕН} \cdot m_{ТЕН}}$$

де $\frac{dT_{ТЕН}}{dt}$ - швидкість змінювання температури покриття ТЕН;

$P_{ТЕН}$ - потужність ТЕН;

$$P_{ТЕН} = 1000 \text{ Вт}$$

$Q_{ТЕН}$ - теплота, яку випромінюють ТЕН;

$c_{ТЕН}$ - питома теплоємність оболонки ТЕН. Для канталу А-1:

$$c_{ТЕН} = 470 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{град}}$$

$m_{ТЕН}$ - маса ТЕН.

$$m_{ТЕН} = \rho_{ТЕН} \cdot l_{ТЕН} \cdot \frac{\pi \cdot d_{ТЕН}^2}{4} = 7100 \cdot 2 \cdot \frac{\pi \cdot 0.008^2}{4} = 0.714 \text{ кг}$$

де $\rho_{ТЕН} = 7100 \text{ кг} / \text{м}^3$ - густина матеріалу оболонки ТЕН.

Тепловий потік, на заготовки хлібобулкових виробів:

$$Q_{міста} = k_{міста} \cdot (T_{нов} - T_{міста})$$

де

$$k_{міста} = \alpha_{міста} \cdot S_{міста}$$

$S_{міста}$ - зовнішня поверхня заготовок хлібобулкових виробів:

$$S_{міста} = 60 \cdot 8 \cdot \pi \cdot 0.25^2 = 94.2 \text{ м}^2$$

$\alpha_{міста}$ - тепловіддача поверхні заготовок хлібобулкових виробів,

визначена за формулою: $Nu = 0.216 \cdot Re^{0.8}$;

де Re – число Рейнольдса, яке визначається за формулою:

$$Re = \frac{v \cdot l_{міста}}{\nu},$$

де $l_{міста}$ - характерний розмір заготовок хлібобулкових виробів:

$$l_{міста} = 0.25 \text{ м};$$

v - швидкість руху течії повітря:

$$v = 0.4 \text{ м/с};$$

ν - кінематична в'язкість повітря температурою 40°C :

$$\nu = 16.96 \times 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}.$$

$$\text{Тоді: } Re = \frac{0.4 \cdot 0.25}{16.96 \cdot 10^{-6}} = 5900$$

$$\text{Та: } Nu = 0.216 \cdot 5900^{0.8} = 224.46$$

$$\text{Отже: } \alpha_{міста} = \frac{Nu \cdot \lambda}{d_{міста}},$$

де λ - теплопровідність повітря температурою 40°C :

$$\lambda = 2.76 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{град}}.$$

$$\text{Обчислимо: } \alpha_{міста} = \frac{224.46 \cdot 2.76 \cdot 10^{-2}}{0.25} = 24.8 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{град}}$$

$$\text{Тоді: } k_{міста} = 24.8 \cdot 94.2 = 2336.16 \frac{\text{Вт}}{\text{град}}$$

$$Ta \quad Q_{micma} = 2336.16 \cdot (T_{micma} - T_{нов}).$$

де T_{micma} - температура заготовок хлібобулкових виробів. Швидкість зміни температури заготовок хлібобулкових виробів:

$$\frac{dT_{micma}}{dt} = \frac{Q_{micma} - Q_{micmaB}}{c_{micma} \cdot m_{micma}}$$

де c_{micma} - питома теплоємність заготовок хлібобулкових виробів:

$$c_{micma} = 3000 \frac{Дж}{кг \cdot ^\circ C},$$

m_{micma} - маса заготовок хлібобулкових виробів:

$$m_{micma} = n_{заг} \cdot m_{заг} = 480 \cdot 1.0 = 480 кг,$$

де $n_{заг} = 480 шт$ - кількість заготовок хлібобулкових виробів в шафі;

$m_{заг} = 1,0 кг$ - маса заготовки хлібобулкових виробів.

В зв'язку з тим, що транспортер з розстійної шафи не виноситься, то можна вважати, що потік теплоти, з транспортувальними елементами ривний 0:

$$Q_{mp} = 0.$$

Отже, для визначення впливу технологічних і конструктивних параметрів на процес вистоювання тістових заготовок в шафі А2-ХРЗ слід вирішити систему рівнянь:

$$Q_{TEH} = 4.358 \cdot (T_{TEH} - T_{нов}).$$

$$\frac{dT_{TEH}}{dt} = \frac{1000 - Q_{TEH}}{470 \cdot 0.714}$$

$$Q_{micma} = 2336.16 \cdot (T_{micma} - T_{нов}).$$

$$\frac{dT_{micma}}{dt} = \frac{Q_{micma} + 150}{3000 \cdot 480}$$

$$Q_{нов} = Q_{теп} - Q_{micma} - Q_{л} - Q_{ст}.$$

$$\frac{dT_{нов}}{dt} = \frac{Q_{нов}}{1079 \cdot 104.34}.$$

3.3. Розрахунок втрат теплоти через стінки шафи А2-ХРЗ

Тепловтрати від стінок шафи: $Q_{cm} = K_{cm} \cdot (T_{нов} - T_{нс})$

де $T_{нс}$ - температура оточуючого середовища

$$K_{cm} = k_{cm} \cdot S_{cm}$$

S_{cm} - сумарна площа зовнішніх стінок шафи:

$$S_{cm} = 2 \cdot (4.6 \cdot 2.1 + 1.6 \cdot 2.8 + 2.4 \cdot 1.6) + 2.66 \cdot (1.4 + 2.4 + 2.8 + 4.5 + 4.9 + 4.6) =$$
$$= 90.3 \text{ м}^2;$$

k_{cm} - теплопередача крізь стінки шафи:

$$k_{cm} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{2\delta_{cm}}{\lambda_{cm}} + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

де δ_{cm} - товщина металевої обкладки стінок шафи: $\delta_{cm} = 0.002 \text{ м}$;

δ_{ym} - товщина шару теплоізоляції: $\delta_{ym} = 0.03 \text{ м}$;

λ_{cm} - теплопровідність стінок шафи:

$$\lambda_{cm} = 58 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{гР}};$$

λ_{ym} - теплопровідність шару теплоізоляції: $\lambda_{ym} = 0.1 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{гР}};$

α_1 - сумарний коефіцієнт тепловіддачі обкладок стінок в середині шафи;

α_2 - сумарний коефіцієнт тепловіддачі від обкладок стінок на зовні шафи.

Сумарні коефіцієнти тепловіддачі розраховують аналогічно, сумують коефіцієнти тепловіддачі шляхом конвекції ($\alpha_{кон}$) та шляхом випромінювання ($\alpha_{вип}$):

$$\alpha_{заг} = \alpha_{кон} + \alpha_{вип}$$

Тут:

$$\alpha_{\text{кон}} = \frac{Nu \cdot \lambda}{h_{\text{ст}}}$$

де λ - теплопровідність повітря;

$h_{\text{ст}}$ - характерний розмір стінок шафи - висота:

$$h_{\text{ст}} = 4,9 \text{ м.}$$

Для обтікання газом вертикальних поверхонь число Нуссельта:

$$Nu = 0.15 \cdot (Gr_{\text{нов}} \cdot Pr_{\text{нов}})^{1/3}$$

де $Pr_{\text{нов}}$ - критерій Прандтля;

$$Gr = \frac{\beta \cdot g \cdot h_{\text{ст}}^3 \cdot \Delta t}{\nu^2}$$

де g - прискорення земного тяжіння;

Δt – різниця температур;

β - функція, зв'язку густини середовища та температури.

У випадку газів: $\beta = 1/T$;

ν - кінематична в'язкість.

$$\alpha_{\text{вип}} = \delta_{\text{ст}} \cdot \varepsilon_{\text{ст}} \frac{\left[\left(\frac{T_{\text{ст}}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{\text{нов}}}{100} \right)^4 \right]}{(T_{\text{ст}} - T_{\text{нов}})}$$

де $\varepsilon_{\text{ст}} = 0,9$ - коефіцієнт чорноти обкладок стінок;

$T_{\text{ст}}$ - температура обкладок стінок °С;

$\delta_{\text{ст}}$ - число Стефана-Больцмана: $\delta_{\text{ст}} = 5.67 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}^4}$

Оскільки температура з обох боків стінок шафи є невідомою, приймаємо у першому наближенні:

$$\alpha_1 = \alpha_2 = 10 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{гр}}.$$

Тоді коефіцієнт теплопередачі крізь стінку шафи:

$$k_{cn} = \frac{1}{\frac{1}{10} + \frac{2 \cdot 0.002}{58} + \frac{0.03}{0.1} + \frac{1}{10}} = 2 \frac{Bm}{m^2 \cdot \varrho p}$$

Звідси: $Q_{cm} = 2 \cdot (40 - 20) \cdot 90,3 = 3612 Bm$.

Тоді температура обкладок стінок в порожнині розстійної шафи:

$$T_{cm1} = T_{нов} - \frac{Q_{cm}}{S_{cm} \cdot \alpha_1} = 40 - \frac{3612}{90,3 \cdot 10} = 36^{\circ},$$

зовні шафи:

$$T_{cm2} = T_{нс} + \frac{Q_{cm}}{S_{cm} \cdot \alpha_2} = 20 + \frac{3612}{90,3 \cdot 10} = 24C^{\circ}$$

В другому *наближенні*:

Для обкладок стінок всередині шафи:

$Pr_1 = 0,699$ (при $T = 40^{\circ}C$),

$$Gr_1 = \frac{g \cdot (T_{нов} - T_{cm1}) \cdot h_{cm}^3}{T_{нов} \cdot \nu_{нов}^2} = \frac{9,81 \cdot (40 - 36) \cdot 4,9^3}{(40 + 273) \cdot (16,96 \cdot 10^{-6})^2} = 5,13 \cdot 10^{10}$$

Звідси:

$$Nu_1 = 0,15 \cdot (Gr_1 \cdot Pr_1)^{1/3} = 0,15 \cdot (5,13 \cdot 10^{10} \cdot 0,699)^{1/3} = 494,64,$$

$$\alpha_{кон1} = \frac{Nu_1 \cdot \lambda_{нов}}{h_{cm}} = \frac{494,64 \cdot 2,76 \cdot 10^{-2}}{4,9} = 2,78 \frac{Bm}{m^2 \cdot \varrho p}$$

Визначимо променевий коефіцієнт тепловіддачі:

$$\alpha_{вин1} = 5,67 \cdot 0,9 \cdot \frac{\left[\left(\frac{313}{100} \right)^4 - \left(\frac{309}{100} \right)^4 \right]}{(313 - 309)} = 6,14 \frac{Bm}{m^2 \cdot \varrho p}$$

Таким чином, узагальнений коефіцієнт тепловіддачі до внутрішньої поверхні обкладок стінок шафи вистоювання заготовок хлібобулкових виробів буде:

$$\alpha_{заг1} = \alpha_{кон1} + \alpha_{вин1} = 2,78 + 6,14 = 8,92 \frac{Bm}{m^2 \cdot \varrho p}$$

Аналогічно, для зовнішньої поверхні обкладок стінок шафи вистоювання заготовок хлібобулкових виробів:

$$Pr_2 = 0,703 \text{ (при } T = 20^\circ\text{C)},$$

$$\text{Оскільки при } T = 20^\circ\text{C: } v_{нов} = 15,06 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}$$

Будемо мати:

$$Gr_1 = \frac{g \cdot (T_{cm2} - T_{нов}) \cdot h_{cm}^3}{T_{нов} \cdot v_{нов}^2} = \frac{9.81 \cdot (24 - 20) \cdot 4.9^3}{(20 + 273) \cdot (15.06 \cdot 10^{-6})^2} = 6.95 \cdot 10^{10}$$

Звідси:

$$Nu_2 = 0.15 \cdot (Gr_2 \cdot Pr_2)^{1/3} = 0.15 \cdot (6.95 \cdot 10^{10} \cdot 0.703)^{1/3} = 548.37,$$

$$\text{Оскільки } T = 20^\circ\text{C, } \lambda = 2.59 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{гР}}.$$

$$\text{Будемо мати: } \alpha_{кон2} = \frac{Nu_2 \cdot \lambda_{нов}}{h_{cm}} = \frac{548.37 \cdot 2.59 \cdot 10^{-2}}{4.9} = 2.9 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{гР}}$$

Променевий коефіцієнт тепловіддачі:

$$\alpha_{вин2} = 5.67 \cdot 0.9 \cdot \frac{\left[\left(\frac{297}{100} \right)^4 - \left(\frac{293}{100} \right)^4 \right]}{(297 - 293)} = 5.24 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{гР}}$$

Таким чином, узагальнений коефіцієнт тепловіддачі від зовнішньої поверхні обкладок стінок шафи вистоювання заготовок хлібобулкових виробів буде:

$$\alpha_{заг2} = \alpha_{кон2} + \alpha_{вин2} = 2.9 + 5.24 = 8.14 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{гР}}.$$

Після другого наближення коефіцієнт теплопередачі стінок шафи вистоювання заготовок хлібобулкових виробів:

$$k_{cn} = \frac{1}{\frac{1}{8.92} + \frac{2 \cdot 0.002}{45} + \frac{0.03}{0.1} + \frac{1}{8.14}} = 1.87 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{гР}}.$$

Тепловтрати крізь стінки розстійної шафи

$$Q_{cm} = 1.87 \cdot (40 - 20) \cdot 90,3 = 3377.22 \text{ Вт}.$$

Тоді температура на поверхні обкладок стінок в робочій порожнині шафи вистоювання заготовок хлібобулкових виробів буде:

$$T_{cm1} = T_{нов} - \frac{Q_{cm}}{S_{cm} \cdot \alpha_1} = 40 - \frac{3377.22}{90.3 \cdot 8.92} = 35.81^\circ \text{C},$$

відповідно зовні шафи:

$$T_{cm2} = T_{нс} + \frac{Q_{cm}}{S_{cm} \cdot \alpha_2} = 20 + \frac{3377.22}{90.3 \cdot 8.14} = 24.95^\circ \text{C}$$

Ступінь розбіжності між двома наближеннями:

$$d_{m'} = 100 * (36 - 35,81) / 36 = 0,6\%;$$

$$d_{m'} = 100 * (24,95 - 24) / 24 = 3,9\%$$

Що є допустимими. Тому приймаємо результати другого наближення.

Перевіримо об'єкт щодо конденсації пари з парогазового середовища на стінках шафи вистоювання заготовок хлібобулкових виробів. Аби не було конденсації пари там, де це не потрібно, треба, щоб температура на поверхні обкладок в робочій камері T_{cm1} була більша від температури точки роси T_p :

$$T_{cm1} > T_p.$$

Для оптимальних (розрахункових параметрів) вистоювання - температури парогазовою середовища 40°C і відносної вологості 75%, температура точки роси

$$T_p = 34,5^\circ\text{C}.$$

В нашому випадку конденсація водяної пари на поверхнях обкладок стінок в робочій камері не спостерігається.

Тепловтрати через стінки шафи, зі врахуванням:

$$K_{cm} = k_{cm} \cdot S_{cm} = 1.87 \cdot 90.3 = 168.861 \frac{\text{Вт}}{\text{гр}}$$

$$\text{Можна записати: } Q_{cm} = 168.891 \cdot (T_{нов} - T_{нс}),$$

де $T_{нс}$ - температура оточуючого середовища.

3.4. Розрахунок конвеєра агрегату шафи 2-ХРЗ

Визначаємо кількість робочих люльок на конвеєрі з формули продуктивності [4, ст.183]:

Q_p - продуктивність конвеєрного вистойного агрегату, по готовій продукції рівна продуктивності печі, кг/год.;

$$Q_p := 1230$$

t_p - тривалість вистойки тістових заготовок, хв.;

$$t_p := 45$$

G - маса тістових заготовок, кг

$$G := 0.9$$

z - кількість тістових заготовок на одній полиці люльки,

$$z := 8$$

K - кількість полицок в люльці, шт.;

$$K := 1$$

$$K_p := \frac{Q_p \cdot t_p}{60 \cdot G \cdot z \cdot K}$$

$$K_p = 128.125$$

Приймаємо $K_p := 128$ люльок.

Визначаємо кількість холостих люльок за формулою [4, ст.183]:

L_x - довжина коротшої сторони вітки транспортера від вивантаження до завантаження, м.;

$$L_x := 9$$

a - крок підвіски люльок, вибираємо кратним кроку ланцюга, м.;

$$a := 0.3$$

$$K_x := \frac{L_x}{a}$$

$$K_x = 30 \text{ люльок.}$$

Загальна кількість люльок на конвеєрі вистойної шафи [4, ст.183]:

$$K_Z := K_p + K_x$$

$$K_Z = 158 \text{ люльок.}$$

$$\text{Приймаємо } K_Z := 158 \text{ люльок.}$$

Загальна довжина ланцюгового конвеєра [4, ст.183]:

$$L_Z := K_Z \cdot a$$

$$L_Z = 47.4 \text{ м.}$$

Визначаємо мінімальний діаметр зірочок конвеєра [4, ст.184], приймаючи попередньо:

- ширина люльки $b := 220 \text{ мм.}$
- діаметр вала зірочок $d := 90 \text{ мм.}$
- висота підвіски люльок $h := 193 \text{ мм.}$
- зазор між люлькою і валом $l := 30 \text{ мм.}$

$$D_{h.o} := 2 \cdot \sqrt{\left(\frac{b + d + 2 \cdot l}{2}\right)^2 + h^2}$$

$$D_{h.o} = 534.692$$

$$\text{Приймаємо } D_{h.o} := 576 \text{ мм.}$$

Визначаємо мінімальне число зубів зірочки [7, ст.126]:

$$t - \text{ крок ланцюга, мм. } \quad t := 100$$

$$Z := \frac{\pi}{\arcsin\left(\frac{t}{D_{h.o}}\right)}$$

$$Z = 18 \text{ зубів.}$$

Визначаємо швидкість ланцюга (V) за формулою [4, ст.184]:

$t_{дв}$ - час затрачений на повний оберт конвеєра без врахування часу затраченого на вистойку кожної люльки, хв.;

t_c - час, на протязі якого люлька вистояється при її завантаженні і вивантаженні. Цей час залежить від часу вистоювання конвеєра печі і від кількості полицок в люльці шафи, хв.;

$$t_c := 0.226 \text{ хв.}$$

$$t_{дв} := t_p - t_c \cdot K_Z$$

$$t_{\text{ДВ}} = 9.292 \text{ хв.}$$

$$V := \frac{L_z}{60 \cdot t_{\text{ДВ}}}$$

$$V = 0.085 \text{ м/с.}$$

Визначаємо потужність електродвигуна конвеєра за формулою [4, ст.184]:

$$N_p = k_z \cdot \frac{P \cdot V}{1000 \cdot \eta} \quad \text{кВт;}$$

де, k_z - коефіцієнт запасу потужності, $k_z := 0.58$;

P - тягове зусилля на привідних зірочках (в Н), визначається загальноприйнятим методом обходу ланцюга по контуру;

η - к.к.д. приводу конвеєра, $\eta := 0.85$.

Тягове зусилля (P) визначається за формулою [4, ст.184]:

$$P = S_{\text{нб}} - S_{\text{сб}} + W_p$$

Приймаємо натяг ланцюга в точці 1 (див. рис. 3.6) рівним на два ланцюги:

$$S_1 := 2 \cdot 1000$$

$$S_{\text{сб}} := S_1$$

$$S_1 = 2 \times 10^3 \text{ Н.}$$

Для транспортера вибираємо конвеєрний ланцюг типу ПВК-24100, який має крок ($t_{\text{лц}} := 100 \text{ мм.}$) і допустиме робоче навантаження ($P_{\text{д}} := 19600 \text{ Н.}$) Маса одного погонного метра ланцюга ($q_{\text{лц}} := 13.4 \text{ кг/м.}$).

Загальна маса рухомих частин на одному погонному метрі конвеєра визначається за формулою [4, ст.185]:

$$q_z = 2 \cdot q_{\text{лц}} + q_{\text{лп}} + q_{\text{вант}} \quad \text{кг/м;}$$

де, $q_{\text{лп}}$ - маса люльок на погонному метрі конвеєра, кг/м.;

$q_{\text{вант}}$ - маса вантажу на погонному метрі конвеєра, кг/м.;

$q_{\text{л}}$ - маса однієї люльки, кг.;

$$q_{\text{л}} := 9.4 \text{ кг.}$$

n - число тістових заготовок на люльці, шт.;

$n := 8$ шт.;

G - максимальна маса тістової заготовки,

$G := 1.0$ кг.;

$$q_{\text{ЛП}} := \frac{q_{\text{Л}}}{a}$$

$q_{\text{ЛП}} = 31.33$ кг/м;

$$q_{\text{ВАНТ}} := \frac{n \cdot G}{a}$$

$q_{\text{ВАНТ}} = 26.67$ кг/м;

$$q_z := 2 \cdot q_{\text{ЛЦ}} + q_{\text{ЛП}} + q_{\text{ВАНТ}}$$

$q_z = 84.8$ кг/м.

Натяг ланцюга в точці 2 [5, ст.377] (приймаємо $H_{1,2} := 2.618$ м):

$$S_2 := S_1 + 9.8 \cdot q_z \cdot H_{1,2}$$

$S_2 = 4.176 \times 10^3$ Н.

Натяг ланцюга в точці 3 [5, ст.378]:

K_H - коефіцієнт збільшення опору руху конвеєра при обході поворотних пристроїв (приймаємо $K_H := 1.05$);

$$S_3 := K_H \cdot S_2$$

$S_3 = 4.384 \times 10^3$ Н.

