

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Кафедра екології та технології рослинних полімерів

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ М.Д. Гомеля

«__» _____ 20__ р.

Дипломний проєкт

на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності - 101 Екологія

**на тему: Реконструкція системи очищення газових викидів ТОВ
«Київгума»**

Виконав:

студент IV курсу, групи ЛЕ-11

Сакаєв Руслан Володимирович _____

Керівник:

д.т.н., професор Радовенчик В.М. _____

Консультант із розробки заходів з охорони праці на виробництві

ст. викл., к.т.н., Ковтун А.І. _____

Рецензент: _____

Засвідчую, що у цьому дипломному проєкті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань

Студент _____

Київ – 2025 рік

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проєкт		
2	A4	ДП 1116. 00.003 ПЗ	Пояснювальна записка		
3	A1	ДП 1116. 01.003 ТК	Існуюча технологічна схема		
4	A1	ДП 1116. 02.003 ТК	Модифікована технологічна схема		
4	A1	ДП 1116. 03.003 ТК	План цеху		
5	A1	ДП 1116. 04.003 ТК	Поперечний розріз		
6	A1	ДП 1116. 05.003 ТК	Поздовжній розріз		
7	A1	ДП 1116. 06.003 ТК	Зведений матеріальний баланс		
8	A1	ДП 1116. 07.003 ТК	Генеральний план		
9	A1	ДП 1116. 08.003 ТК	Електрофільтр		

				ДП 1116.000.00				
	ПІБ	Підп.	Дата	Відомість дипломного проєкту				
Розробн.	Сакаєв Р.В.						Лист	Листів
Керівн.	Радовенчик В.М.						1	62
Заф.каф.	Гомеля М.Д.						КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. Е та ТРП Гр. ЛЕ-11	

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Інститут/факультет інженерно-хімічний
(повна назва)

Кафедра екології та технології рослинних полімерів
(повна назва)

Рівень вищої освіти – перший бакалаврський

Спеціальність – 101 Екологія
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

М.Д. Гомеля

(підпис) (ініціали, прізвище)

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту

Сакаєву Руслану Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту Реконструкція системи очищення газових викидів ТОВ «Київгума»

керівник проєкту Радовенчик В.М., д.т.н., професор

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

затверджені наказом по університету від «18» травня 2025 р. № 2025-с

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 16 червня 2025 р.

3. Зміст (дипломного проєкту) пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити) Описати та обґрунтувати модернізацію існуючої технологічної схеми на ТОВ «Київгума», розробити технологічну частину, розрахувати матеріальний баланс, описати будівельну частину та розробити необхідні заходи щодо охорони праці на виробництві.

4. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу (із зазначенням

обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) генеральний план тов «Київгума», електрофільтр, таблиця викидів існуюча та модифікована технологічні схеми, план цеху, поперечний та поздовжній розрізи, зведений матеріальний баланс

5. Консультант розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Заходи з охорони праці на виробництві	Ковтун А.І., старший викладач		

6. Дата видачі завдання 18 травня 2025 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Отримання завдання	18.05.2025	
2	Проектування технологічної схеми	18.05.2025-25.05.2025	
3	Технологічна частина	25.05.2025-01.06.2025	
4	Розрахункова частина	01.06.2025-05.06.2025	
5	Оформлення графічної частини	05.06.2025-10.06.2025	
6	Будівельна частина	10.06.2025-16.06.2025	

Студент

(підпис)

Р.В. Сакаєв

(ініціали, прізвище)

Керівник проєкту (роботи)

(підпис)

В.М. Радовенчик

(ініціали, прізвище)

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект: 62 сторінки, 10 рисунків, 5 таблиць, 8 креслень, 9 джерел.

Мета роботи: вдосконалення газоочисної системи заводу по виробництву гумових виробів, модернізація існуючої технологічної схеми очистки газових викидів продуктивністю 100000 м³/год, матеріальні розрахунки, технологічні та гідравлічні розрахунки очисних споруд .

У роботі наведена характеристика газових викидів, приведено вибір та обґрунтування модифікації існуючої технологічної схеми, розрахунок обладнання. Розрахований матеріальний баланс. Наведено теоретичні дані про механічні, фізико-хімічні, електричні процеси, що застосовуються в даній технічній схемі. Також виконано графічний матеріал на стандартних листах А1.

Ключові слова: ГАЗОВІ ВИКИДИ, ЕЛЕКТРОСТАТИЧНИЙ ФІЛЬТР, СКРУБЕР, ЦИКЛОН, ГАЗОПОДІБНІ СУМІШІ, ТВЕРДА ФАЗА, ОСАДЖУВАЛЬНІ ЕЛЕКТРОДИ.

					НТУУ «КПІ ім.. Ігоря Сікорського», № ЛЕ-1116			
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Сакаєв Р.В.			ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Літ.	Арк.	Арквівів
Перевір.		Радовенчик В.М.						5
Реценз.						ІХФ, ЛЕ-11		
Н. Контр.								
Затверд.		Радовенчик В.М.						

ABSTRACT

Diploma project: 62 pages, 10 pictures, 5 tables, 8 drawings, 9 sources.

Purpose of the work: improvement of the gas purification system of a rubber products factory, modernization of the existing technological scheme for gas emission purification with a capacity of 100,000 m³ per hour, material calculations, technological and hydraulic calculations of treatment facilities.

This work presents a characteristic of gas emissions, provides a choice and justification for the modification of the existing technological scheme, and calculates equipment. The material balance is calculated. Theoretical data on the mechanical, physicochemical, and electrical processes used in this technical scheme are presented. Graphic material is also made on standard A1 sheets.

Keywords: GASEOUS EMISSIONS, ELECTROSTATIC FILTER, SCRUBBER, CYCLONE, GASEOUS MIXTURES, SOLID PHASE, PRECIPITATION ELECTRODES.

					<i>Пояснювальна записка</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		6

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. Техніко-економічне обґрунтування проєкту.....	9
1.1. Основні характеристики розміщення ТОВ «Київгума»	10
1.2. Вплив гумової промисловості на навколишнє середовище.....	11
1.3. Джерела забруднень водойм, ґрунту та повітря в гумовому виробництві.....	13
ТОВ «Київгума»	17
1.4. Історія.....	17
1.5. Основні відомості.....	20
1.6. Продукція.....	22
1.7. Корпоративна відповідальність.....	24
2. Технологічна схема очисних споруд м. Бровари.....	25
2.1. Загальновузлові каналізаційні очисні споруди.....	25
2.2. Загальна характеристика процесу очистки газових викидів.....	27
2.3. Принцип роботи циклону.....	31
2.4. Електрофільтр. Будова.....	34
2.5. Технологічна схема.....	36
2.5.1. Існуюча технологічна схема.....	36
2.5.2. Модернізована технологічна схема.....	38
2.6. Розрахунок матеріального балансу.....	39
2.7. Розрахунок циклону.....	46
2.8. Розрахунок електрофільтра.....	48
2.9. Розрахунок скрубера.....	50
3. Будівельна частина.....	52
3.1. Опис об'ємно-планувального вирішення будівлі.....	52
3.2. Конструктивне вирішення будівлі.....	52
4. Охорона праці.....	53
ВИСНОВКИ.....	58
ЛІТЕРАТУРА.....	59
ДОДАТКИ.....	60

					<i>Пояснювальна записка</i>	Арк.
						7
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВСТУП

Забруднення атмосферного повітря є однією з найгостріших екологічних проблем сучасності. Особливо актуально це питання постає у промислово розвинених регіонах, де велика кількість підприємств щоденно здійснює викиди шкідливих речовин у навколишнє середовище. Одним із таких підприємств є ТОВ "Київгума", що спеціалізується на виробництві гумових та гумово-технічних виробів. У процесі виробництва утворюються газоподібні відходи, які можуть негативно впливати як на довкілля, так і на здоров'я населення.

Стан існуючої системи очищення промислових викидів на підприємстві потребує оновлення та вдосконалення. Реконструкція системи очищення дозволить зменшити концентрацію забруднюючих речовин у викидах, підвищити ефективність роботи очисного обладнання та відповідність сучасним екологічним вимогам. Застосування нових технологічних рішень сприятиме не лише зниженню екологічного навантаження, а й підвищенню конкурентоспроможності підприємства.

Мета роботи - розробити технічне рішення з реконструкції системи очищення промислових викидів ТОВ "Київгума" з метою зменшення негативного впливу на довкілля та приведення її у відповідність до чинних екологічних норм.

Ціль роботи - провести аналіз існуючої системи газоочищення, обґрунтувати необхідність її

модернізації, вибрати ефективне технічне рішення, розробити проект реконструкції та оцінити його екологічну й економічну ефективність.

					<i>Пояснювальна записка</i>	<i>Арк.</i>
						8
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

процес передбачає використання таких хімічних речовин, як толуол, ацетон, циклогексан, ксилол, каучуки, латекси, ПВХ-пасти, стабілізатори, пластифікатори тощо. Під час експлуатації обладнання утворюються організовані та неорганізовані джерела викидів забруднюючих речовин в атмосферу. Основними джерелами є вентиляційні викиди з приміщень цехів, сушильні шафи та печі для вулканізації, резервуари для зберігання летких речовин та лінії змішування та нанесення покриттів.

За даними інвентаризації викидів, проведеної згідно з вимогами ДСТУ 4275:2003, загальний об'єм

викидів підприємства в атмосферу складає близько 18,2 тонн на рік. З них основну частку становлять:

- леткі органічні сполуки (ЛОС) близько 11,5 т/рік;
- вуглеводні (у перерахунку на метан)- 4,2 т/рік;
- формальдегід - 0,3 т/рік;
- окис вуглецю (СО) - 0,9 т/рік;
- пил полімерного походження 1,3 т/рік.

Кількість джерел викидів понад 20, з яких більше 10 є організованими. Найбільше навантаження припадає на вентиляційні системи виробничих цехів, що потребують модернізації або заміни.

ТОВ "Київгума" знаходиться в межах санітарно-захисної зони, встановленої на рівні 100 метрів, що відповідає нормативам для підприємств з незначним рівнем токсичності викидів. Однак через зростання обсягів виробництва та застарілі системи очищення газів спостерігається перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК) ЛОС на межі санітарно-захисної зони. Це створює потенційну загрозу як для довкілля, так і для здоров'я мешканців прилеглих територій.

1.2. Вплив гумової промисловості на навколишнє середовище

					<i>Пояснювальна записка</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		10

Гумова промисловість посідає одне з перших місць серед найбільш токсичних галузей промисловості. Це пояснюється як особливостями технологічного процесу, так і широким використанням хімічних речовин, які мають високий рівень небезпеки для довкілля та здоров'я людини. Згідно з класифікацією за коефіцієнтом токсичності викидів, гумова промисловість відноситься до хімічної галузі з коефіцієнтом понад 10,1, що свідчить про "особливо токсичні викиди"(табл.1).

