

# МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ ТА БЕЗПЕКИ ВИРОБНИЦТВА

перший (бакалаврський) рівень вищої освіти  
Спеціальність: 133 "Галузеве машинобудування".

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри УПБВ

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

К В А Л І Ф І К А Ц І Й Н А Р О Б О Т А першого (бакалаврського) рівня вищої  
освіти

Француза Назара Мар'яновича

на тему:

***“ Покращення умов та безпеки праці на ділянці зварювання метало  
пластикових вікон в умовах ТЗОВ "ТЕРМОПЛАСТ ПЛЮС" із удосконаленням  
системи вентиляції ”***

Виконав: студент ІV курсу групи Маш22-сп  
Спеціальності 133 „Галузеве машинобудування”

Француз Назар

Керівник: Тимочко Василь

Дубляни 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ ТА БЕЗПЕКИ ВИРОБНИЦТВА

перший (бакалаврський) рівень вищої освіти  
Спеціальність: 133 "Галузеве машинобудування".

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри УПБВ

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТА**

*Француза Назара Мар'яновича*  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи “ *Покращення умов та безпеки праці на дільниці зварювання метало пластикових вікон в умовах ТЗОВ "ТЕРМОПЛАСТ ПЛЮС" із удосконаленням системи вентиляції* ”

керівник роботи *Тимочко Василь Олегович, к.т.н., доцент*  
( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом Львівського НУП №.

2. Термін подання студентом роботи 20.06.2023

3. Вихідні дані до роботи *1. Технологія виробництва металопластикових виробів;*  
*2. Наявні виробничі потужності та обладнання для виробництва металопластикових виробів;*  
*3. Стан безпеки та охорони праці на підприємстві;*  
*4. Технології вентилявання виробничих приміщень.*  
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) *Вступ; 1. Загальна характеристика стану умов та безпеки праці на підприємстві;*  
*2. Структурно-функціональний аналіз процесу виготовлення металопластикових виробів;*  
*3. Удосконалення вентиляції зварювальної дільниці;*  
*4. Обґрунтування заходів щодо покращення умов та безпеки праці;*  
*5.*

Обґрунтування заходів щодо охорони довкілля; Висновки та пропозиції; Перелік джерел посилань

5. Перелік графічного матеріалу: 1. Характеристика технологічного процесу та виробничого обладнання (А1); 2. Аналіз травматичних ситуацій (А1); 3. Схема системи вентиляції зварювальної дільниці (А1); 4. Складальне креслення (А1); 5. Робочі креслення деталей (А1).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
3	Городецький І.М. доцент		
4			

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Розробка розділу «Загальна характеристика стану умов та безпеки праці на підприємстві»</i>	26.01.23-25.02.23	
2	<i>Розробка розділу «Структурно-функціональний аналіз процесу виготовлення металопластикових виробів»</i>	26.02.23-27.03.23	
3	<i>Розробка розділу «Удосконалення вентиляції зварювальної дільниці»</i>	28.03.23-29.04.23	
4	<i>Розробка розділу «Обґрунтування заходів щодо покращення умов та безпеки праці»</i>	29.04.23-10.05.23	
5	<i>Розробка розділу «Обґрунтування заходів щодо охорони довкілля»</i>	11.05.23-20.05.23	
6	<i>Розробка графічної частини</i>	21.05.23-30.05.23	
7	<i>Завершення роботи</i>	1.06.23-20.06.23	

Студент \_\_\_\_\_

( підпис )

( прізвище та ініціали )

Керівник роботи \_\_\_\_\_

( підпис )

( прізвище та ініціали )

УДК 656.222.4

Кваліфікаційна робота. 60 с. текст. частини, 6 рис., 12 таблиць, 1 аркушів формату А3, 20 літературних джерел.

Покращення умов та безпеки праці на дільниці зварювання метало-пластикових вікон в умовах ТЗОВ "ТЕРМОПЛАСТ ПЛЮС" із удосконаленням системи вентиляції. Француз Н. – Дипломний проєкт. Львівський НУП, 2023.

Виконано аналіз господарської діяльності ТЗОВ "ТЕРМОПЛАСТ ПЛЮС". Охарактеризоване наявні виробничі потужності та обладнання для виробництва металопластикових виробів.

Зроблено структурно-функціональний аналіз процесу виготовлення металопластикових виробів. Розроблено модель травмонебезпечних ситуацій під час зварювання деталей металопластикових вікон.

Розроблено вентиляції зварювальної дільниці, розраховано витрати повітря витяжної парасолі та ежектору низького тиску.

Обґрунтовано заходи щодо покращення умов та безпеки праці та заходи щодо охорони довкілля.

## ЗМІСТ

(прізвище, ім'я, по батькові) .....	2
ВСТУП.....	6
Розділ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА.....	8
<b>1.1. Характеристика виробничої діяльності підприємства.....</b>	<b>8</b>
<b>1.2. Характеристика виробничого процесу.....</b>	<b>11</b>
<b>1.3. Характеристика технічного обладнання.....</b>	<b>15</b>
<b>1.4. Аналіз стану охорони праці на підприємстві.....</b>	<b>17</b>
<b>Висновки:.....</b>	<b>19</b>
Розділ 2. СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ЗВАРЮВАННЯ МЕТАЛОПЛАСТИКОВИХ ВИРОБІВ .....	20
<b>2.1. Структура технологічного процесу виготовлення металопластикових     виробів .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2. Потенційно небезпечні виробничі процеси і операції виробництва     метало пластикових виробів.....</b>	<b>23</b>
<b>2.3. Моделювання травмонебезпечних ситуацій під час зварювання деталей     металопластикових вікон.....</b>	<b>26</b>
Висновки: .....	36
Розділ 3. РОЗРОБКА ВЕНТИЛЯЦІЇ ЗВАРЮВАЛЬНОЇ ДІЛЬНИЦІ.....	38
<b>3.1. Загальні положення .....</b>	<b>38</b>
<b>3.4. Розрахунок повітровода .....</b>	<b>49</b>
За завданням витрата через ділянки а,1,2 повина бути по 1000 м <sup>3</sup> /год,а через ділянку 3 потрібно направити 1500 м <sup>3</sup> /год. Витрати через остальні ділянки (б, в, д) визначають простим додаванням або віднімають витрат (без урахування підсмоктування або витоків), а отримані дані заносять в графу 4 табл. 42. ..	51
Подальший розрахунок почнемо з найбільш віддаленого від вентилятора ділянки α причому відповідно до завдання орієнтуємося на швидкості порядку 13-14 м/сек. ....	51
<b>Висновки:.....</b>	<b>58</b>
Розділ 4. ОБГРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ ЩОДО ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ ...	60
<b>4.1. Екологічні вимоги.....</b>	<b>60</b>
<b>4.2. Напрямки зменшення впливу виробництва на довкілля.....</b>	<b>60</b>
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ .....	62

## ВСТУП

Умови та безпека праці на виробництвах завжди залишаються однією з найбільш важливих проблем, з якими стикаються підприємства. Особливо високі вимоги ставляться до дільниць, де проводяться роботи з використанням високотемпературного обладнання.

Мета дипломної роботи полягає у покращенні умов та безпеки праці на дільниці зварювання метало-пластикових вікон та дверей ТЗОВ "ТЕРМОПЛАСТ ПЛЮС". Для досягнення цієї мети, пропонується удосконалити систему вентиляції на дільниці зварювання. Це дозволить забезпечити більш ефективне відведення викидів та зменшити вплив небезпечних речовин на здоров'я працівників.

Актуальність даної роботи полягає у тому, що покращення умов та безпеки праці на виробництвах є важливою задачею, яка вимагає постійного удосконалення технологій та методів. Удосконалення системи вентиляції на дільниці зварювання метало-пластикових вікон та дверей є ефективним шляхом забезпечення безпеки праці та здоров'я працівників. Крім того, це дозволить збільшити продуктивність роботи та зменшити витрати на лікування працівників внаслідок професійних захворювань.

Для покращення умов та безпеки праці на дільниці зварювання запропоновано удосконалити систему вентиляції на виробництві ТЗОВ "ТЕРМОПЛАСТ ПЛЮС". При зварюванні метало-пластикових вікон використовуються різноманітні матеріали та обладнання, які можуть виділяти в атмосферу велику кількість шкідливих речовин.

Недостатня ефективність вентиляційної системи може призвести до накопичення цих речовин в повітрі, що може стати причиною розвитку різних захворювань у працівників, таких як отруєння, захворювання дихальних шляхів та

інших проблем зі здоров'ям. Відповідно, покращення системи вентиляції допоможе зменшити ризик виникнення таких захворювань та покращити умови праці на ділянці зварювання метало-пластикових вікон.

У дипломній роботі будуть розглянуті *наступні питання*:

- аналіз стану умов та безпеки праці на ділянці зварювання метало-пластикових вікон;
- огляд сучасних систем вентиляції та їх характеристик;
- розробка пропозицій щодо удосконалення системи вентиляції на ділянці зварювання метало-пластикових вікон;
- визначення ефективності запропонованих рішень та їхній вплив на умови праці та безпеку працівників.

Отже, дослідження запропонованої теми є актуальним, оскільки воно вирішує важливу проблему покращення умов та безпеки праці.

## Розділ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА

### 1.1. Характеристика виробничої діяльності підприємства

ПП "Профклім" є дочернім підприємством ТЗОВ "ТЕРМОПЛАСТ ПЛЮС" яким є одним з провідних виробників металопластикових вікон та дверей, меблів, фанери та щитових паркетів на території України. Підприємство засновано в 1998 році в місті Івано-Франківськ(пізніше м. Дрогобич), коли група підприємців вирішила започаткувати виробництво віконних конструкцій з профілю ПВХ.



*Фото 1.1 Виробнича лінія*

Початково підприємство працювало в невеликих приміщеннях з невеликою кількістю працівників, але з часом розширилося та переїхало в більшу зону промислового парку міста. Зараз ТЗОВ "ТЕРМОПЛАСТ ПЛЮС" є одним з найбільших виробників металопластикових вікон та дверей на Заході України зі штатом більше 400 співробітників.

З 2004 року підприємство почало виготовляти меблі та фанеру. У 2006 році ТЗОВ "ТЕРМОПЛАСТ ПЛЮС" розширило виробництво та почало виготовляти



щитові паркети. Зараз підприємство має великий асортимент виробів, серед яких не тільки металопластикові вікна та двері, але й меблі, фанеру, щитові паркети, розсувні системи, а також виконує індивідуальні замовлення клієнтів.

Підприємство постійно розширює свою діяльність та розвивається, впроваджуючи нові технології та матеріали. Виробництво ТЗОВ "ТЕРМОПЛАСТ ПЛЮС" відоме своєю високою якістю продукції та широким вибором.



*Фото 1.2 Виготовлення вікон*

ТЗОВ "ТЕРМОПЛАСТ ПЛЮС" є відомим українським підприємством, яке спеціалізується на виготовленні високоякісних метало-пластикових вікон та дверей, меблів, фанери, щитових паркетів та інших виробів з дерева та ДСП.

На підприємстві використовується сучасне обладнання та технології, що дозволяють виготовляти високоякісну продукцію, яка відповідає найвищим стандартам якості. Компанія має великий досвід у галузі виробництва металопластикових вікон та дверей, тому її продукція користується попитом не лише на внутрішньому ринку, але й за його межами.

Підприємство відзначається високою якістю своєї продукції та відповідальним підходом до виконання замовлень клієнтів. Крім того, компанія забезпечує своїх працівників сучасним обладнанням та навчанням, що дозволяє їм працювати на високому рівні та забезпечувати якість продукції.

У зв'язку з цим, підприємство ТЗОВ "ТЕРМОПЛАСТ ПЛЮС" є одним з провідних виробників метало-пластикових вікон та дверей, меблів, фанери, щитових паркетів та інших виробів з дерева та ДСП на українському ринку. Відповідальний підхід до виконання замовлень дозволяє компанії успішно конкурувати з іншими виробниками на ринку. Крім виробництва продукції з дерева та метало-пластику, підприємство ТЗОВ "ТЕРМОПЛАСТ ПЛЮС" забезпечує своїх клієнтів також широким спектром послуг, включаючи проектування, виготовлення, доставку та монтаж продукції.

Компанія працює з високоякісними матеріалами та комплектуючими, що гарантує високу міцність, тривалий термін експлуатації та відмінний зовнішній вигляд виробів. Окрім цього, ТЗОВ "ТЕРМОПЛАСТ ПЛЮС" віддає перевагу екологічно чистим технологіям та матеріалам, що відповідає вимогам сучасного ринку та сприяє покращенню якості життя людей та охороні довкілля.

Загалом, підприємство ТЗОВ "ТЕРМОПЛАСТ ПЛЮС" є надійним та професійним партнером для своїх клієнтів та продовжує займати лідируючі позиції на ринку виробництва високоякісної продукції з дерева та метало-пластику.