Натяг ланцюга в точці 4 [5, ст.379]:

ω - коефіцієнт зменшення натягу за рахунок направляючих,

$\omega := 0.21$;

$L_{3,4}$ - відстань між зірочками 3-4,

$L_{3,4} := 3.071$ м.;

$$S_4 := S_3 + 9.8 \cdot q_z \cdot \omega \cdot L_{3,4}$$

$S_4 = 4.92 \times 10^3$ Н.

Натяг ланцюга в точці 5 :

$$S_5 := K_H \cdot S_4$$

$S_5 = 5.166 \times 10^3$ Н.

Натяг ланцюга в точці 6 (приймаємо $L_{5,6} := 3.071$ м):

$$S_6 := S_5 + 9.8 \cdot q_z \cdot \omega \cdot L_{5,6}$$

$$S_6 = 5.702 \times 10^3 \text{ Н.}$$

Натяг ланцюга в точці 7 :

$$S_7 := K_H \cdot S_6$$

$$S_7 = 5.987 \times 10^3 \text{ Н.}$$

Натяг ланцюга в точці 8 (приймаємо $L_{7,8} := 3.071$ м):

$$S_8 := S_7 + 9.8 \cdot q_z \cdot \omega \cdot L_{7,8}$$

$$S_8 = 6.523 \times 10^3 \text{ Н.}$$

Натяг ланцюга в точці 9 :

$$S_9 := K_H \cdot S_8$$

$$S_9 = 6.85 \times 10^3 \text{ Н.}$$

Натяг ланцюга в точці 10 (приймаємо $L_{9,10} := 3.871$ м):

$$S_{10} := S_9 + 9.8 \cdot q_z \cdot \omega \cdot L_{9,10}$$

$$S_{10} = 7.525 \times 10^3 \text{ Н.}$$

Натяг ланцюга в точці 11 :

$$S_{11} := K_H \cdot S_{10}$$

$$S_{11} = 7.901 \times 10^3 \text{ Н.}$$

Натяг ланцюга в точці 12 (приймаємо $L_{11,12} := 3.471$ м):

$$S_{12} := S_{11} + 9.8 \cdot q_z \cdot \omega \cdot L_{11,12}$$

$$S_{12} = 8.507 \times 10^3 \text{ Н.}$$

Натяг ланцюга в точці 13 :

$$S_{13} := K_H \cdot S_{12}$$

$$S_{13} = 8.933 \times 10^3 \text{ Н.}$$

Натяг ланцюга в точці 14 (приймаємо $L_{13,14} := 3.471$ м):

$$S_{14} := S_{13} + 9.8 \cdot q_z \cdot \omega \cdot L_{13,14}$$

$$S_{14} = 9.538 \times 10^3 \text{ Н.}$$

Натяг ланцюга в точці 15 :

$$S_{15} := K_H \cdot S_{14}$$

$$S_{15} = 1.002 \times 10^4 \text{ Н.}$$

Натяг ланцюга в точці 16 (приймаємо $L_{15.16} := 4.243\text{ м}$):

$$S_{16} := S_{15} + 9.8 \cdot q_z \cdot \omega \cdot L_{15.16}$$

$$S_{16} = 1.076 \times 10^4 \text{ Н.}$$

Натяг ланцюга в точці 17 :

$$S_{17} := K_H \cdot S_{16}$$

$$S_{17} = 1.129 \times 10^4 \text{ Н.}$$

Натяг ланцюга в точці 18 (приймаємо $H_{17.18} := 4.666\text{ м}$):

$$S_{18} := S_{17} + 9.8 \cdot q_z \cdot H_{17.18}$$

$$S_{18} = 1.517 \times 10^4 \text{ Н.}$$

Натяг ланцюга в точці 19 :

$$S_{19} := K_H \cdot S_{18}$$

$$S_{19} = 1.593 \times 10^4 \text{ Н.}$$

Натяг ланцюга в точці 20 (приймаємо $H_{19.20} := 1.490\text{ м}$):

$$S_{20} := S_{19} + 9.8 \cdot q_z \cdot \frac{H_{19.20}}{\cos(0.175)}$$

$$S_{20} = 1.719 \times 10^4 \text{ Н.}$$

Натяг ланцюга в точці 21 :

$$S_{21} := K_H \cdot S_{20}$$

$$S_{21} = 1.805 \times 10^4 \text{ Н.}$$

Натяг ланцюга в точці 22 (приймаємо $L_{21.22} := 1.900\text{ м}$):

$$S_{22} := S_{21} + 9.8 \cdot q_z \cdot \omega \cdot L_{21.22}$$

$$S_{22} = 1.838 \times 10^4 \text{ Н.}$$

Натяг ланцюга в точці 23 :

$$S_{23} := K_H \cdot S_{22}$$

$$S_{23} = 1.93 \times 10^4 \text{ Н.}$$

Натяг ланцюга в точці 24 (приймаємо $H_{23,24} := 2.230\text{м}$):

$$S_{24} := S_{23} + 9.8 \cdot q_z \cdot H_{23,24}$$

$$S_{24} = 2.115 \times 10^4 \text{ Н.}$$

$$S_{\text{нб}} := S_{24}$$

$$S_{\text{нб}} = 2.115 \times 10^4$$

Опір на привідній зірочці визначається за формулою [5, ст.380]:

$$W_p := 0.05 \cdot (S_{\text{нб}} + S_{\text{сб}})$$

$$W_p = 1.158 \times 10^3$$

Тягове зусилля:

$$P := S_{\text{нб}} - S_{\text{сб}} + W_p$$

$$P = 2.031 \times 10^4 \text{ Н.}$$

Проводимо перевірку ланцюга на максимальне розрахункове зусилля ($S_{\text{розр}}$) (на один ланцюг) [5, ст.381]:

$K_{\text{ц}}$ - коефіцієнт збільшення зусилля,

$$K_{\text{ц}} := 3.0$$

$$S_{\text{розр}} := K_{\text{ц}} \cdot 0.6 \cdot \frac{S_{\text{нб}}}{2}$$

$$S_{\text{розр}} = 1.904 \times 10^4 \text{ Н,}$$

що не перевищує допустиме навантаження на вибраний ланцюг

$$(S_{\text{розр}} < P_{\text{д}})$$

Потужність електродвигуна приводу конвеєра (в кВт):

$$N_p := k_z \cdot \frac{P \cdot V}{1000 \cdot \eta} \quad ;$$

$$N_p = 1.178 \text{ кВт.}$$

По каталогу вибираємо електродвигун типу 4АС30А4У3 потужністю 1,3 кВт, з числом обертів ротора 1360 об/хв.

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

4.1. Комп'ютерне моделювання руху повітря у шафі А2-ХРЗ та теплообмінних процесів в шафі А2-ХРЗ при вистоювання тістової заготовки

Моделювання руху повітря у шафі А2-ХРЗ виконуватимемо з використанням модуля SolidWorks FlowSimulation. На першому етапі спочатку робимо тривимірну модель збірки шафи.

Стінки шафи є збірними елементами з двох шарів листового матеріалу і теплоізоляційного шару між ними. На рис. 4.1. представлена 3d модель шафи А2-ХРЗ.

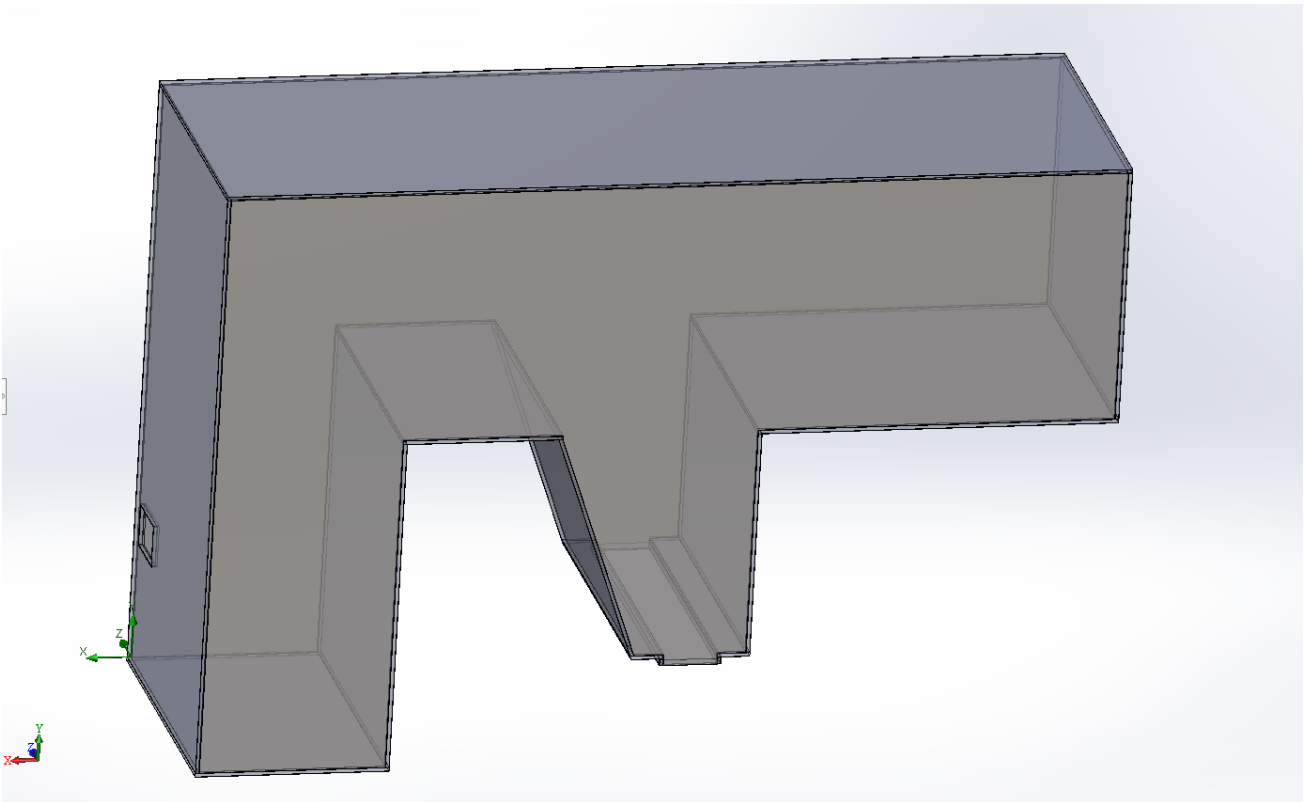


Рис. 4.1. 3d модель шафи А2-ХРЗ.

На рис. 4.2. показана глобальна сітка, створена в модельованій області руху потоків повітря всередині шафи А2-ХРЗ. Для 3d моделювання роботи

шафи вибрано розміри сітки по замовчуванню. Результати обчислень модельованих показників представимо на рис. 4.3.- рис. 4.16.

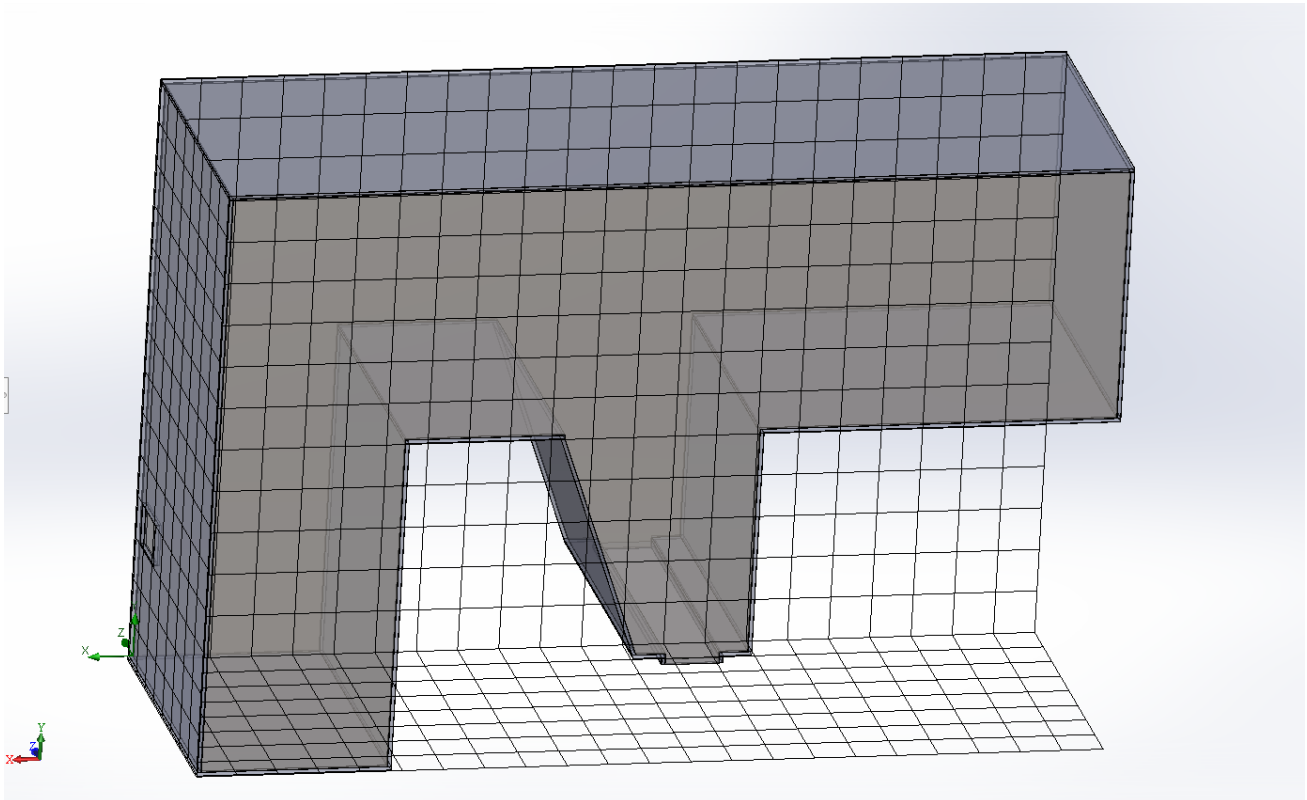


Рис. 4.3. Розрахункова глобальна сітка

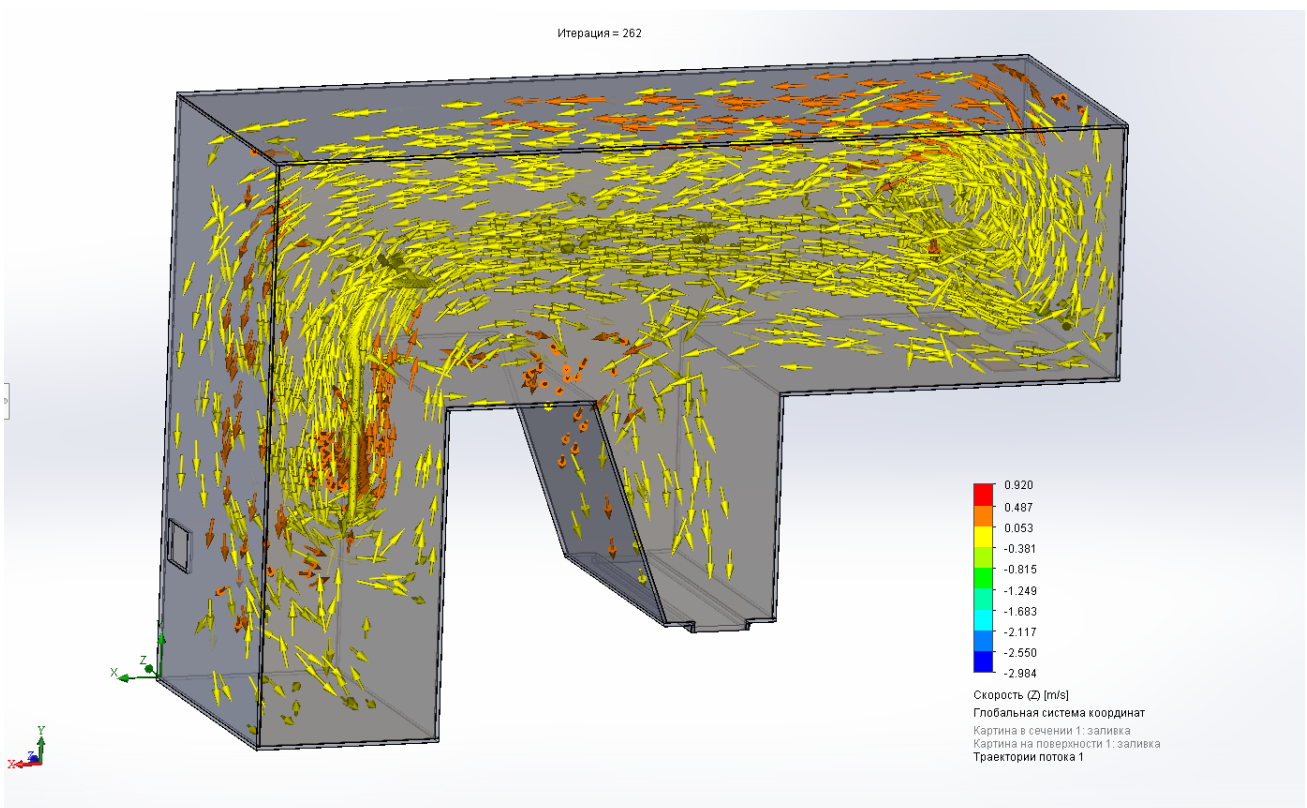


Рис. 4.4. Результати моделювання швидкості повітря при вистоюванні тістових заготовок у шафі A2-XP3 у поперечному напрямку, вісь (Z), м/с.

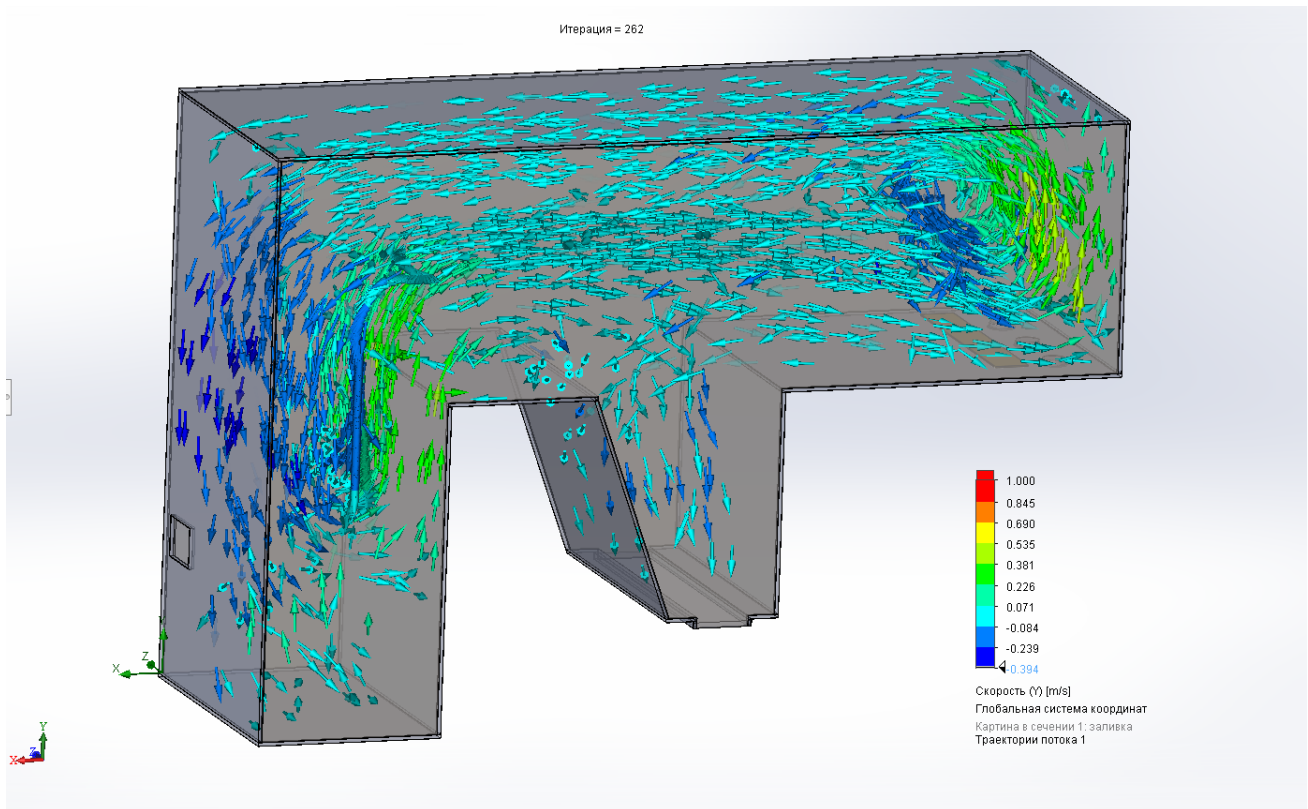


Рис. 4.5. Результати моделювання швидкості повітря при вистоюванні тістових заготовок у шафі А2-ХРЗ у вертикальному напрямку, вісь (Y), м/с.