Таблиця 1. Галузі промисловості за коефіцієнтом токсичності викидів в атмосферу

Галузь промисловості	Коефіцієнт токсичності викидів в атмосферу	Оцінка токсичності викидів
Кольорова металургія, хімічна	>10,1	Особливо токсичні викиди
Нафтохімічна, мікробіологічна	5,1 ... 10,0	Дуже токсичні викиди
Чорна металургія, целюлозно-паперова	1,6 ... 5,0	Токсичні викиди
Теплоенергетична, паливна, машинобудівна, харчова, легка	1,0 ... 1,5	Менш токсичні викиди

Гумова промисловість посідає одне з перших місць серед найбільш токсичних галузей промисловості. Це пояснюється як особливостями технологічного процесу, так і широким використанням хімічних речовин, які мають високий рівень небезпеки для довкілля та здоров'я людини. Згідно з класифікацією за коефіцієнтом токсичності викидів, гумова промисловість

відноситься до хімічної галузі з коефіцієнтом понад 10,1, що свідчить про "особливо токсичні викиди".

Основу токсичності становить застосування летких органічних речовин (ЛОР), які легко випаровуються при кімнатній температурі й забруднюють атмосферу. Серед таких речовин часто використовуються бензол, толуол, ксилол — ароматичні вуглеводні, відомі своїм канцерогенним впливом. Вони входять до складу розчинників і наповнювачів, які необхідні для обробки каучуку та інших компонентів у виробництві гуми.

Крім того, під час вулканізації, яка є ключовим етапом виробництва гуми, використовуються сірка та прискорювачі вулканізації. До таких прискорювачів належать сполуки, що містять нітрозаміни, сірковмісні речовини, а також вторинні аміни. У результаті реакцій за високих температур утворюються токсичні пари та аерозолі, які можуть впливати на дихальну систему працівників і потрапляти в навколишнє середовище.

Додаткову токсичність створюють допоміжні речовини, зокрема стабілізатори, антиокислювачі, барвники та пластифікатори. Серед них сполуки важких металів (цинк, кадмій, свинець), які мають високу екотоксичність. При тривалому накопиченні в ґрунті та воді вони можуть отруювати рослинність, тварин і потрапляти в харчовий ланцюг людини.

Окрему загрозу становить поводження з відходами гумової промисловості. Під час їхнього зберігання або спалювання (зокрема старих шин) утворюються діоксини, фурани, поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ), які мають високу стабільність і здатність до біоаккумуляції.

					<i>Пояснювальна записка</i>	<i>Арк.</i>
						12
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Таблиця 2. Шкідливі речовини, що потрапляють в атмосферу в процесі сульфат-целюлозного виробництва

Таблиця викидів ТОВ "Київгума"		
Назва компоненту	Концентрація викидів, мг/м ³	ГДК, мг/м ³
Оксид цинку	133,4000	5,0000
Оксид заліза	81,5700	6,0000
Сажа технічна	176,0000	4,0000
Тальк	152,6000	2,0000
Пил неорганічний(SiO ₂)	131,5000	4,0000
Пил бавовняний	52,6000	3
Кальцію карбонат(CaCO ₃)	41,0000	6
Диметилсульфід((CH ₃) ₂ S)	98,0000	10,0000
Водень хлористий	50,0000	5,0000
Фториди газоподібні	6,0000	0,5000
Ангідрид сірчистий	72,6000	10,0000

1.3. Джерела забруднень водойм, ґрунту та повітря в гумовому виробництві

У гумовому виробництві процеси формування, змішування та обробки сировини супроводжуються використанням великої кількості хімічних речовин, що можуть стати джерелами забруднення довкілля. На стадії змішування до каучуку додають різноманітні добавки: сірку, прискорювачі вулканізації (наприклад, тіурам або меркаптобензотіазол), антиоксиданти,

пластифікатори, наповнювачі (включно з технічним вуглецем), мастила й фарбники. Ці компоненти або їх залишки можуть потрапляти до навколишнього середовища разом із відходами виробництва, неочищеними стоками, або внаслідок витоків і аварій. Особливу небезпеку становлять органічні розчинники, такі як бензол, толуол, ацетон, що є токсичними для живих організмів і мають високу міграційну здатність у ґрунтах і водах. Водойми зазнають забруднення насамперед через виробничі та побутові стічні води підприємств. Якщо очисні споруди не забезпечують достатнього ступеня очищення або повністю відсутні, у водні об'єкти можуть потрапляти хімічні домішки, завислі речовини, мікрочастинки гуми, а також біологічно стійкі полімери. Це спричиняє зниження прозорості води, зменшення рівня розчиненого кисню, загибель водної флори й фауни, а також біоаккумуляцію токсичних речовин у живих організмах. У довгостроковій перспективі це призводить до деградації цілих екосистем і може становити загрозу здоров'ю людини, якщо така вода використовується для пиття або зрошення.

Ґрунти зазнають забруднення відходами, що утворюються під час очищення обладнання, при випадкових витоках сировини або продуктів, а також у результаті неналежного зберігання промислових відходів. Утилізація твердих залишків виробництва гуми часто не регламентується належним чином, що призводить до захоронення полімерів і хімічно активних сполук у ґрунт без попередньої нейтралізації. Багато з цих сполук мають низьку біодеградабельність, можуть зберігатися у середовищі десятиліттями, поступово отруюючи ґрунтову біоту, погіршуючи фізико-хімічні властивості ґрунтів та знижуючи їх продуктивність. Особливо небезпечним є проникнення токсичних компонентів у ґрунтові води, що може унеможливити їх використання для пиття.

Сучасні технологічні процеси гумового виробництва передбачають кілька етапів, які мають потенційний ризик забруднення: підготовка сировини (розчинення, фільтрація), змішування

					<i>Пояснювальна записка</i>	<i>Арк.</i>
						14
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

(інтенсивне механічне перемішування з нагрівом), вулканізація (обробка високою температурою та тиском), формування виробів, охолодження, обробка поверхні та пакування. На кожному з цих етапів виникають побічні продукти й відходи. Якщо підприємство не має замкнутого циклу очищення, ці йі речовини виходять за межі виробництва і потрапляють у довкілля. Найбільш забруднювальні є старі підприємства з застарілим обладнанням і слабкими екологічними програмами.

Щоб зменшити негативний вплив гумового виробництва на водойми та ґрунти, використовують комплексні підходи до очищення і повторного використання ресурсів. Це включає фізико-хімічне очищення стічних вод (коагуляція, флотація, сорбція активованим вугіллям), біологічні методи (активаційні системи з аеробними бактеріями), переробку твердих відходів на вторинну сировину (наприклад, гумову крихту), а також впровадження замкнутих технологічних циклів. Важливо також встановлювати ефективні системи контролю витоків, герметизацію обладнання, ізоляцію небезпечних зон та постійний екологічний моніторинг довкілля навколо підприємства.

У гумовому виробництві повітряне середовище також зазнає значного антропогенного навантаження. Джерелами забруднення повітря є майже всі технологічні етапи: від підготовки сировини до завершальної обробки готових виробів. Найбільш шкідливими компонентами викидів є леткі органічні сполуки (ЛОС), включаючи бензол, толуол, ксилол, стирол, ацетон та інші розчинники, які широко використовуються у процесах очищення, розбавлення сировини, нанесення покриттів і клеїв. Ці речовини легко випаровуються, утворюють шкідливі аерозолі, які забруднюють повітря на території підприємства та навколо нього.

Особливу загрозу становлять газоподібні продукти термічної обробки, що утворюються під час вулканізації та нагрівання гумових сумішей. У повітря виділяються сірководень, оксиди сірки (SO₂), оксиди азоту (NO_x), аміак,

					<i>Пояснювальна записка</i>	<i>Арк.</i>
						15
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

формальдегід, а також продукти розпаду каучуку та прискорювачів. В умовах поганої вентиляції ці речовини створюють небезпечну атмосферу для працівників, а при виході за межі підприємства шкодять навколишньому середовищу, зокрема викликаючи закислення ґрунтів, подразнення слизових оболонок у людей і тварин, а також сприяючи утворенню фотохімічного смогу. Крім того, під час механічної обробки гуми (різання, шліфування, полірування) та при утилізації виробів або обрізків в повітря потрапляє значна кількість пилу, включаючи мікрочастинки каучуку, технічного вуглецю, сажі та інших наповнювачів. Ці частинки мають властивість довго зависати у повітрі та легко проникати в дихальні шляхи, що особливо небезпечно для здоров'я працівників виробництва.

Для зниження рівня забруднення повітря на гумових підприємствах впроваджують вентиляційні системи з локальними витяжками, фільтрацію відпрацьованого повітря (за допомогою гідрофільтрів, електрофільтрів, вугільних адсорберів), спалювання або конденсацію летких органічних речовин. Також застосовується герметизація обладнання, заміна шкідливих розчинників на менш токсичні аналоги та використання замкнених технологічних ліній. Важливу роль відіграє регулярний екологічний аудит і контроль за дотриманням гранично допустимих концентрацій у викидах.

ТОВ «Київгума»

					<i>Пояснювальна записка</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		16



Рис.2. ТОВ «Київгума»

1.4. Історія

На початку 1930-х років у Броварах створюється невелике підприємство з виробництва гумових виробів, основною метою якого було забезпечення промисловості й населення України необхідною продукцією з гуми. У той час виготовляли здебільшого прості технічні вироби для місцевих потреб. Підприємство було частиною загальної індустріалізації Радянського Союзу, коли активно створювали нові виробничі майданчики..

Після початку Великої Вітчизняної війни частину обладнання та працівників евакуювали у східні регіони СРСР. Виробничі приміщення підприємства зазнали значних руйнувань під час бойових дій. Випуск продукції був повністю припинений.

Одразу після закінчення війни розпочато роботи з відновлення підприємства. Працівники повертаються, починається відбудова цехів і пошук нового обладнання. Основний акцент робиться на відновленні виробництва необхідних товарів для господарського сектору країни.

Підприємство відновлює перший післявоєнний випуск продукції: гумові шланги, прокладки, елементи для сільськогосподарської техніки. Виробничі потужності ще обмежені, але обсяг продукції постійно зростає.

					<i>Пояснювальна записка</i>	Арк. 17
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

У 1950-ті роки "Київгума" активно відновлює виробничі потужності. Завод розширює свій асортимент: починає виготовляти медичні вироби, промислові деталі з гуми, товари для побуту. Це десятиліття стало періодом стабілізації і поступового технологічного розвитку. У ці роки підприємство впроваджує нові методи переробки гуми, зростає кількість працівників.