Таблиця 1.1. Переваг та недоліки підприємства

<b>Переваги</b>	<b>Недоліки</b>
Висока якість продукції	Обмежена асортиментна лінійка продукції
Широкий досвід роботи на ринку	Обмежена географія збуту продукції
Компетентний персонал з високим рівнем знань	Нестабільність ринкової кон'юнктури
Наявність сучасного обладнання	Значна залежність від постачальників сировини
Ефективний контроль якості продукції	Високі ціни на продукцію порівняно з конкурентами
Гнучкість у виробництві продукції	Високі витрати на рекламу і маркетинг
Хороший репутаційний образ на ринку	Відсутність власної логістичної інфраструктури

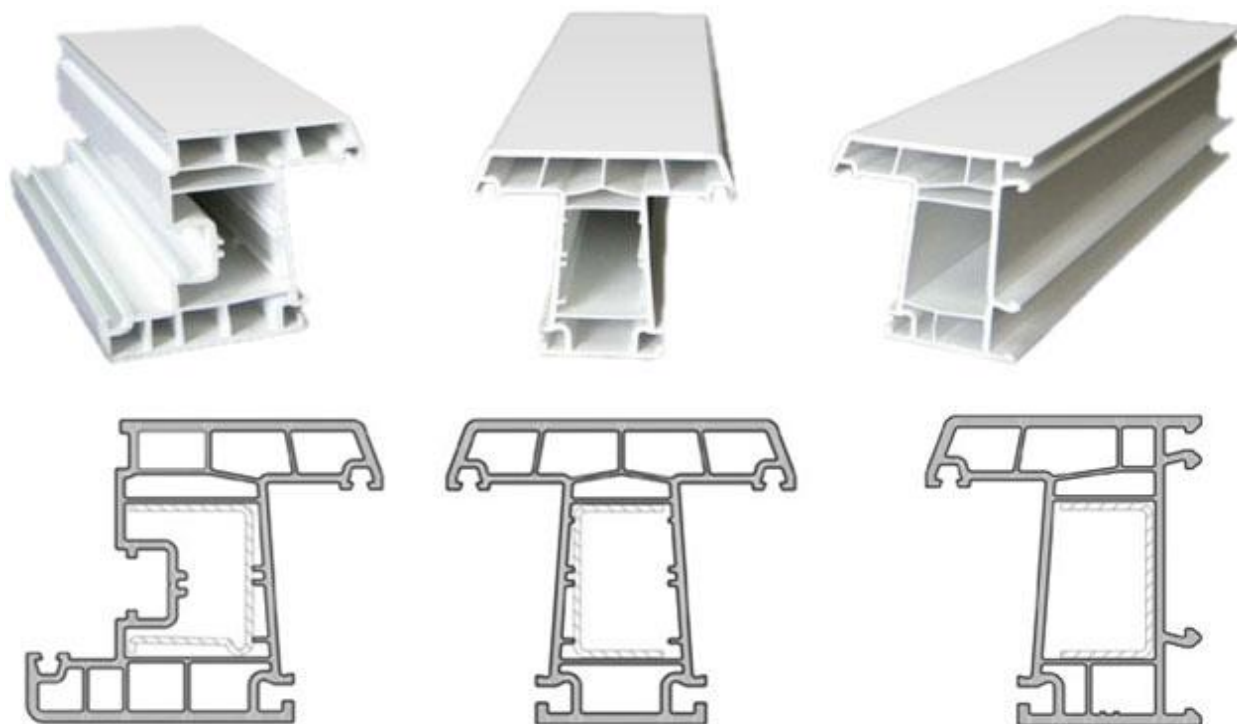
## 1.2. Характеристика виробничого процесу

Виробничий процес на підприємстві ТЗОВ "ТЕРМОПЛАСТ ПЛЮС" є добре організованим та оптимізованим, що дозволяє забезпечити високу якість продукції та своєчасну доставку клієнтам. Перш за все, на підприємстві проводиться планування виробництва, включаючи планування обсягів продукції та ресурсів для виробництва. Наступним кроком є замовлення необхідних матеріалів та комплектуючих, а також підготовка виробничих площ та обладнання.

У процесі виробництва метало-пластикових вікон та дверей використовується сучасне обладнання та технології. Спочатку, нарізаються профілі з ПВХ та металу, які потім з'єднуються за допомогою спеціальних фурнітур та армування. Далі встановлюються склопакети, що забезпечує високу теплоізоляцію та звукоізоляцію виробів. Після цього, вікна та двері проходять обробку та фінальну збірку.

Профіль вікна - це основа віконної конструкції. Спочатку готується суміш. Крім основного ПВХ-компонента, як правило, до неї входять модифікатор

міцності (що надає пластичності та морозостійкості), стабілізатори та мастила (для реалізації процесу екструзії), гідрофобна крейда (для міцності виробу), діоксид титану (як барвник для світлостійкості) та різні допоміжні добавки (антипірени, пластифікатори і т.д.). Співвідношення цих компонентів визначає фізико-механічні характеристики профілю. Кожна фірма має свою унікальну рецептуру матеріалу.



*Рисунок 1. Профілі металопластикового вікна*

Базовий елемент для виробництва ПВХ-профілю - екструдер. Він буває різних типів - одношнековий, двошнековий, багатошнековий або дисковий. Під час виготовлення віконних ПВХ-профілів найчастіше використовують екструдери другого виду. Конструкція шнеків може бути конічної або циліндричної форми. Як зазначають фахівці компанії Technoplast (Австрія), останні мають низку переваг. Зокрема, компактний привід, низькі навантаження під час різання (зсуву), стійкість до високих вихідних тисків, великі обертові моменти, легкість демонтування тощо.

Шнеки можуть або перебувати в зачепленні, або ні; обертання може здійснюватися в один або різні боки. Найкращі характеристики в екструдерів зі щільним зачепленням і шнеками, що обертаються в різних напрямках.

У виробництві меблів та інших дерев'яних виробів на підприємстві використовуються як традиційні, так і сучасні технології. Наприклад, для обробки та склеювання деревини використовуються обробні верстати та преси з ЧПУ, що дозволяє досягти високої точності та якості продукції.

Важливою частиною виробничого процесу на підприємстві є контроль якості продукції на кожному етапі виробництва. Для цього використовуються спеціальні вимірювальні та контрольні прилади, які дозволяють виявляти недоліки та вчасно вносити виправлення. Також, на підприємстві діє система сертифікації якості продукції згідно з міжнародними стандартами ISO.

Окрім виробництва метало-пластикових вікон та дверей, меблів та дерев'яних виробів, підприємство ТЗОВ "ТЕРМОПЛАСТ ПЛЮС" також займається виготовленням щитових паркетів та фанери. Для цього використовуються сучасні технології та устаткування, що дозволяють досягати високої якості продукції.

Щитовий паркет - це різновид паркету, в якому верхній шар з дерева (фриз, ламеля) наклеюється на основу з дерев'яної фанери. Для виробництва щитового паркету на підприємстві використовують високоякісне дерево, яке піддається обробці та сушці. Далі дерево розрізається на тонкі листи, які обробляються спеціальними засобами для захисту від шкідливих впливів.

Попит на ПВХ-конструкції постійно зростає. Цьому сприяє два фактори. Перший - необхідність заміни старих дерев'яних вікон на сучасні енергоефективні. Другий - широкомасштабне житлове будівництво. Наприклад, в Україні ринок ПВХ-профілю збільшився практично на 25%. Тенденція, на думку експертів, збережеться в найближчі 3-4 роки. За цей час вони пророкують зростання цього сегмента будіндустрії на 30-35% щорічно. Як наслідок, збільшується кількість компаній, що працюють у цій сфері. У нашій країні кількість компаній-виробників і продавців пластикових вікон становить на сьогодні понад 10000.

Такі стрімкі темпи зростання галузі сприяють залученню все більшої кількості виробників віконних систем. В умовах високої конкурентності ринку на перше місце виходить якість продукції. А вона визначається дотриманням технології виготовлення віконних систем з ПВХ.

Перш за все, під час виробництва необхідно керуватися регульовальними документами і нормативами. Це два основних ДСТУ

- ДСТУ 30674-99 "Блоки віконні з полівінілхлоридних профілів. Технічні умови";
- ДСТУ 23166-99 "Блоки віконні. Загальні технічні умови".

Як відомо, світлопрозора конструкція складається з трьох основних компонентів - профілю (або рами), склопакета і фурнітури (комплексу механізмів з відкривання/закривання вікна). Кожна комплектуюча повинна відповідати прийнятим для неї стандартам якості. Профіль - ДСТУ 30673-99 і ДСТУ 30973-2002, склопакет - ДСТУ 24866-99 і ДСТУ 111-2001, а фурнітура - 30777-2001 і ДСТУ 538-2001. Найчастіше саме від якості віконних складових залежать властивості готової системи.

Необхідно зазначити, що якість виробництва пластикових вікон закладається вже на ділянці заготовки. Профілі ПВХ, що використовуються для нарізки заготовок, не повинні мати пошкоджень. Захисна плівка не повинна мати пошкоджень. Габаритні розміри перерізу профілю повинні повністю відповідати таблиці допустимих відхилень профілів. Застосовувати у виробництві пластикових вікон профіль, що має відхилення в перерізах, не припустимо. На кожному виробництві пластикових вікон має бути організований вхідний контроль якості профілів.

Фанера - це плоский лист, виготовлений з тонких шарів дерева, які склеюються між собою за допомогою спеціальних клеїв. Фанера відрізняється високою міцністю та стійкістю до вологи та температурних змін. Підприємство пропонує різноманітні варіанти щитових паркетів та фанери, які можуть

використовуватись для внутрішньої обробки приміщень, виготовлення меблів, пакувальних матеріалів та інших цілей.

### **1.3. Характеристика технічного обладнання**

Технічне обладнання є одним з ключових елементів, який забезпечує ефективну та якісну роботу підприємства. Підприємство ТЗОВ "ТЕРМОПЛАСТ ПЛЮС" не є винятком і володіє сучасним технічним обладнанням, яке дозволяє виробляти конкурентоздатну продукцію.

Основне технічне обладнання на підприємстві складається з наступних компонентів:

- Преси - використовуються для зварювання профілів металопластикових вікон. Преси різних типів та розмірів встановлені на різних лініях виробництва для забезпечення оптимальних умов роботи.
- Лінії з обробки металу - включають в себе верстати для різання, свердління та фрезерування профілів металопластикових вікон та дверей. Ці лінії також включають у себе установки для підготовки поверхонь для подальшого зварювання.
- Лінії з обробки скла - використовуються для нарізки, обрізання та полірування скла для вікон та дверей. Лінії складаються з верстатів для обробки скла та установок для його транспортування.
- Лінії з виготовлення меблів - використовуються для виробництва меблів та комплектуючих до них. Лінії складаються з різноманітних верстатів та установок для обробки деревини.
- Лінії з виробництва фанери та щитових паркетів - використовуються для виготовлення фанери та щитових паркетів. Лінії складаються з установок для склеювання тонких шарів дерева, вальцювання та обробки готової продукції
- Відрізувальні верстати та фрезерні станки для обробки профілів віконних і дверних конструкцій;

- Електрозварювальні верстати та пристрої для зварювання металопластикових вікон;
- Обладнання для нанесення захисного покриття на металопластикові вироби;
- Сушильні камери та обладнання для сушіння деревини та фанери;
- Довідкова інформаційна система для планування виробничих процесів та контролю якості продукції.

Крім того, підприємство має власну систему вентиляції, що дозволяє забезпечувати оптимальні умови праці для працівників і знижувати вплив шкідливих речовин на довкілля.

Усе обладнання підприємства регулярно проходить технічний огляд та планове технічне обслуговування, що дозволяє забезпечувати надійність та безперебійну роботу всього виробничого комплексу.

Технічне обладнання ТЗОВ "ТЕРМОПЛАСТ ПЛЮС" постійно оновлюється, що дозволяє забезпечувати модернізацію виробництва, знижувати втрати часу та збільшувати продуктивність праці. Таким чином, підприємство здатне виробляти продукцію з урахуванням потреб замовників та забезпечувати високий рівень задоволеності клієнтів.