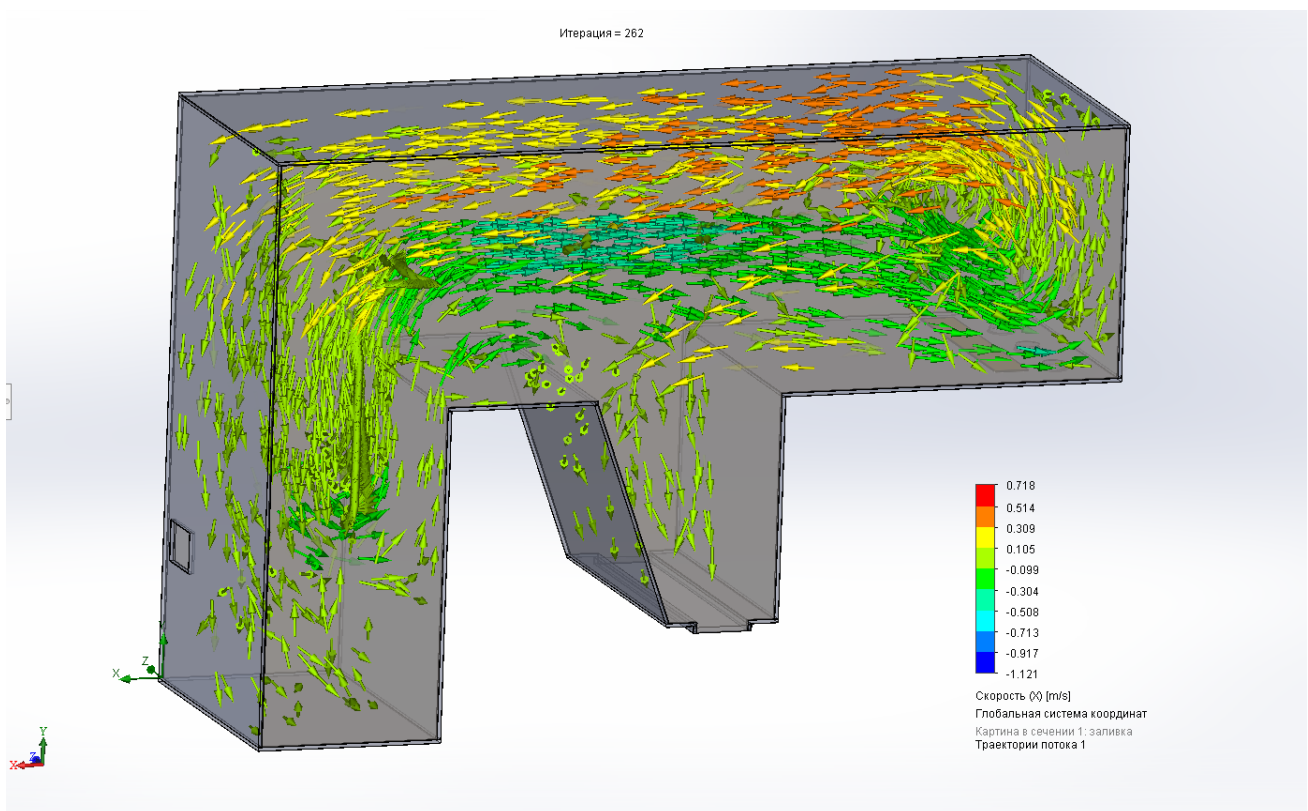


Рис. 4.6. Результати моделювання швидкості повітря при вистоюванні тістових заготовок у шафі А2-ХРЗ у поздовжньому напрямку, вісь (X), м/с.

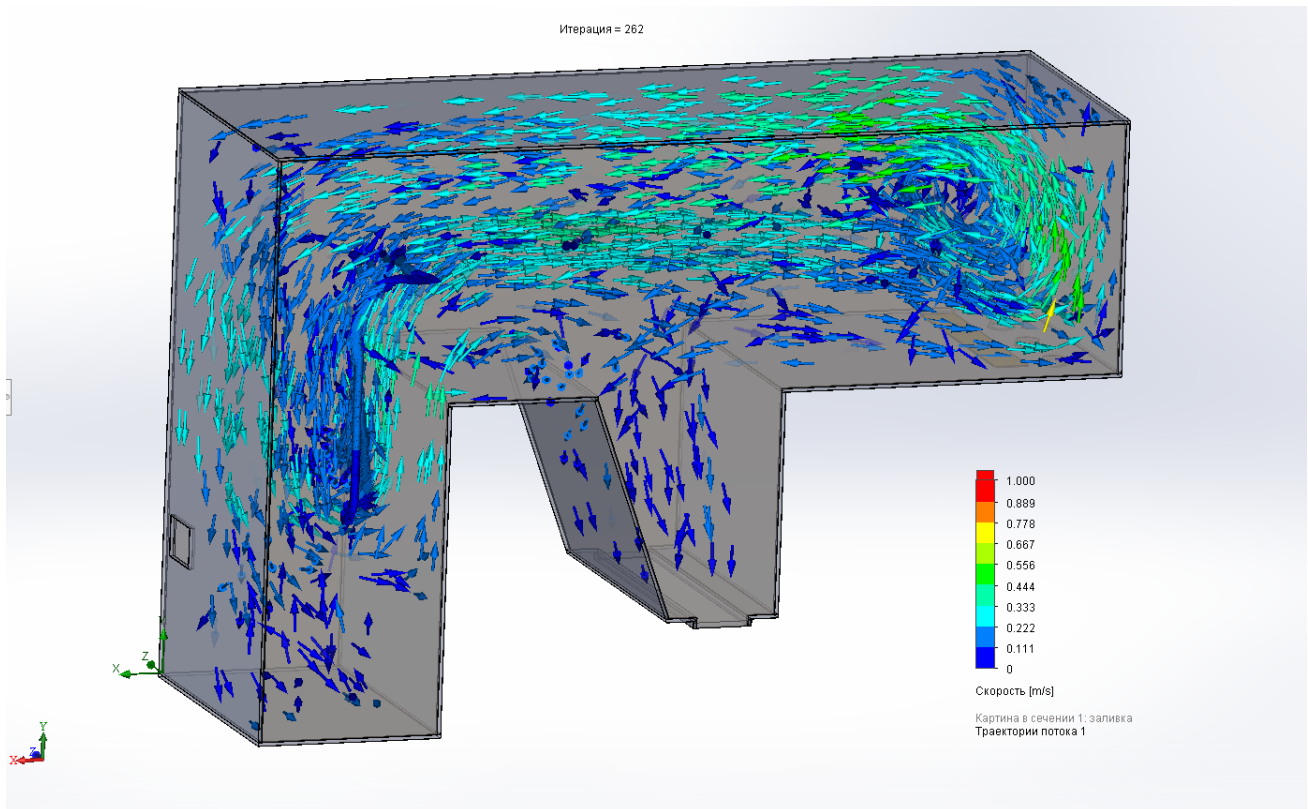


Рис. 4.7. Зведені результати моделювання швидкості повітря при вистоюванні тістових заготовок у шафі А2-ХРЗ, м/с.

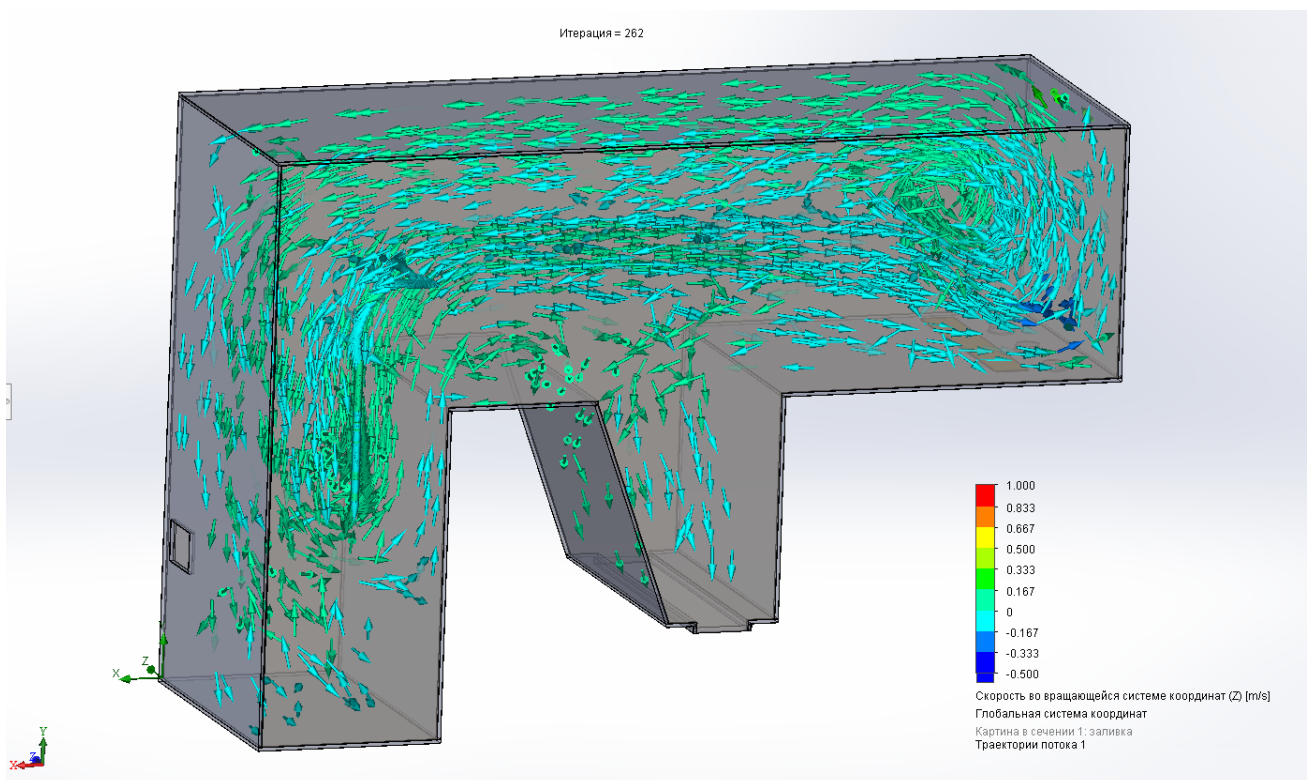


Рис. 4.8. Результати моделювання швидкості повітря при вистоюванні тістових заготовок у шафі А2-ХРЗ в обертовій системі координат у поперечному напрямку, вісь (Z), м/с.

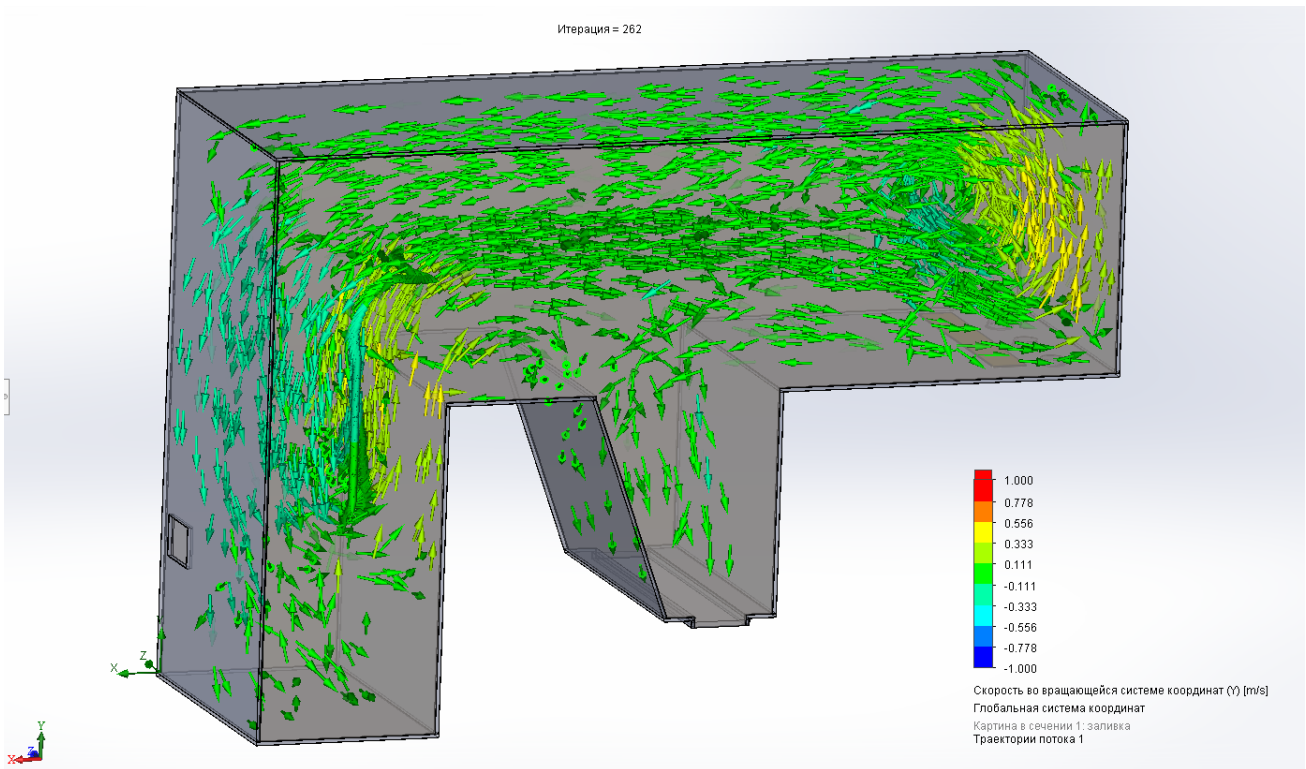


Рис. 4.9. Результати моделювання швидкості повітря при вистоюванні тістових заготовок у шафі А2-ХРЗ в обертовій системі координат у вертикальному напрямку, вісь (Y), м/с.

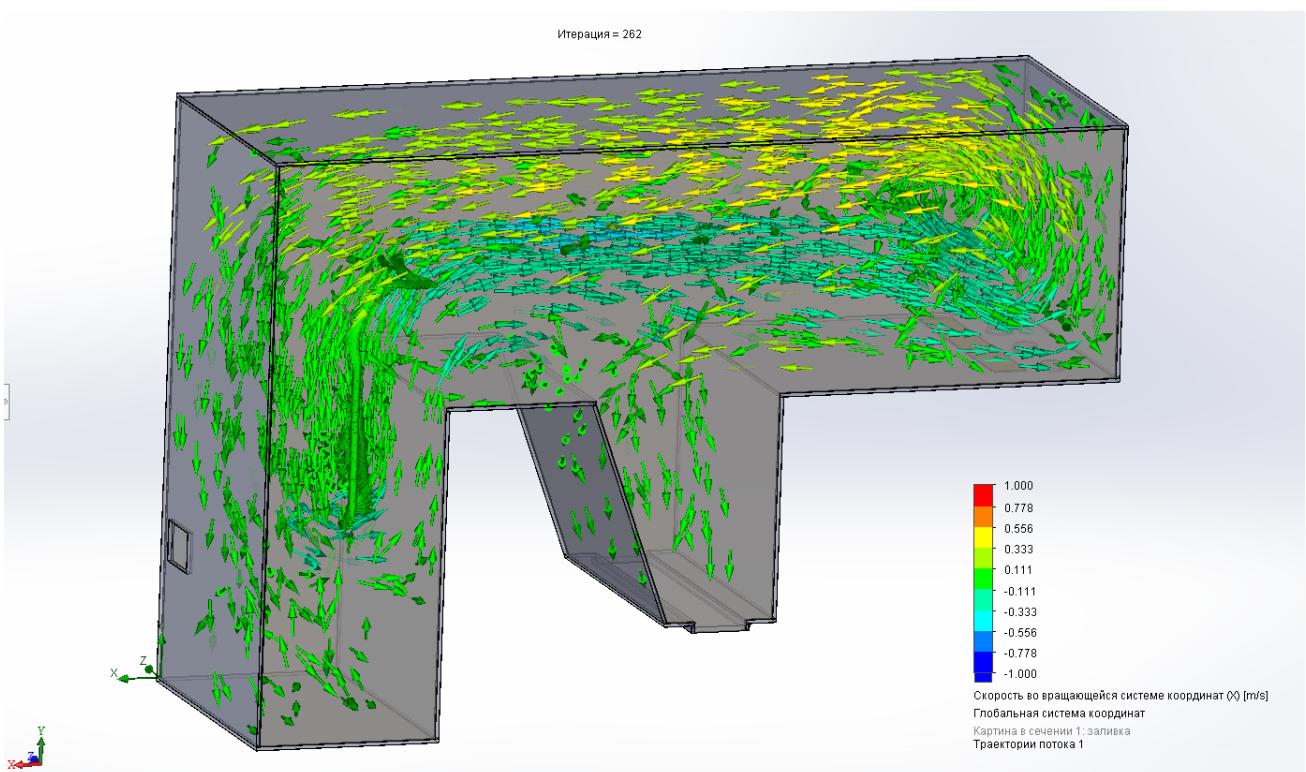


Рис. 4.10. Результати моделювання швидкості повітря при вистоюванні тістових заготовок у шафі А2-ХРЗ в обертовій системі координат у поздовжньому напрямку, вісь (X), м/с.

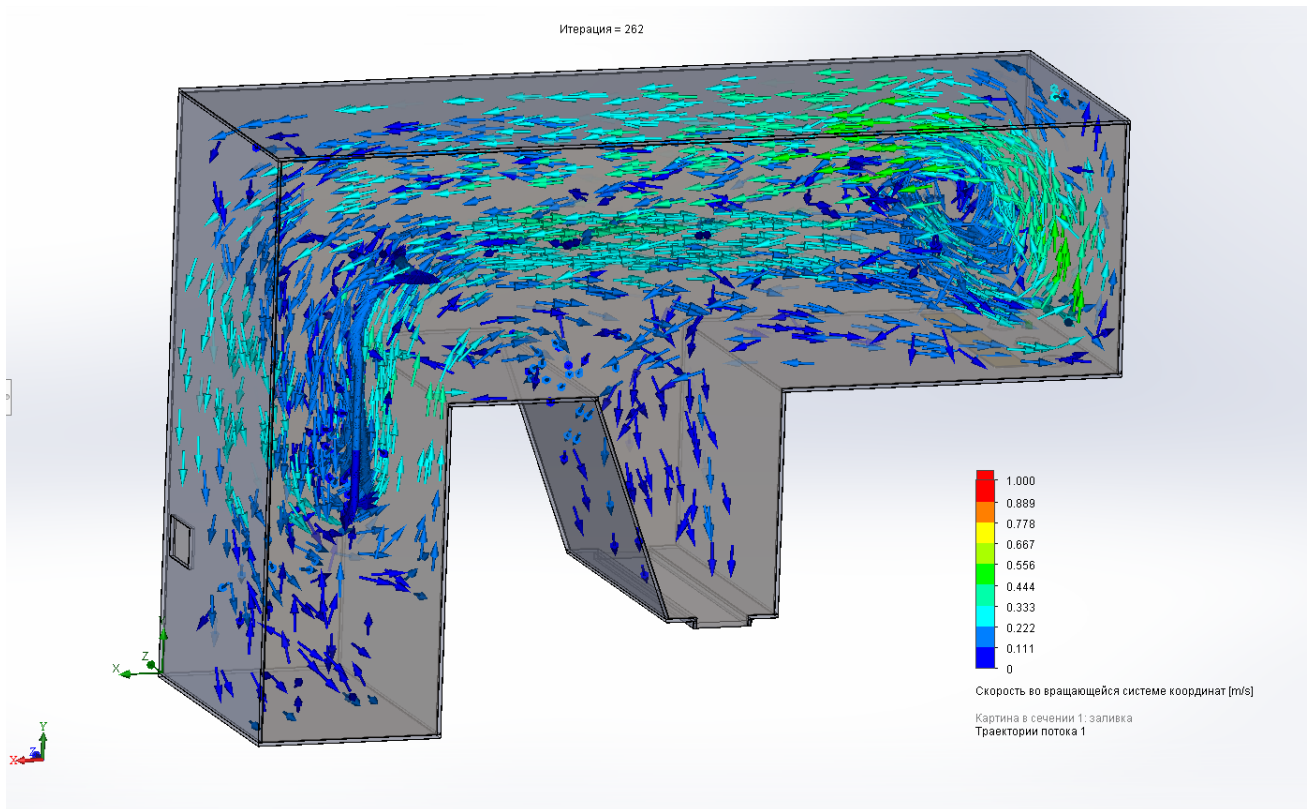


Рис. 4.11. Зведені результати моделювання швидкості повітря при вистоюванні тістових заготовок у шафі А2-ХРЗ, м/с.

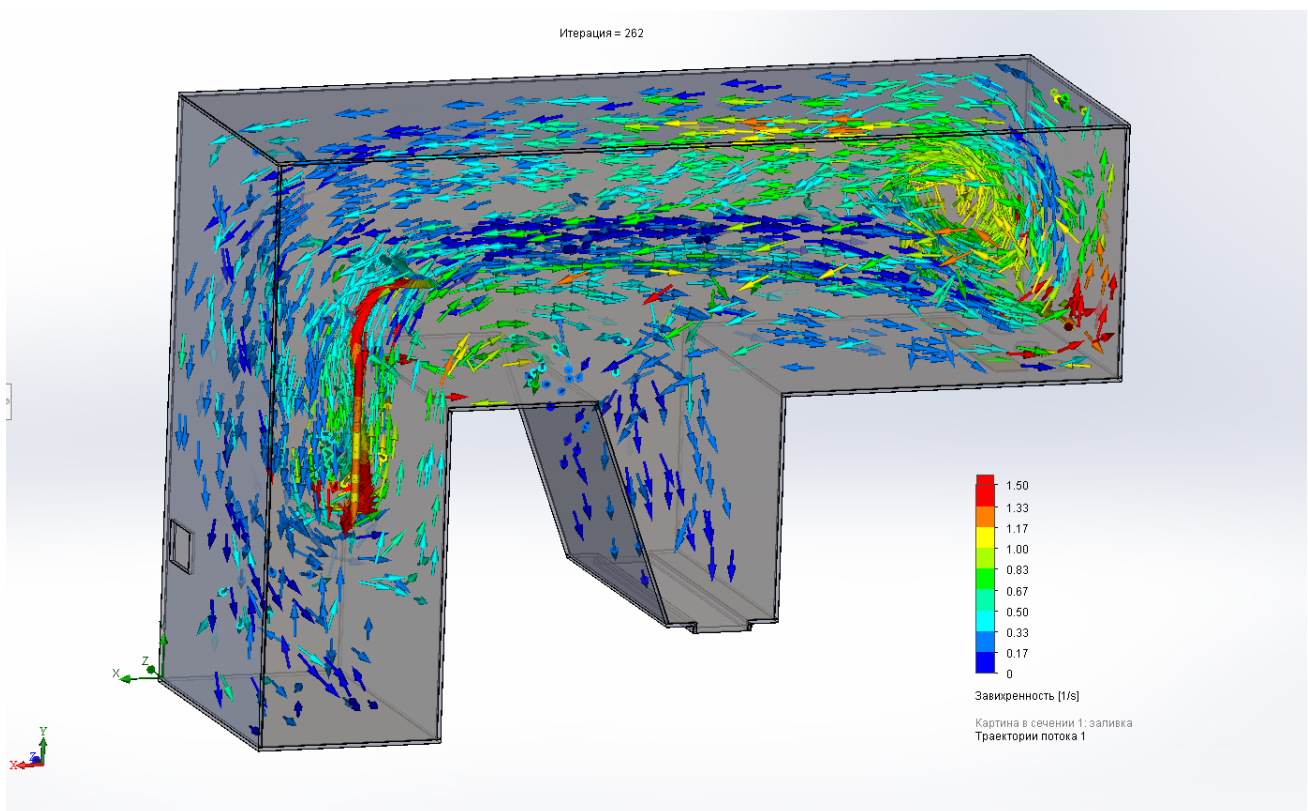


Рис. 4.12. Зведені результати моделювання завихреності потоків повітря при вистоюванні тістових заготовок у шафі А2-ХРЗ, 1/с.