1960-ті роки принесли "Київгумі" новий етап розвитку - модернізацію виробничих ліній.

Встановлюються нові пресові машини, вдосконалюються рецептури гумових сумішей, що дозволяє підвищити якість продукції. У цей період підприємство починає виконувати державні замовлення великого масштабу, зокрема для оборонної та медичної промисловості.

У 1970-х роках підприємство стає одним із провідних виробників гумових виробів у Радянському Союзі. "Київгума" виходить на повний цикл виробництва: від переробки сировини до виготовлення готової продукції. Розширюється асортимент: виробляються рукавички, медичні джгути, шланги, прокладки, манжети, латексні вироби для медицини й харчової промисловості. Вироби активно експортуються в інші республіки СРСР.

У 1980-х роках завод зберігає високі темпи виробництва, але вже починають проявлятися ознаки старіння обладнання і технологій. Незважаючи на це, підприємство виконує великі обсяги замовлень. Водночас в СРСР починаються перші спроби економічних реформ (перебудова), що впливають і на діяльність "Київгуми": починається пошук шляхів підвищення ефективності виробництва та гнучкості управління.

Розпад СРСР став величезним викликом для "Київгуми". Підприємство втратило багато традиційних ринків збуту, виникла потреба в пошуку нових партнерів і замовлень. У 1994 році компанія була офіційно реорганізована в ТОВ "Київгума", що стало важливим етапом її переходу до ринкової економіки.

					<i>Пояснювальна записка</i>	<i>Арк.</i>
						18
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Підприємство робить перші кроки на шляху модернізації, починає працювати з іноземними постачальниками обладнання та технологій.

У XXI столітті "Київгума" зосередилася на підвищенні якості продукції відповідно до міжнародних стандартів. Було впроваджено системи управління якістю ISO 9001 та системи управління безпечністю продукції відповідно до ISO 13485 для медичних виробів. Асортимент підприємства охоплює понад 4 тисячі найменувань продукції: це медичні рукавички, латексні вироби, гумові технічні елементи для промисловості, побутові товари, засоби індивідуального захисту. "Київгума" активно працює над розробкою нових виробів, враховуючи потреби як українського, так і міжнародного ринків.

2010-ті роки: "Київгума" значно посилює свої позиції на ринку України та за кордоном. Впроваджуються нові технології виробництва, відкриваються сучасні лабораторії контролю якості. В цей період компанія укладає довгострокові контракти з європейськими партнерами, проходить сертифікацію продукції відповідно до стандартів Європейського Союзу. Також розширюється сегмент товарів для побуту, медицини, фармацевтики та промисловості.

2020-ті роки: нині "Київгума" - це сучасне, інноваційне підприємство з гнучкою структурою управління. Компанія постійно працює над оновленням продукції, підвищенням її безпечності й екологічності. Велика увага приділяється цифровізації процесів, автоматизації виробництва та логістики. Підприємство активно співпрацює із західними ринками та розвиває свій експортний потенціал, незважаючи на складні умови війни в Україні.

1.5. Основні відомості

					<i>Пояснювальна записка</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		19

ТОВ "Київгума" - провідне українське підприємство, що спеціалізується на виробництві широкого асортименту гумових, гумотехнічних, латексних, силіконових виробів, а також продукції з інших полімерних матеріалів. Компанія працює як на українському ринку, так і за кордоном, експортуючи продукцію до країн Європи, Азії та інших регіонів. Її діяльність охоплює як промисловий сектор, так і медичну сферу, а також товари для побутового використання.

Історія підприємства починається у 1930-х роках, коли воно було засноване у місті Києві. Після багатьох десятиліть діяльності, у зв'язку з розширенням виробництва, необхідністю модернізації обладнання та оптимізації логістики, керівництво компанії прийняло рішення про перенесення виробничих потужностей у м. Бровари Київської області. Новий завод було оснащено сучасним обладнанням, що дозволило значно підвищити якість продукції, збільшити обсяги виробництва та забезпечити відповідність міжнародним стандартам, зокрема ISO 9001.

Сьогодні "Київгума" виготовляє понад 3 000 найменувань продукції. Серед них — медичні вироби (катетери, медичні груші, турнікети, пробки для флаконів, елементи для апаратів), гумотехнічні вироби (ущільнювачі, прокладки, манжети, амортизатори), вироби з силікону, товари для харчової промисловості, побутові вироби, а також продукція, яка виготовляється за кресленнями або індивідуальними технічними умовами замовників(рис.3). Компанія активно впроваджує нові технології, проводить дослідження і розробки нових видів продукції.

					<i>Пояснювальна записка</i>	<i>Арк.</i>
						20
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

електрофільтри 14-15, де проходить очищення від твердої фази, та потім переходить на скрубери, де повітря очищується від газоподібних сумішей.

Виробництво здійснюється на сучасному устаткуванні, з використанням якісної сировини, яка закуповується як в Україні, так і в країнах Європейського Союзу. Підприємство має власну лабораторію для контролю якості, сертифіковану згідно з міжнародними вимогами.

ТОВ "Київгума" дотримується принципів соціальної відповідальності: забезпечує гідні умови праці для працівників, створює нові робочі місця у регіоні, підтримує екологічні ініціативи та дбає про зниження впливу на довкілля. Також компанія є надійним партнером для десятків українських та іноземних підприємств, що підтверджується багаторічною співпрацею.

1.6. Продукція



Рис.4. Виготовлення аптечок

					<i>Пояснювальна записка</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

1. Гумово-технічні вироби:

- Манжети ущільнювальні (гідравлічні, пневматичні)
- Прокладки різних форм і розмірів
- Ущільнювачі для трубопроводів
- Шланги гумові технічного призначення
- Амортизатори, втулки, підкладки
- Деталі для машин і механізмів

2. Медичні вироби:

- Джгути кровоспинні гумові
- Катетери урологічні гумові
- Грілки гумові медичні
- Рукавички медичні багаторазового використання
- Респіратори та елементи до медичних пристроїв

3. Побутові вироби:

- Господарські гумові рукавички
- Гумові килимки для ванних кімнат
- Вироби для саду та городу (наприклад, трубки, ущільнювачі)
- Гумові кришки для консервації

4. Латексні вироби:

- Латексні повітряні кульки (різних кольорів і форм)
- Латексні трубки і джгути для медичних і технічних потреб
- Спеціалізовані латексні вироби за замовленням

5. Інші вироби:

- Пломбувальні вироби
- Вакуумні присоски
- Комплектуючі до водопровідної та каналізаційної системи

1.7. Корпоративна відповідальність

					<i>Пояснювальна записка</i>	<i>Арк.</i>
						23
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Корпоративна відповідальність ТОВ «Київгума» є важливою складовою стратегії сталого розвитку підприємства, яка охоплює екологічні, соціальні, етичні та економічні аспекти діяльності. Компанія дотримується принципів прозорості, доброчесності, екологічної безпеки та соціального партнерства, що дозволяє не лише успішно функціонувати на ринку, але й відігравати активну роль у розвитку суспільства та охороні довкілля.

В екологічному напрямку ТОВ «Київгума» приділяє значну увагу зменшенню шкідливого впливу на довкілля. Підприємство використовує сучасне обладнання та технології, які відповідають європейським нормам екологічної безпеки. Виробничі процеси організовані з урахуванням вимог до утилізації відходів, очищення стічних вод та мінімізації викидів у атмосферу. Крім того, у 2020-х роках компанія здійснила модернізацію систем очищення, впровадила енергоощадні рішення та перехід на більш екологічні матеріали, що суттєво знизило рівень впливу на природу.

У соціальній сфері ТОВ «Київгума» виявляє постійну турботу про своїх працівників, забезпечуючи безпечні та гідні умови праці. Підприємство регулярно проводить навчання з техніки безпеки, охорони праці, професійної підготовки та підвищення кваліфікації персоналу. Працівникам надається медичне страхування, можливість кар'єрного зростання та соціальні гарантії. Компанія також бере активну участь у місцевих благодійних ініціативах - підтримує навчальні заклади, лікарні, дитячі садки, а під час пандемії COVID-19 надавала медичним закладам гумові вироби, зокрема захисні рукавички та комплектуючі.

ТОВ «Київгума» дотримується високих етичних стандартів у веденні бізнесу. Це означає чесне ставлення до клієнтів і партнерів, дотримання договірних зобов'язань, прозору звітність та боротьбу з корупцією. Компанія активно підтримує ідеї соціальної відповідальності в бізнесі, є учасником

					<i>Пояснювальна записка</i>	<i>Арк.</i>
						24
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

професійних галузевих асоціацій та слідкує за дотриманням прав людини у своїй діяльності та ланцюгах постачання.

В економічному аспекті «Київгума» інвестує у розвиток вітчизняного виробництва, створює робочі місця та забезпечує надходження до місцевого та державного бюджетів. Підприємство сприяє розвитку малого та середнього бізнесу, зокрема через співпрацю із постачальниками сировини та логістичними компаніями, які працюють в Україні.

Загалом, корпоративна відповідальність ТОВ «Київгума» проявляється у прагненні поєднати економічну ефективність із добробутом суспільства та охороною довкілля, що робить підприємство зразковим прикладом сучасного соціально орієнтованого виробника в Україні.

Для попередження нещасних випадків усі електроустановки проходять регулярні перевірки, заземлення та ізоляційні випробування. Персонал, який працює з електроустановками, має відповідну кваліфікацію. Заборонено працювати з відкритими електричними частинами без дозволу та інструктажу.

2. Технологічна схема очисних споруд м. Бровари

2.1. Загальновузлові каналізаційні очисні споруди

Загальновузлові каналізаційні очисні споруди м. Бровари — це інженерний комплекс, призначений для централізованого очищення побутових та виробничих стічних вод міста перед їхнім скиданням у навколишнє середовище. Ці споруди мають стратегічне значення для екологічної безпеки регіону, забезпечуючи зниження рівня забруднення водойм, охорону здоров'я населення та раціональне використання водних ресурсів.

Очисні споруди розташовані на околиці міста, в напрямку до села Красилівка, що дозволяє ефективно організувати транспортування стоків з усіх районів Броварів. До них підключені всі житлові масиви, промислові

					<i>Пояснювальна записка</i>	<i>Арк.</i>
						25
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

підприємства та комунальні об'єкти. Система каналізації міста включає розгалужену мережу трубопроводів, насосних станцій та колекторів, які транспортують стічні води на очисні споруди гравітаційним або напірним способом.