Таблиця 1.2. Обладнання підприємства ТЗОВ "ТЕРМОПЛАСТ ПЛЮС"

<b>Обладнання</b>	<b>Призначення</b>
Екструдер	Виробництво профілів з пластику і металу
Компресор	Забезпечення стисненого повітря для робочих інструментів
Вертикальний верстат	Обробка поверхонь виробів, свердління отворів
Горизонтальний верстат	Обробка поверхонь виробів, фрезерування
Свердлильний верстат	Свердління отворів у деталях
Різальний верстат	Різання деталей на необхідні розміри
Термоформувальна машина	Формування пластикових виробів з певною формою
Машина для зварювання пластику	Зварювання пластикових деталей
Спеціальна різальна машина	Різання металевих деталей на необхідні розміри
Прес для виготовлення скла	Виробництво склопакетів для вікон
Машина для згинання металу	Згинання металевих деталей в необхідні форми
Розкрійний станок	Розкрій металевих і пластикових деталей на листи
Шліфувальний станок	Шліфування поверхонь деталей
Токарний верстат	Обробка поверхонь металевих деталей
Фрезерний верстат	Фрезерування поверхонь металевих деталей

Ця таблиця містить перелік основного обладнання, яке використовується ТЗОВ "ТЕРМОПЛАСТ ПЛЮС" для виробництва вікон і дверей з пластику і металу. Кожен з перерахованих типів обладнання має своє призначення, що дозволяє компанії виготовляти високоякісні вироби з мінімальними витратами на виробництво.

#### **1.4. Аналіз стану охорони праці на підприємстві**

Аналіз стану охорони праці на підприємстві ТЗОВ "ТЕРМОПЛАСТ ПЛЮС" показує, що компанія приділяє значну увагу безпеці праці своїх працівників. Зокрема, на виробничих дільницях зварювання метало-пластикових вікон та дверей встановлені системи вентиляції, які забезпечують видалення шкідливих парів з робочої зони. На додаток до цього, всі працівники мають змогу скористатися індивідуальними засобами захисту (ІЗЗ), такими як маски, рукавиці,

спецодяг тощо. Крім того, на кожній ділянці працює медична сестра, яка забезпечує першу медичну допомогу у разі необхідності.

Однак, при аналізі стану охорони праці на підприємстві ТЗОВ "ТЕРМОПЛАСТ ПЛЮС" були виявлені деякі недоліки. Наприклад, на деяких ділянках відсутній належний порядок зберігання інструментів та матеріалів, що може призвести до травматизму працівників. Крім того, на деяких ділянках недостатньо освітлення, що може призвести до порушення зору працівників та збільшення ризику нещасних випадків на виробництві.

Іншим недоліком є те, що компанія не проводить достатньо часто навчання своїх працівників з охорони праці та не забезпечує їх регулярним медичним оглядом. Це може призвести до порушення здоров'я працівників та погіршення їх робочих результатів.

Що стосується переваг системи охорони праці на підприємстві ТЗОВ "ТЕРМОПЛАСТ ПЛЮС", то можна виділити наступні:

- Система охорони праці на підприємстві є комплексною, тобто охоплює всі аспекти виробничої діяльності, включаючи планування роботи, навчання працівників, забезпечення безпеки робочого місця, медичний контроль і т.д.
- Підприємство має розвинену систему інструктажу та навчання працівників, що допомагає знизити ризик виникнення травм і нещасних випадків на робочому місці.
- Встановлено сучасне обладнання для забезпечення безпеки працівників. Наприклад, системи вентиляції та кондиціонування повітря допомагають запобігти ризику виникнення отруєння в результаті зварювання або роботи з фанерою.
- Підприємство регулярно проводить планові перевірки і аудити, щоб визначити, наскільки ефективна є система охорони праці та чи потребує вона додаткового вдосконалення.

## **Висновки:**

1. Загальна характеристика підприємства ТЗОВ "ТЕРМОПЛАСТ ПЛЮС" демонструє, що компанія є стабільним гравцем на ринку виробництва металопластикових вікон, дверей та меблів. Завдяки високоякісному обладнанню та технологіям виробництва, підприємство здатне виготовляти продукцію високої зі значною швидкістю та ефективністю.

2. Підприємство також має певні проблеми, які повинні бути вирішені. Охорона праці є найбільш важливою проблемою, яка повинна бути вирішена. Перевірки з охорони праці та здоров'я регулярно виявляють недоліки у забезпеченні безпеки та здоров'я працівників. Це може призвести до нещасних випадків на робочому місці та зменшення продуктивності.

3. Недоліком є також відсутність централізованої системи вентиляції на ділянці зварювання метало-пластикових вікон, що може призвести до загрози здоров'ю працівників та негативного впливу на якість продукції. Відповідні заходи повинні бути прийняті для поліпшення умов праці та забезпечення безпеки працівників.

4. Загалом, ТЗОВ "ТЕРМОПЛАСТ ПЛЮС" можна вважати успішним підприємством, яке займає стабільну позицію на ринку виробництва металопластикових вікон та дверей, меблів, фанери та щитових паркетів. Однак, додаткові зусилля щодо поліпшення умов праці та підвищення рівня безпеки праці допоможуть забезпечити ще більший успіх компанії в майбутньому.

## **Розділ 2. СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ЗВАРЮВАННЯ МЕТАЛОПЛАСТИКОВИХ ВИРОБІВ**

### **2.1. Структура технологічного процесу виготовлення металопластикових виробів**

Технологічний процес - це частина виробничого процесу, що містить цілеспрямовані дії зі зміни та (або) визначення стану предмета праці. Робота зі створення технологічних процесів у загальному випадку включає в себе:

- аналіз вихідних даних для розроблення технологічного процесу;
- підбір чинного типового, групового технологічного процесу або пошук аналога одиничного процесу;
- вибір вихідної заготовки і методів її виготовлення;
- вибір технологічних баз;
- складання технологічного маршруту обробки;
- розробку технологічних операцій;
- розробку або уточнення послідовності переходів в операції;
- вибір засобів технологічного оснащення (СТО) операції;
- визначення потреби СТО, замовлення нових СТО, у тому числі засобів контролю та випробувань;
- вибір засобів механізації та автоматизації елементів процесу і внутрішньоцехових засобів транспортування;
- призначення і розрахунок режимів обробки;
- нормування технологічного процесу;
- визначення вимог техніки безпеки;
- розрахунок економічної ефективності технологічного процесу;
- оформлення технологічних процесів.

Наведене загальне визначення технологічного процесу можна уточнити стосовно умов виробництва: технологічний процес - це частина виробничого процесу, що містить послідовну зміну розмірів, форми, зовнішнього вигляду або внутрішніх властивостей предмета виробництва та їх контроль.

Технологічні процеси будуються за окремими методами їхнього виконання: процеси механічної обробки, складання, лиття, термічної обробки, покриттів тощо. Технологічна операція - це закінчена частина технологічного процесу, що виконується на одному робочому місці.

Стосовно умов механоскладального виробництва стандартизоване визначення операції можна подати в такому вигляді: технологічна операція - це частина технологічного процесу, що виконується безперервно на одному робочому місці, над одним або декількома виробами, що одночасно обробляються або збираються, одним або декількома робітниками.

Технологічний процес виготовлення металопластикових виробів складається з декількох етапів, кожен з яких має свої особливості та вимоги. Основні етапи технологічного процесу виготовлення металопластикових виробів на підприємстві ТЗОВ "ТЕРМОПЛАСТ ПЛЮС" наступні:

- Підготовчий етап. На цьому етапі відбувається обробка замовлення клієнта, підготовка проектної документації, затвердження технологічного процесу та виробничого плану. Також на цьому етапі відбувається закупівля необхідних матеріалів та комплектуючих.
- Виробництво профільної системи. На цьому етапі відбувається виробництво профільної системи з використанням сучасного обладнання. Згідно з технологічним процесом, з рулонної сталі вирізається заготовка профілю з відповідними параметрами та розмірами.
- Виготовлення склопакетів. На цьому етапі відбувається складання склопакетів з використанням скла та фурнітури, які були замовлені та виготовлені на попередньому етапі.
- Виготовлення металопластикових виробів. На цьому етапі проводиться монтаж склопакетів в профільну систему, фіксація склопакетів за допомогою спеціальних скоб, нарізання відповідних кутів та

склеювання. Також на цьому етапі проводиться встановлення фурнітури та інших комплектуючих деталей.

- Встановлення склопакету в кришку профілю. Після закінчення монтажу виріб видається наступному виробничому циклу.
- Контроль якості. На останньому етапі процесу проводиться контроль якості готових виробів. Виконуються вимірювання розмірів, перевірка функціональності механізмів, герметичність склопакетів та інші параметри. Якщо виявляються дефекти або відхилення від стандартів, виріб повертається на попередні етапи виробничого процесу для виправлення недоліків.

Весь процес виготовлення металопластикових виробів є складним та вимагає високої кваліфікації працівників, а також сучасного обладнання та матеріалів. Оптимізація технологічного процесу та впровадження нових технологій дозволяє підприємству знизити витрати на виробництво та збільшити якість готових виробів.

Таблиця 2.1. Операційна карта виготовлення металопластикових вікон на підприємстві "ТЕРМОПЛАСТ ПЛЮС" :

<b>Крок</b>	<b>Операція</b>	<b>Виконавець</b>
1	Прийом замовлення	Клієнт
2	Передача замовлення	Менеджер з продажів
3	Перевірка замовлення	Технічний відділ
4	Підготовка креслення	Конструктор
5	Затвердження креслення	Замовник
6	Замовлення комплектуючих	Закупівельний відділ
7	Поставка комплектуючих	Постачальники
8	Прийом комплектуючих	Склад
9	Підготовка матеріалів	Робітники складу
10	Підготовка станка	Оператор станка
11	Виготовлення рами	Оператор станка
12	Виготовлення стулки	Оператор станка
13	Монтаж склопакета	Монтажники
14	Перевірка якості	Контрольна служба
15	Фінальний монтаж	Монтажники
16	Прибирання робочого місця	Робітники
17	Відвантаження виробу	Логістичний відділ

## **2.2 Потенційно небезпечні виробничі процеси і операції виробництва метало-пластикових виробів**

Виробництво метало-пластикових виробів пов'язано з рядом потенційно небезпечних виробничих процесів та операцій, які можуть призвести до травм та захворювань працівників. Серед них можна виділити наступні:

- Різання профілів та склопакетів - ця операція зазвичай проводиться з використанням різального інструменту, такого як пила, абразивні диски, леза і т.д. Якщо працівник не дотримує необхідних заходів безпеки, наприклад, не використовує захисні окуляри, рукавиці і протигази, то це може призвести до порізів, відколів та інших травм.
- Зварювання профілів - зварювання виконують з використанням високої температури та гарячих матеріалів, тому працівникам необхідно використовувати захисні шоломи, окуляри, рукавиці та інші засоби захисту від термічних опіків та інших небезпек.
- Монтаж виробів - під час монтажу працівник може стикатися з важкими предметами, які можуть впасти на нього або прищемити його. Також можливі травми, пов'язані з падінням з висоти, тому необхідно використовувати захисні ремені та інші засоби захисту.
- Робота з машинами та устаткуванням - виробництво метало-пластикових виробів пов'язане з використанням різноманітного обладнання та устаткування, наприклад, станки для різання, преси, зварювальні апарати тощо.

Ще однією потенційно небезпечною операцією є розпилювання профілю на відповідну довжину. Ця операція виконується за допомогою пильного верстата, який обладнаний лезами з високою швидкістю обертання. Якщо не дотримуватись правил безпеки під час цієї операції, можуть виникнути різні травми, такі як порізи, втрата пальців, травми очей і т.д.

Також небезпечність може бути пов'язана з процесом зварювання, який використовується для склеювання металопластикових профілів. При зварюванні виникають високі температури і випромінювання, що можуть призвести до опіків,

забруднення шкіри і травм очей. Крім того, під час зварювання виникає ризик викиду шкідливих речовин в атмосферу, що може створити проблеми з охороною навколишнього середовища.

Важливо зазначити, що багато з цих небезпек можна уникнути за допомогою правильного виконання процедур безпеки, які повинні бути чітко встановлені і дотримуватись усіма працівниками. Для цього необхідно надавати працівникам достатню кількість інформації про небезпечність робочих процесів, навчати їх використовувати спеціальні засоби захисту (маски, рукавиці, окуляри тощо), проводити регулярні перевірки технічного обладнання на відповідність стандартам безпеки, а також контролювати дотримання правил безпеки на робочому місці.

Іншою потенційно небезпечною операцією є механічна обробка профілів та склопакетів. Ця операція пов'язана з використанням різальних інструментів, що може створювати ризик виникнення порізів та інших травм. Для зменшення ризику травм необхідно дотримуватись правил безпеки при роботі з різальним інструментом, забезпечити відповідний рівень освітлення та провітрювання робочого простору, а також забезпечити використання індивідуальних засобів захисту.