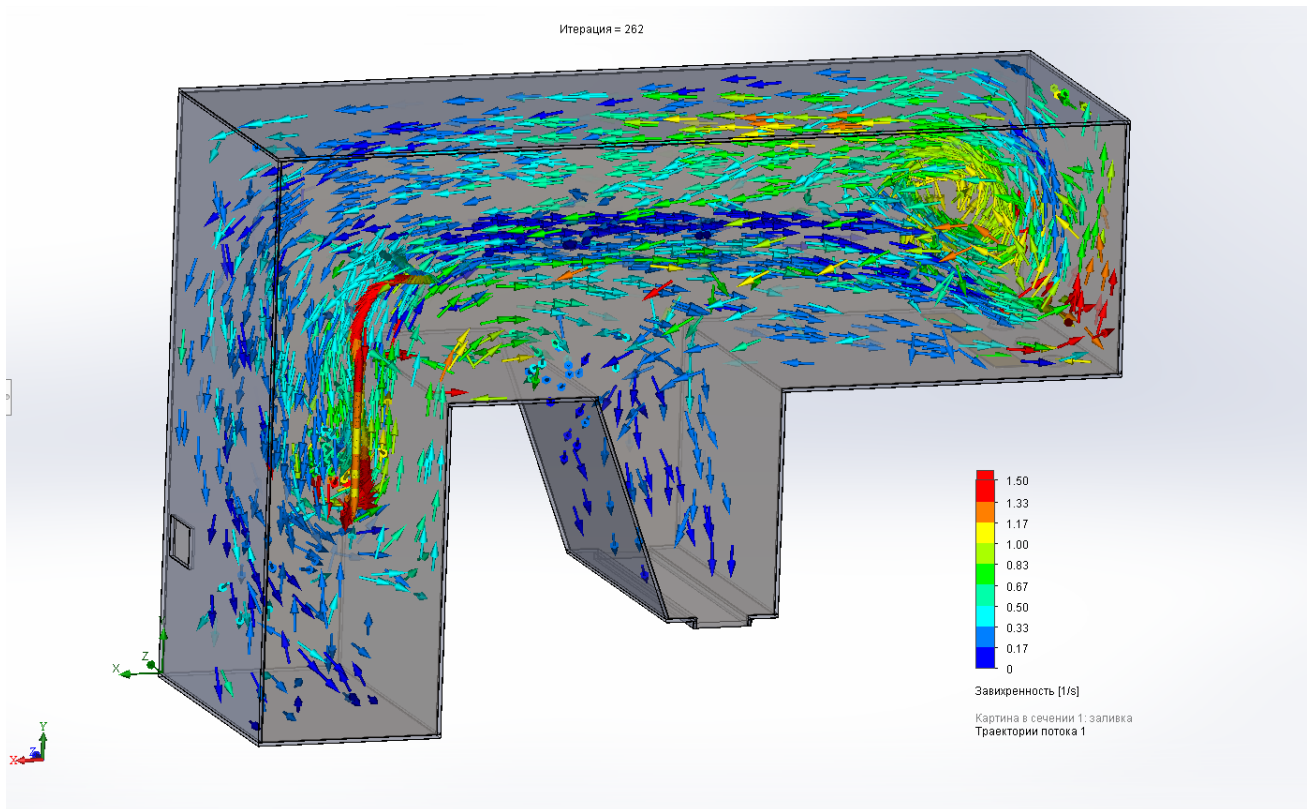


Рис. 4.13. Зведені результати моделювання числа Маха для потоку повітря при вистоюванні тістових заготовок у шафі А2-ХРЗ.

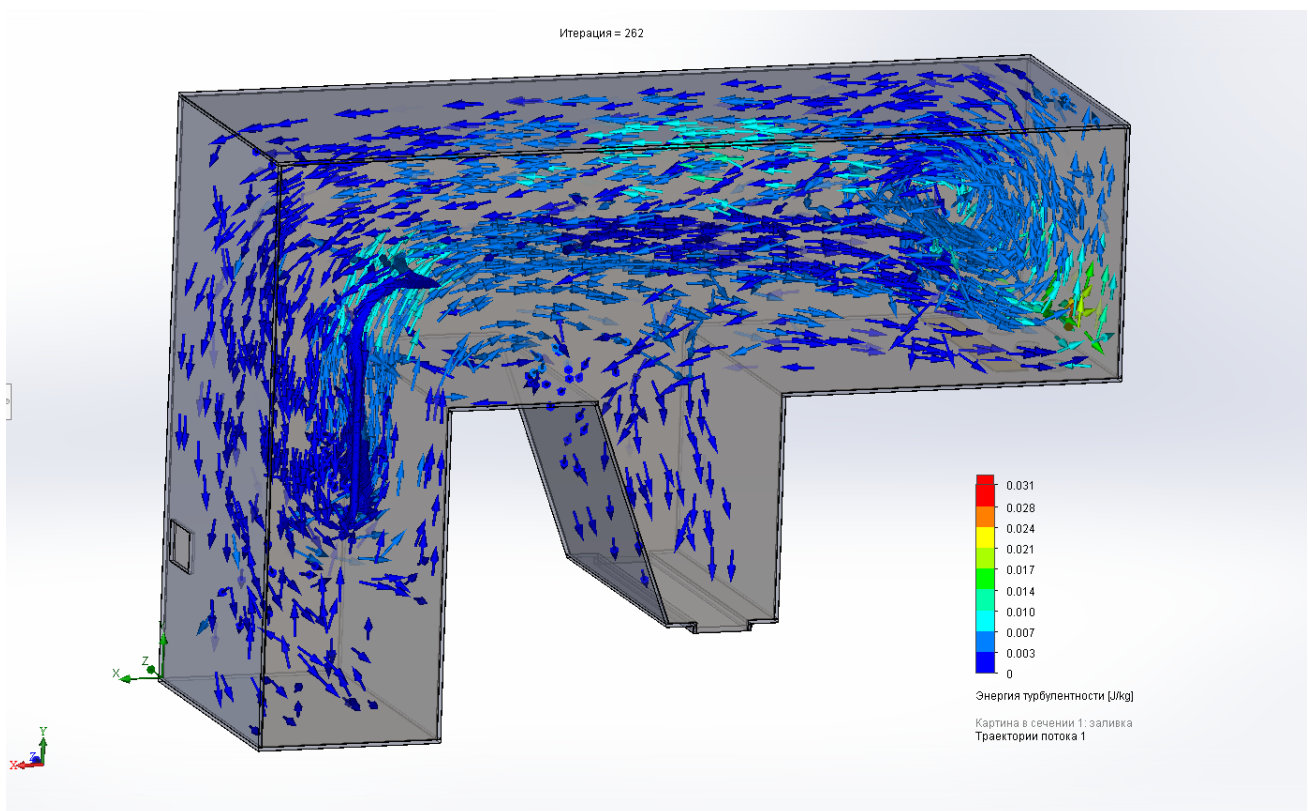


Рис. 4.14. Зведені результати моделювання енергії турбулентності для потоку повітря при вистоюванні тістових заготовок у шафі А2-ХРЗ.

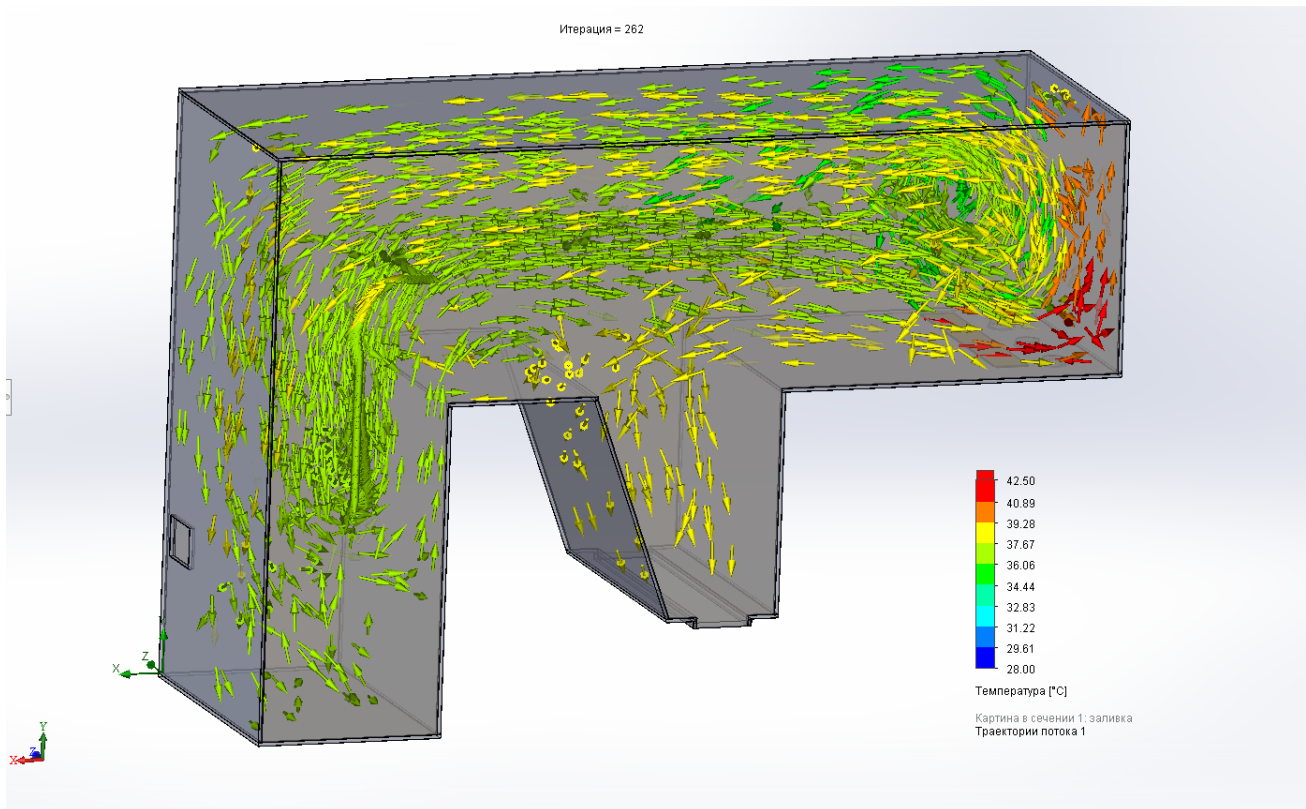


Рис. 4.15. Результати моделювання температури у потоці повітря при вистоюванні тістових заготовок в шафі А2-ХРЗ, °С.

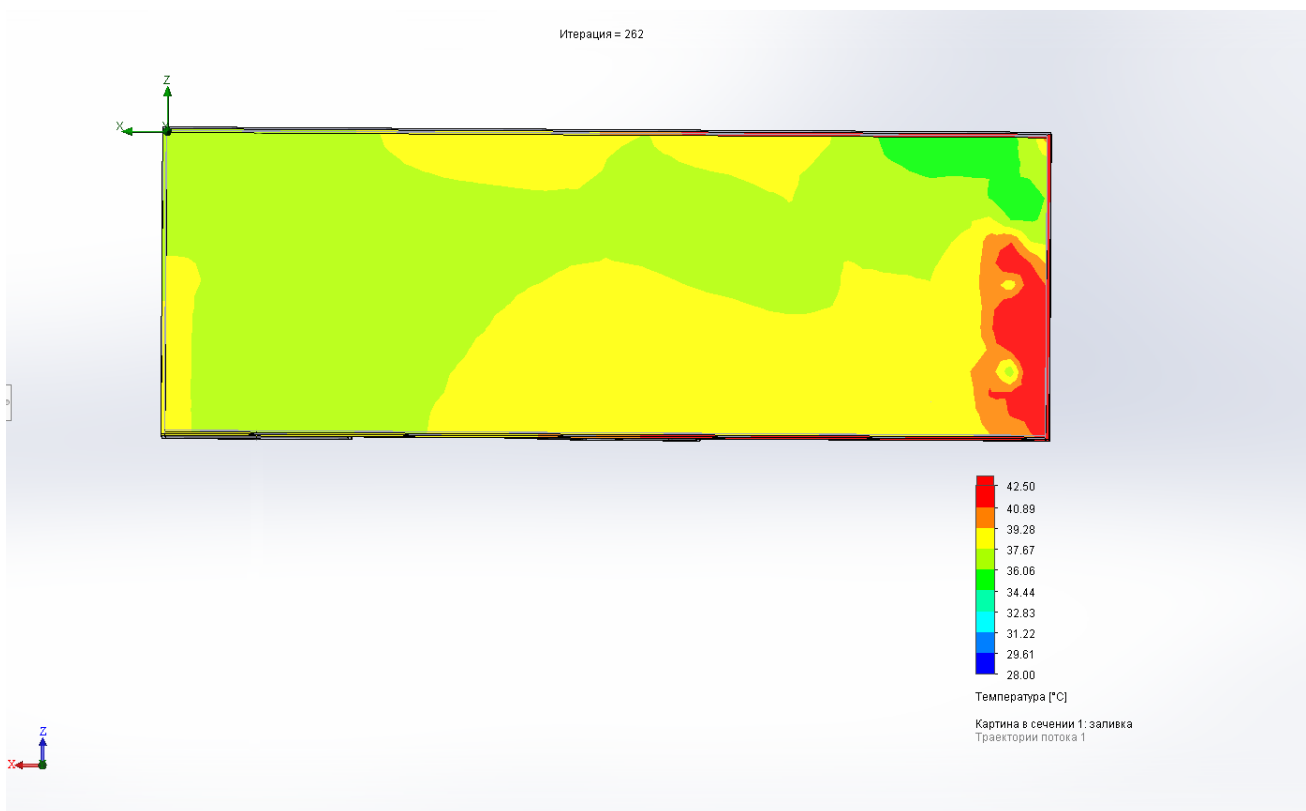


Рис. 4.16. Результати моделювання температури у потоці повітря при вистоюванні тістових заготовок в шафі А2-ХРЗ, °С (горизонтальний зріз).



Рис. 4.17. Результаты моделирования температуры у потоці повітря при вистоюванні тiстових заготовок в шафі А2-ХРЗ, °С (вертикальний зріз).

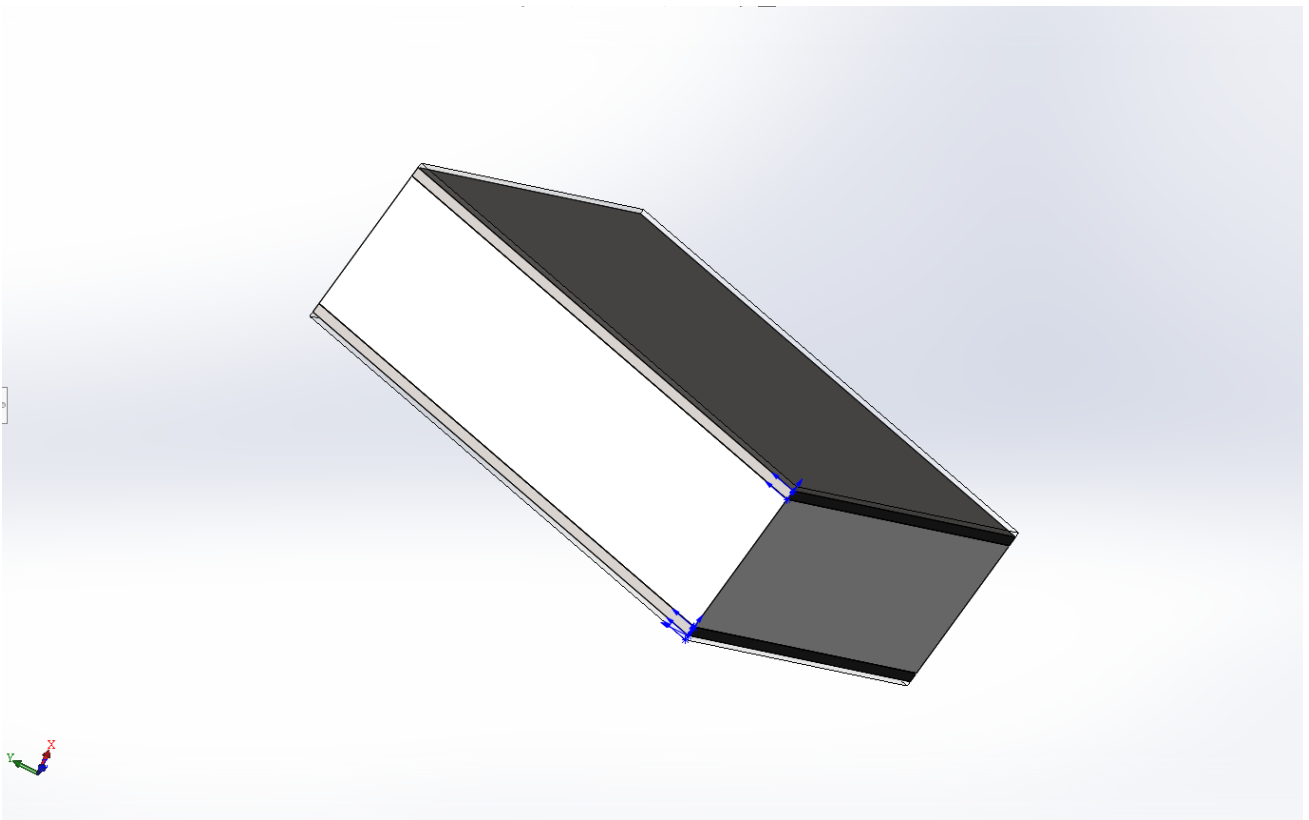


Рис. 4.18. 3d модель стінок шафи.

Имя модели: Сендвич
Название исследования: Термическая 1[-По умолчанию-]
Тип сетки: Сетка на твердом теле

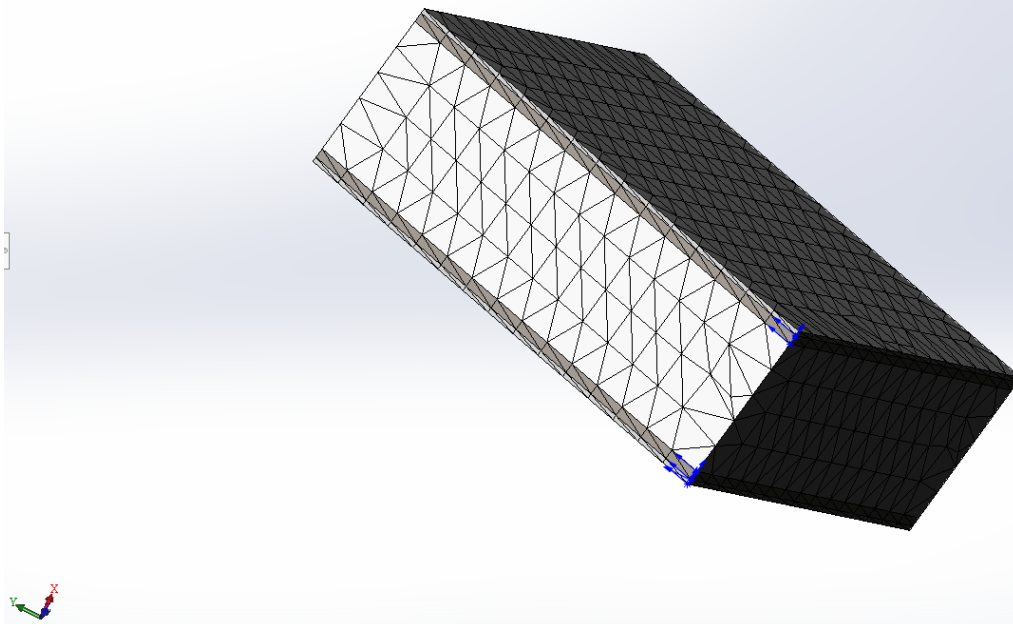


Рис. 4.19. Розрахункова глобальна сітка для стінки шафі А2-ХРЗ.