Основні етапи очищення стічних вод на загальновузлових спорудах включають механічну, біологічну та, в деяких випадках, хімічну очистку. Механічна очистка проводиться за допомогою решіток, пісколовок і відстійників, де з води видаляються тверді домішки, пісок і завислі речовини. Далі стоки надходять до біологічного блоку, який представлений аеротенками, де відбувається активна біоочистка за участю аеробних мікроорганізмів. Завдяки цьому видаляються органічні речовини та частково азот і фосфор.

У разі потреби застосовується додаткове знезараження очищених вод за допомогою хлору або ультрафіолетового опромінення, що дозволяє знищити патогенні мікроорганізми. Після завершення повного циклу очищення вода скидається в навколишнє середовище переважно у річку Трубіж, яка є притокою Дніпра. Осад, що утворюється під час очищення, проходить окрему обробку (ущільнення, стабілізацію, зневоднення), після чого або утилізується, або використовується як добриво в сільському господарстві, якщо відповідає екологічним нормам

Очисні споруди м. Бровари постійно модернізуються. В останні роки проводяться роботи з автоматизації процесів, впровадження енергоощадних технологій, реконструкції біофільтрів та оновлення насосного обладнання. Головна мета модернізацій — підвищення ефективності очищення, зниження енергоспоживання та приведення всіх параметрів роботи у відповідність до європейських екологічних стандартів.

Таким чином, загальновузлові очисні споруди Броварів - це складна, високотехнологічна система, яка забезпечує стабільне функціонування міської

					<i>Пояснювальна записка</i>	<i>Арк.</i>
						26
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

інфраструктури та збереження екології регіону. Їхня ефективна робота є запорукою чистого довкілля та здоров'я мешканців.

2.2. Загальна характеристика процесу очистки газових викидів

Загальна характеристика процесу очищення газових викидів

Очищення газових викидів - це сукупність технічних і технологічних дій, спрямованих на зменшення чи повне усунення шкідливих домішок у викидах, що надходять в атмосферу з джерел промислового, енергетичного, транспортного та комунального походження. Цей процес має важливе значення для охорони довкілля, здоров'я населення та дотримання екологічних норм і стандартів.

Газоподібні викиди можуть містити найрізноманітніші забруднюючі речовини: пил, аерозолі, важкі метали, діоксини, оксиди азоту та сірки, леткі органічні сполуки (ЛОС), вуглеводні, сполуки хлору, фтору, а також канцерогенні речовини. Залежно від складу забруднень, об'єму викидів, температури та інших характеристик, обирається відповідний спосіб очищення або їх комбінація.

Усі методи очищення газових викидів умовно поділяють на механічні, електричні, фізико-хімічні, хімічні та біологічні. Найчастіше на практиці застосовується комбінація кількох методів, щоб досягти максимальної ефективності.

1. Механічні методи очищення базуються на принципах інерції, сили тяжіння, відцентрової сили та фільтрації. До них належать:

.Гравітаційні камери - прості в конструкції пристрої, де великі частинки осідають під дією сили

тяжіння.

					<i>Пояснювальна записка</i>	<i>Арк.</i>
						27
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Циклони - використовують відцентрову силу для вилучення твердих частинок з потоку газу. Перевага - простота, надійність, низька вартість.

Фільтри (тканинні, керамічні, мішкові) — застосовуються для високоефективної фільтрації пилу до 99%. Однак мають обмеження по температурі та агресивності середовища.

2. Електричні методи включають електрофільтри (електростатичні осаджувачі), які використовують електростатичні сили для осадження дрібнодисперсного пилу та аерозолів. Це один з найефективніших методів очищення, здатний вловлювати частинки розміром до 0,01 мкм з ефективністю понад 99%. Недоліки - висока вартість і потреба в стабільному електроживленні.

3. Фізико-хімічні методи включають:

Абсорбцію - поглинання газоподібних забруднень рідиною (найчастіше водою або розчинами лугів, кислот). Застосовується для вилучення SO₂, HCl, NH₃ та інших газів.

Адсорбцію - поглинання речовин твердими матеріалами, наприклад, активованим вугіллям або цеолітами. Добре працює для органічних речовин, парів бензолу, формальдегіду тощо.

Конденсацію - перетворення парів у рідину шляхом охолодження або стиснення. Ефективна для вловлення цінних летких сполук.

Крекінг і каталітичне окислення — застосовуються для розкладу органічних сполук до менш шкідливих речовин (наприклад, до CO₂ та H₂O).

4. Хімічні методи передбачають хімічну взаємодію забрудників з реагентами. Зокрема, нейтралізація кислот лугами та навпаки, окислення або відновлення шкідливих речовин. Наприклад, оксиди сірки можуть бути нейтралізовані вапняним розчином з утворенням гіпсу.

5. Біологічні методи очищення базуються на здатності мікроорганізмів розкласти токсичні речовини. Найбільш поширені біофільтри, де забруднене повітря проходить через шар пористого матеріалу, заселеного мікробами.

					<i>Пояснювальна записка</i>	Арк.
						28
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Ефективні для очищення повітря від ЛОС, сірководню, аміаку та метану. Застосовуються переважно для малооб'ємних, але сильно забруднених потоків.

Окремо варто згадати системи очищення високотемпературних викидів, наприклад, в металургії чи цементній промисловості. Тут використовуються спеціальні теплообмінники, сухе або напівсухе поглинання, системи спалювання шкідливих газів у факельних установках або камерах допалювання.

Ефективність систем очищення залежить від правильної проектної розробки, регулярного

обслуговування та автоматичного контролю параметрів (температура, вологість, концентрація забруднень, швидкість потоку). Часто використовуються автоматизовані системи моніторингу викидів (CEMS), які забезпечують постійне спостереження та регулювання процесу.

Очищення газових викидів регламентується законодавчими нормами, зокрема, в Україні - Законом «Про охорону атмосферного повітря», ДСТУ та санітарними нормами. Усі підприємства з стаціонарними джерелами забруднення зобов'язані розробляти проекти гранично допустимих викидів (ГДВ), погоджувати їх з екологічними службами та дотримуватись умов дозволу на викиди. Ще одним важливим напрямом у сфері очищення газових викидів є утилізація та повторне використання вловлених речовин. Наприклад, у хімічній

промисловості уловлені розчинники можуть бути регенеровані та знову використані у виробничому циклі. У металургії — знешкоджений пил часто містить металеві сполуки, які можуть бути повернені до плавильного процесу. Це не лише зменшує навантаження на навколишнє середовище, а й має значний економічний ефект.

Інноваційні технології очищення також набирають популярності. Наприклад, плазмохімічне очищення базується на використанні низькотемпературної плазми для руйнування шкідливих сполук до нешкідливих

					<i>Пояснювальна записка</i>	<i>Арк.</i>
						29
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

компонентів. Цей метод є дуже перспективним для знешкодження складних органічних сполук, діоксинів, фуранів та хлорованих вуглеводнів.

Ще один напрям - фотокаталітичне очищення, яке передбачає використання ультрафіолетового світла та фотокаталізаторів (зазвичай діоксиду титану) для окислення шкідливих газів. Такий підхід не вимагає витратних реагентів і може застосовуватись для очищення малоконцентрованих забруднень у вентиляційних системах та побутових приміщеннях.

Зростає інтерес до мембранних технологій, що дозволяють розділяти газові суміші на основі селективної проникності через полімерні або керамічні мембрани. Мембранні системи ефективно виділяють CO₂, водень або леткі органічні речовини, особливо в умовах, де потрібна висока точність або малі об'єми очищення.

Окрему увагу варто приділити очищенню парникових газів, зокрема CO₂ та метану. Сучасна промисловість все активніше впроваджує технології вловлювання та зберігання вуглецю (CCS) або вловлювання та використання вуглецю (CCU). CCS передбачає збирання CO₂ з димових газів та його закачування у геологічні формації, наприклад, в виснажені нафтові родовища. Натомість CCU орієнтоване на використання CO₂ як сировини для виробництва палива, добрив, пластмас. Також варто зазначити роль правильного проектування вентиляційних та димових систем, які забезпечують ефективно транспортування газів до очисного обладнання. Порушення в цих системах може значно знизити ефективність навіть найкращих фільтраційних або адсорбційних установок.

Підсумовуючи, можна сказати, що очищення газових викидів - це складна система, яка охоплює багатоаспектні технології, правове регулювання, автоматизацію та інтеграцію з іншими елементами промислової інфраструктури. Ефективна система очищення - це не лише екологічна необхідність, а й конкурентна перевага для підприємств у сучасних умовах сталого розвитку.

					<i>Пояснювальна записка</i>	<i>Арк.</i>
						30
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

2.3. Принцип роботи циклону

Циклони знайшли найширше застосування для сухого очищення повітря від усіх видів пилу через простоту їх конструкції, експлуатаційну надійність та економічність. Коефіцієнт очищення звичайних циклонів досягає 97-98%, а покращених та модернізованих конструкцій на окремих видах пилу до 99% і вище.

Принцип роботи циклону заснований на здійсненні повітряним потоком обертального руху між концентрично розташованими циліндрами (рис. 4) та на використанні відцентрових сил для виділення пилу з потоку.

Ефективність очищення повітря від пилу в циклоні залежить від розміру та щільності частинок пилу, від вхідної швидкості або витрати повітря та від діаметра циклону. Чим більший розмір і щільність пилу, а також чим більша вхідна швидкість повітря в циклоні (але до певної межі), тим вища ефективність очищення.

Межа підвищення вхідної швидкості повітря в циклоні настає, коли подальше збільшення швидкості не підвищує швидкість радіального переміщення пилу V_r через зростання сил опору. Тому надмірне збільшення вхідної швидкості циклон вище оптимального значення призводить до погіршення ефективності очищення. Ефективність очищення збільшується із зменшенням діаметра циклону, тому при проектуванні слід застосовувати батарейні циклони малих діаметрів замість циклонів з більшими діаметрами. Одиночні циклони великих діаметрів застосовують тільки на великому пилу при аспірації обладнання, що працює на неочищеному зерні, наприклад, прийому зерна з залізниці або з автомобільного транспорту.

На підприємствах для зберігання та переробки зерна застосовують чотири типи циклонів. Перші три типи циклонів (ЦОЛ, 4БЦШ і ОТІ) мають тангенціально-гвинтові входи, а циклон УЦ – спірально-плоский вхід.

За формою циклони поділяють на циліндричні та конусні. За розмірами циклони називають одинарними великого діаметра (циклони ЦОЛ) і батарейними малого діаметра (4БЦШ, ОТІ та УЦ). Залежно від напрямку обертання повітряного потоку циклони бувають праві (потік обертається за годинниковою стрілкою) і ліві (потік обертається проти годинникової стрілки).

На зернопереробних підприємствах широко застосовують батарейні установки циклонів 4БЦШ, батарейні установки з циклонами УЦ при однорядному розташуванні 2УЦ, 3УЦ та 4УЦ та батарейні установки з циклонами УЦ при дворядному розташуванні 2 x 2УЦ, 2 x 3УЦ та 2 x 4УЦ.