Таблиця 2.2. Небезпечно виробничі процеси і операції виробництва металопластикових виробів на підприємстві "ТЕРМОПЛАСТ ПЛЮС"

Номер	Небезпечно виробничий процес/операція	Опис ризику	Заходи безпеки
1	Робота з високотемпературними матеріалами	Висока температура може спричинити опіки	- Носити захисні рукавиці та одяг з вогнестійкими властивостями - Використовувати термостійку підставку для матеріалів - Застосовувати ізольовані інструменти
2	Робота з різальними інструментами	Ризик порізів та травматизму	- Носити захисні окуляри та рукавиці - Ретельно виконувати правила безпеки при роботі з інструментами - Уникати використання пошкодженого або тупого інструменту
3	Робота з хімічними речовинами	Небезпека отруєння, опіків або запалення	- Використовувати особистий захисний екіпірунок (озонований халат, рукавиці, окуляри)
4	Робота з електричними джерелами	Ризик ураження електричним струмом	- Використовувати ізольовані інструменти
			- Проводити регулярну перевірку електричного обладнання

Крім того, існує ризик виникнення пожежі під час робіт зі зварювання металопластикових конструкцій. Для запобігання виникненню пожеж необхідно дотримуватись правил з використанням зварювального обладнання, забезпечити належний рівень освітлення та провітрювання робочого простору, а також забезпечити наявність вогнегасників та інших засобів пожежогасіння.

### **2.3. Моделювання травмонебезпечних ситуацій під час зварювання деталей металопластикових вікон**

Явища, що створюють небезпечну ситуацію (НС), складаються за умови комбінації небезпечних умов (НУ) та небезпечних дій (НД). Внаслідок одночасного прояву небезпечної ситуації може виникнути аварія (А), що може призвести до травмування (Т) працівника. Отже, явища формування небезпечних ситуацій відносяться до випадкових явищ. Для запобігання існуючим і потенційним небезпекам необхідно моделювати процеси формування, виникнення небезпечних ситуацій та їх наслідків.

Одним із найбільш небезпечних виробничих процесів на підприємстві "Термпопласт плюс", що займається виготовленням металопластикових вікон, є процеси демонтажу, монтажу та балансування віконних конструкцій. Роботи з демонтажу, монтажу та балансування вікон входять до "Переліку робіт з підвищеною безпекою...". Ці послуги є дуже популярними серед клієнтів "Термпопласт плюс" і приносять значні прибутки. Тому відмовитися від них через небезпечність не є варіантом. Але необхідно забезпечити умови для уникнення аварій та травм. Для цього буде проведено моделювання процесів формування ризиків під час демонтажу, монтажу та балансування віконних конструкцій.

Під час виконання робіт з демонтажу, монтажу металопластикових вікон можуть виникати такі небезпечні та шкідливі виробничі ситуації.

Одним із найбільш небезпечних виробничих процесів на підприємстві "Термпопласт плюс", що займається виготовленням металопластикових вікон, є процеси демонтажу, монтажу та балансування віконних конструкцій. Роботи з демонтажу, монтажу та балансування вікон входять до "Переліку робіт з підвищеною безпекою...". Ці послуги є дуже популярними серед клієнтів "Термпопласт плюс" і приносять значні прибутки. Тому відмовитися від них через небезпечність не є варіантом.

Таблиця 2.1 Перелік небезпечних ситуацій, що спричиняють отруєння шкідливими газами при зварюванні металопластикових деталей

№ з/п	Зміст та характеристика небезпечної ситуації	Код	Примітка
1	Отруєння шкідливими газами при зварюванні вікон	НС1	
2	Палаючий газ, що утворюється під час зварювання, може бути небезпечним при недостатній вентиляції. Вдихання СО може призвести до отруєння, втрати свідомості або навіть смерті.	НС2	
3	Використання інертних газів, таких як аргон або гелій, для захисту дуги під час зварювання, може створити небезпеку займання або утруднити доступ до свіжого повітря, що призводить до ризику отруєння	НС3	
4	Деякі металопластикові деталі можуть містити ртуть, яка може випаровуватися під час зварювання. Вдихання парів ртуті може бути небезпечним для здоров'я.	НС4	
5	Під час зварювання утворюються металеві пілки та іскри, які можуть бути гарячими та небезпечними. Вони можуть призвести до опіків або запалення легкозаймистих матеріалів у робочому середовищі.	НС5	
6	Під час зварювання металопластикових деталей іноді використовуються газові контейнери. Неправильне використання або несправність таких контейнерів можуть призвести до викиду шкідливих газів у небезпечних концентраціях.	НС6	
7	Недостатня циркуляція свіжого повітря та відсутність належної вентиляції можуть призвести до накопичення шкідливих газів у робочій зоні, що збільшує ризик отруєння.	НС7	
9	Викиди шкідливих речовин у повітря	НС9	

Таблиця 2.2 Перелік небезпечних виробничих умов під час отруєння шкідливими газами

№ п/п	Зміст та характеристика небезпечних виробничих умов	Код	Примітка
1	2	3	4
1	Робітник не пройшов навчання та атестацію	НУ1	
2	До виконання робіт допущений робітник, який не досяг 18 років	НУ2	
3	Робітник перед призначенням на роботу не пройшов медичний огляд	НУ3	
4	Робітник перед допуском до роботи не пройшов вступний та первинний інструктаж з охорони праці, а також перевірку знань щодо вимог безпеки під час виконання робіт	НУ4	
5	Обладнання, під час роботи якого виділяються шкідливі речовини, не обладнане місцевою вентиляцією	НУ5	
6	Пристрої, пристосування та інструмент, що застосовуються при виконанні робіт, не відповідають виду робіт, або несправні	НУ6	
7	Робітник не забезпечений засобами індивідуального захисту	НУ7	
9	Редуктор на стенді не закритий кожухом	НУ9	

Продовження табл. 2.2

11	Редуктор на стенді не закритий кожухом	НУ11	
12	Забруднення виробничих приміщень шкідливими речовинами	НУ12	
13	Несанкціонований доступ до обладнання або зони обробки	НУ13	

Під час виконання робіт робітників під час отруєння шкідливими газами можуть виникати небезпечні дії робітників, які подано у табл. 2.3.

Таблиця 2.3 Перелік небезпечних дій робітників під час отруєння шкідливими газами

№ п/п	Зміст та характеристика небезпечних дій робітників	Код	Примітка
1	2	3	4
1	Робітник не знає і не виконує вимоги інструкції з охорони праці і нормативні акти про охорону праці, пожежної безпеки, правила поводження з машинами, механізмами, устаткуванням, користуватися засобами колективного та індивідуального захисту	НД1	
2	Робітник не володіє навиками і прийомами безпечного виконання робіт з демонтажу, монтажу металопластикових вікон	НД2	

Продовження табл. 2.3

1	2	3	4
3	Робітник перед роботою не оглянув добре робоче місце, не прибрав всі непотрібні предмети, що заважають роботі працівника	НД3	
4	Робітник перед роботою не перевіряв справність інструментів і пристосувань, не розташував матеріали в зручному і безпечному для користування порядку	НД4	
5	Робітник перед роботою не перевіряв справність технологічного устаткування	НД5	
6	Робітник перед роботою не перевіряв справність загально-обмінної і місцевої вентиляції	НД6	
7	Робітник перед роботою не перевіряв освітлення робочого місця (зони)	НД7	
8	Робітник не доповів заступнику директора з виробництва про виявленні несправності чи недоліки обладнання, які перешкоджають безпечній роботі	НД8	
9	Робітник приступив до роботи при несправності вентиляції, устаткування, приладів, інструменту, освітлення на робочому місці	НД9	
10	Під час виконання робіт робітник працює не в спецодязі	НД10	
11	Робітник не знає і не виконує вимоги інструкції з охорони праці та нормативних актів	НД11	

Продовження табл. 2.3

1	2	3	4
12	Робітник не дотримує правил поведження з машинами, механізмами та устаткуванням	НД12	
13	Робітник не користується засобами колективного та індивідуального захисту	НД13	

Таблиця 2.4 Перелік небезпечних ситуацій під час виробництва вікон

№ з/п	Зміст та характеристика небезпечної ситуації	Код	Примітка
1	Поранення від різця або інструментів	НС1	
2	Електричний удар від несправної електрообладнання	НС2	
3	Опик або травма шкіри від розплавленого пластику	НС3	
4	Травма внаслідок неправильного використання інструментів	НС4	
5	Травма внаслідок неправильного переміщення великогабаритних предметів	НС5	
6	Затиснення пальців або кінцівок у механізмах або виробничому обладнанні	НС6	
7	Впадання у зону впливу рухомих деталей машин або устаткування	НС7	
8	Пожежа або вибух у виробничих приміщеннях	НС8	
9	Несправність або вибух газового обладнання	НС9	

Таблиця 2.5 Перелік небезпечних виробничих умов під час виробництва вікон

№ п/п	Зміст та характеристика небезпечних виробничих умов	Код	Примітка
1	2	3	4
1	Робітник не пройшов навчання та атестацію	НУ1	
2	До виконання робіт допущений робітник, який не досяг 18 років	3	4

Продовження табл. 2.5

1	2	3	4
3	Робітник перед призначенням на роботу не пройшов медичний огляд	НУ2	
4	Робітник перед допуском до роботи не пройшов вступний та первинний інструктаж з охорони праці, а також перевірку знань щодо вимог безпеки під час виконання робіт	НУ3	
5	Зсув важкого виробу або матеріалу	НУ4	
6	Пристрої, пристосування та інструмент, що застосовуються при виконанні робіт, не відповідають виду робіт, або несправні	НУ5	
7	Робітник не забезпечений засобами індивідуального захисту	НУ6	
8	Несанкціонований доступ до обладнання або зони обробки	НУ7	
9	Редуктор на стенді не закритий кожухом	НУ8	
10	На ободі є тріщини, гострі кромки і задирки, іржа у місці контакту з шиною	НУ9	



Таблиця 2.6 Перелік небезпечних дій робітників під час виробництва вікон

№ п/п	Зміст та характеристика небезпечних дій робітників	Код	Примітка
1	2	3	4
1	Робітник не знає і не виконує вимоги інструкції з охорони праці і нормативні акти про охорону праці, пожежної безпеки, правила поводження з машинами, механізмами, устаткуванням, користуватися засобами колективного та індивідуального захисту	НД1	
2	Робітник не володіє навиками і прийомами безпечного виконання робіт з виробництва металопластикових вікон	НД2	
3	Робітник перед роботою не оглянув добре робоче місце, не прибрав всі непотрібні предмети, що заважають роботі працівника	НД3	
4	Робітник перед роботою не перевіряв справність інструментів і пристосувань, не розташував матеріали в зручному і безпечному для користування порядку	НД4	
5	Робітник перед роботою не перевіряв справність технологічного устаткування	НД5	
6	Робітник перед роботою не перевіряв справність загально-обмінної і місцевої вентиляції	НД6	

Продовження табл. 2.6

1	2	3	4
7	Робітник перед роботою не перевірів освітлення робочого місця (зони)	НД7	
8	Робітник не доповів заступнику директора з виробництва про виявленні несправності чи недоліки обладнання, які перешкоджають безпечній роботі	НД8	
9	Робітник приступив до роботи при несправності вентиляції, устаткування, приладів, інструменту, освітлення на робочому місці	НД9	
10	Під час виконання робіт робітник працює не в спецодязі	НД10	
11	Робітник не знає і не виконує вимоги інструкції з охорони праці та нормативних актів	НД11	
12	Робітник не дотримує правил поводження з машинами, механізмами та устаткуванням	НД12	
13	Робітник не користується засобами колективного та індивідуального захисту	НД13	
14	Робітник не виконує вимоги щодо пожежної безпеки	НД14	

Для запобігання цій небезпечній ситуації необхідно забезпечити проходження навчання та щорічної атестації робітників, а також перевірку їх знань щодо вимог безпеки під час виконання робіт з демонтажу, монтажу.

Розглянемо найбільш ймовірні ризикові ситуації, пов'язані з металопластиковими вікнами: травмування робітника, який отримав ушкодження у процесі роботи з вертикальним верстатом (PC1), а також під час попадання рук у роочий орган інструменту (PC2).

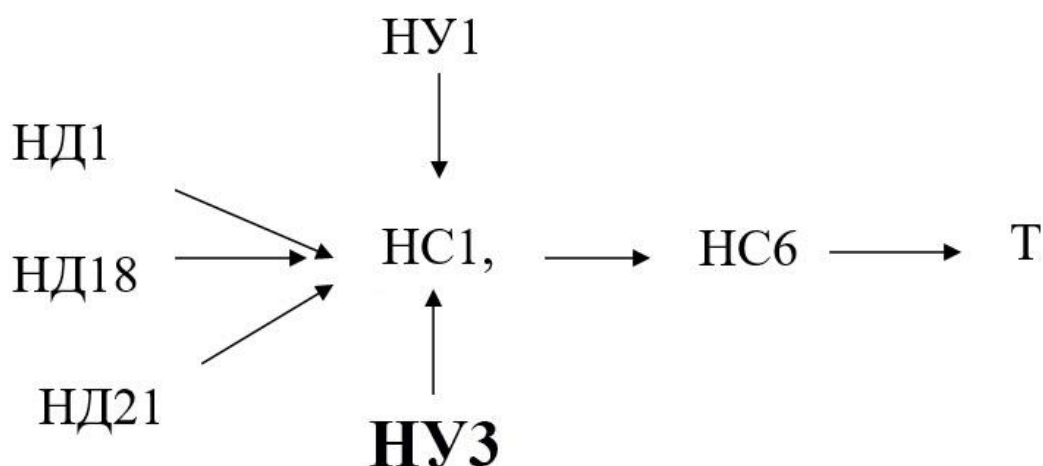


Рис.2.1 Модель отруєння працівника шкідливими газами

Небезпечною ситуацією, яка може виникнути у процесі виробництва металопластикових вікон, є неправильне використання розпалювальних пристроїв під час зварювання профілів.