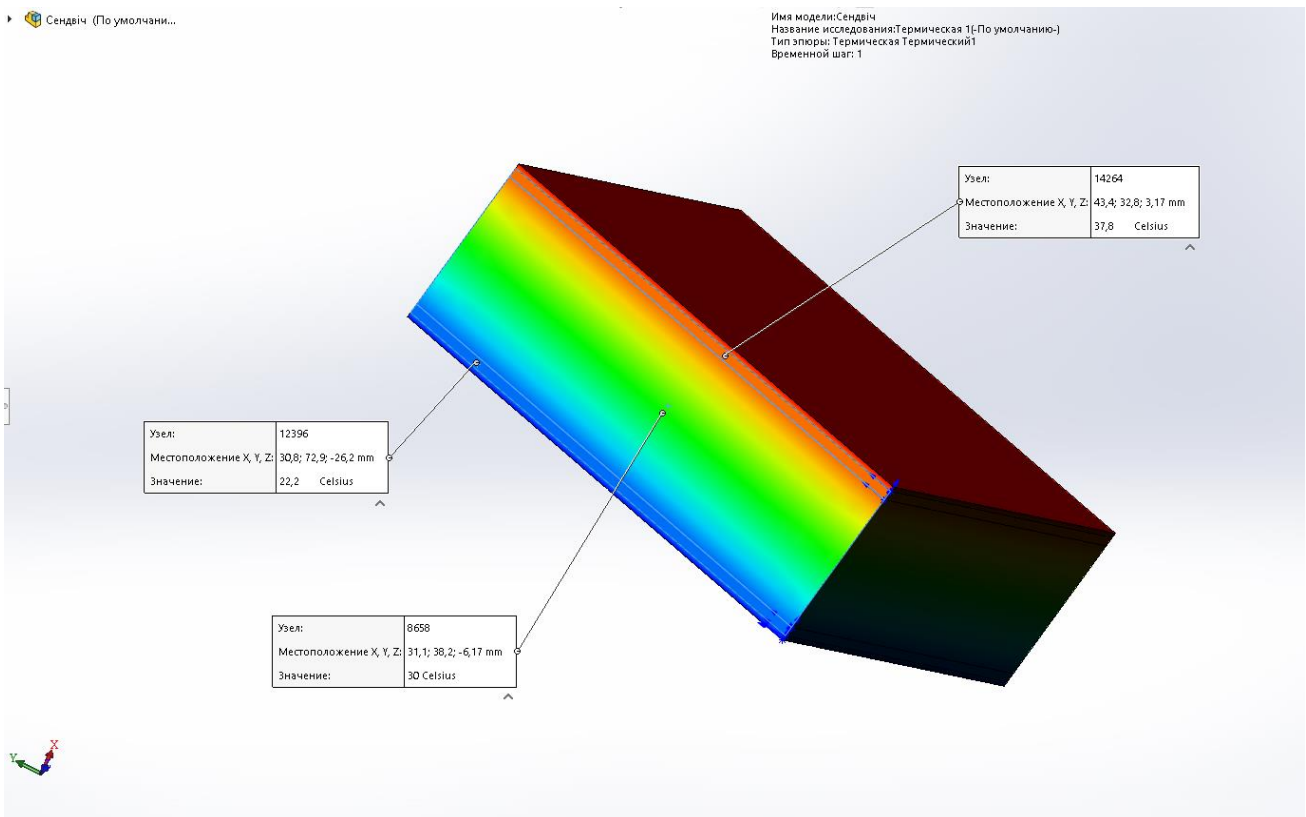


Рис. 4.20. Результати моделювання температури стінки в шафі А2-ХРЗ, °С.

3d модель стінок шафи, які є збірними елементами і складаються з трьох шарів: з двох зовнішніх шарів листового матеріалу і теплоізоляційного шару між ними представлена на рис. 4.18.

На рис. 4.19. показана глобальна сітка для моделі стінок шафи A2-XP3. Розміри сітки використані за автоматичними рекомендаціями. Результати обчислень модельованих показників представимо на рис. 4.20.

4.2. Моделювання теплових процесів в шафі A2-XP3

4.2.1. Розробка спрощеної математичної моделі теплових процесів в шафі A2-XP3

В процесі остаточного вистоювання в тістовій заготовці проходить процес бродіння. При цьому об'єм тіста за зростає за рахунок виділеного вуглекислого газу. При розстоюванні шматків тіста для черневих виробів на дошках або листах одночасно із збільшенням об'єму шматків змінюється і їх форма: вони в більшій або меншій мірі розпливаються. Остаточне вистоювання треба проводити з дотриманням температурно-вологісного режиму (35-40°C температура повітря та 75-85% його вологість).

Достатньо висока відносна вологість необхідна для запобігання утворенню на поверхні шматків тіста висохлої плівки-скориночки. Висохла плівка-скориночка в процесі вистоювання або випічки звичайно розривається унаслідок збільшення об'єму тіста, що приводить до утворення на поверхні хліба розривів і тріщин.

Готовність шматків тіста в процесі вистоювання зазвичай встановлюється органолептично, на підставі зміни об'єму, форми і фізичних властивостей шматків тіста, що розстоюються. Уміння правильно визначати готовність шматків тіста при розстоюванні вимагає досвіду і практичного навичку. На сьогодні на жаль, ще не розроблені достатньо перевірені об'єктивні методи цього визначення.

Важливим чинником остаточного вистоювання є наявність задовольняючої всім необхідним технічним і технологічним параметрам розстійної шафи. Тут слід звернути увагу огорожувальні щити металевого каркаса шафи, рівень теплової ізоляції, а також уникати накопичення на стінках розстійника конденсату.

При розрахунках конвекційного теплообміну необхідно враховувати багато чинників: температури робочих поверхонь і контактуючого повітря, швидкість руху повітря, його теплофізичні властивості, форму і стан поверхонь тощо. Оскільки багато з вищеописаних чинників неможливо описати математично, для їхніх розрахунків застосовують експериментальні дані, застосовуючи при цьому положення теорії подібності.

В зв'язку з вищеописаним було прийнято ряд спрощень та припущень:

- значення коефіцієнтів тепловіддачі обчислюємо з застосуванням критеріальних рівнянь;
- теплофізичні характеристики повітря для розрахунку критеріїв подібності взято за постійної заданої температури повітря в шафі;
- енергія, яка вноситься до шафи разом з парою, не враховуємо, робимо припущення про те, що пара за робочого режиму в шафі не конденсується;
- простір робочої порожнини шафи вважаємо замкненим;
- тиск у робочій камері шафи є постійним.

4.3. Дослідження процесу теплопередачі для огорожуючих щитів

Використання як обшивки сталевих листів приводить до значних тепловтрат при експлуатації розстійної шафи і, як наслідок, підвищення температури в цеху.

Сьогодні можна використовувати такі “сендвич”-панелі:

- на основі пінополістиролу, фанерованого з двох сторін удароміцним пластиком;

- мінераловатна плита, фанерована з двох сторін листами алюмінію або листами металу з полімерним покриттям (для теплонавантажених ділянок).

Панелі з утеплювачем (сендвіч-панелі) виготовляються із сталевих (з цинковим, лакофарбовим та пластиковим покриттям) та алюмінієвих листів з наповнювачем з базальтоволокна або пінополістиролу, склеєних клейкою композицією на основі поліуретану.

Також можна використовувати панелі з сучасних матеріалів, які мають високі теплоізоляційні властивості:

- прозорі панелі з оргскла,
- прозорі панелі з полікарбонату.

4.3.1. Залежності коефіцієнта теплопередачі, тепловтрат та ціни матеріалів при застосуванні огороджуючих щитів пінополістиролу між стінками зі сталі та алюмінію

Пінополістирол майже повністю складається з повітря, а повітря має один з найнижчих показників теплопровідності (0,027 Вт/(м•К)).

Фізико-технічні властивості пінополістиролу

Марка пінополістиролу	ПСБ-С-15	ПСБ-С-25	ПСБ-С-35
Густина, кг/м ³	до 15,0	15,1 до 25,0	25,1 до 35,0
Міцність на стиск при 10% лінійній деформації, МПа, не менше	0,05	0,10	0,16
Границя міцності при згині, МПа, не менше	0,07	0,18	0,25
Теплопровідність в сухому стані при 25±5 С°, не більше, $\frac{Вт}{м \cdot К}$	0,042	0,039	0,037
Водопоглинання за 24 год. % за об'ємом, не більше	3,0	2,0	2,0
Вологість плит, %, не більше	12	12	12

Тому величина коефіцієнта теплопровідності пінополістирольних виробів знаходиться в межах від 0,037 до 0,042 Вт/(м•К). Це значно нижче величин коефіцієнтів теплопровідності дерева (0,12 Вт/(м•К)), цегли (0,7 Вт/(м•К)), керамзиту (0,12 Вт/(м•К)) та інших матеріалів. Низька теплопровідність пінополістирольних виробів забезпечує можливість високого рівня енергозбереження. Достатньо усього 10 см полістирольного пінопласту там, де необхідна товщина стін із цегли повинна бути 1 м 80 см, а з дерева - 50 см.

Фізико-технічні властивості пінополістиролу наведені в таблиці 4.1, ціна наведена в таблиці 4.2.

Ціна пінополістиролу

№	Марка пінополістиролу	Од.вим., м ³	Ціна, грн. від
1	ПСБ-С-15 лист-1000 x 500 (x 20,30,40,50,100) мм	1	219,00
2	ПСБ-С-25 лист-1000 x 500 (x 20,30,40,50,100) мм	1	299,00
3	ПСБ-С-35 лист-1000 x 500 (x 30,40,50) мм	1	459,00

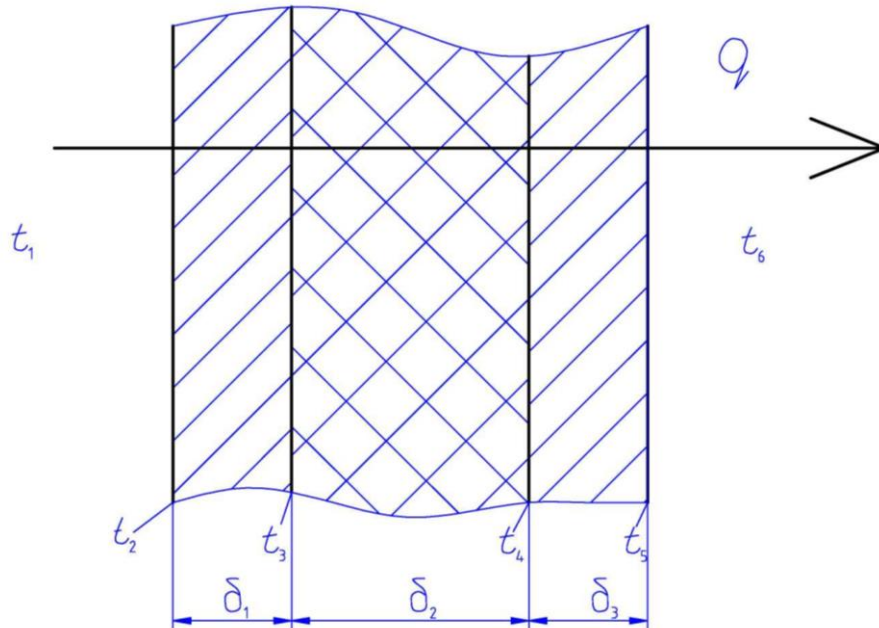


Рис. 4.21. Схема теплопередачі через сендвіч-панель

Сендвіч-панель складається з внутрішнього та зовнішнього облицювання, яке може бути з тонкого оцинкованого, пофарбованого або покритого пластиком сталевого листа або з алюмінію, та наповнення – в даному випадку – пінополістиролу. Термічний опір фарбування або оцинковування враховувати не будемо оскільки їх товщина набагато менша ніж інших шарів

Таким чином теплопередача через облицювання розстійної шафи являє собою класичний тип теплопередачі через багат шарову стінку. Схема теплопередачі зображена на рис. 4.21.

Коефіцієнт теплопередачі розраховують за формулою:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

де δ_1, δ_3 - товщини облицювання стінок розстійної шафи, м;

δ_2 - товщина наповнювача сендвіч-панелі, м;

λ_1, λ_3 - коефіцієнти теплопровідності облицювання стінок розстійної

шафи; $\frac{Вт}{м \cdot К}$;

λ_2 - коефіцієнт теплопровідності наповнювача; $\frac{Вт}{м \cdot К}$

α_1 - загальний коефіцієнт тепловіддачі до поверхні стінок всередині робочої камери;

α_2 - загальний коефіцієнт тепловіддачі від поверхні стінок зовні робочої камери.

Загальні коефіцієнт тепловіддачі α_1, α_2 були визначені в п.4.2 і становлять:

- загальний коефіцієнт тепловіддачі до внутрішньої поверхні стінок

розстійної шафи:
$$\alpha_1 = 8.92 \frac{Вт}{м^2 \cdot гр}$$

- загальний коефіцієнт тепловіддачі від зовнішньої поверхні стінок

розстійної шафи:
$$\alpha_2 = 8.14 \frac{Вт}{м^2 \cdot гр}$$

Коефіцієнти теплопровідності наповнювача наведені в табл. 4.1.

Вартість матеріалів облицювання розстійної шафи

$$B = S_{cm} \cdot (\delta_1 \cdot Ц_1 + \delta_2 \cdot Ц_2 + \delta_3 \cdot Ц_3)$$

де $Ц_1, Ц_3$ - ціна матеріалу обкладок стінок розстійної шафи, $грн/м^3$;

$Ц_2$ - ціна матеріалу наповнювача сендвіч-панелі, $грн/м^3$.

Проведемо розрахунок зміни коефіцієнта теплопередачі, втрат теплоти та вартості матеріалів сендвіч – панелей в залежності від товщини облицювання і наповнювача.

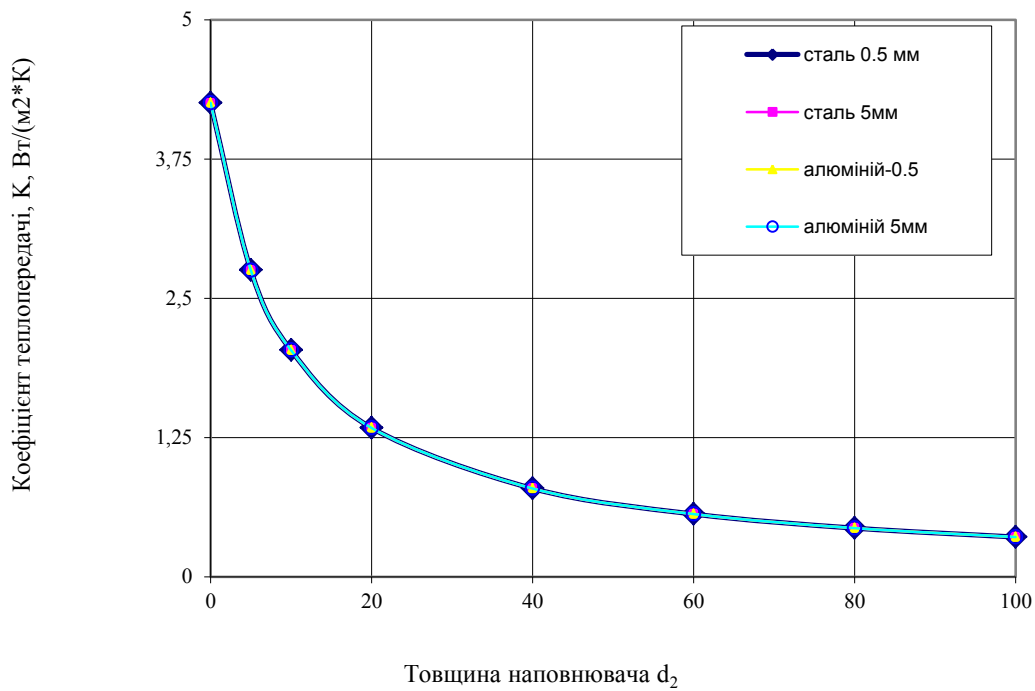


Рис. 4.22. Залежності коефіцієнту теплопередачі від товщини наповнювача – пінополістиролу ПСБ-С-25 при використанні в якості обкладок сталі товщиною 0.5 мм, 5 мм та алюмінію товщиною 0.5 мм, 5 мм

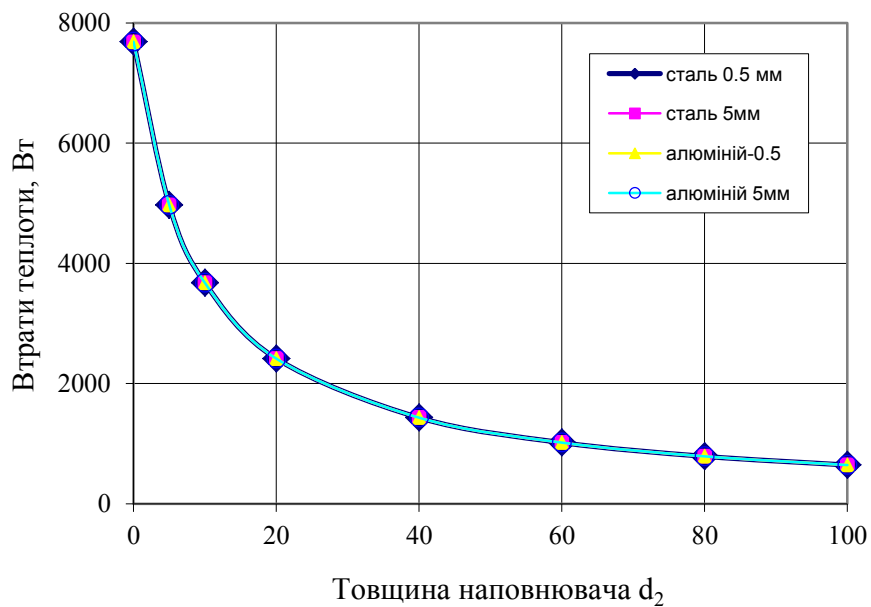


Рис. 4.23. Залежність втрат теплоти через стінки шафи від товщини наповнювача – пінополістиролу ПСБ-С-25 при використанні в якості обкладок сталі товщиною 0.5 мм, 5 мм та алюмінію товщиною 0.5 мм, 5 мм

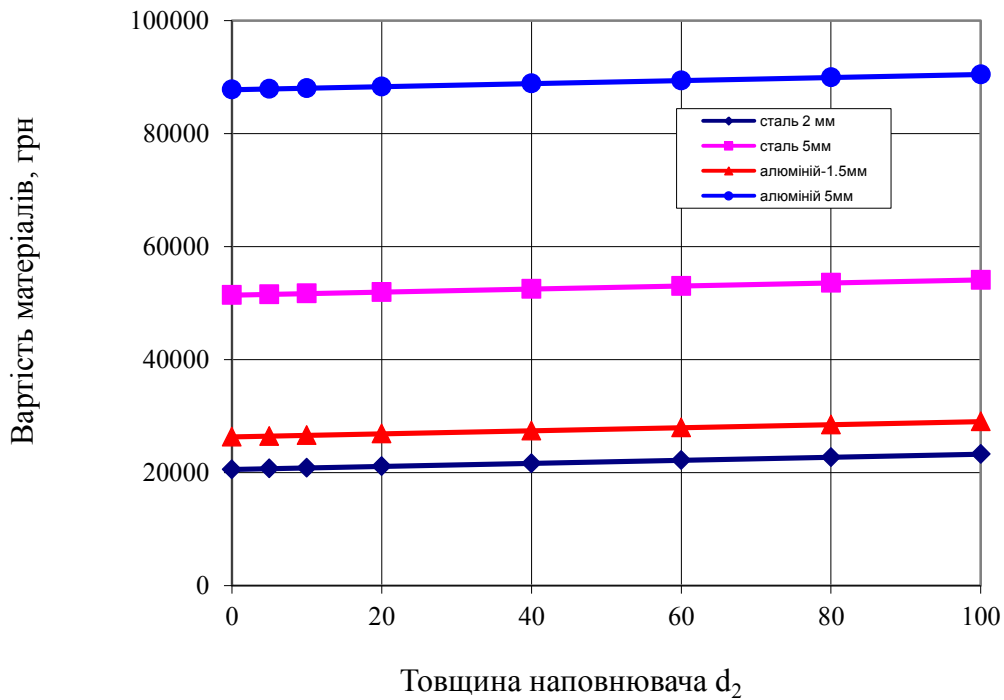


Рис. 4.24. Залежність вартості матеріалів облицювання розстійної шафи від товщини наповнювача – пінополістиролу ПСБ-С-25 при використанні в якості обкладок сталі товщиною 2,0 мм, 5,0 мм та алюмінію товщиною 1.5 мм, 5 мм.

Розрахунок проводився для облицювання у вигляді сендвіч-панелей з обкладинками із сталі та алюмінію різної товщини. В якості наповнювача був прийнятий пінополістирол різних марок: ПСБ-С-15, ПСБ-С-25, ПСБ-С-35.

Розрахунки показали (рис.4.22., рис 4.23), що при використанні пінополістиролу різних марок і обкладок різної товщини (сталь, алюміній) теплоізоляційні характеристики панелей відрізняються незначно. Тому у розділі наведемо тільки отримані результати для пінополістиролу ПСБ-С-25.

Втрати теплоти через стінки шафи також практично не відрізняються, причому зміна втрат теплоти через стінки шафи в основному визначається товщиною наповнювача.

Суттєво відрізняються затрати на матеріали (рис. 4.24.) для виготовлення таких панелей, причому основний внесок у вартість матеріалів вносить вартість сталі і алюмінію.

4.3.2. Залежності коефіцієнта теплопередачі, тепловтрат та ціни матеріалів при застосуванні огорожуючих щитів з базальтоволокна між стінками зі сталі та алюмінію

Базальтоволокно - це матеріал, який виготовляють із розплавів гірських порід (наприклад базальтів), шлаків металургійних виробництв та їхніх комбінацій.