Існуючі циклони не задовольняють повністю підвищеним сучасним вимогам до очищення повітря від пилу через недостатньо високу їх ефективність. Тому дуже важливими є дослідження, спрямовані на підвищення ефективності роботи існуючих циклонів, створення нових, більш ефективних циклонів та їх впровадження у виробництво.

На підприємствах харчової та зернопереробної промисловості експлуатуються більш ефективні модернізовані циклони (рис. 6).

2.4. Електрофільтр. Будова.

					<i>Пояснювальна записка</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		33

Електрофільтр - це пристрій для очищення газів від пилу та аерозольних частинок шляхом використання електричного поля. Він є ефективним засобом зниження викидів твердих частинок у промислових підприємствах, зокрема в металургії, енергетиці, хімічній та гумотехнічній промисловості. Принцип роботи електрофільтра полягає у тому, що забруднене газове повітря проходить через електростатичне поле, створене між коронуючими та осаджувальними електродами. Частинки пилу, проходячи через зону коронного розряду, заряджаються та під дією електричного поля переміщуються до осаджувальних електродів, де осідають.

Електрофільтри складаються з таких основних елементів: корпусу, системи електродів (коронуючих і осаджувальних), системи струмопостачання, ізоляторів, системи очищення осаджувальних електродів (молотки або вібратори), а також засобів автоматичного контролю та регулювання. Корпус зазвичай виконується з металу та герметизується для запобігання витоку газів.

Існує кілька типів електрофільтрів: сухі, мокрі та трубчасті. Сухі електрофільтри застосовуються найчастіше і призначені для збирання сухого пилу. Мокрі електрофільтри використовуються для уловлювання вологих або клейких частинок, які можуть змиватися водою. Трубчасті електрофільтри мають циліндричну форму і забезпечують кращу очистку при малій витраті газу. Завдяки своїй ефективності, електрофільтри широко застосовуються на підприємствах, де необхідне глибоке очищення викидних газів, зокрема для захисту довкілля та відповідності екологічним нормам.

					<i>Пояснювальна записка</i>	<i>Арк.</i>
						34
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

2.5.1. Існуюча технологічна схема

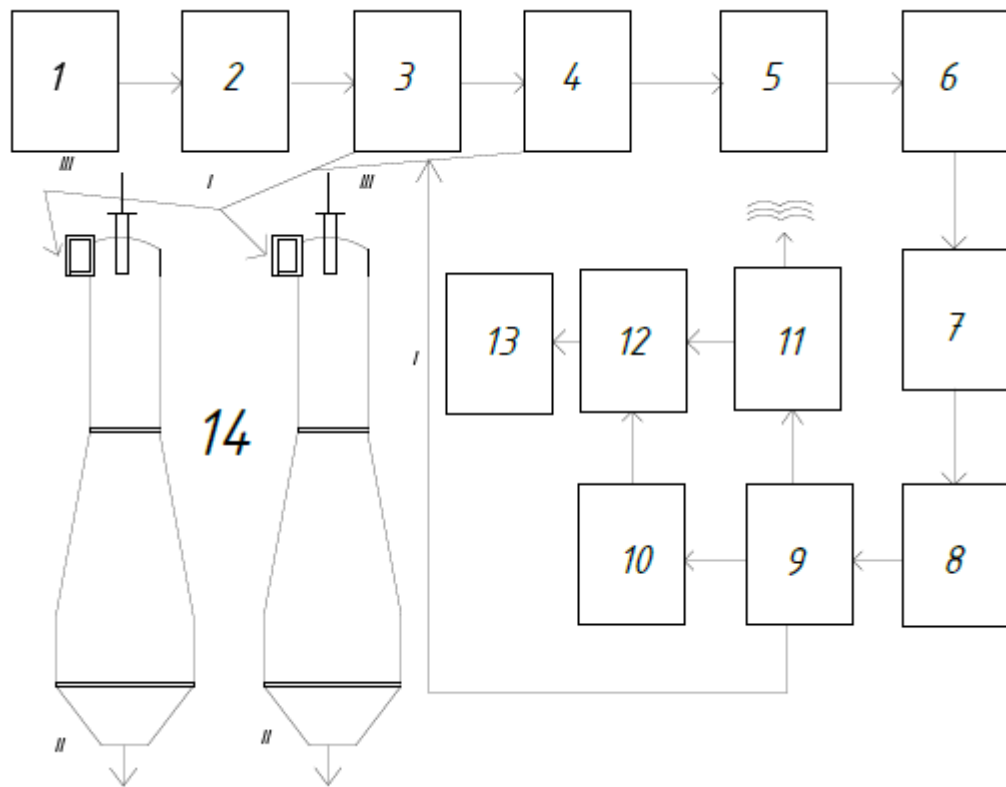


Рис.6. Існуюча технологічна схема: 1 – складування сировини; 2 – доставка сировини в виробничий цех; 3 – наважка сипучих інгредієнтів; 4 – змішування в гумозмішувачах; 5 – вальцювання на змішувальному вальці; 6 – доставка гумової суміші в виробничий цех; 7 – нарізка гумової суміші на смужки; 8 – формування виробу в екструдері; 9 – вулканізація гуми; 10 – обробка та шліфування виробу; 11 – скид технологічної води в міську каналізацію; 12 – маркування та пакування продукції; 13 – складування та відвантаження на склад; 14 – циклони; I – потік забрудненого повітря з гумозмішувача та вулканізації на очисні споруди, II – відділення твердої фази; III – вихід очищеного повітря.

На даній технологічній схемі показано процес виготовлення гумових виробів та очистка повітря від домішок, виділених при змішуванні гуми в гумозмішувачі та її вулканізації. Спочатку з складу сировина доставляється

на виробничий цех, де готується наважка сипучих інгредієнтів. Далі сировина та наважка поставляються в гумозмішувач. Всі домішки, що виділяються при приготуванні наважки та змішуванні в гумозмішувачі, захоплює вентиляція та поставляє на циклон для подальшого очищення. Після змішування гумова суміш поставляється на вальці, де вона розкатується та поставляється на нарізку суміші на смужки, звідки надходить в екструдер, де формується виріб. Після цього сирий виріб поставляється на вулканізацію, де з каучуку стає гумою. Всі домішки, що виділяються при вулканізації, вловлюються вентиляцією та разом з повітрям надходять на циклон. Після вулканізації йде скид технічних вод в міські каналізації, а виріб поставляється на остаточну обробку. Після обробки готовий продукт надходить на фасування та пакування та поставляється на склад.

В зв'язку з постійним підвищенням продуктивності виробництва дана технологічна схема застаріла через нестачу очисних споруд для ефективного очищення повітря від домішок. Тому було запропоновано модернізувати дану технологічну схему.

2.5.2. Модернізована технологічна схема.

					<i>Пояснювальна записка</i>	<i>Арк.</i>
						37
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Запропонована технологічна схема дозволить очищати повітря від газоподібних сумішей, а також в рази збільшити ефективність очищення повітря від твердої фази.

2.6. Розрахунок матеріального балансу

Витрата газу $V = 100000 \text{ м}^3/\text{год}$

Нормативне напрацювання год/рік котлом - 4000

Температура газу $t = 120^\circ\text{C}$

Склад димових газів(мг/м³)

Оксид цинку – 133;

Оксид заліза – 81;

Сажа технічна – 156;

Тальк – 152;

Пил неорганічний – 132;

Пил бавовняний – 52;

Кальцію карбонат – 41;

Диметилсульфід – 98;

Водень хлористий – 50;

Фториди газоподібні – 6;

Ангідрид сірчистий – 73;

Ефективність очищення газу в циклону = 70,96%;

Ефективність очищення газу в електрофільтрі = 69,08%;

Ефективність очищення газу в відцентровому скрубєрі = 80,08%;

Розраховуємо масу оксиду цинку за рік:

$M_{\text{ZnO}} = 133 * 4000 * 100000 = 53,2 \text{ т/рік}$

Розраховуємо кількість оксиду цинку після першого циклону:

$m_2 = 53,2 - 53,2 * 70,96\% = 15,44 \text{ т/рік}$

					<i>Пояснювальна записка</i>	Арк.
						39
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Розраховуємо кількість оксиду цинку після другого циклону:

$$m_3 = 15,44 - 15,44 * 70,96\% = 4,48 \text{ т/рік}$$

Розраховуємо кількість оксиду цинку після першого електрофільтру:

$$m_4 = 4,48 - 4,48 * 69,08\% = 1,38 \text{ т/рік}$$

Розраховуємо кількість оксиду цинку після другого електрофільтру:

$$m_5 = 1,38 - 1,38 * 69,08\% = 0,43 \text{ т/рік}$$

Цій масі відповідає концентрація оксиду цинку після очищення:

$$C_{\text{ZnO}}^I (0,43 * 10^9) / (100000 * 4000) = 1,075 \text{ мг/м}^3 < \text{ГДК} = 5 \text{ мг/м}^3, \text{ отже задовольняє}$$

норми ГДК і технологічну схему вибрано правильно.

Розраховуємо масу оксиду заліза за рік:

$$M_{\text{FeO}} = 81 * 4000 * 100000 = 32,4 \text{ т/рік}$$

Розраховуємо кількість оксиду заліза після першого циклону:

$$m_2 = 32,4 - 32,4 * 70,96\% = 9,41 \text{ т/рік}$$

Розраховуємо кількість оксиду заліза після другого циклону:

$$m_3 = 9,41 - 9,41 * 70,96\% = 2,73 \text{ т/рік}$$

Розраховуємо кількість оксиду заліза після першого електрофільтру:

$$m_4 = 2,73 - 2,73 * 69,08\% = 0,84 \text{ т/рік}$$

Розраховуємо кількість оксиду заліза після другого електрофільтру:

$$m_5 = 0,84 - 0,84 * 69,08\% = 0,26 \text{ т/рік}$$

Цій масі відповідає концентрація оксиду заліза після очищення:

$$C_{\text{FeO}}^I (0,26 * 10^9) / (100000 * 4000) = 0,65 \text{ мг/м}^3 < \text{ГДК} = 6 \text{ мг/м}^3, \text{ отже задовольняє}$$

норми ГДК і технологічну схему вибрано правильно.