Опишемо таку ситуацію та її вирішення:

- Робітник займається зварюванням металопластикових профілів.
- Він використовує розпалювальний пристрій без необхідного навчання та інструктажу.
- Недосвідчений робітник неправильно налаштовує параметри зварювання, що призводить до неконтрольованого розпалювання газу.
- Внаслідок цього виникає пожежа, загрожуючи життю та майну.

Щоб уникнути цієї небезпечної ситуації та вирішити її:

- Необхідно забезпечити належний навчання та інструктаж для всіх робітників, які займаються зварюванням металопластикових профілів.

- Працівникам має бути пояснено правильне використання розпалювальних пристроїв, включаючи налаштування параметрів зварювання та контроль за випромінюванням газу.
- Забезпечити наявність вогнегасників та інших засобів пожежогасіння на робочому місці.
- Регулярно проводити перевірки та обслуговування розпалювальних пристроїв для забезпечення їх правильної роботи та безпеки. Ці заходи допоможуть попередити небезпечні ситуації та забезпечити безпеку працівників у процесі виробництва металопластикових вікон.

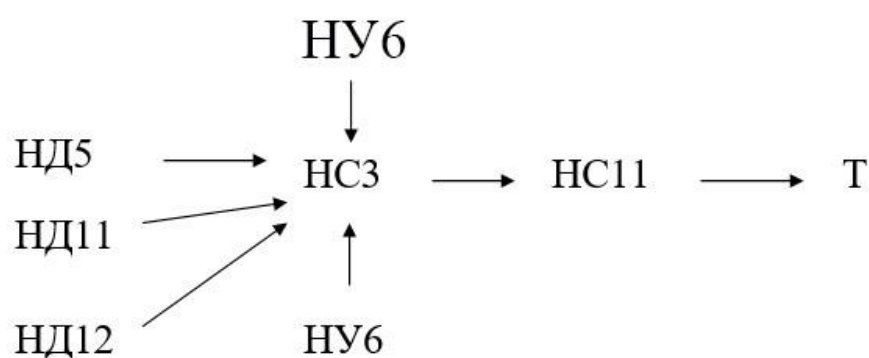


Рис.2.2 Модель травмування працівника при виробництві вікон

#### Висновки:

1. Під час проведення структурно-функціонального аналізу процесу зварювання металопластикових виробів було встановлено, що цей процес складається з наступних структурних елементів: зварювальної машини, матеріалів для зварювання, обладнання для обробки деталей перед зварюванням, процесу самого зварювання та контролю якості зварного з'єднання.

2. У процесі зварювання використовується спеціальна зварювальна машина, яка має ряд функціональних елементів, таких як електроди, привід, блок

керування, система охолодження тощо. Вона відповідає за забезпечення потужності зварювання, точності розташування зварювальних елементів та інших параметрів, що впливають на якість зварного з'єднання.

3. В процесі зварювання використовуються також матеріали для зварювання, які також мають важливі функціональні характеристики. Основними матеріалами для зварювання металопластикових виробів є ПВХ-плівка та спеціальний електрод.

4. До структурних елементів процесу зварювання можна віднести також обладнання для обробки деталей перед зварюванням, таке як пістолет для зняття оксидного шару з поверхні деталі, що забезпечує покращення якості зварного з'єднання.

5. Процес складається з декількох структурних елементів, кожен з яких відіграє важливу роль у забезпеченні якості зварювання та безпеки праці. Один з ключових елементів - це передготовчі роботи, такі як підготовка робочого місця, очищення поверхонь, забезпечення належного освітлення тощо. Це дозволяє запобігти можливим небезпекам та забезпечити належну якість зварювання.

6. На підприємстві важлива система вентиляції, через те що тут проводиться зварювання металопластикових вікон та виробів треба вентиляцію для того щоб було чисте повітря при роботі. Важливо визначити оптимальне розташування вентиляційних отворів, які забезпечать ефективний обмін повітря і запобігатимуть накопиченню забруднень у приміщенні. Також розглянути використання фільтрів у вентиляційній системі, щоб забезпечити очищення від повітря і пилу, алергенів та інших забруднювань. Забезпечити можливість контролювати рівень вологості в приміщенні. Це може включати використання спеціальних вентиляторів або осушувачів повітря, які допоможуть знизити вологість у вологих зонах і запобігти утворення плісняви або грибка.

## Розділ 3. РОЗРОБКА ВЕНТИЛЯЦІЇ ЗВАРЮВАЛЬНОЇ ДІЛЬНИЦІ

### 3.1. Загальні положення

Розробка вентиляційної системи для зварювальної дільниці на підприємстві є важливою задачею, яка повинна вирішуватися з урахуванням вимог з охорони праці та забезпечення комфортних умов працівників.

*Першим етапом* розробки вентиляційної системи є визначення потужності системи вентиляції, що залежить від площі зварювальної дільниці, кількості робочих місць та виробничих процесів, що проводяться на дільниці. Для цього необхідно провести вимірювання параметрів повітря в зоні зварювальної дільниці, таких як швидкість повітря, температура, вологість, рівень шуму та інші.

*Другим етапом* є вибір типу вентиляційної системи, яка може бути природною або механічною. Природна вентиляція базується на природних потоках повітря та розміщенні вікон, дверей та вентиляційних отворів у приміщенні, що забезпечує нормальну циркуляцію повітря. Механічна вентиляція передбачає встановлення вентиляторів, що забезпечують примусову циркуляцію повітря.

*Третім етапом* є проектування вентиляційної системи, яка включає розрахунок розміру вентиляційних каналів, розміщення вентиляторів, фільтрів, системи тепло- та звукоізоляції та інші аспекти. При проектуванні необхідно враховувати вимоги з охорони праці та встановлювати необхідні системи контролю та попередження аварій.

*Четвертим етапом* є монтаж та пуско-налагоджувальні роботи вентиляційної системи, який включає монтаж вентиляційних каналів, вентиляторів, фільтрів, системи тепло- та звукоізоляції та інші елементи системи. Пуско-налагоджувальні роботи включають перевірку налаштування вентиляторів та фільтрів, контроль параметрів повітря в зоні зварювальної дільниці та підбір оптимальних параметрів роботи системи.

Після монтажу та пуско-налагоджувальних робіт, необхідно провести тестування вентиляційної системи на протязі деякого часу, щоб переконатися в її ефективності та безпечності в експлуатації. У процесі розробки вентиляційної системи необхідно враховувати вимоги діючих нормативних документів з охорони праці та екології, а також забезпечити мінімізацію негативного впливу вентиляційної системи на навколишнє середовище.

Важливо також забезпечити регулярний технічний огляд та обслуговування вентиляційної системи з метою забезпечення її безперебійної та ефективної роботи, а також запобігання виникненню аварійних ситуацій та забрудненню навколишнього середовища.

Отже, розробка вентиляційної системи для зварювальної ділянки на підприємстві включає в себе визначення потужності системи, вибір типу вентиляції, проектування системи, монтаж та пуско-налагоджувальні роботи, тестування та технічне обслуговування.

Описуючи розробку вентиляційної системи для зварювальної ділянки на підприємстві, варто враховувати сучасні тенденції та технології у цій галузі. Основні напрямки розвитку вентиляційних систем у зварювальній промисловості включають такі:

1. Використання ефективних фільтрів та очисних систем, які забезпечують максимально можливий рівень очищення повітря від шкідливих речовин, що утворюються під час зварювальних робіт.
2. Використання технологій рекуперації тепла для зменшення витрат енергії на опалення та кондиціонування повітря в приміщенні.
3. Застосування автоматичної системи керування вентиляційними установками з можливістю регулювання параметрів повітря у режимі реального часу.
4. Використання аеродинамічно оптимальних рішень для каналів вентиляційної системи з мінімізацією гідродинамічного опору та зменшенням витрат енергії на прокачування повітря.

5. Застосування розумної системи моніторингу якості повітря для автоматичного виявлення та управління параметрами якості повітря в режимі реального часу.

6. Розробка системи рециркуляції повітря для зменшення витрат енергії та покращення якості повітря у зварювальній дільниці.

Врахування сучасних технологій та рішень під час розробки вентиляційної системи допоможе забезпечити максимальну ефективність її роботи та безпеку працівників підприємства. Також, варто звернути увагу на дотримання вимог законодавства щодо вентиляції у промислових підприємствах, зокрема нормативів щодо допустимих рівнів шкідливих речовин у повітрі робочої зони.

При розробці вентиляційної системи для зварювальної дільниці на підприємстві необхідно враховувати також такі фактори:

- Розміри та конфігурація приміщення зварювальної дільниці.
- Кількість та характер виробів, що зварюються, та обсяг робіт.
- Технічний стан вентиляційної системи, яка використовується на підприємстві на даний момент.
- Безпека та комфорт працівників.
- Вартість встановлення та експлуатації вентиляційної системи.

Після визначення основних факторів, які впливають на розробку вентиляційної системи для зварювальної дільниці, необхідно провести дослідження та розрахунки для вибору оптимальної конструкції та комплектації вентиляційної установки. При цьому можна звернутися до досвіду використання вентиляційних систем на схожих підприємствах, а також до рекомендацій від провідних виробників вентиляційного обладнання.

Після встановлення вентиляційної системи необхідно провести її налагодження та належне обслуговування для забезпечення максимальної ефективності та тривалої експлуатації. Також варто проводити регулярний моніторинг якості повітря у зварювальній дільниці, щоб вчасно виявляти та вирішувати можливі проблеми та вдосконалювати вентиляційн Зокрема, для



моніторингу якості повітря можна використовувати спеціальні вимірювальні прилади, які визначають концентрацію шкідливих речовин у повітрі, наприклад, диму, вуглекислого газу, оксиду вуглецю, оксиду азоту та інших. Дані вимірювань варто зберігати та аналізувати, щоб вчасно вживати заходів для забезпечення оптимальної якості повітря у зварювальній дільниці.

Також важливо навчити працівників правильному використанню вентиляційної системи та проходженню інструктажів з охорони праці. Вони повинні знати, як користуватися вентиляційною установкою, як перевіряти її наявність, роботу та стан, а також які заходи потрібно вживати в разі виникнення неполадок.

Отже, розробка вентиляційної системи для зварювальної дільниці на підприємстві є важливим завданням з точки зору забезпечення здоров'я та безпеки працівників, а також забезпечення ефективної роботи виробничого приміщення. При цьому потрібно враховувати багато чинників, зокрема законодавчі вимоги, технічний стан вентиляційної системи та характеристики приміщення. Для ефективної та тривалої експлуатації вентиляційної системи варто використовувати вимірювальні прилади та проводити регулярний моніторинг обладнання.

Величину середньої швидкості всмоктування у відкритому отворі шафи рекомендується вибирати під час травлення азотною кислотою  $V_v=1,0$  м/с, під час загартування  $V_v=0,3-0,5$  м/с тощо.

У загальному обсязі будівельно-монтажних робіт вартість вентиляційних систем становить 5-7%, досягаючи в окремих випадках 14% загальних капітальних витрат. У разі складних технологічних процесів і виділення при цьому найнебезпечніших шкідливих речовин обробка повітря, що видаляється, порівнянна з вартістю обладнання. Витрати на місцеву витяжну вентиляцію становлять понад 40% від загальних витрат на вентиляцію.

При цьому експлуатаційні витрати на вентиляцію також досить високі. Енерговитрати на припливну вентиляцію в зимовий період перевищують витрати на опалення для північної кліматичної зони в десятки разів, а оброблення повітря,



### Рис 3.2 Схема вентиляції

На даній дільниці є два зварювальних поста для виробництва вікон. Також тут присутнє таке обладнання:



Рис 3.3 Одноголовий зварювальний апарат АСП -230-03



Рис 3.4 Верстат для різки профілю СРП-420-02 СРП-420-02



Рис 3.5 Універсально - фрезерний верстат СФУ 220-02

На даній ділянці присутня місцева вентиляція для поліпшення роботи на зварювальній ділянці. Місцева витяжна вентиляція забезпечує вловлювання шкідливих виділень (газів, парів, пилу) безпосередньо в місцях їх виділення, а відтак запобігає їх поширенню в приміщенні. В промисловості застосовують різноманітні місцеві відсмоктувачі, які можна умовно поділити на відсмоктувачі відкритого та закритого типу. Конструкція місцевої витяжки повинна забезпечити максимальне вловлювання шкідливих виділень при мінімальній кількості вилученого повітря. Крім того, вона не повинна бути громіздкою та заважати обслуговуючому персоналу працювати і наглядати за технологічним процесом. Основними чинниками при виборі типу місцевої витяжки є характеристики шкідливих виділень (температура, густина парів, токсичність), положення робітника при виконанні роботи, особливості технологічного процесу та устаткування.