До найбільш затребуваних властивостей базальтоволокняних матеріалів відносять негорючість і хороші теплозвукоізоляційні характеристики, низьку гігроскопічність, високу стійкість до хіміко-біологічних чинників, екологічність та високу технологічність у процесі монтування.

Розрахунок проводився для облицювання у вигляді сендвіч-панелей з обкладинками із сталі та алюмінію різної товщини. Для розрахунку виберемо базальтоволокно щільністю 50 кг/м^3 . В результаті розрахунків були отримані результати подібні до розрахунків з пінополістиролом.

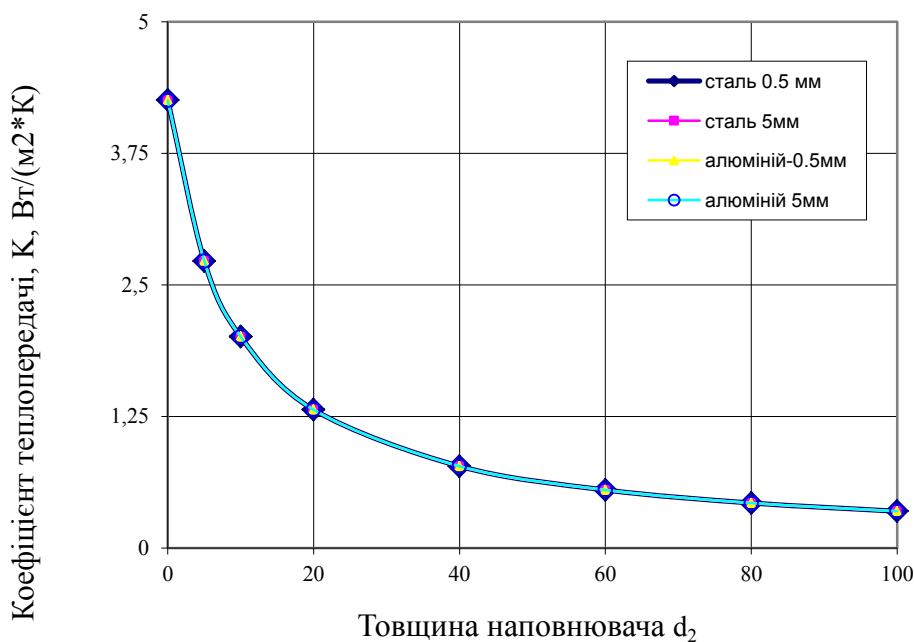


Рис. 4.25. Залежності коефіцієнту теплопередачі від товщини наповнювача – базальтоволокна при використанні в якості обкладок сталі товщиною 0.5 мм, 5 мм та алюмінію товщиною 0.5 мм, 5 мм

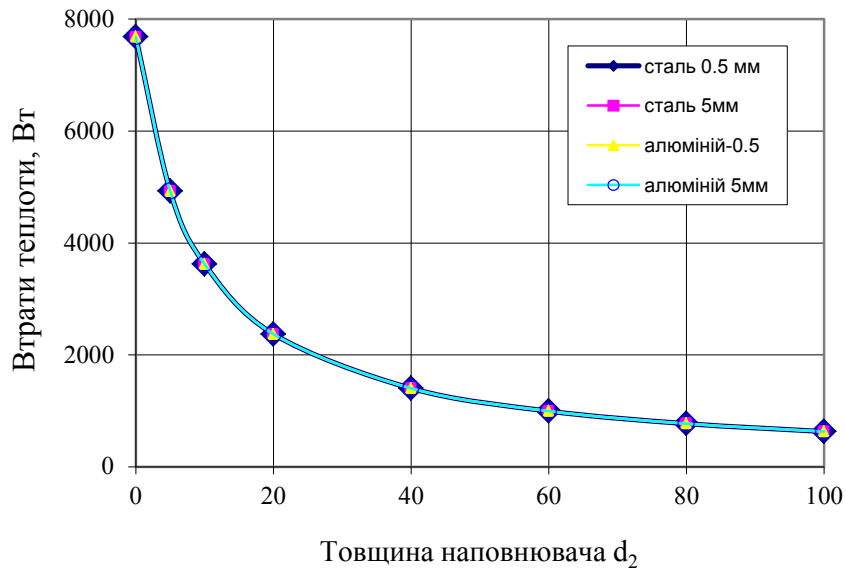


Рис. 4.26. Залежність втрат теплоти через стінки шафи від товщини наповнювача – базальтоволокна при використанні в якості обкладок сталі товщиною 0.5 мм, 5 мм та алюмінію товщиною 0.5 мм, 5 мм

Розрахунки показали (рис.4.25., рис 4.26), що при використанні обкладок різної товщини (сталь, алюміній) теплоізоляційні характеристики сендвіч-панелей відрізняються незначно. Втрати теплоти через стінки шафи також практично не відрізняються, причому зміна втрат теплоти через стінки шафи в основному визначається товщиною наповнювача.

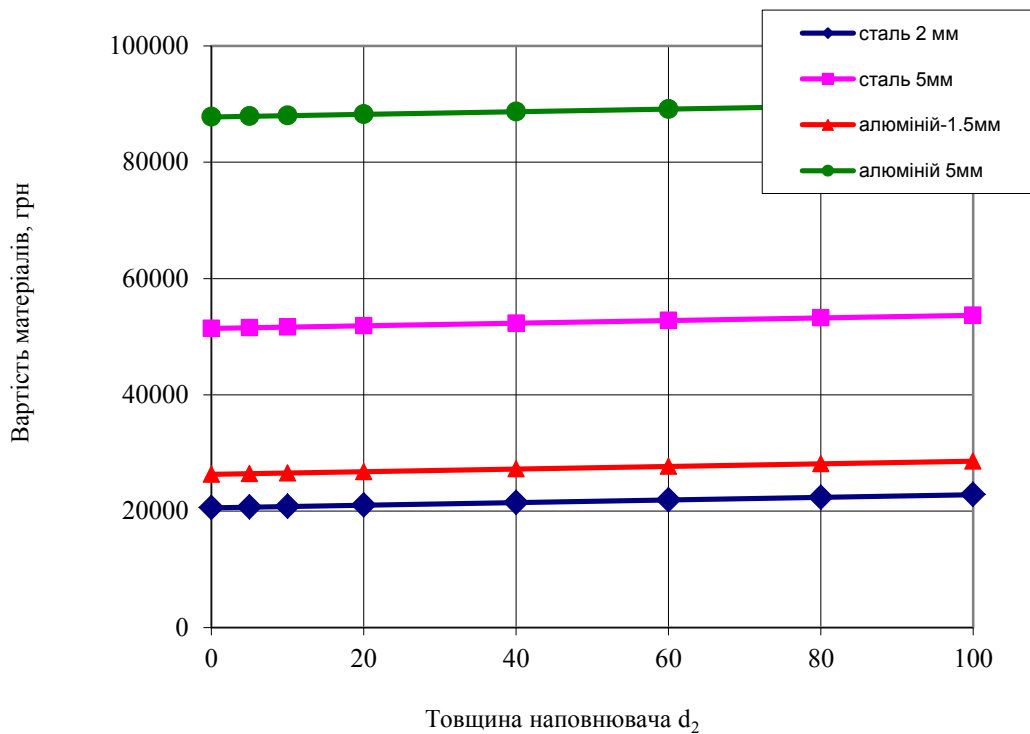


Рис. 4.27. Залежність вартості матеріалів облицювання розстійної шафи від товщини наповнювача – базальтоволокна при використанні в якості обкладок сталі товщиною 2,0 мм, 5,0 мм та алюмінію товщиною 1.5 мм, 5 мм.

Суттєво відрізняються затрати на матеріали (рис. 4.27.) для виготовлення таких панелей, причому основний внесок у вартість матеріалів вносить вартість сталі і алюмінію.

4.3.3. Залежності коефіцієнта теплопередачі, тепловтрат та ціни матеріалів при застосуванні огорожуючих щитів з пінополістиролу між пластиковими стінками

У вартість матеріалів облицювання основний внесок дають обкладки зі сталі або алюмінію. Крім того обкладки зі сталі піддаються корозії і вимагають додаткових затрат на фарбування чи нанесення інших покриттів. Також сталь та алюміній мають досить велику питому вагу і панелі з їх використанням є важкими, що викликає додаткові труднощі при технічному обслуговуванні і

ремонті розстійної шафи. Виходячи з цього для обкладок були вибрані сучасні пластикові матеріали: АБС-пластик харчовий та удароміцний полістирол.

АБС-пластик (акрилонітрилбутадієновий пластик) термопластичний аморфний потрійний сополімер акрилонітрилу, бутадієну і стиролу, назва якого утворена з початкових букв назв мономерів. Продукт сополімеризації стиролу с акрилонітрилом и бутадієновим каучуком. Сполучення акрилонітрильних та бутадієнових ланок з фрагментами стиролу забезпечує АБС-пластику еластичність та необхідну удароміцність. В харчовій промисловості АБС-пластик знаходить застосування для виготовлення посуду для харчування на повітряному, залізничному і водному транспорті: чашки, тарілки, бокси, що виготовляються з марок АБС-пластика, дозволених до використання з гарячими харчовими продуктами. Технічна характеристика АБС-пластика наведена в таблиці 4.3.

Удароміцний полістирол є жорстким листовим матеріалом, білим або кольоровим, з глянсовою, напівглянсовою або матовою поверхнею, в захисній термоформуємій плівці з глянсової сторони. Матеріал має підвищену удароміцність та стійкість до механічних пошкоджень, прекрасно формується з рівномірним розподілом товщини стінок готового виробу. Має низький коефіцієнт діелектричних втрат, стійкість до хімічних речовин і хороші теплоізоляційні властивості. Максимальна температура, при якій можна довготривало застосовувати без втрати його фізичних властивостей: +70°C. Можна різати, штампувати, випилювати, свердлити, формувати, склеювати. Технічна характеристика удароміцного полістиролу наведена в таблиці 4.4.

Таблиця 4.3.

Фізико-технічні властивості АБС-пластика

Марка	АБС 1	АБС тепло- стійкий 2
Густина (23 °С), г/см ³	1.02 - 1.06	1.03 - 1.08
Межа текучості при розтягуванні (23 °С), МПа	34 - 52	37 - 54
Міцність при розтягуванні (23 °С), МПа	26 – 47	31 - 55
Модуль пружності при розтягуванні (23 °С), МПа	1700 – 2930	1800 - 2800
Твердість по Роквеллу (23 °С)	R80 - R116	R101 - R116
Температура розм'якшення по Вика (50Н), °С	80 - 108	91 - 129
Коеф. лінійного термічного розширення (23 - 55 °С), 1/°С	(0.5 - 1.1) x 10 ⁻⁴	(0.6 - 0.9) x 10 ⁻⁴
Коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м°С)	0.2	0.13 - 0.30

Розрахунки проводились для облицювання у вигляді сендвіч-панелей з обкладинками із АБС-пластику та удароміцного полістиролу товщиною 2мм та 5мм. В якості наповнювача сендвіч-панелей вибрано пінополістирол ПСБ-С-25.

Результати розрахунків представлені на рис. 4.28 – 4.30.

Розрахунки показали що при використанні обкладок з пластику, крім того що покращуються теплоізоляційні характеристики, зменшуються затрати на матеріали сендвіч-панелей.

Фізико-технічні властивості АБС-пластика

Показник	Одиниця	Значення
Густина	г/см	1.06
Займистість	клас	НВ
Міцність на розрив	МПа	21
Подовження при розриві	%	35
Міцність на вигин	МПа	22
Температура вигину під навантаженням 1.8 МПа	°С	74
Коефіцієнт лінійного термічного розширення 0-50°С	1/°С	10E-5
Точка розм'якшення Вика	°С	90
Коефіцієнт теплопровідності	Вт/(м°С)	0.17

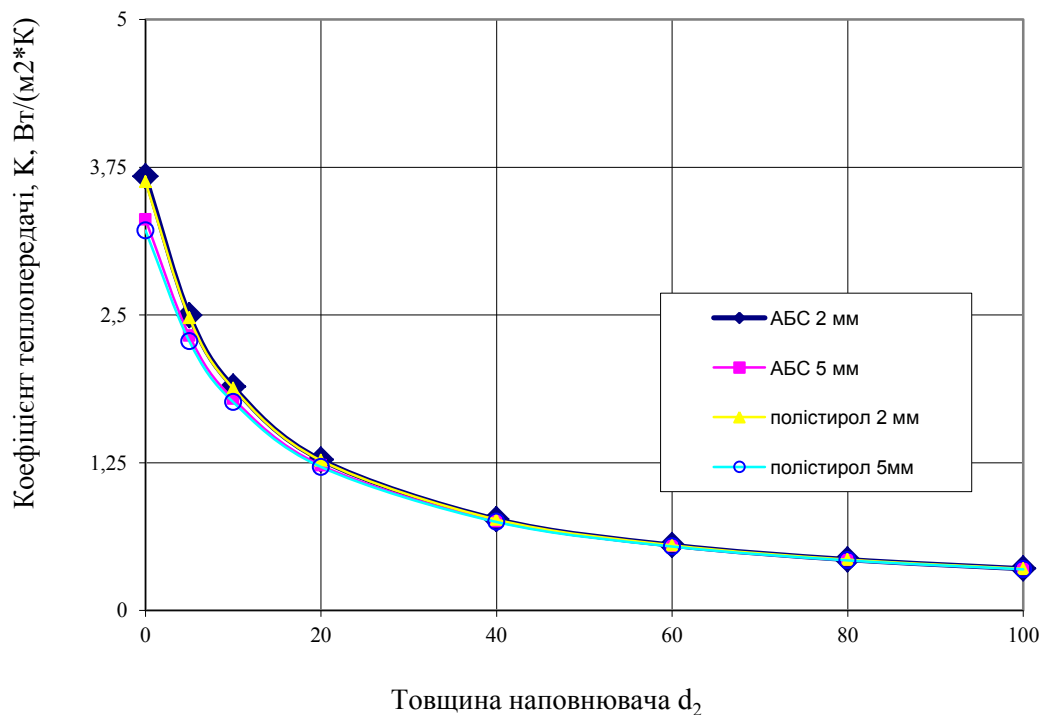


Рис. 4.28. Залежності коефіцієнту теплопередачі від товщини наповнювача – ПСБ-С-25 при використанні в якості обкладок АБС-пластику товщиною 2,0 мм, 5,0 мм та полістиролу товщиною 2,0 мм, 5,0 мм

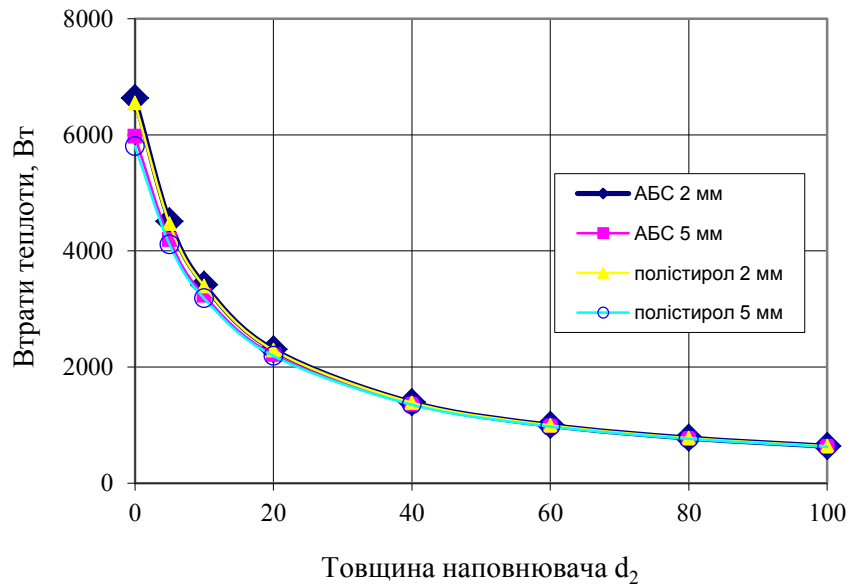


Рис. 4.29. Залежність втрат теплоти через стінки шафи від товщини наповнювача – ПСБ-С-25 при використанні в якості обкладок АБС-пластику товщиною 2,0 мм, 5,0 мм та полістиролу товщиною 2,0 мм, 5,0 мм

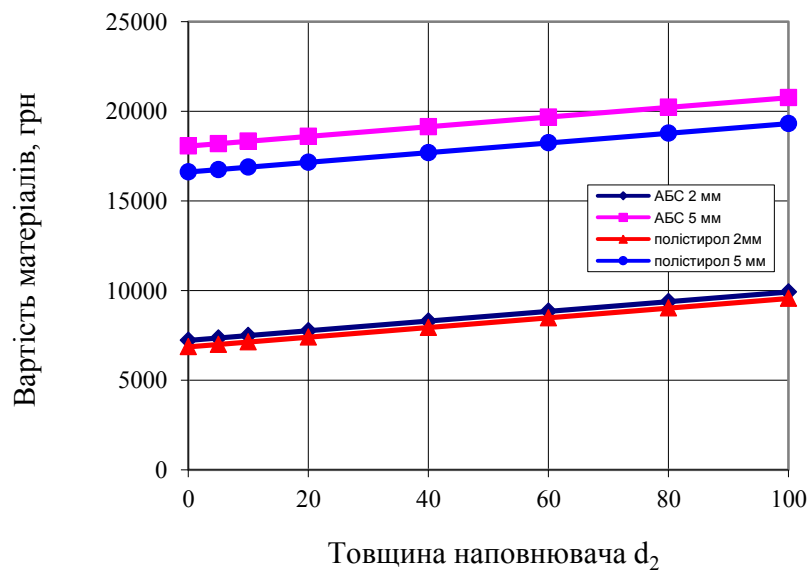


Рис. 4.30. Залежність вартості матеріалів облицювання розстійної шафи від товщини пінополістиролу ПСБ-С-25 при використанні в якості АБС-пластику товщиною 2,0 мм, 5,0 мм та полістиролу товщиною 2,0 мм, 5,0 мм

4.3.4. Залежності коефіцієнта теплопередачі, тепловтрат та ціни матеріалів при застосуванні огорожуючих щитів з базальтоволокна між пластиковими стінками

Проводимо розрахунки залежності коефіцієнта теплопередачі, тепловтрат та ціни конструкційних матеріалів щитків огороження шафи з наповнювачем із базальтоволокна та обкладок з пластикових матеріалів: АБС-пластик харчовий та удароміцний полістирол.

Розрахунки здійснюємо за допомогою прикладного пакету Excel .

Результати розрахунків представлені у вигляді на рисунках 4.31 – 4.33.