Розраховуємо масу сажі за рік:

$$M_C = 156 * 4000 * 100000 = 62,4 \text{ т/рік}$$

Розраховуємо кількість сажі після першого циклону:

$$m_2 = 62,4 - 62,4 * 70,96\% = 18,12 \text{ т/рік}$$

Розраховуємо кількість сажі після другого циклону:

$$m_3 = 18,12 - 18,12 * 70,96\% = 5,26 \text{ т/рік}$$

					<i>Пояснювальна записка</i>	Арк.
						40
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Розраховуємо кількість сажі після першого електрофільтру:

$$m_4 = 5,26 - 5,26 * 69,08\% = 1,62 \text{ т/рік}$$

Розраховуємо кількість сажі після другого електрофільтру:

$$m_5 = 1,62 - 1,62 * 69,08\% = 0,5 \text{ т/рік}$$

Цій масі відповідає концентрація сажі після очищення:

$$C_c^I(0,5 * 10^9) / (100000 * 4000) = 1,25 \text{ мг/м}^3 < \text{ГДК} = 4 \text{ мг/м}^3, \text{ отже задовольняє норми ГДК і технологічну схему вибрано правильно.}$$

Розраховуємо масу тальку за рік:

$$M_T = 152 * 4000 * 100000 = 60,8 \text{ т/рік}$$

Розраховуємо кількість тальку після першого циклону:

$$m_2 = 60,8 - 60,8 * 70,96\% = 17,66 \text{ т/рік}$$

Розраховуємо кількість тальку після другого циклону:

$$m_3 = 17,66 - 17,66 * 70,96\% = 5,13 \text{ т/рік}$$

Розраховуємо кількість тальку після першого електрофільтру:

$$m_4 = 5,13 - 5,13 * 69,08\% = 1,59 \text{ т/рік}$$

Розраховуємо кількість тальку після другого електрофільтру:

$$m_5 = 1,59 - 1,59 * 69,08\% = 0,49 \text{ т/рік}$$

Цій масі відповідає концентрація тальку після очищення:

$$C_T^I(0,49 * 10^9) / (100000 * 4000) = 1,225 \text{ мг/м}^3 < \text{ГДК} = 2 \text{ мг/м}^3, \text{ отже задовольняє норми ГДК і технологічну схему вибрано правильно.}$$

Розраховуємо масу пилу неорганічного за рік:

$$M_{ПН} = 132 * 4000 * 100000 = 52,8 \text{ т/рік}$$

Розраховуємо кількість пилу неорганічного після першого циклону:

$$m_2 = 52,8 - 52,8 * 70,96\% = 15,33 \text{ т/рік}$$

Розраховуємо кількість пилу неорганічного після другого циклону:

$$m_3 = 15,33 - 15,33 * 70,96\% = 4,45 \text{ т/рік}$$

Розраховуємо кількість пилу неорганічного після першого електрофільтру:

$$m_4 = 4,45 - 4,45 * 69,08\% = 1,38 \text{ т/рік}$$

					<i>Пояснювальна записка</i>	<i>Арк.</i>
						41
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Розраховуємо кількість пилу неорганічного після другого електрофільтру:

$$m_5 = 1,38 - 1,38 * 69,08\% = 0,43 \text{ т/рік}$$

Цій масі відповідає концентрація пилу неорганічного після очищення:

$$C_{\text{ПН}}^I (0,43 * 10^9) / (100000 * 4000) = 1,075 \text{ мг/м}^3 < \text{ГДК} = 4 \text{ мг/м}^3, \text{ отже задовольняє}$$

норми ГДК і технологічну схему вибрано правильно.

Розраховуємо масу пилу бавовняного за рік:

$$M_{\text{ПБ}} = 52 * 4000 * 100000 = 20,8 \text{ т/рік}$$

Розраховуємо кількість пилу бавовняного після першого циклону:

$$m_2 = 20,8 - 20,8 * 70,96\% = 6,04 \text{ т/рік}$$

Розраховуємо кількість пилу бавовняного після другого циклону:

$$m_3 = 6,04 - 6,04 * 70,96\% = 1,75 \text{ т/рік}$$

Розраховуємо кількість пилу бавовняного після першого електрофільтру:

$$m_4 = 1,75 - 1,75 * 69,08\% = 0,54 \text{ т/рік}$$

Розраховуємо кількість пилу бавовняного після другого електрофільтру:

$$m_5 = 1,38 - 1,38 * 69,08\% = 0,167 \text{ т/рік}$$

Цій масі відповідає концентрація пилу бавовняного після очищення:

$$C_{\text{ПБ}}^I (0,167 * 10^9) / (100000 * 4000) = 0,4175 \text{ мг/м}^3 < \text{ГДК} = 3 \text{ мг/м}^3, \text{ отже задовольняє}$$

норми ГДК і технологічну схему вибрано правильно.

Розраховуємо масу кальцій карбонату за рік:

$$M_{\text{CaCO}_3} = 41 * 4000 * 100000 = 16,4 \text{ т/рік}$$

Розраховуємо кількість кальцій карбонату після першого циклону:

$$m_2 = 16,4 - 16,4 * 70,96\% = 4,76 \text{ т/рік}$$

Розраховуємо кількість кальцій карбонату після другого циклону:

$$m_3 = 4,76 - 4,76 * 70,96\% = 1,38 \text{ т/рік}$$

Розраховуємо кількість кальцій карбонату після першого електрофільтру:

$$m_4 = 1,38 - 1,38 * 69,08\% = 0,43 \text{ т/рік}$$

Розраховуємо кількість кальцій карбонату після другого електрофільтру:

$$m_5 = 0,43 - 0,43 * 69,08\% = 0,133 \text{ т/рік}$$

					<i>Пояснювальна записка</i>	Арк.
						42
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Цій масі відповідає концентрація кальцій карбонату після очищення:

$C_{CaCO_3}^I(0,133 \cdot 10^9)/(100000 \cdot 4000) = 0,3325 \text{ мг/м}^3 < \text{ГДК} = 6 \text{ мг/м}^3$, отже задовольняє норми ГДК і технологічну схему вибрано правильно.

Розраховуємо масу диметилсульфіду за рік:

$$M_D = 98 \cdot 4000 \cdot 100000 = 39,2 \text{ т/рік}$$

Розраховуємо кількість диметилсульфіду після першого скрубера:

$$m_1 = 39,2 - 39,2 \cdot 80,08\% = 7,8 \text{ т/рік}$$

Розраховуємо кількість диметилсульфіду після другого скрубера:

$$m_2 = 7,8 - 7,8 \cdot 80,08\% = 1,55 \text{ т/рік}$$

Цій масі відповідає концентрація диметилсульфіду після очищення:

$C_D^I(1,55 \cdot 10^9)/(100000 \cdot 4000) = 3,875 \text{ мг/м}^3 < \text{ГДК} = 10 \text{ мг/м}^3$, отже задовольняє норми ГДК і технологічну схему вибрано правильно.

Розраховуємо масу водню хлористого за рік:

$$M_{HCl} = 50 \cdot 4000 \cdot 100000 = 20 \text{ т/рік}$$

Розраховуємо кількість водню хлористого після першого скрубера:

$$m_1 = 20 - 20 \cdot 80,08\% = 3,98 \text{ т/рік}$$

Розраховуємо кількість водню хлористого після другого скрубера:

$$m_2 = 3,98 - 3,98 \cdot 80,08\% = 0,792 \text{ т/рік}$$

Цій масі відповідає концентрація водню хлористого після очищення:

$C_{HCl}^I(0,792 \cdot 10^9)/(100000 \cdot 4000) = 1,98 \text{ мг/м}^3 < \text{ГДК} = 5 \text{ мг/м}^3$, отже задовольняє норми ГДК і технологічну схему вибрано правильно.

Розраховуємо масу фторидів газоподібних за рік:

$$M_F = 6 \cdot 4000 \cdot 100000 = 2,4 \text{ т/рік}$$

Розраховуємо кількість фторидів газоподібних після першого скрубера:

$$m_1 = 2,4 - 2,4 \cdot 80,08\% = 0,48 \text{ т/рік}$$

Розраховуємо кількість фторидів газоподібних після другого скрубера:

$$m_2 = 0,48 - 0,48 \cdot 80,08\% = 0,096 \text{ т/рік}$$

Цій масі відповідає концентрація фторидів газоподібних після очищення:

					<i>Пояснювальна записка</i>	Арк.
						43
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

$C_{\text{ф}}^{\text{I}}(0,096 \cdot 10^9)/(100000 \cdot 4000) = 0,24 \text{ мг/м}^3 < \text{ГДК} = 0,5 \text{ мг/м}^3$, отже задовольняє норми ГДК і технологічну схему вибрано правильно.

Розраховуємо масу ангідриду сірчистого за рік:

$$M_{\text{H}_2\text{S}} = 73 \cdot 4000 \cdot 100000 = 29,2 \text{ т/рік}$$

Розраховуємо кількість ангідриду сірчистого після першого скрубера:

$$m_1 = 29,2 - 29,2 \cdot 80,08\% = 5,82 \text{ т/рік}$$

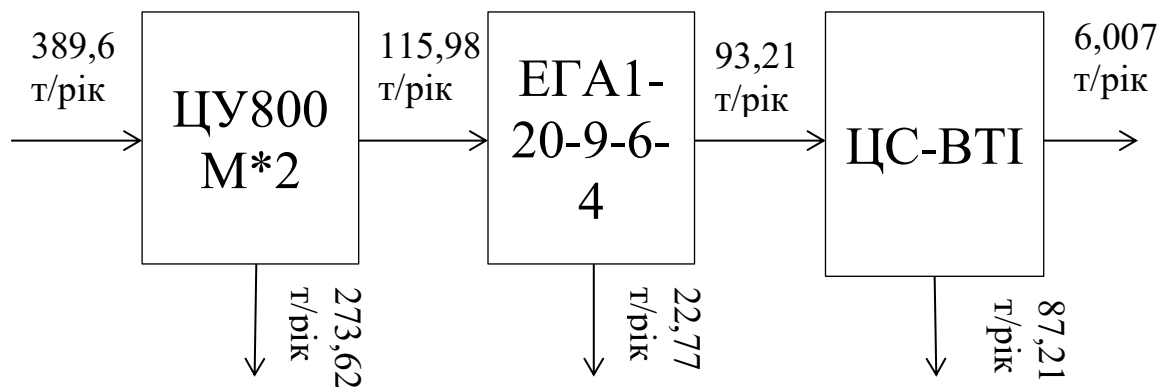
Розраховуємо кількість ангідриду сірчистого після другого скрубера:

$$m_2 = 5,82 - 5,82 \cdot 80,08\% = 1,159 \text{ т/рік}$$

Цій масі відповідає концентрація ангідриду сірчистого після очищення:

$C_{\text{H}_2\text{S}}^{\text{I}}(1,159 \cdot 10^9)/(100000 \cdot 4000) = 2,8975 \text{ мг/м}^3 < \text{ГДК} = 10 \text{ мг/м}^3$, отже задовольняє норми ГДК і технологічну схему вибрано правильно.