У випадках, коли джерело виробничих шкідливостей можна помістити всередині простору, обмеженого стінками, місцеву витяжну вентиляцію влаштовують у вигляді витяжних шаф, фасонних укрить, витяжних камер. Якщо за умовами технології або обслуговування джерело шкідливостей не можна ізолювати, тоді встановлюють витяжний зонт або всмоктувальну панель. При цьому потік повітря, що видаляється, не повинен проходити через зону дихання робітника.

### **3.3. Розрахунок витрати повітря витяжної парасолі**

Проблема створення нормованих санітарно-гігієнічних умов праці всередині виробничих приміщень і запобігання забрудненню атмосфери поза цими приміщеннями є вельми актуальною для всіх піро- і гідротехнологічних процесів, оскільки вони супроводжуються значними шкідливими виділеннями у вигляді надлишків теплоти, парів, газів, аерозолів, пилу.

Основними причинами цих виділень є недосконалість як технологічних процесів, так і пристроїв локалізації цих виділень, що включають розрахунок кількості повітря, що видаляється, конструктивне виконання місцевих відсмоктувачів і режим їх експлуатації.

Розрахунок кількості повітря, що видаляється від тепло-газоджерел витяжними парасольками, зазвичай не відповідає ефективній їхній роботі, тому що не враховують повною мірою впливу газових складових на тепловий потік, сили гравітації залежно від молекулярного складу газів, впливу рухливості повітря поблизу джерел утворення, тобто потенційних полів швидкості при взаємному розташуванні робочого перерізу і джерела шкідливих викидів.

У разі конструктивного виконання зазначені чинники знижують ефективність роботи місцевої витяжної вентиляції, ускладнюють її експлуатацію, а збільшення площі робочого перерізу витяжних парасольок погіршує дію локалізуючих пристроїв.

Розрахунок витрати повітря в витяжній парасольці для зварювання ґрунтується на принципі балансу витрат повітря в приміщенні. Витрати повітря,

що входять в приміщення через двері та вікна, мають бути балансовані з витратами повітря, що видаляються з приміщення за допомогою витяжної парасолі.

*Для розрахунку витрати повітря* в витяжній парасольці використовують формулу:

$$Q = V \cdot (1,2 \cdot n + 0,5 \cdot m) \quad (3.1)$$

де  $Q$  - витрата повітря в м<sup>3</sup>/год;

$V$  - об'єм зварювальної дільниці в м<sup>3</sup>;

$n$  - кількість зварювальних апаратів, що працюють одночасно;

$m$  - коефіцієнт запасу, який залежить від відстані між витяжкою та зварювальними апаратами.

Значення коефіцієнта запасу можуть варіюватися від 0,5 до 1, залежно від того, як далеко знаходиться витяжка від зварювальних апаратів. Якщо витяжка знаходиться досить близько до зварювальних апаратів, коефіцієнт запасу може бути меншим, а якщо вона знаходиться далеко, коефіцієнт запасу може бути більшим.

*Об'єм зварювальної дільниці* на досліджуваному підприємстві становить **50 м<sup>3</sup>**, а кількість зварювальних апаратів, що працюють одночасно, становить 4, а відстань між витяжкою та зварювальними апаратами становить 2 м, то коефіцієнт запасу буде 0,5. Тоді витрата повітря в витяжній парасольці буде розраховуватися за формулою:

$$Q = 500 \cdot (1,2 \cdot 4 + 0,5 \cdot 2) = 2900 \text{ м}^3 \quad (3.2)$$

Розрахунок вентиляційної парасольки являє собою досить складну процедуру, але визначення параметрів вентилятора є значно простішим і доступним навіть не підготовленій людині. Завданням стає забезпечення швидкості потоку, що проходить крізь робочий переріз парасольки, в межах середнього значення.

Для забезпечення ефективної роботи будь-яких виробничих потужностей промислового підприємства вкрай важливо правильно розрахувати витяжні зонти на дільниці. Виготовлення металопластикових виробів у закритому просторі - це

завжди поширення небезпечних речовин у повітрі та виділення тепла обладнанням, на якому вона працюють.

Для уловлювання шкідливостей за наявності стійких теплових потоків застосовують витяжні зонти. Їхні габаритні розміри встановлюють виходячи з таких міркувань. Висота встановлення парасольки приймається в межах  $H=1,8...2$  м. Розміри прямокутної парасольки в плані (А х Б м)  $A = a+0,8 h$ ,  $B = b+0,8 h$ ,

де  $a, b$  - розміри устаткування, що перекривається, м;

$h$  - відстань від устаткування до низу парасольки, м, яку приймають не більше ніж  $0,8d$ . Для круглої парасольки  $D=d+0,8h$ ,

де  $D$  - діаметр круглої парасольки, м;  $d$  - діаметр обладнання, що перекривається, м.

Рівномірний розподіл швидкості всмоктування  $v$  по всьому перерізу парасольки забезпечується за кута її розкриття  $\alpha < 60^\circ$ . Об'єм повітря, що видаляється ( $L$ , м<sup>3</sup>/год), слід визначати після уточнення конструктивних розмірів парасольки, використовуючи формулу  $L=3600Fv$ ,

де  $F$  - площа всмоктування, тобто  $A \times B$  або  $0,785D^2$ , м<sup>2</sup>;  $v$  - швидкість всмоктування, яку приймають для нетоксичних шкідливих речовин у межах  $0,15...0,25$  м/с.

На ефективність витяжної парасольки значно впливає рухливість повітря в приміщенні. У разі  $v > 0,4$  м/с, а також у разі малої теплової потужності конвективних потоків рекомендується постачати витяжну парасольку відкидними фартухами з одного, двох або трьох боків. За наявності токсичних шкідливостей ухвалюють такі значення швидкості всмоктування:  $1,05...1,25$  - для витяжних парасольок, відкритих із чотирьох боків;  $0,9...1,05$  - із трьох боків;  $0,75...0,9$  - із двох боків;  $0,5...0,75$  - для витяжних парасольок з одного боку.

Таблиця 3.1. Вихідні дані для розрахунку вентиляції

Параметр	Значення	Одиниця виміру
Площа зварочного цеху	500	м <sup>2</sup>
Кількість зварювальних постів	1	шт.

Об'єм приміщення	1000	м <sup>3</sup>
Кількість проміжків у вікні	2	шт.
Швидкість повітря в приміщенні	0.2	м/с
Норма обміну повітря	4	1/год
Коефіцієнт переходу тепла крізь стіну	0.5	Вт/м <sup>2</sup> ·°С
Коефіцієнт теплопередачі приміщення	3.5	Вт/м <sup>3</sup> ·°С
Об'єм зварювальних випарів	200	м <sup>3</sup> /год
Коефіцієнт запасу вентиляції	1.5	-

З метою визначення необхідної продуктивності вентиляційної системи для забезпечення безпечних умов працівників, спочатку необхідно визначити необхідний об'єм повітря, який потрібно відкачувати з приміщення зварочного цеху.

Обчислення необхідного об'єму повітря:

Об'єм повітря, що необхідно відкачувати з приміщення зварочного цеху:

$$V = S \cdot h \quad (3.3)$$

де  $S$  - площа зварочного цеху = 500 м<sup>2</sup>,

$h$  - висота стелі приміщення = 4 м.

$$V = 500 \cdot 4 = 2000 \text{ (м}^3\text{)} \quad (3.4)$$

Обчислення кількості повітря, що потрібно відкачувати за годину:

$$Q = V \cdot n \quad (3.5)$$

де  $n$  - норма обміну повітря = 4 м<sup>3</sup>/год.

$$Q = 2000 \cdot 4 = 8000 \text{ (м}^3\text{/год)} \quad (3.6)$$

Врахування коефіцієнта запасу вентиляції:

$$Q = Q \cdot k \quad (3.7)$$

де  $k$  - коефіцієнт запасу вентиляції = 1.5.

$$Q = 8000 \cdot 1,5 = 12000 \text{ (м}^3\text{/год)} \quad (3.8)$$

Визначення мінімальної продуктивності вентилятора:

$$Q = \frac{1}{60} \cdot S \cdot V \quad (3.9)$$

де  $v$  - швидкість повітря в приміщенні = 0.2 м/с,

а  $1/60$  - це коефіцієнт переведення годин в хвилини.

$$\frac{1}{60} \cdot 500 \cdot 0,2 \cdot 3600 = 12000 \text{ (м}^3\text{/год)} \quad (3.10)$$



Отже, мінімальна продуктивність вентилятора повинна становити 12000 м<sup>3</sup>/год. Таким чином, для забезпечення безпечних умов працівників в зварочному цеху, необхідно встановити вентиляційну систему з продуктивністю не менше 12000 м<sup>3</sup>/год.

### 3.4. Розрахунок повітровода

Для обслуговування даного об'єкта запроектований повітропровід; його всмоктуюча частина об'єднує три відсмоктування, а після вентилятора повітря нагнітається по двох напрямках. (рис 3.1)

Ділянки розрахункової магістралі позначені буквами(а,б, в, г, д), а відгалуження – цифрами 1,2,3. В співвідношенні з побудованою схемою за масштабом виявлено довжини ділянок участків і сумарними значеннями коефіцієнтів місцевих опорів

Ділянки розрахункової магістралі позначені буквами(а,б, в, г, д), а відгалуження – цифрами 1,2,3. В співвідношенні з побудованою схемою за масштабом виявлено довжини ділянок участків і сумарними значеннями коефіцієнтів місцевих опорів.

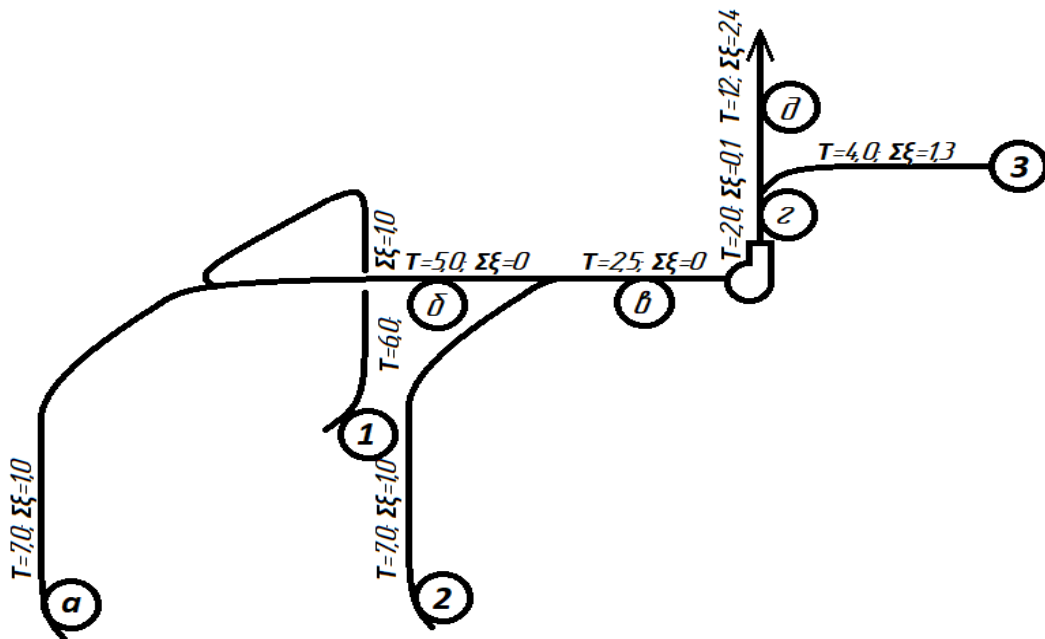


Рисунок 3.2 Схема повітропровода

На участку  $\alpha$  наявна втрата тиску на вході, в двох відводах та у двох відводах та у трійнику-втрата на відгалуження. Коефіцієнт місцевого опору на вхід для вибраної конструкції відсосу прийнятий по справнику рівним 0,7. Круглий відвід (два однакових) запроектований з кутом  $90^\circ$  і радіусом закруглення 2.