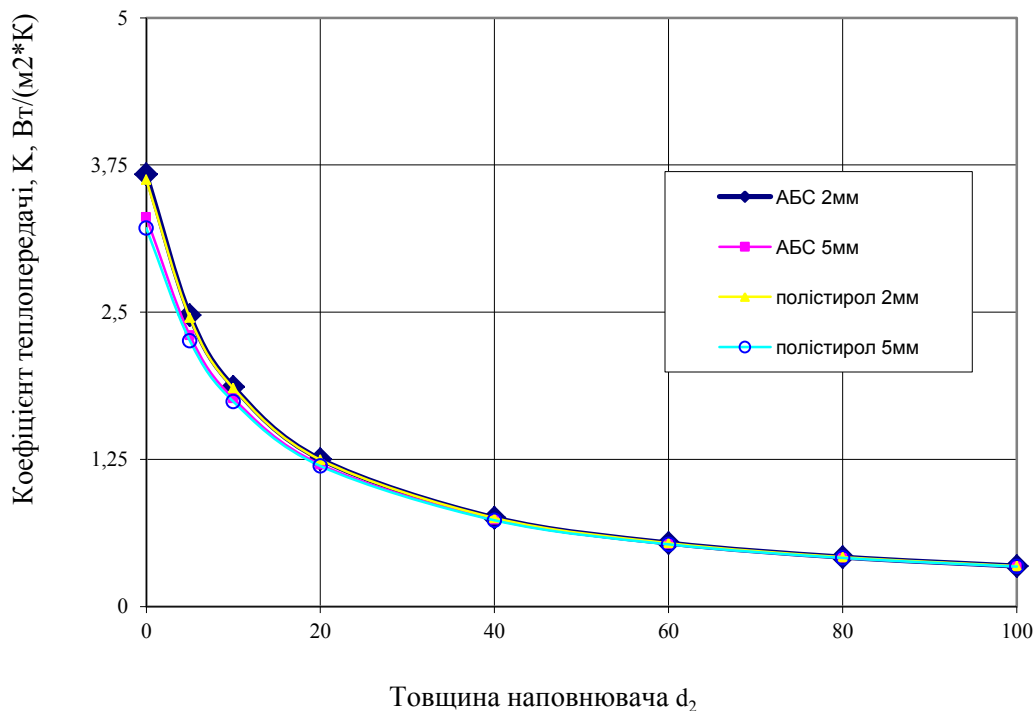


Рис. 4.31. Залежності коефіцієнту теплопередачі від товщини наповнювача – базальтоволокна при використанні в якості обкладок АБС-пластику товщиною 2,0 мм, 5,0 мм та полістиролу товщиною 2,0 мм, 5,0 мм

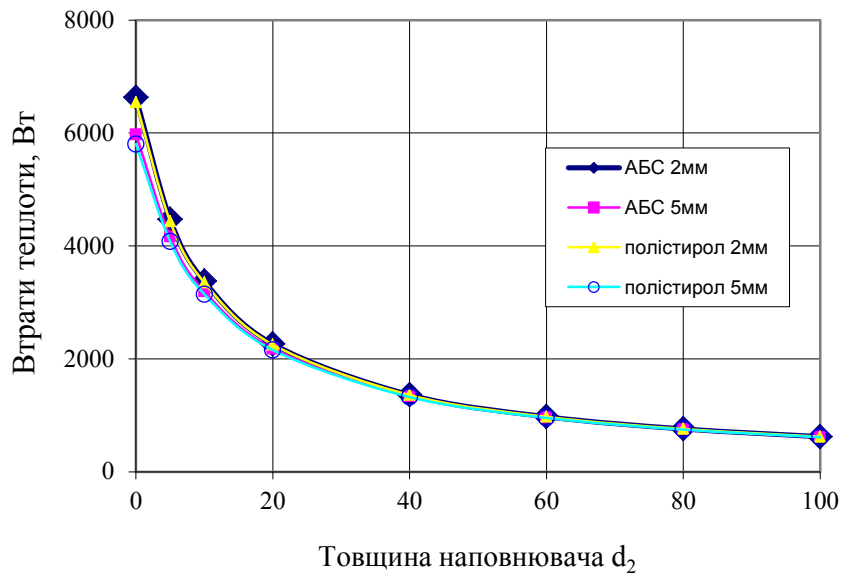


Рис. 4.32. Залежність втрат теплоти через стінки шафи від товщини наповнювача – базальтоволокна при використанні в якості обкладок АБС-пластику товщиною 2,0 мм, 5,0 мм та полістиролу товщиною 2,0 мм, 5,0 мм

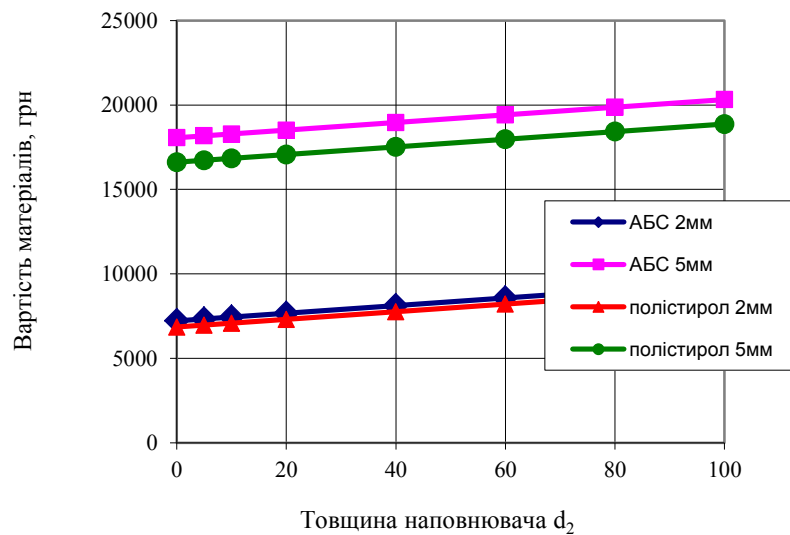


Рис. 4.33. Залежність вартості матеріалів облицювання розстійної шафи від товщини базальтоволокна при використанні в якості АБС-пластику товщиною 2,0 мм, 5,0 мм та полістиролу товщиною 2,0 мм, 5,0 мм

4.3.5. Залежності коефіцієнта теплопередачі, тепловтрат та ціни матеріалів для прозорих фрагментів різної товщини

Під час проведення процесу остаточного вистоювання заготовок хлібобулкових виробів в розстійній шафі агрегату Т1-ХР2-3 необхідно контролювати якість вистоювання. Контроль якості процесу здійснюється візуально. В точках контролю за якістю процесу та за роботою обладнання доцільно розмістити світло прозорі панелі. Дослідимо можливість використання в якості матеріалів цих світлопрозорих елементів: скло, оргскло, прозорий ПВХ, прозорий полікарбонат. Проведемо розрахунки коефіцієнтів теплопередачі, втрат теплоти через прозорі елементи стінки розстійної шафи в залежності від їх товщини та вартість матеріалів на їх виготовлення.

Розглянемо теплопередачу через прозорий елемент стінки розстійної шафи. Схема теплопередачі показана на рис. 4.34.

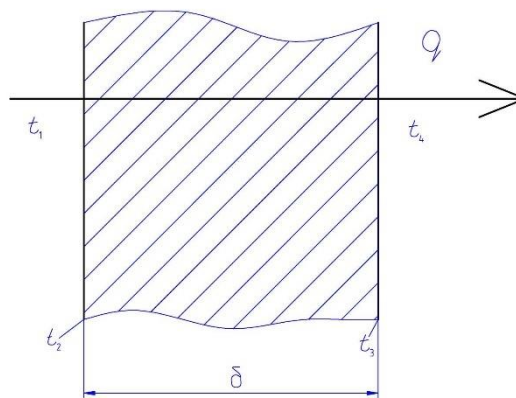


Рис. 4.34. Схема теплопередачі через прозорий елемент стінки розстійної шафи

$$\text{Коефіцієнт теплопередачі: } k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}$$

де δ - товщина стінки розстійної шафи, м;

λ , - теплопровідність стінки шафи; Вт/(м×К);

α_1 - коефіцієнт тепловіддачі до стінок в робочій порожнині шафи, Вт/(м²×К);

α_2 - коефіцієнт тепловіддачі від стінок зовні шафи, Вт/(м²×К).

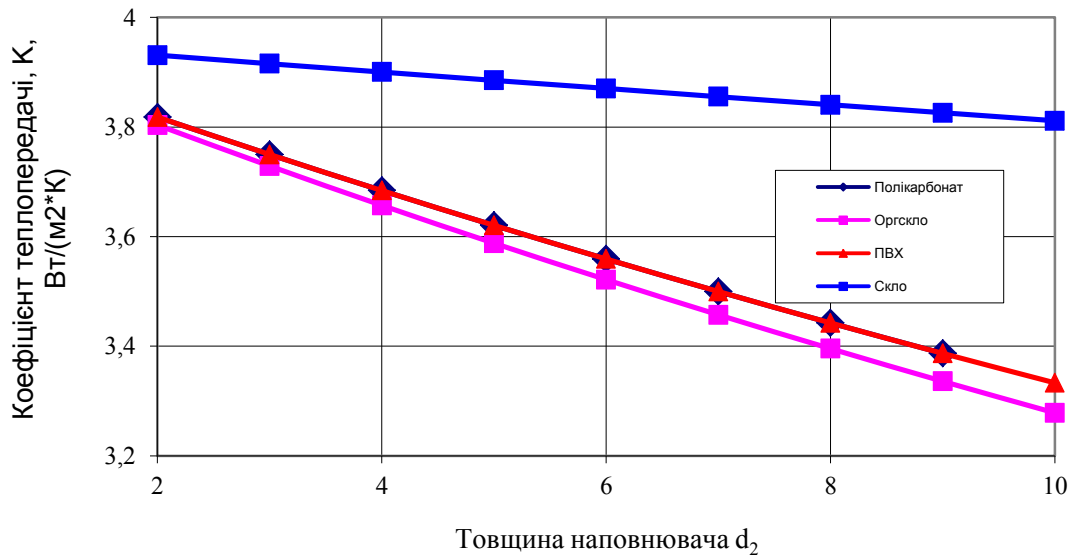


Рис. 4.35.- Залежності коефіцієнтів теплопередачі прозорого елемента стінки розстійної шафи від його товщини та матеріалу

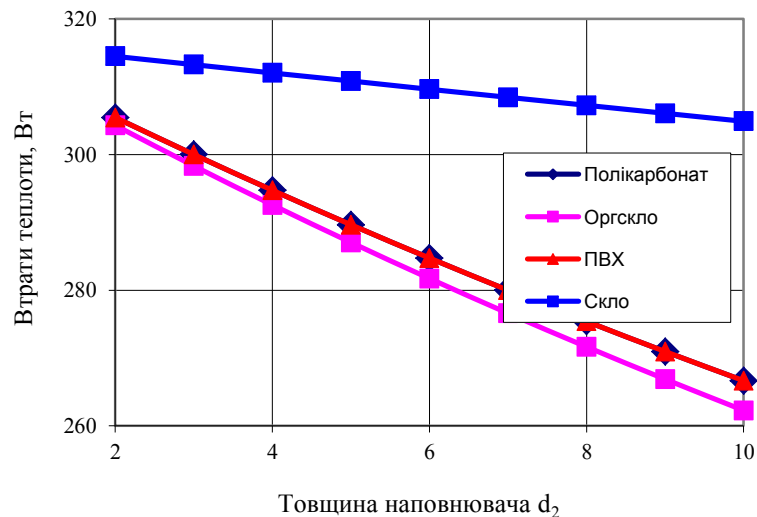


Рис. 4.36. Залежність втрат теплоти через прозорі елементи стінки розстійної шафи з різних матеріалів від їх товщини

Визначення загальних коефіцієнтів тепловіддачі та втрат теплоти через стінку розстійної шафи детально розписане вище. Вартість матеріалів облицювання розстійної шафи

$$B = S \cdot C$$

де C - ціна матеріалу прозорого елемента, грн/м²;

S – площа прозорого елемента, м².

Результати розрахунків представлені у вигляді таблиць та графіків в додатку Б та на рисунках 4.35 – 4.37.

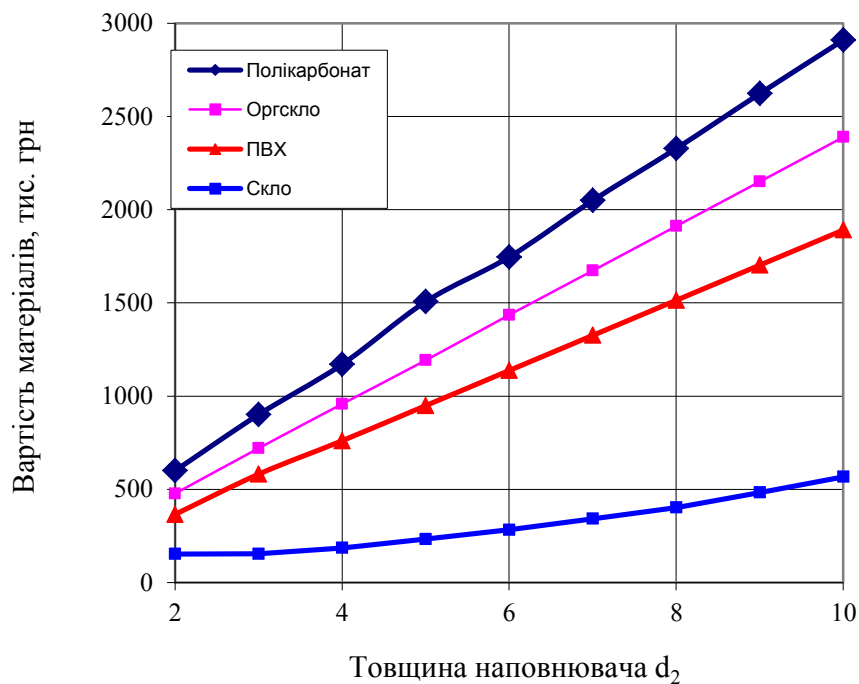


Рис. 4.37. Залежність вартості матеріалів прозорих елементів стінки розстійної шафи з різних матеріалів від їх товщини

Розрахунки показали що найкращі найменші втрати тепла будуть при використанні прозорих елементів з оргскла, а найменші витрати на матеріали будуть при використанні звичайного скла.

4.4. Аналіз результатів

За підсумками досліджень в даному розділі знайдено закономірності для коефіцієнтів теплопередачі, тепловтрат і ціни складників у випадку застосування для огороження шафи багатошарових конструкцій (сендвіч-панелей). У якості матеріалу для обкладок огороджувальних щитів було перевірено алюмінієвий та сталевий лист різної товщини, у якості основного теплоізоляційного шару – кілька видів пінополістиролу та базальтоволокно щільністю 50 кг/м^3 .

Знайдені результати щодо коефіцієнта теплопередачі (рис. 4.22, 4.25, 4.28, 4.31) дозволяють зробити висновок, що основним термічним опором багатошарового огороження є внутрішній шар теплоізоляційного матеріалу. За різної товщини листового матеріалу обкладок коефіцієнт теплопередачі помітно не змінюється. Характерним є те, що для різних видів теплоізоляційних матеріалів нема помітної різниці, бо у їхня теплопровідність відрізняється несуттєво. У випадку застосування для обкладок листового пластику тепловтрати дещо зменшуються, проте суттєво зростає вартість щитів.

Форма кривих на рис.4.22, 4.25, 4.28, 4.31 вказує, що найбільш доцільно для основного теплоізоляційного шару застосувати пінополістирол чи базальтоволокно товщиною 40 мм, бо при подальшому зростанні товщини шару теплоізоляційного матеріалу коефіцієнт теплопередачі зменшується несуттєво.

Порівняльний аналіз ціни матеріалу основного теплоізоляційного шару (рис.4.24, 4.27, 4.30, 4.33) огороження вказує на те, вартість досліджуваних теплоізоляційних матеріалів відрізняється несуттєво. Проте базальтоволокно є дешевшим, довговічнішим, стійким до дії вогню, більш екологічним, тому його застосувати більш доцільно.

Матеріальні витрати на виготовлення обкладок щитів для аналізованих матеріалів відрізняється досить помітно. За результатами розрахунків, помітно що у випадку застосування для обкладок листів алюмінію з товщини 1.5 мм, витрати на виготовлення щитів огороження майже на 20% вища, ніж у випадку сталевих листових прокатів з товщини 2,0 мм.

Таблиця 4.4.

Порівняння облицювання з різних матеріалів: сталеве облицювання товщиною 2,0 мм та сендвіч-панелей з різних матеріалів

Наповнювач	Обкладка	Коефіцієнт теплопередачі	Втрати теплоти, В	Вартість матеріалів
-	Сталь 2 мм	4.255	7685.34	10283.36
ПСБ-25, 40мм	Сталь, 0.5 мм	0.793	1432.65	21676.72
ПСБ-25, 40мм	Алюміній, 05 мм	0.793	1432.65	27411.47
ПСБ-25, 40мм	Сталь, 5 мм	0.793	1432.46	52496.81
ПСБ-25, 40мм	Алюміній, 5 мм	0.793	1432.60	88851.59
ПСБ-25, 40мм	АБС, 2 мм	0.77	1391.34	8303.99
ПСБ-25, 40мм	АБС, 5 мм	0.753	1359.91	19139.99
ПСБ-25, 40мм	Полістирол, 2 мм	0.768	1387.57	7942.79
ПСБ-25, 40мм	Полістирол, 5 мм	0.748	1350.94	17685.19
Базальтоволокно, 40 мм	Сталь, 0.5 мм	0.777	1402.60	21469.73
Базальтоволокно, 40 мм	Алюміній, 05 мм	0.777	1402.60	27234.48
Базальтоволокно, 40 мм	Сталь, 5 мм	0.777	1402.43	52319.82
Базальтоволокно, 40 мм	Алюміній, 5 мм	0.777	1402.58	88674.60
Базальтоволокно, 40 мм	АБС, 2 мм	0.755	1363.00	8127.00
Базальтоволокно, 40 мм	АБС, 5 мм	0.738	1332.82	18963.00
Базальтоволокно, 40 мм	Полістирол, 2 мм	0.753	1359.38	7765.80
Базальтоволокно, 40 мм	Полістирол, 5 мм	0.733	1324.20	17518.20

Крім того в розрахунку не врахуванні затрати на покриття сталевих обкладок (фарбування, цинкування, покриття пластиком) при введенні модернізованої шафи в експлуатацію та підтримку сталевих панелей в

належному виді (оскільки вони піддаються корозії) під час експлуатації. У випадку застосування для обкладок пластику теплоізоляційні характеристики щитів огороження зростають, дещо зменшуються їх вартість і маса. Оскільки АБС є достатньо удароміцним та має допуск до контакту з продуктами харчування, для покриття обираємо АБС харчовий з товщини 2.0 мм.

Таблиця 4.5.

Порівняння світлопрозорих елементів розстійної шафи з різних матеріалів

Наповнювач	Коефіцієнт теплопередачі <i>Вт/(м²·К);</i>	Втрати теплоти, Вт	Вартість матеріалів
Скло, 5мм	3.885	310.82	232.80
Полікарбонат, 5мм	3.621	289.65	1506.56
Оргскло	3.588	287.04	1192.00
ПВХ	3.621	289.65	948.69

Для світлопрозорих елементів вибираємо оргскло товщиною 5 мм, оскільки воно більш удароміцне ніж скло звичайне, більш температуростійке ніж ПВХ та більш дешеве ніж полікарбонат листовий.

Отже, у процесі модернізації шафи для вистоювання тістових заготовок для підвищення її енергоефективності для огорожувальних елементів варто використати тришарові щити (сендвіч-панелі), із зовнішніх обкладок, виготовлених з АБС харчового з товщини 2,0 мм та наповнювача з базальтоволокна з товщини 40 мм.

5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5.1 Заходи з охорони праці

До основних видів технологічного обладнання цеху дрібноштучних хлібопекарських та кондитерських виробів відносяться: просіювач, насоси для води та інших харчових рідин, місильна машина, ділильна машина, заокруглювальна машина, закаточна машина, вкладач, шафа розстійна, транспотери, піч для готових виробів.

Основним фактором небезпеки при використанні просіювачів є велика імовірність виникнення нештатних ситуацій внаслідок накопичення значного заряду статичної електрики, а також загоряння і вибуху дрібного пилу борошна в повітрі. Тому просіювач слід в обов'язковому порядку заземлити і забезпечити достатню вентиляцію для відведення повітря і завислих частинок. Елементи приводу просіювача закрито кожухами.

При роботі з просіювачем має місце обробка легко електризованих матеріалів, а отже обслуговуючий персонал може перебувати під впливом електростатичного поля (ЕП).

Гранично припустима напруженість ЕП на робочому місці визначається нормами СН 1757- 77.

Гранично припустима напруженість ЕП на робочому місці обслуговуючого персоналу не повинна перевищувати: при впливі до 1 год - 60 В/м, при впливі від 1 год до 9 год – з умови не більше 60 В/м.

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

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

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

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

Вимогами з безпечної експлуатації електричних відцентрових передбачається якісне складання і забезпечення точності монтажу. При складанні насосу слід старанно встановлювати ущільнюючі прокладки, кільця і манжети.

Основними небезпечними для людей факторами роботи насосів є вібрації та можливість ураження електричним струмом внаслідок надмірної вологості. Для мінімізації і уникнення шкідливої дії вищеназваних чинників передбачається встановлення віброізоляції і заземлення.

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

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

Місильна машина являє собою корито із місильним органом для якого застосовано електричний привід. Для безпечної експлуатації необхідно забезпечити заземлення машини, а всі рухомі елементи закрити кожухами.

Ділильна машина, заокруглювальна машина, закаточна машина, вкладач, шафа розстійна являють собою складні системи із електричною та механічною частинами. Для забезпечення безпечної експлуатації слід передбачити заземлення його електричної частини, а також закрити вільний доступ до елементів приводу та робочих елементів за допомогою кожухів. Також для підстраховки на підлозі слід встановити дерев'яну підставку для обслуговуючого персоналу. Наявність кількох рухомих елементів обумовлює виникнення вібрації, тому слід також передбачити впровадження віброізоляції.

При експлуатації транспортерів слід забезпечити відсутність фізичного контакту робітників з їх рухомими елементами, що досягається за рахунок встановлення огорож і захисних кожухів.

У тиражувальній машині слід забезпечити уникнення механічного і електричного травматизму персоналу при фізичному контакті, що досягається монтажом заземлення та встановленням захисних кожухів.

При експлуатації печі 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, яка б забезпечувала відсутність вільних умов дотику до нагрітих поверхонь. Для деяких випадків допускається застосування тканинних рукавиць (ГОСТ 12.4.020–82).

При роботі печі необхідно виконати наступні правила по техніці безпеки:

1. До роботи допускаються тільки особи, знайомі з принципом дії печі і відповідно проінструктовані;
2. Перед початком роботи необхідно переконатися в справності печі;
3. Чищення і змащування механізму при роботі печі категорично забороняється;
4. Забороняється працювати без огорожі ланцюгових і шестерних передач;
5. Категорично забороняється працювати без заземлення, піч повинна бути заземлена відповідно до діючих правил і норм;
6. При зупинці печі на довгий час або на час ремонту, а також на час перевірки електроустаткування піч необхідно відключити від мережі;
7. Категорично забороняється використовувати водопідігрівачі для роботи під тиском.

Технологічне обладнання й апаратура цеху кондитерських виробів 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 здійснюється відповідно до технологічної схеми, забезпечувати потоковість технологічного процесу, короткі і прямі гідравлічні комунікації, 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.

Усі частини, що стикаються з сировиною, повинні бути доступні для чищення, миття і дезінфекції.

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 переробної 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 бути не менш 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.

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

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 заводі 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 дозволяє ввімкнути привід машини.

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

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

Технологічне обладнання, апаратура, посуд, тара, інвентар, плівка і вироби з полімерних і інших синтетичних матеріалів, 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.

5.2. Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Цивільний захист організується з метою своєчасної підготовки об'єкта до захисту від наслідків НС та оперативного проведення рятувальних і інших невідкладних робіт.

Згідно зі ст. 8 закону України "Про цивільну оборону України" "Керівництво підприємств, установ і організацій незалежно від форм власності і підпорядкування забезпечує своїх працівників засобами індивідуального та колективного захисту, організовує здійснення евакозаходів, створює сили для ліквідації наслідків НС та забезпечує їх готовність до практичних дій, виконує інші заходи з цивільної оборони і несе пов'язані з цим матеріальні та фінансові витрати в порядку та обсягах, передбачених законодавством".