БЛОК-СХЕМА МАТЕРІАЛЬНОГО БАЛАНСУ



Таблиця 3. Ефективність очищення викидів ТОВ «Київгума»

№	Назва сполуки	Концентрація сполук до очисних споруд, мг/м ³	Концентрація сполук після очисних споруд, мг/м ³	Ефективність очищення, %	ГДК, мг/м ³
1	Оксид цинку	133,4	1,075	99,22	5
2	Оксид заліза	81,67	0,65	99,21	6
3	Сажа технічна	176	1,25	99,28	4
4	Тальк	152,6	1,225	99,18	2
5	Пил неорганічний	131,5	1,075	99,18	4
6	Пил бавовняний	52,6	0,4175	99,19	3
7	Кальцію карбонат	41	0,3325	99,19	6
8	Диметилсульфід	98	3,875	96,05	10
9	Водень хлористий	50	1,98	96,04	5
10	Фториди газоподібні	6	0,24	96	0,5
11	Ангідрид сірчистий	72,6	2,875	96,03	10

2.7. Розрахунок циклону

Вихідні дані:

Витрата газу $V = 100000 \text{ м}^3/\text{Год}$;

Концентрація твердої фази $C_T = 0,7687 \text{ г/м}^3$;

Щільність газу $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$;

Динамічна в'язкість газу $\mu = 15,28 \cdot 10^{-6} \text{ Н}\cdot\text{с/м}^2$;

Кількість циклонів $n = 2$;

Оптимальна швидкість газу в апараті $v_{\text{опт}} = 20 \text{ м/с}$.

Густина часток $= 2400 \text{ кг/м}^3$

Стандартне відхилення $\sigma = 3,5$

Медіанний діаметр $d_m = 15 \text{ мкм}$

Таблиця 4. Склад пилу в газі перед циклоном:

Дчасток, мкм	5	10	15	25	50
Фракційний вміст часток $\Phi_i, \%$	12	18	40	22	8

Розраховуємо необхідну площу перерізу циклону за формулою :

$$F = 100000 / (20 \cdot 3600) = 1,39 \text{ м}^2.$$

Визначаємо діаметр циклона, задаючись кількістю циклонів N :

$$D = \sqrt{(7,937 / 0,785 \cdot 2)} = 0,94 \text{ м}.$$

Округлюємо діаметр циклона до 0,9 м.

Обчислюємо дійсну швидкість газу в групі циклонів за формулою :

$$N = 100000 / (3600 \cdot 0,785 \cdot 2 \cdot 0,9^2) = 21,84 \text{ м/с}.$$

Швидкість в циклоні не повинна відхилятися більш ніж на 15 %

x	0,07	0,32	0,55	0,83	1,23
Φ(x)	0,0558	0,251	0,4177	0,5935	0,7813
η, %	52,79	62,55	70,89	79,68	89,07

Тоді загальна ефективність очищення газу від пилу по залежності від фракційного вмісту часток:

$$N = (52,79 \cdot 12 + 62,55 \cdot 18 + 70,89 \cdot 40 + 79,68 \cdot 22 + 89,07 \cdot 8) / 100 = 70,6\%$$

2.8. Розрахунок електрофільтру

Вхідні параметри:

Витрата газу $V = 100000 \text{ м}^3/\text{год}$

Температура газу $t = 120^\circ\text{C}$

Концентрація твердої фази $C_T = 0,226 \text{ г/м}^3$

Розрідження газу в електрофільтрі $P_e = 2000 \text{ Па}$

Склад газу: $C_{\text{пов}} = 100\%$

Робоча максимальна напруга $U = 80000 \text{ В}$

Визначаємо щільність газу при умовах $t = 0^\circ\text{C}$, $P = 0,101 \text{ МПа}$:

$$\rho_T = 0,01(100 \cdot 1,293) = 1,293 \text{ кг/м}^3$$

Тоді щільність газу при робочих умовах:

$$\rho_T = 1,293(273 \cdot (101,3 \cdot 10^3 - 2000)) / ((273 + 120) \cdot 101,3 \cdot 10^3) = 0,881 \text{ кг/м}^3$$

Витрата газу при робочих умовах:

$$V_T = (100000 \cdot 1,293) / (3600 \cdot 0,881) = 40,76 \text{ м}^3/\text{с}$$

Приймемо $v = 1 \text{ м/с}$. Тоді необхідна площа поперечного перерізу активної зони електрофільтру:

$$F = 40,76 / 1 = 40,76 \text{ м}^2.$$

Фактична швидкість в газовому полі апарату:

$$v_{\phi} = 40,76/49 = 0,83 \text{ м/с}$$

Визначаємо відносну щільність газу β при стандартних умовах ($t = 20^{\circ}\text{C}$, $P = 0,101 \text{ МПа}$)

$$\beta = ((273 + 20) * (101,3 * 10^3 - 2000))/((273 + 120) * 101 * 10^3) = 0,73$$

Тоді критична напруженість електричного поля, при якій виникає коронний розряд:

$$E_{\text{кр}} = 3,04(0,73 + 0,0311\sqrt{0,73/0,001}) * 10^6 = 4,77 * 10^6 \text{ В/м}$$

Критична напруга корони для пластинчатого електрофільтру:

$$U_{\text{кр}} = 4,77 * 10^6 * 0,001((3,14 * 0,125)/0,18 - 2,3\lg(2 * 3,14 * 0,001)/0,18) = 26,3 * 10^3 \text{ В}$$

Лінійна щільність струму корони:

$$I_0 = (4 * 3,14^2 * 2,1 * 10^{-4} * 0,055)/(9 * 10^{10} * 0,18^2 * ((3,14 * 0,125)/0,18 - 2,3\lg(2 * 3,14 * 0,001)/0,18)) * 80 * 10^3 * (80 * 10^3 - 26,3 * 10^3) = 0,12 * 10^{-3} \text{ А/м}$$

Напруженість електричного поля:

$$E = \sqrt{((8 * 0,12 * 10^3 * 0,125)/(4 * 3,14 * 2,1 * 10^{-4} * 8,85 * 10^{-12} * 0,18))} = 1,69 * 10^5 \text{ В/м}$$

В'язкість компонентів газу при робочих умовах в залежності від температури:

$$\begin{aligned} \mu_{\text{повітря}} &= 18,27 * 10^{-6} * (291,15 + 120)/(120 + 273 + 120) * ((120 + 273)/291,15)^{3/2} \\ &= 23 * 10^{-6} \text{ Па*с} \end{aligned}$$

Визначаємо в'язкість суміші компонентів газу при робочих умовах:

$$\mu_r = 0,01 * 10^{-6} (100 * 23) = 23 * 10^{-6} \text{ Па/с}$$

Знаходимо питому поверхню осадження:

$$f = 5660/40,76 = 138 \text{ м}^2 * \text{с} * \text{м}^3$$

Швидкість дрейфу часток:

					<i>Пояснювальна записка</i>	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$w=(0,059 * 10^{-10} * (1,69 * 10^5)^2 * d_{\text{ч}})/(23 * 10^{-6})=0,73*10^4*d_{\text{ч}}$$

Для часток з заданим діаметром:

$$w_1=0,73*10^4*0,25*10^{-6}=0,18*10^{-2} \text{ м/с}$$

$$w_2=0,73*10^4*0,4*10^{-6}=0,29*10^{-2} \text{ м/с}$$

$$w_3=0,73*10^4*0,63*10^{-6}=0,46*10^{-2} \text{ м/с}$$

$$w_4=0,73*10^4*1*10^{-6}=0,73*10^{-2} \text{ м/с}$$

$$w_5=0,73*10^4*1,6*10^{-6}=1,17*10^{-2} \text{ м/с}$$

$$w_6=0,73*10^4*2,5*10^{-6}=1,83*10^{-2} \text{ м/с}$$

$$w_7=0,73*10^4*4*10^{-6}=2,92*10^{-2} \text{ м/с}$$

Фракційний коефіцієнт очищення:

$$h_1=(1-e^{-235*0,18*10^2})*100=35\%$$

$$h_2=(1-e^{-235*0,29*10^2})*100=49\%$$

$$h_3=(1-e^{-235*0,46*10^2})*100=66\%$$

$$h_4=(1-e^{-235*0,73*10^2})*100=82\%$$

$$h_5=(1-e^{-235*1,17*10^2})*100=93,6\%$$

$$h_6=(1-e^{-235*1,83*10^2})*100=98,6\%$$

$$h_7=(1-e^{-235*2,92*10^2})*100=99,8\%$$

Загальний коефіцієнт очищення газу від пилу в електрофільтрі:

$$h=0,01*(35*6+49*7,4+66*49+82*15+93,6*11+98,6*5,4+99,8*3,1)=69,08\%$$

2.9. Розрахунок відцентрового скрубера

Вхідні параметри:

Витрата газу $V = 100000 \text{ м}^3/\text{год}$

Температура газу $t = 120^\circ\text{C}$

Концентрація газоподібних сумішей $C_{\text{пилу}} = 0,2313 \text{ г/м}^3$

Вибираємо $n=2$ працюючих скрубєрів, розрахованих на витрату $3,55 \text{ м}^3/\text{с}$

кожен

					<i>Пояснювальна записка</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Щільність газу при робочих умовах:

$$\rho = (1,293 \cdot 273) / (273 + 120) = 0,89 \text{ кг/м}^3$$

Тоді витрата газів в кожному скрубєрі:

$$V_{\Gamma} = (27,78 \cdot 1,293) / (2 \cdot 0,89) = 19,81 \text{ м}^3/\text{с}$$

За витратою газу в скрубєрі приймаємо його діаметр $D=3 \text{ м}$, $H=5,75 \text{ м}$.

Швидкість газу у вхідному патрубку:

$$w_{\text{вх}} = (3,9 \cdot 20,18) / (0,785 \cdot 3^2) = 11,09 \text{ м/с}$$

Швидкість витання часток, см/с	0-0,5	0,5-2	2-5	5-10	10-15	15-20	>20
Фракційний вміст часток, %	20	20	18,5	13,5	7,5	6	14,5

Коефіцієнт очищення скрубєра діаметром 1 м при швидкості газу 19,81 м/с:

$$\eta = (81,4 \cdot 20 + 88,2 \cdot 20 + 91,5 \cdot 18,5 + 93,2 \cdot 13,5 + 94,5 \cdot 7,5 + 95,8 \cdot 6 + 99 \cdot 14,5) / 100 = 90,62\%$$

Коефіцієнт очищення в скрубєрі діаметром 3 м:

$$\eta = 100 - (100 - 88,5) \sqrt[3]{3} = 80,08\%$$

3. БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА

3.1. Опис об'ємно-планувального вирішення будівлі

Одноповерхова однопрогонна будівля розмірами 12000*30000 мм, промислова. Біля торців будівлі колони зміщують всередину будівлі на 500мм для зручності оформлення кутів будівлі стандартними огорожуючими конструкціями. Через кожні 6 метрів по поздовжній та поперечній осі встановлюють колони фахверку.