Його коефіцієнт місцевого опору складає

$$\xi = 0,73 \alpha \cdot b \cdot v = 0,73 \cdot 1 \cdot 0,2 \cdot 1 = 0,15$$

З формули отримаємо

$$\xi = 0,73 \cdot 1 \cdot 0,2 \cdot 1 = 0,15$$

Втрата тиску в штаноподібному трійнику з кутом відгалуження в  $15^\circ$  через небагато тут і далі (крім ділянки 3) не враховується. Таким чином, сумарний коефіцієнт місцевих опорів на ділянці  $\alpha$  дорівнює

$$\sum \xi = 0,7 + 2 \cdot 0,15 = 1,0$$

На збірних ділянках б і в можуть бути місцеві втрати тільки в трійниках, які через незначність не враховуються.

На ділянці г втрата тиску перехідному патрубку від вентилятора орієнтовно оцінюється коефіцієнтом місцевого опору (розміри вихідного отвору вентилятора ділянки повітропровід виявлені).

На ділянці д розташовується випускна шахта, коефіцієнт опору якої для обраної конструкції з урахуванням виходу прийнятий 2,4 (з плоским екраном та його відносним подовженням 0,33-см). Так як втратою тиску в трійнику нехтуємо, то на ділянці д отримаємо  $\sum \xi = 2,4$ . На однотипних ділянках 1 і 2 так само, як і на ділянці  $\alpha$ , коефіцієнти місцевих опорів на вхід прийняті по 0,7 а в відводах по

$$0,15, \text{т.е. } \sum \xi = 1,0 + 0,15 + 0,15 = 1,3$$

На ділянці 3 відбувається втрата тиску на вільний вихід ( $\xi = 1$ ) і в відводі  $\xi = 0,15$  крім того слід орієнтовно передбачити втрату тиску на відгалуження в трійнику (так як тут може бути істотний перепад швидкостей). Тоді сумарний коефіцієнт опорів на ділянці 3 складає

$$\sum \xi = 1,0 + 0,15 + 0,15 = 1,3$$

За завданням витрата через ділянки а,1,2 повина бути по 1000 м<sup>3</sup>/год,а через ділянку 3 потрібно направити 1500 м<sup>3</sup>/год. Витрати через остальні ділянки (б, в, д) визначають простим додаванням або віднімають витрат (без урахування підсмоктування або витоків), а отримані дані заносять в графу 4 табл. 42.

Подальший розрахунок почнемо з найбільш віддаленого від вентилятора ділянки α причому відповідно до завдання орієнтуємося на швидкості порядку 13-14 м/сек.

Задаючи для цієї ділянки швидкістю  $v=13$  м/сек (записуємо значення у графу 6 табл. 42) відповідно до витрати  $L = 1000$  м<sup>3</sup>/год, числимо діаметр повітропроводу

$$d = \sqrt{1,13 \cdot \left(\frac{L}{v}\right)}$$

З формули отримаємо

$$d = \sqrt{1,13 \cdot \left(\frac{1000}{3600 \cdot 13}\right)} = 0,165 \text{ м} = 165 \text{ мм}$$

Значно зручніше і простіше розрахунок проводити за допомогою таблиці (див. додаток 1). Для цього у лівій вертикальній графі таблиці (див. стор. 205) знаходимо швидкість 13 м/сек і у відповідному рядку шукаємо найближче до заданої витрати значення 995 м<sup>3</sup>/ч. Поруч із цією цифрою в рядку вказано

Значення  $\frac{\zeta}{d}$  який записуємо у графі 8 розрахункової табл. 42. Ці обидві цифри знаходяться в кількох стандартного діаметра 165 мм, значення якого записуєм в графі 5.

Одночасно у другій вертикальній графі допоміжній поряд зі значенням обраної швидкості 13 м/сек, знаходимо і записуємо в графу 7 розрахункової таблиці відповідну величину динамічного тиску.

$$\frac{\rho}{2} v^2$$

З формули отримаємо

$$\frac{\rho}{2} v^2 = \frac{1,2}{2} * 13^2 = 102 \text{ н/мм}^2$$

Для ділянки б зі швидкістю 13 м/сек знаходимо по таблиці для діаметра 235 мм витрата 2030 м<sup>3</sup>/ч. При цьому діаметр розрахункової витрати 2000 м<sup>3</sup>/год відповідає швидкість

$$v = 13 \cdot \frac{2000}{2030} = 12,8 \text{ м/сек}$$

Динамічний тиск

$$\frac{1,2}{2} \cdot 12,8^2 = 98 \text{ н/м}^2$$

Ця інтерполяція, очевидно, за суміжними табличними даними м зроблена з достатньою точністю в умі.

Значення  $\frac{\lambda}{d} = 0,068$  відповідає витраті 2000 м<sup>3</sup> / год, перераховувати в даному випадку не слід, так як воно дуже мало залежить від витрат. (швидкості)

Аналогічним чином для інших ділянок повітропроводу та уточнюємо швидкості, динамічні тиски, а також значення  $\frac{\lambda}{d}$

Надалі за заданими та підрахованими даними підраховуємо тиск по формулі

$$p = \left( l \frac{\lambda}{d} + \sum \xi \frac{\rho}{2} \right) v^2$$

Для спрощення обчислень спочатку шляхом перемноження результату граф 2 і 8 визначаємо  $l \frac{\lambda}{d}$  (графа 9), потім додаванням результатів граф 9 і 3 отримуємо  $l \frac{\lambda}{d} + \sum \xi$  (графа 10) і далі шляхом перемноження результатів граф 7 і 10 знаходимо **P** (графа 11).

У графі 12 наростаючим підсумком записуємо втрати тиску стріли до кінців відповідних ділянок, а для відгалужень – розпад

Наявний тиск для ділянки 1 дорівнює підрахованою втрати тиску на ділянці тобто 174 н/м<sup>2</sup>, для ділянки 2-сумі витрат на ділянці а,б,т тобто 207 н/м<sup>3</sup>, а для ділянки 3-втрати тиску на (а не сумі втрат тиску на ділянках а, б, в, г), тобто 402 н/м<sup>2</sup>.

У графі 13 позначені для відгалужень нев'язки  $\Delta p$  - різниці ме втратами тисків у відгалуженнях і наявними для них тиску.

Якщо ці нев'язки не перевищують 5-10% від наявного тиску, перерахунок відгалужень можна не робити.

При великій різниці слід ув'язувати шляхом метра відгалуження (див. стор. 75) або шляхом встановлення дроселіру фрагми (див. стор. 76).

### **3.5. Вибір вентиляторів и двигунів**

- Витрата повітря: для розрахунку потрібної витрати повітря необхідно визначити об'єм приміщення та кількість повітряних обмінів в годину.
- Тиск: залежить від опору, який відображається у розрахунках як втрата тиску в системі.
- Розміри: залежать від геометрії та конструкції системи вентиляції.
- Енергоефективність: визначається коефіцієнтом потужності (КПД) вентилятора та електродвигуна, який приводить його в рух. Чим більше КПД, тим менша втрата електроенергії та більш ефективно працює вентиляційна система в цілому.

#### ***Розрахунок двигуна***

Правильний вибір потужності двигуна для приводу повинен задовольняти вимогам економічності, продуктивності та надійності робочої машини. Установлення двигуна більшої потужності, ніж це необхідно за умовами приводу, спричиняє зайві втрати енергії під час роботи машини, зумовлює додаткові капітальні вкладення і збільшення габаритів двигуна. Встановлення двигуна недостатньої потужності знижує продуктивність робочої машини і робить її роботу ненадійною, а сам двигун у подібних умовах легко може бути пошкоджений.

Двигун має бути обраний так, щоб його потужність використовувалася якомога повніше. Під час роботи двигун повинен нагріватися приблизно до гранично допустимої температури, але не вище її. Крім того, двигун повинен

нормально працювати за можливих тимчасових перевантажень і розвивати пусковий момент, необхідний для цієї робочої машини.

**Вихідні дані:**

- номінальна тривалість увімкнення  $PВ_{ном, \%}$ ; - 40%
- число увімкнень на годину  $h$ , 1/год; - 65
- номінальна швидкість, м/с; - 1,4
- необхідне прискорення  $a$ , м/с<sup>2</sup>; - 0,17
- передавальне число редуктора  $p$ ; - 16
- ККД передачі механізму  $\eta$ ; - 4,0
- коефіцієнт тертя реборд ходових коліс  $K_p=1,5$ ;
- коефіцієнти тертя  $\mu=0,1$ ;  $\mu=0,6 \cdot 10^{-3}$  м.

**Розрахунок часу запуску та гальмування.**

$$t_H = t_M = \frac{PВ_{ном}}{a}$$

*Підставивши значення отримаємо*

$$t_H = t_M = \frac{1,4}{0,17} = 8,23 \text{ с}$$

**Розрахунок часу роботи.**

$$tp1 = tp2 = \frac{3600 \cdot PВ_{ном}}{h \cdot 100}$$

*Підставивши значення отримаємо*

$$tp1 = tp2 = \frac{3600 \cdot 40}{65 \cdot 100} = 22,15 \text{ с}$$

**Час роботи зі встановленою швидкістю.**

$$t_{уст} = tp1 - (tp + t_T)$$

*З формули отримаємо*

$$t_{уст} = 22,153846 - (8,235991 \cdot 2) = 5,88 \text{ с}$$

$$t_{\text{ц}} = \frac{3600}{h}$$

Підставивши значення отримаємо

$$t_{\text{ц}} = \frac{3600}{65} = 55,38 \text{ с}$$

**Час циклу**

$$t_0 = t_{\text{ц}} - 2 \cdot t_p$$

З формули отримаємо

$$t_0 = 55,384515 - 2 \cdot 22,153846 = 11,076 \text{ с}$$

**Сумарний момент інерції приводу**

$$J = K_3 (m_{\text{НОМ}} + m_{\text{Т}} + m_{\text{М}}) p^2$$

Підставивши значення отримаємо

$$J = 1,5 \cdot (8000 + 4000 + 20000) \cdot 0,0135417^2 = 8,80 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$\text{де } p = \frac{D_k}{2} \cdot t_p$$

Підставивши значення отримаємо

$$p = \frac{0,6}{2} \cdot 22,15 = 0,013 \text{ м}$$

$K_3$  - коефіцієнт запасу, що враховує невідомий на етапі попередніх розрахунків момент інерції двигуна  $K < 2$ . Отримана оцінка  $J$  дає можливість розрахувати наближену навантажувальну діаграму двигуна.

**Вага вантажу, що має масу  $m$ .**

$$G_{\text{НОМ}} = m_{\text{НОМ}} \cdot g$$

де  $g$ -прискорення вільного падіння

З формули отримаємо

$$G_{\text{НОМ}} = 8000 \cdot 9,81 = 78480 \text{ кг}$$

**Загальна вага незавантаженого механізму**

$$G_o' = (m_{\text{М}} + m_{\text{Т}}) \cdot g = (20000 + 4000) \cdot 9,81 = 235440 \text{ Н}$$

**Момент статичного навантаження.**

$$M_{ct1} = \frac{K_p \cdot (G_{HNO} + G'_o) \cdot \left( \mu \cdot \frac{d_\mu}{2} + f \right)}{i_p \cdot \eta_m}$$

Підставивши значення отримаємо

$$M_{cm1} = \frac{1,5 \cdot (78480 + 235440) \cdot \left( 0,1 \frac{0,07}{2} + 0,0006 \right)}{16 \cdot 0,82} = 147,15 \text{ Н/м}$$

**Момент двигуна при запуску**

$$M_{n1} = M_{cm} + J * \varepsilon$$

*З формули отримаємо*

$$M_{n1} = 147,15 + 12,59 \cdot 8,7 = 256,68 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

**Момент двигуна при гальмуванні**

$$M_{m1} = M_{cm1} - J * \varepsilon$$

*З формули отримаємо*

$$M_{m1} = 147,15 - 12,55 \cdot 8,7 = 37,62 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{m2} = M_{cm2} - J * \varepsilon$$

*З формули отримаємо*

$$M_{m2} = 110,36 - 110,13 = 0,83 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{екв} = \sqrt{\frac{(M_{n1}^2 + M_{n2}^2) \cdot t_n + (M_{m1}^2 + M_{m2}^2) \cdot t_m + (M_{cm1}^2 + M_{cm2}^2) \cdot t_{уст}}{2t_n + 2t_m + 2t_{уст}}}$$

Підставивши значення отримаємо

$$M_{екв} = \frac{(253,68^2 + 219,89^2) \cdot 8,23 + (37,62^2 + 0,83^2) + (14715^2 + 110,36^2) \cdot 5,69}{44,3} = 160,72 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

**Потужність двигуна**

$$P_{mp} = M_{екв} \cdot \omega_H$$

*З формули отримаємо*

$$P_{mp} = 160,72 \cdot 103,7 = 16,6 \text{ кВт}$$

**Частота обертання двигуна.**



$$n = 9,55 * \omega_H$$

З формули отримаємо

$$n = 9,55 \cdot 103,7 = 990,33 \text{ мин}^{-1}.$$

Таблиця 3.1. Обраний двигун та його параметри

Тип	$P_H, \text{кВт}$	$U_H, \text{В}$	$I_H, \text{А}$	$n_H, \text{хв}^{-1}$	$J_{дв}, \text{кг} \cdot \text{м}^2$
4ПФ160S	18,5 кВт	440 В	48,6 А	1090 $\text{хв}^{-1}$	$25 \cdot 10^{-2}$

### **Принципи вибору двигунів:**

- Тип двигуна: можуть бути використані електричні або дизельні двигуни. Для вентиляційних систем зазвичай використовуються електродвигуни, оскільки вони більш енергоефективні та забезпечують чисте середовище.
- Потужність: залежить від розміру та витрати повітря вентилятора, а також від опору

При виборі двигунів слід звернути увагу на їх потужність, енергоефективність та економічність в експлуатації. Оптимальна потужність двигуна повинна бути достатньою для забезпечення роботи вентиляторів на повну потужність, але не завищувати її, щоб уникнути зайвих витрат на електроенергію. Для забезпечення енергоефективної роботи вентиляційної системи, слід вибирати двигуни з високою енергоефективністю та низькими витратами на паливо.