На об'єктах підвищеної небезпеки (радіаційно-, хімічно-, вибухонебезпечних) створюються локальні системи виявлення загрози виникнення НС і оповіщення працівників цих об'єктів та місцевого населення, що проживає в зоні можливого ураження (згідно з законом України "Про цивільну оборону України" власники таких об'єктів відповідають за захист населення, що проживає в зонах можливого ураження від наслідків аварій на цих об'єктах). Відповідно до затвердженої Державної цільової соціальної програми розвитку цивільного захисту на 2009-2013 роки, вищезазвані локальні системи мають бути створені до 2013 року на всіх об'єктах підвищеної небезпеки.

Відповідальність за цивільний захист об'єкта несе керівник цього об'єкта, він є начальником ЦЗ об'єкта і підпорядковується своєму старшому начальнику (міністерства чи відомства), а в оперативному відношенні начальнику цивільного захисту міста чи району.

Начальник цивільного захисту об'єкта несе відповідальність за:

- створення, організацію, підготовку і дієздатність системи цивільного захисту на підпорядкованому об'єкті;
- забезпечення захисту персоналу (а на об'єктах підвищеної небезпеки і за захист населення, що проживає в зонах можливого ураження від наслідків аварій

на цих об'єктах) під час загрози або виникнення надзвичайних ситуацій техногенного, природного та воєнного характеру;

- організацію і здійснення заходів щодо попередження НС, а у разі їх виникнення – за мінімізацію збитків від них;

- створення і організацію роботи системи оповіщення на об'єкті;

- створення і організацію роботи комісії з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій, а також евакуаційної комісії об'єкта;

- постійну готовність органів управління і невоєнізованих формувань об'єкта до функціонування в мирний і воєнний час;

- фінансове та матеріально-технічне забезпечення заходів у сфері цивільного захисту;

- підготовку і навчання персоналу до дій у НС.

Наказом начальника ЦЗ об'єкта призначаються заступники (як варіант – з евакуації, інженерно-технічної частини, з матеріально-технічного постачання, з оперативних питань).

Органом управління з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту об'єкта є штаб цивільної оборони та надзвичайних ситуацій (штаб ЦЗ та НС) (далі – штаб ЦЗ).

Штаб ЦЗ очолює начальник штабу, який є першим заступником начальника ЦЗ об'єкта. До складу штабу входять заступники начальника штабу і необхідні спеціалісти. Штаб комплектується як штатними працівниками ЦЗ об'єкта так і посадовими особами підприємства, не звільненими від виконання своїх основних обов'язків.

Начальник штабу ЦЗ відповідає за безпосередню організацію та функціонування сил і засобів цивільного захисту під час загрози або виникнення надзвичайних ситуацій техногенного, природного та воєнного характеру. Він має право віддавати розпорядження з питань цивільної оборони, захисту від НС техногенного, природного та воєнного характеру від імені начальника цивільного захисту об'єкту.

Начальник штабу ЦЗ несе відповідальність за:

- організацію своєчасного оповіщення і збору персоналу об'єкта;
- організацію роботи і узгодженість дій створених на об'єкті органів управління і структурних підрозділів цивільного захисту;
- розробку планової документації з питань цивільного захисту, її своєчасне уточнення і коригування;
- стан готовності особового складу невоєнізованих формувань цивільного захисту до дій за призначенням;
- своєчасне доведення до виконавців рішень начальника цивільного захисту та організацію контролю за їх виконанням;
- організацію збору і аналізу інформації щодо вірогідного виникнення надзвичайних ситуацій, відпрацювання пропозицій щодо захисту персоналу (а на об'єкті підвищеної небезпеки і населення, що проживає в зоні можливого ураження від наслідків аварії на цьому об'єкті) від їх наслідків;
- виконання заходів, спрямованих на підвищення стійкості роботи об'єкта в воєнний час та при виникненні надзвичайної ситуації техногенного або природного характеру;
- організацію взаємодії з місцевими органами державної влади, підрозділами МНС України, аварійно-рятувальними службами тощо;
- організацію спеціальної підготовки і підвищення кваліфікації персоналу у сфері цивільної оборони, захисту від надзвичайних ситуацій.

Обов'язки начальника ЦЗ об'єкта у режимі повсякденної діяльності:

- знати вимоги законодавчих і нормативно-правових актів держави у сфері захисту персоналу (а на об'єкті підвищеної небезпеки і населення, що проживає в зоні можливого ураження від наслідків аварії на цьому об'єкті) від надзвичайних ситуацій техногенного, природного та воєнного характеру;
- постійно удосконалювати особисту підготовку;
- спланувати і забезпечити здійснення відповідних заходів щодо захисту працівників усіх структурних підрозділів об'єкта (а на об'єкті підвищеної небезпеки і населення, що проживає в зоні можливого ураження від наслідків аварії на цьому об'єкті) і навколишнього природного середовища під час виникнення НС;

– організувати підготовку і навчання персоналу з питань ЦЗ, дій під час загрози або виникнення надзвичайних ситуацій техногенного, природного чи воєнного характеру;

– забезпечити готовність до використання за призначенням органів управління, сил і засобів цивільного захисту щодо попередження і ліквідації надзвичайних ситуацій техногенного, природного та воєнного характеру;

– організувати розробку і своєчасне коригування плану дій органів управління та сил цивільного захисту щодо попередження та ліквідації наслідків НС у мирний та воєнний час.

– керувати плануванням та здійсненням евакозаходів на випадок надзвичайних ситуацій як мирного, так і воєнного часу;

– забезпечити весь персонал об'єкта засобами індивідуального і колективного захисту, іншим майном цивільного захисту;

– впроваджувати нові методи прогнозування, оцінки обстановки, розрахунків сил і засобів, прийняття і реалізації рішення з використанням комп'ютерної техніки із сучасним програмним забезпеченням при моделюванні і виникненні надзвичайних ситуацій на об'єкті;

– організувати забезпечення структурних підрозділів об'єкта сучасними засобами оповіщення і зв'язку;

– створити і підтримувати в належному стані матеріальні і фінансові резерви для забезпечення діяльності органів управління і сил цивільного захисту при виникненні надзвичайних ситуацій техногенного, природного та воєнного характеру.

Обов'язки начальника ЦЗ об'єкта у режимі підвищеної готовності:

– здійснити прогнозування і моделювання обстановки, що склалася, при можливості – з використанням програмного забезпечення, відпрацювати пропозиції щодо нормалізації ситуації;

– перевірити стан системи оповіщення і збору керівного складу, органів управління цивільного захисту персоналу об'єкта (а на об'єкті підвищеної небезпеки і населення, що проживає в зоні можливого ураження від наслідків аварії на цьому об'єкті);

– встановити постійний зв'язок і взаємне інформування про ситуацію, що склалася, з місце-вими органами державної влади, підрозділами МНС України, аварійно-рятуваль-ними служба-ми тощо;

– організувати спостереження і контроль за станом навколишнього середовища і прилеглої до об'єкта території;

– при виникненні НС, що загрожує життю і здоров'ю персоналу і підопічних об'єкта, здійс-нити їх екстренну евакуацію в безпечний район;

– вжити заходів щодо захисту навколишнього середовища і підвищення сталості функціону-вання об'єкта;

– привести органи управління і невоєнізовані формування цивільного захисту (НФЦЗ) у стан готовності до використання за призначенням;

– організувати перевірку служб життєзабез-печення об'єкта, їх готовності до дій відповідно до обстановки, що прогнозується;

– доповісти про обстановку і проведені заходи вищестоящому керівництву.

Обов'язки начальника ЦЗ об'єкта у *режимі надзвичайної ситуації*.

1. Усвідомити й оцінити обстановку, прийняти відповідні оперативні рішення, поставити завдання голові комісії з питань ТЕБ та НС, керівникам інших органів управління та невоєнізованих формувань цивільного захисту:

– на забезпечення своєчасного оповіщення персоналу об'єкта (а на об'єкті підвищеної небезпеки і населення, що проживає в зоні можливого ураження від наслідків аварії на цьому об'єкті);

– на організацію дій НФЦЗ об'єкта щодо локалізації і ліквідації НС;

– на проведення рятувальних та інших невідкладних робіт;

– на організацію меддопомоги постраждалим і евакуацію їх у лікувальні заклади;

– на забезпечення контролю за заходами безпеки при веденні рятувальних, аварійно-відновлюваль-них та інших невідкладних робіт;

– на забезпечення безперервного керування заходами щодо ліквідації наслідків надзвичайної ситуації;

- на організацію своєчасного коригування планів дій щодо ліквідації наслідків НС;
- на організацію спостереження за станом навколишнього середовища і джерелом небезпеки;
- на евакуацію персоналу у безпечні райони.

2. Доповісти вищестоящому керівництву про місце, час, причину, вид НС, завдані збитки, наслідки, вжиті заходи.

Обов'язки начальника штабу ЦЗ об'єкта у *режимі повсякденної діяльності*:

- забезпечити готовність систем зв'язку та оповіщення;
- забезпечити підготовку органів управ-лі-ння та невоєнізованих формувань цивіль-ного захисту (НФЦЗ) до дій за призначе-нням;
- керувати розробкою плану цивільного захисту від надзвичайних ситуацій мирного та воєнного часу;
- спланувати та організувати здійснення підготовки та підвищення кваліфікації персоналу об'єкта з питань цивільного захисту від НС мирного та воєнного часу;
- приймати участь у діяльності комісії з питань ТЕБ та НС і евакуаційної комісії об'єкта;
- забезпечити розробку і виконання органі-заційних, фінансових, інженерно-технічних заходів щодо підвищення стійкості роботи об'єкта за умовами надзвичайних ситуацій мирного та воєнного часу;
- своєчасно подавати перед-бачені звіти, донесення та інші документи;
- удосконалювати навчально-матеріальну базу з питань цивільного захисту.

Обов'язки начальника штабу ЦЗ об'єкта у *режимі підвищеної готовності*:

- забезпечити дублювання одер-жаного сигналу оповіщення або інформації про загрозу чи виникнення НС і доведення їх до керівництва, невоєнізованих формувань ци-ві-льного захисту, усього персоналу об'єкта (а на об'єкті підвищеної небезпеки і насе-ле-ння, що проживає в зоні можливого ура-ження від наслідків аварії на цьому об'єкті);
- організувати збір і аналіз інформації про ситуацію, що склалася та підготувати проект відповідного рішення начальника цивіль-ного захисту;

- забезпечити збір і початок роботи комісії з питань ТЕБ та НС, інших створених органів упорядкування цивільного захисту;
- запровадити на об'єкті цілодобове оперативне чергування;
- започаткувати виконання розділу плану, що стосується дій при загрози виникнення надзвичайних ситуацій техногенного, природного або воєнного характеру;
- здійснити підготовчі заходи щодо захисту персоналу об'єкта (а на об'єкті підвищеної небезпеки і населення, що проживає в зоні можливого ураження від наслідків аварії на цьому об'єкті);
- забезпечити доведення розпоряджень начальника цивільного захисту, органів управління цивільного захисту до виконавців;
- проконтролювати виконання заходів, передбачених календарним планом дій при виникненні надзвичайних ситуацій техно-ген-ного, природного та воєнного характеру;
- забезпечити своєчасне подання відповідних звітів і донесень до вищестоящего керівництва.

Обов'язки начальника штабу ЦЗ об'єкта у режимі надзвичайної ситуації.

- забезпечити негайне доведення одержаного сигналу оповіщення чи інформації про виникнення надзвичайної ситуації до керівництва, невоєнізованих формувань цивільного захисту, усього персоналу об'єкта (а на об'єкті підвищеної небезпеки і населення, що проживає в зоні можливого ураження від наслідків аварії на цьому об'єкті);
- прийняти негайні заходи щодо захисту персоналу (а на об'єкті підвищеної небезпеки і населення, що проживає в зоні можливого ураження від наслідків аварії на цьому об'єкті) об'єкта;
- організувати здійснення рятувальних, аварійно-відновлювальних та інших невідкладних робіт;
- забезпечити функціонування за призначенням органів управління та невоєнізованих формувань цивільного захисту;
- організувати практичне виконання плану ліквідації надзвичайних ситуацій техногенного, природного чи воєнного характеру та їх наслідків;

– приймати участь у діяльності комісії з питань ТЕБ та НС і евакуаційної комісії об'єкта;

– забезпечити розробку наказів, розпоряджень і вказівок начальника цивільного захисту та органів управління цивільного захисту;

– забезпечити своєчасне подання відповідних звітів і донесень до вищестоящого керівництва.

На ПП „Віфіль” для організації і проведення заходів захисту від НС на базі відповідних структурних підрозділів (відділів, цехів тощо) об'єкта, в залежності від характеру його виробничої діяльності створюються служби цивільного захисту:

– оповіщення і зв'язку;

– протипожежна;

– аварійно-технічна;

– сховищ і укриттів;

– медична;

– охорони громадського порядку;

– протирадіаційного та протихімічного захисту;

– харчування та торгівлі;

– автотранспортна;

– матеріально-технічного постачання та інші.

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

Висновки

Удосконалення ізолюючої поверхні шафи А2-ХРЗ з дослідженням впливу теплообміну на процес вистоювання тістової заготовки

В даній кваліфікаційній роботі магістра запропоновано технічні рішення щодо досконалення ізолюючої поверхні шафи А2-ХРЗ з дослідженням впливу теплообміну на процес вистоювання тістової заготовки.

Знайдено вирішення наступних завдань:

виконано аналітичний огляд конструкцій обладнання, призначеного для вистоювання заготовок хлібобулкових виробів;

запропоновано модернізацію теплового огороження шафи А2-ХРЗ;

виконано технологічний розрахунок шафи А2-ХРЗ;

виконано розрахунок конструктивних елементів шафи А2-ХРЗ.

За підсумками досліджень були отримані закономірності взаємозв'язку коефіцієнта теплопередачі, тепловтрат та ціни конструктивних матеріалів для застосування у зовнішніх щитах шафи вистоювання заготовок хлібобулкових виробів. Для обкладок щитів було запропоновано і виконано порівняння листового алюмінію та листової сталі різної товщини, для внутрішнього теплоізоляційного шару -пінополістирол та мінвата щільністю 50 кг/м^3 .

Встановлено, що найбільше на зменшення коефіцієнта теплопередачі впливає теплоізоляційний шар. Товщина обкладок щита не має помітного впливу на його коефіцієнт теплопередачі. Застосування пластику замість металу для зовнішніх поверхонь щита дозволяє частково зменшити втрати тепла проте суттєво зростає ціна самої шафи.

У ролі теплоізоляційного шару найбільш доцільно застосувати пінополістирол або мінвату з товщиною 40 мм. Подальше потовщення шару теплоізоляції є недоцільним внаслідок малого впливу на коефіцієнт теплопередачі.

З двох вищеназваних мінвата має суттєві переваги у ціні та довговічності, тому є більш доцільною для застосування.

Застосування пластикових обкладок дає змогу підвищити теплоізолювальні параметри щитів та зменшити їхню масу. Оскільки АБС є достатньо удароміцним та не заборонений до контакту з продуктами харчування, для обкладок щитів вибираємо АБС харчовий з товщини 2мм.

Виконані розрахунки показали, що при виконанні модернізації шафи вистоявання заготовок хлібобулкових виробів для обкладок щитів доцільно застосувати АБС харчовий з товщини 2 мм, а в якості основного теплоізолювального шару - 40 мм наповнювача з базальтоволокна.

Пропоновані в дипломній роботі технологічні і технічні рішення є актуальними та доцільними для впровадження.

Перелік посилань

1. Закалов О.В. Дипломне проектування технологічного обладнання переробних і харчових виробництв: Навчальний посібник / Закалов О.В., Ворощук В.Я.- Тернопіль: ТНТУ, 2011. - 344 с.
2. Закалов О.В. Проектування підприємств харчової промисловості: Навчальний посібник / Закалов О.В., Закалов І.О.- Тернопіль: ТДТУ, 2007. - 262 с.
3. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості. / За ред. І.С. Гулого – Вінниця: Нова книга, 2001р. – 576с.
4. Сигал М.М. Поточно-механизированные и автоматизированные линии в хлебопекарной промышленности / Сигал М.М. — К.: Урожай, 1988.— 175с.
5. Оборудование и комплексно-механизированные линии для разделки теста.— М.: Пищевая промышленность, 1978.— 159с.
6. Михелев А.А. Справочник по хлебопекарскому производству. Т.1. — М.: Пищевая промышленность, 1977. — 368с.
7. Лисовенко А.Т. Технологическое оборудование и пути его совершенствования. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. - 208с.
8. Г.С. Писаренко. Справочник по сопромату / Г.С. Писаренко.— К.: Наукова думка, 1988.— 734с.
9. Мирончук В.Г. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості; навчальний посібник / Мирончук В.Г., Орлов Р.О., Українець А.І. та ін..-Вінниця: Нова книга, 2004.-288с.
10. Практикум по расчётам оборудования хлебопекарного и макаронного производств / Под ред. Ю.А. Калошина.— М.: Агропромиздат, 1981.— 158с.
11. Демезюк Э.С. Технологическое оборудование предприятий хлебопекарной и кондитерской промышленности / Демезюк Э.С., Емельянов Н.А.— М.: Пищепромиздат, 1963.— 342с.

12. Михелев А.А. Расчет и проектирование печей хлебопекарного и кондитерского производств [Текст] : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Машины и аппараты пищевых производств" / А. А. Михелев [и др.]. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Пищевая промышленность, 1979. – 325
13. Володарский А.В. Современные тоннельные печи в хлебопекарной промышленности [Текст] / А. В. Володарский, А. А. Михелев, М. Н. Сигал ; под ред. А. А. Михелева. - М. : Пищевая промышленность, 1976. – 134.
14. Добошук Ю.М. Вплив вживання хлібу на організм людини/ Ю.М. Добошук // 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. 147.
15. Справочник по хлебопекарному производству [Текст]. - М. : Пищевая промышленность, 1972 - . Т. 1 : Оборудование и тепловое хозяйство / А. А. Михелев. - 1972. – 542с.
16. Донин Л.С. Справочник по вентиляции в пищевой промышленности / Донин Л.С.— М.: Пищевая промышленность, 1977.— 352с.
17. Никитин В.С. Охрана труда на предприятиях пищевой промышленности / В.С. Никитин, Ю.М. Бурашников. –М.: Агропромиздат, 1991.– 349с.
18. SolidWorks 2010: Расширенное моделирование деталей. / SolidWorks Corporation, SolidWorks Corporation.– 2009.– 333 с.
19. SolidWorks 2010 - Моделирование сборок. / SolidWorks Corporation, SolidWorks Corporation.– 2009.– 393 с.

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 ПОЛІЕНАСИЧЕНИХ КИСЛОТ
ПРИ СТВОРЕННІ КУПАЖІВ
13. **А.А. Островська** 152
РОЗЛИВ ПИВА У КЕГИ – ГАРАНТІЯ ЯКОСТІ

УДК 664.643.1

Ю.М. Добошчук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ВПЛИВ ВЖИВАННЯ ХЛІБУ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

Y.M. Doboshchuk

THE EFFECT OF BREAD CONSUMPTION ON THE HUMAN BODY

Хліб є однією з основних страв, яку вживають люди в усьому світі. Зазвичай його готують з тіста, яке виготовляється з борошна та води. А способів його приготування є безліч.

Незважаючи на таку світову популярність, хліб часто називають нездоровою ,шкідливою їжею, що викликає збільшення маси тіла людей.

Порівняно з іншими продуктами, а саме овочами і фруктами, хліб має набагато менше поживних речовин, У ньому багато калорій, але мало білків, жирів вітамінів та мінералів. Хоча багато залежить від складу самого хліба. Наприклад, цільнозерновий хліб може містити більше клітковини, а з пророслого зерна – бути багатшим на бета-каротин, вітаміни С та Е.

Більшість людей сприймають глютен (клітковину), проте деяким він не підходить. Наприклад людям з целиакією. У них він викликає проблеми з травленням ,таким людям слід уникати вживання білого хлібу.

Можна обирати хліб без глютену, зазвичай його печуть з борошна коричневого рису, маниока чи картопляного борошна замість пшеничного.

Хліб багатий на вуглеводи . Звичайна скибка містить в середньому містить 13 грамів вуглеводів. Ваше тіло розщеплює вуглеводи, щоб отримати глюкозу, що веде до підвищення рівню цукру в крові. Дослідники припускають, що їжа з високим глікемічним індексом може вести до підвищення голоду і переїдання. Дослідження 571 дорослої людини показали що така їжа призводить до збільшення маси організму. А багате на вуглеводи харчування може призводити до цукрового діабету та метаболічного синдрому.

Хоча, деякі види хліба на кшталт цільнозернового багаті на клітковину . А це може сповільнити засвоєння цукру у кровеносній системі, допомагаючи стабілізувати рівень цукру в крові.

Зерна зазвичай містять шкідливі речовини. Компоненти, які блокують тіло від того, щоб воно приймало корисні вітаміни та мікроелементи. Наприклад зерна, які містять фітинову кислоту. Вона сполучається з залізом ,цинком, магнієм та кальцієм, перешкоджаючи їхньому засвоєнню.

Хоча багатий на клітковину цільнозерновий хліб може мати більший профіль поживних речовин порівняно з нецільнозерновим хлібом. Більшість людей не повинні хвилювати ці непоживні речовини, за умови якщо вони правильно і здорово харчуються.

Деякі типи хліба штучно посилюють поживними речовинами, а саме: залізом, рибофлавіном, тіаміном. Це робиться для того, щоб збільшити поживну цінність продукту.

За даними досліджень цільнозерновий хліб є кориснішим за білий або житній. Бо тут є більше клітковини та білків, які сповільнюють засвоєння цукру у крові. І утримують цей рівень в нормі. Також він містить більше поживних речовин, таких як магній та селен.