3.2. Конструктивне вирішення будівлі

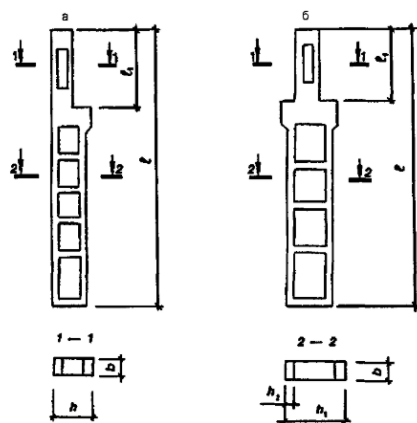
Було обрано наступні конструктивні рішення для будівлі:

Фундамент під двогілкові колони – стовповий залізобетонний стаканного типу, 2100*2100 мм(рис.1.4);

Фундамент під колони фахверку – стовповий залізобетонний стаканного типу, 900*900 мм(рис.1.4);

В якості колон для поздовжніх осей були обрані двогілкові з кроком 12000 мм та колони фахверку з кроком 6000 мм після двогілкових(рис. 8);

В якості колон для поперечних осей були обрані двогілкові колони з боків та 4 колони фахверку з кроком 6000 мм(рис. 8);



а – колона для крайніх рядів; б – колона для середніх рядів

Рис.8. Двогілкові колони для одноповерхових будівель.

					Пояснювальна записка	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

загрози для працівників підприємства. Для забезпечення безпеки та здоров'я персоналу важливо вчасно ідентифікувати ці небезпеки та вживати відповідних заходів захисту.

Хімічна небезпека

У виробничому процесі ТОВ «Київгума» застосовуються різноманітні хімічні речовини, такі як натуральний та синтетичний каучук, сірка, сажа, пластифікатори, антиоксиданти, прискорювачі вулканізації, клеї та розчинники. Ці речовини можуть бути токсичними, вибухонебезпечними, викликати подразнення шкіри, слизових оболонок або спричиняти хронічні отруєння при тривалому контакті.

Основні загрози пов'язані з можливим потраплянням шкідливих речовин у повітря робочої зони, де вони можуть потрапляти в організм через дихальні шляхи або шкіру. Особливо небезпечні леткі органічні речовини, які можуть накопичуватись у приміщенні за недостатньої вентиляції.

Для зменшення хімічної небезпеки використовуються місцева витяжна вентиляція, регулярний контроль повітря на вміст шкідливих речовин, а також індивідуальні засоби захисту — респіратори, рукавички, захисні окуляри та спецодяг. Працівники проходять обов'язкове навчання з правил поводження з хімічними речовинами та дій у разі аварійного розливу.

Підвищена температура та гарячі поверхні

Процеси вулканізації гуми проходять за високих температур, що сягають 150–200 °С. Використовується обладнання з нагрівальними елементами, автоклави, парові установки та прес-форми, які становлять потенційну небезпеку для працівників при необережному контакті.

					<i>Пояснювальна записка</i>	<i>Арк.</i>
						54
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Найбільший ризик пов'язаний з опіками, які можуть виникнути при дотику до гарячих поверхонь або при витоку пари. Крім того, тривале перебування в умовах підвищеної температури може призводити до перегрівання організму та погіршення самопочуття працівника.

Для запобігання травматизму встановлюється термоізоляція обладнання, огорожувальні конструкції, знаки попередження. Працівники зобов'язані носити вогнетривкий спецодяг, термостійкі рукавиці, головні убори. Регламентується тривалість перебування біля гарячого обладнання з обов'язковими перервами на охолодження.

Шумове навантаження

У цехах, де розташовані змішувачі, вальці, преси, вентилятори та компресори, рівень шуму може перевищувати гранично допустимі норми. Тривалий вплив високого шуму на організм призводить до погіршення слуху, стресових станів, порушення сну та серцево-судинної системи.

Для зниження рівня шуму обладнання встановлюється на вібропоглинаючі основи, застосовуються звукопоглинальні матеріали в стінах та перегородках. Працівникам, які постійно працюють у зонах підвищеного шуму, видаються захисні навушники або вкладиші. Проводяться періодичні вимірювання шумового фону та медичні огляди працівників.

Механічні небезпеки

На підприємстві широко використовуються механізми з рухомими частинами — змішувальні машини, конвеєри, гідравлічні преси, ножі, вальці. Вони становлять ризик травмування кінцівок, здавлювання, порізів або затягування працівника в механізм.

					<i>Пояснювальна записка</i>	<i>Арк.</i>
						55
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Основними причинами нещасних випадків є порушення правил безпеки, відсутність або несправність огорожень, спроби ручного втручання під час роботи обладнання. Для мінімізації ризику усі небезпечні частини машин оснащуються захисними кожухами, блокувальними системами, а персонал проходить інструктаж з безпечного користування технікою.

Пилова небезпека

У процесі дозування та перемішування компонентів гумової суміші утворюється значна кількість промислового пилу, особливо в зоні роботи з технічною сажею, крейдою, каучуком. Пил може викликати хронічні захворювання дихальної системи, алергії та подразнення слизових оболонок.

Для захисту використовуються аспіраційні системи, які видаляють пил безпосередньо з місця його утворення. Робочі місця обладнуються витяжними шафами, працівникам видаються респіратори. Також проводиться вологе прибирання приміщень та санітарно-гігієнічний контроль.

Пожежна небезпека

Через наявність горючих матеріалів, мастил, розчинників, а також високих температур існує ризик виникнення пожеж. Особливо небезпечними є зони зберігання хімічних речовин та цехи вулканізації.

Для зниження пожежної небезпеки на підприємстві розроблена система протипожежного захисту: встановлено вогнегасники, пожежні шафи, сигналізація та системи оповіщення. Проводяться навчання та тренування з евакуації, розроблено плани дій у разі виникнення пожежі.

Електрична небезпека

					<i>Пояснювальна записка</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		56

Більшість обладнання на підприємстві працює від електромережі, що створює ризик ураження електричним струмом при несправності, порушенні ізоляції або неправильному обслуговуванні обладнання.

Для попередження нещасних випадків усі електроустановки проходять регулярні перевірки, заземлення та ізоляційні випробування. Персонал, який працює з електроустановками, має відповідну кваліфікацію. Заборонено працювати з відкритими електричними частинами без дозволу та інструктажу.

					<i>Пояснювальна записка</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		57

ВИСНОВКИ

У процесі написання диплому було досягнуто основної мети – ознайомлення з технологічною схемою виробництва, її детальним аналізом та пропонуванням модифікованої технологічної схеми. Особливу увагу було приділено питанням екологічної безпеки, зокрема – способам зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Було розглянуто склад і джерела шкідливих викидів, а також засоби їх усунення, серед яких – механічні, хімічні та фізико-хімічні методи очищення.

За результатами розрахунків, ефективність очищення повітря циклоном склала 70,6%; електрофільтром – 69,08%; скруббером – 80,08%. Було проведено розрахунки матеріального балансу та ефективності утилізації домішок. Середня ефективність очищення повітря від твердої фази склала 99,2%, а від газоподібних сумішей – 96,45%. Було проведено аналіз концентрації твердої фази та газоподібних сумішей після очисних споруд та порівняння значень з ГДК. Жодна з сполук не перевищила ГДК, а отже технологічну схему було обрано правильно.

					<i>Пояснювальна записка</i>	<i>Арк.</i>
						58
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ЛІТЕРАТУРА

1. Запольський А. К. Основи екології / А. К. Запольський. – К. : Лібра, 2011. – 328 с.
2. Астрелін І. М., Мішкова-Клименко М. А. Фізико-хімічні основи технології очищення вод / І. М. Астрелін, М. А. Мішкова-Клименко. – К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 456 с.
3. Кучерук Д. І., Сидоренко С. І. Промислова екологія : навч. посіб. / Д. І. Кучерук, С. І. Сидоренко. – Харків : ХНУРЕ, 2020. – 290 с.
4. Личутина Т. Ф., Мискевич І. В., Бровко О. С., Гусакова М. А. Оптимізація нормування скидів стічних вод підприємств ЦБП у водотоки / Т. Ф. Личутина та ін. – Обухів, 2015. – 365 с.
5. ДСТУ ISO 14001:2015. Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосування. – [Чинний від 01.10.2015]. – К. : Держспоживстандарт України, 2015. – 42 с.
6. Про охорону атмосферного повітря : Закон України від 16.10.1992 № 2707-ХІІ // Відомості Верховної Ради України. – 1992. – № 48. – Ст. 650.
7. Наказ Мінприроди України «Про затвердження Інструкції з контролю викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря» № 52 від 10.02.1995 р.
8. ТОВ «Київгума» : <https://kyivguma.ua>
9. Українська асоціація підприємств легкої промисловості: <https://ukrlegprom.org>

					Пояснювальна записка	Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Форма	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка		
				<u>Документація</u>				
<i>A1</i>				<u>Модифікована технологічна</u>				
		<i>1</i>		Склад сировини	<i>1</i>			
		<i>2</i>		Гумозмішувач	<i>2</i>			
		<i>3</i>		Вальці	<i>2</i>			
		<i>4</i>		Виробничий цех	<i>1</i>			
		<i>5</i>		Екструдер	<i>2</i>			
		<i>6</i>		Преси для вулканізації	<i>3</i>			
		<i>7</i>		Циклон	<i>2</i>			
		<i>8</i>		Електрофільтр	<i>2</i>			
		<i>9</i>		Скрубер	<i>2</i>			
				<u>Потоки</u>				
		<i>I</i>		Подача повітря на циклони				
		<i>II</i>		Відхід твердої фази				
		<i>III</i>		Подача повітря на				
		<i>IV</i>		Відхід твердої фази				
		<i>V</i>		Подача повітря на скрубери				
		<i>VI</i>		Відхід газів на утилізацію				
		<i>VII</i>		Вихід очищеного повітря				
				<i>ЛЕ-1116</i>				
<i>Зм</i>	<i>А</i>	<i>№ докум</i>	<i>Під</i>	<i>Пат</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Сакаєв Р.В.</i>			<i>Експлікація до технологічної схеми</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арку</i>	
<i>Перев.</i>		<i>Радовенчик В.М.</i>						
<i>Н конт</i>						<i>НТУУ «КПІ» ІХФ</i>		
<i>Затв</i>		<i>Радовенчик В.М.</i>				<i>ЛЕ-11</i>		