Для підприємства з виготовлення металопластикових виробів можна рекомендувати наступні типи вентиляторів та двигунів:

- Центробіжні вентилятори - забезпечують високий тиск та потік повітря. Для вентиляційних систем на підприємстві можна використовувати центробіжні вентилятори типу TCF, які виробляє фірма TLT-Turbo GmbH.
- Прямоточні вентилятори - забезпечують великий потік повітря. Для вентиляційних систем на підприємстві можна використовувати прямоточні вентилятори типу ВЦН, які виробляє фірма Вентмонтаж.

- Аксіальні вентилятори - забезпечують великий об'єм повітря та низький тиск. Для вентиляційних систем на підприємстві можна використовувати аксіальні вентилятори типу АС, які виробляє фірма EBM-PAPST.

Щодо двигунів, то для вентиляторів на підприємстві можна використовувати електродвигуни типу ІЕЗ, які мають високий ККД та енергоефективність. Такі двигуни виробляються багатьма компаніями, наприклад, АВВ, Siemens, WEG тощо. Для регулювання швидкості обертання вентиляторів можна використовувати частотні приводи від тих же виробників.

### **Висновки:**

У результаті проведеного дослідження була розроблена вентиляційна система для зварювальної ділянки підприємства з виготовлення металопластикових виробів. Було визначено параметри, необхідні для правильного розрахунку витрати повітря, температури та швидкості руху повітря в приміщенні.

В ході дослідження було доведено, що ефективність вентиляційної системи значно залежить від вибору оптимального типу вентиляторів та двигунів. Були розглянуті різні типи вентиляторів, такі як центробежні, радіальні та каналні, а також різні типи двигунів, такі як АС та ДС.

На підставі проведеного аналізу було рекомендовано використовувати центробежні вентилятори типу "Twin City" з ДС двигунами для вентиляційної системи зварювальної ділянки підприємства з виготовлення металопластикових виробів. Це обладнання має високу продуктивність, надійність та енергоефективність, що забезпечить ефективне функціонування вентиляційної системи та комфортні умови для працівників.

Таким чином, в результаті проведеного дослідження було розроблено оптимальну вентиляційну систему для зварювальної ділянки підприємства з виготовлення металопластикових виробів, яка забезпечить ефективну роботу та здорові умови працівників.

Зварювальні дільниці на промислових підприємствах є джерелом великої кількості шкідливих викидів, таких як пил, дим, гаряче повітря та інші, що можуть бути шкідливими для здоров'я працівників та навколишнього середовища. Розробка ефективної вентиляційної системи є необхідною для підтримки здоров'я працівників та дотримання екологічних стандартів.

При розробці вентиляційної системи для зварювальної дільниці необхідно враховувати різні параметри, такі як розмір приміщення, кількість зварювальних станцій, режим роботи, тип зварювального обладнання та інші. Для вибору вентиляторів та двигунів необхідно враховувати їх характеристики, такі як продуктивність, тиск, споживана потужність, рівень шуму та інші параметри.

## **Розділ 4. ОБГРУНТУВАННЯ ЗАХОДІВ ЩОДО ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ**

### **4.1. Екологічні вимоги**

Згідно з сучасними стандартами і вимогами, підприємства, в тому числі і ТЗОВ "Термопласт Плюс", повинні дотримуватися ряду екологічних вимог, які спрямовані на зменшення впливу підприємства на довкілля та забезпечення безпеки для працівників.

Однією з основних екологічних вимог є дотримання максимально допустимих рівнів викидів забруднюючих речовин у повітря, воду та ґрунт. Для цього необхідно встановити спеціальне обладнання, яке забезпечує очищення стічних вод та повітря від забруднюючих речовин.

Також, підприємство повинно дотримуватися вимог щодо утилізації та переробки відходів виробництва. Відходи повинні бути збирані та знешкоджені відповідно до вимог законодавства, а також повинні бути мінімізовані завдяки застосуванню сучасних технологій та відходовідновлювальних процесів. Додатковими екологічними вимогами можуть бути зниження використання шкідливих речовин в процесі виробництва, використання енергозберігаючих технологій та матеріалів, а також забезпечення безпеки працівників у виробничому середовищі.

Усі ці екологічні вимоги є важливими для забезпечення сталого розвитку підприємства та збереження природних ресурсів для майбутніх поколінь. Виконання цих вимог допоможе зменшити негативний вплив підприємства на довкілля та забезпечити здорове та безпечне робоче середовище.

### **4.2. Напрямки зменшення впливу виробництва на довкілля**

Напрямки зменшення впливу виробництва на довкілля можна поділити на кілька основних груп:

- **Енергоефективність виробництва:** використання більш енергоефективних технологій та обладнання, перехід на використання відновлюваних джерел енергії, зменшення втрат енергії.

- Використання більш екологічних матеріалів та компонентів: відмова від використання небезпечних для здоров'я та довкілля речовин, заміна відразувальних речовин менш небезпечними аналогами. Раціональне використання ресурсів: зменшення кількості води та електроенергії, використання сировини та матеріалів з меншим енерговитратним виробництвом.
- Впровадження систем управління довкіллям: встановлення систем контролю за викидами шкідливих речовин, підвищення ефективності очищення води та повітря, моніторинг забруднення навколишнього середовища.
- Соціально-економічні аспекти: зменшення кількості відходів та їх повторне використання, зниження кількості шкідливих викидів у повітря, використання екологічно безпечних технологій та матеріалів сприятиме здоров'ю та добробуту співробітників підприємства.

Виконання цих напрямків допоможе підприємству ТЗОВ "ТЕРМОПЛАСТ ПЛЮС" зменшити свій негативний вплив на довкілля та покращити якість життя співробітників та місцевих мешканців.

## ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. В результаті проведення дослідження було встановлено, що на дільниці зварювання металопластикових вікон у ТЗОВ "ТЕРМОПЛАСТ ПЛЮС" існує висока концентрація шкідливих речовин, що може негативно впливати на здоров'я працівників. В цьому контексті було запропоновано розробити та встановити систему вентиляції, яка забезпечуватиме ефективне видалення шкідливих речовин з робочої зони.

2. Для розробки системи вентиляції були розглянуті різні види вентиляторів, двигунів та фільтрів. В результаті було визначено, що найбільш підходящим варіантом буде використання центробіжних вентиляторів з екстракцією, оснащених фільтрами з активним вугіллям. Для підвищення ефективності системи вентиляції було запропоновано використовувати датчики рівня концентрації шкідливих речовин, що дозволить автоматично регулювати роботу вентиляційної системи.

3. Також було встановлено, що для забезпечення безпеки працівників необхідно проводити регулярну перевірку та обслуговування системи вентиляції, а також проводити інструктажі з правил користування і підтримання працездатності вентиляційної системи.

4. У зв'язку з цим, мої пропозиції щодо покращення умов та безпеки праці на дільниці зварювання металопластикових вікон в умовах ТЗОВ "ТЕРМОПЛАСТ ПЛЮС" полягають у встановленні системи вентиляції на основі центробіжних вентиляторів з екстракцією та фільтрами.

Базуючись на результатах дослідження, можна зробити висновок, що на підприємстві ТЗОВ "Термопласт плюс" існують проблеми щодо умов і безпеки праці на дільниці зварювання металопластикових вікон. Зокрема, виявлено проблеми з вентиляцією, які впливають на здоров'я працівників.

5. Для вирішення цих проблем запропоновано розробити проект покращення системи вентиляції на дільниці зварювання металопластикових вікон. Проект включатиме в себе встановлення потужного витяжного вентилятора зі спеціальним фільтром для забезпечення чистого повітря в робочій зоні. Також буде встановлено систему контролю якості повітря, яка дозволить вчасно виявляти проблеми з вентиляцією.

6. Крім того, рекомендується здійснити додаткові заходи для покращення умов та безпеки праці на дільниці зварювання металопластикових вікон. Зокрема, необхідно забезпечити працівників спеціальними засобами захисту, організувати навчання з безпеки праці та забезпечити регулярний технічний огляд обладнання.

7. Отже, покращення системи вентиляції та здійснення додаткових заходів з покращення умов та безпеки праці на дільниці зварювання металопластикових вікон є необхідними для забезпечення здоров'я працівників і підвищення ефективності виробництва на підприємстві.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

- 1.К. Позняньский. Розробка технології зварювання для виробництва віконних рам з ПВХ. Серія конференцій ВГД: Матеріалознавство та інженерія, том 153, 2016. М.
- 2.Scius-Berger, T. Rausch, A. Neft, J. Giese. Зварювання термопластичних композитних віконних профілів. Зварювання у світі, том 56, 2012.
- 3.А. Troughton, М. Ващенко. Зварювання віконних рам з ПВХ-ПВХ. Зварювання та різання, том 2, 2003.
- 4.L. Коларик, К. Волеський, Р. Кацена, М. Вольф. Новий підхід до моделювання зварювальних напружень у термопластичних віконних рамах. Пластмаси, каучук і композити, Том 42, 2013.
- 5.В. Гаспар, З. Бансагі. Вплив параметрів зварювання на властивості зварних віконних профілів з ПВХ. Полімерна інженерія і наука, Том 50, 2010.
- 6.С.Подольский. Вплив параметрів зварювання на механічні властивості зварних віконних рам з ПВХ. Журнал вінілових та адитивних технологій, Том 23, 2017.
- 7.М. Р. Иршад, Р. Захур, А. Хан, М. А. Хан, М. Рафі. Дослідження параметрів зварювання віконних рам з ПВХ за методом Тагучі. Міжнародний журнал передових технологій виробництва, Том 99, 2018.
- 8.М. Приходько. Вплив параметрів ультразвукового зварювання на механічні властивості з'єднань віконних рам з ПВХ. Volume 56, 2016.
- 9.Т. Тимошенко. Механічні властивості ультразвуково зварених віконних рам з ПВХ з різними параметрами зварювання. Технологія та інженерія полімерних матеріалів, том 48, 2009
10. Закон України "Про охорону праці" в редакції від 21 листопада 2002 р.
- 11.Закон України "Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили
- 12.Кодекс законів про працю України. - К.: Юрінком Інтер, 1998. -1040 с.
13. Законодавство України про охорону праці (збірник нормативних документів. У 4 т. - К.: Держнагляд охорони праці; Основа, 1995
14. Атаманчук П.С., Мендерецький В.В., Панчук О.П., Чорна О.Г. Інтегрований курс безпеки життєдіяльності (теоретичні основи): Навч. посіб. - Кам'янець-Подільський: Буйницький О.А., 2009. - 200 с.



15. Атаманчук П.С., Мендерецький В.В., Панчук О.П., Чорна О.Г. Безпека життєдіяльності та охорона праці (Практичний курс): Навчальний посібник. - Кам'янець-Подільський: "Думка", 2010. - 152 с.
16. Атаманчук П.С., Мендерецький В.В., Панчук О.П. Практикум з безпеки життєдіяльності та охорони праці: Навчально-метод. посібник. - Кам'янець-Подільський: ВОП Сисин О.В., 2007. - 140 с.
17. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці. - Львів: Афіша, 2000. - 350 с
18. Типове положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці. Законодавство України про охорону праці. - Т. 1. - К.: Основа, 1995.
19. ДСТУ EN 169-2001. Засоби індивідуального захисту очей. Фільтри під час виконання зварювання та споріднених процесів. Вимоги до пропускання та рекомендації щодо використання.
20. Левченко О. Г. Охорона праці у зварювальному виробництві: Навчальний посібник.– К.: Основа, 2010. – 240 с.

