

Міністерство освіти і науки України  
Український державний університет науки і технологій

Навчально-науковий інститут  
«Український державний хіміко-технологічний університет»

(назва навчально-наукового інституту)

Факультет харчових та хімічних технологій

(повна назва факультету)

Кафедра технологій палив, полімерних та поліграфічних матеріалів

(повна назва кафедри)

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
**до дипломного проєкту (роботи)**

бакалавр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: Проєкт підготовчого цеху заводу ГТВ з виробництва  
38,28 тисяч тон у рік гумових сумішей для виробництва  
неформових ущільнювачів

Виконав: студент 4 курсу, групи 4ХТ6

Напряму підготовки (спеціальності)

161 Хімічні технології та інженерія

(шифр і назва напряму підготовки (професійна спрямованість)  
спеціальності)

ДЕМ'ЯНЕНКО В.О.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Керівник

ВАЩЕНКО Ю.М.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент

Баштаник П.І.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Дніпро - 2026 року

Український державний університет науки і технологій

(повне найменування вищого навчального закладу)

Навчально-науковий інститут

«Український державний хіміко-технологічний університет»

(назва навчально-наукового інституту)

Факультет, відділення харчових та хімічних технологій

Кафедра технологій палив, полімерних та поліграфічних матеріалів

Освітній рівень бакалавр

Спеціальність 161- хімічні технології та інженерія

(код і назва)

Освітня програма хімічні технології та інженерія

(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри ТПП та ПМ

Костянтин СУХИЙ

" \_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2026 року

**ЗАВДАННЯ  
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ**

**ДЕМ'ЯНЕНКО ВІКТОРІЇ ОЛЕГІВНІ**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проект підготовчого цеху заводу ГТВ з виробництва 38,28 тисяч тон у рік гумових сумішей для виробництва неформових ущільнювачів

Керівник проекту **Ващенко Юрій Миколайович, д.т.н., професор**

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

затверджена наказом по університету від "02\_\_" березня 2026 р. № 77-ст

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Потужність виробництва Асортимент неформових ущільнювачів. Дані базового підприємства, матеріали з нової техніки, регламенти, звіти та інша документація

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. 1 Загальна частина 2. Технологічна частина 3. Контроль та керування технологічним процесом виготовлення гумових сумішей 4. Охорона праці 5. Техніко-економічні розрахунки. Висновки. Перелік джерел посилань.

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

1. Технологічна схема виготовлення гумових сумішей 2,3 План розташування обладнання. 4. Системи транспортування каучуків та хімікатів

## 6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Вступ. Загальна частина	Проф. Ващенко Ю.М.		
Технологічна частина	Проф. Ващенко Ю.М.		
Контроль та керування технологічним процесом виготовлення гумових сумішей	Проф. Ващенко Ю.М.		
Охорона праці	Проф. Ващенко Ю.М.		
Техніко-економічні розрахунки	Проф. Ващенко Ю.М.		

7. Дата видачі завдання 10 березня 2026 р

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1	Вступ. Загальна частина	11 квітня – 15 травня 2026 р.	
2	Технологічна частина	17 квітня – 11 травня 2026 р.	
3	Контроль та керування технологічним процесом виготовлення гумових сумішей	11 травня – 15 травня 2026 р.	
4	Охорона праці	15 травня – 18 травня 2026 р.	
5	Техніко-економічні розрахунки	18 травня – 20 травня 2026 р.	
6	Графічна частина	21 травня – 26 травня 2026 р.	
7	Оформлення дипломного проєкту	27 травня – 1 червня 2026 р.	
8	Подання дипломного проєкту на кафедру	2 червня 2026 р.	
9	Підготовка до захисту	2 червня – 12 червня 2026 р.	
10	Захист дипломного проєкту	12 червня 2026 р.	

Студент

Вікторія ДЕМ'ЯНЕНКО  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)

Юрій ВАЩЕНКО  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка : 82 с., 12 рис., 33 табл., 21 літературне джерело.

ГУМОВА СУМІШ, ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗМІШУВАННЯ, НЕФОРМОВІ УЩІЛЬНЮВАЧІ, ОХОРОНА ПРАЦІ, СИРОВИНА, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС.

Об'єкт дослідження – технологія виробництва гумових сумішей.

Мета роботи – проєкт підготовчого цеху заводу з виробництва неформових ущільнювачів.

У загальній частині дипломного проєкту надано стислу характеристику неформових ущільнювачів, їх основні види та гарантійний термін експлуатації. Також приведено характеристику основної сировини для виготовлення гумових сумішей.

У технологічній частині обґрунтовано склад гумових сумішей для виготовлення неформових ущільнювачів, проведено вибір та обґрунтування технологічного процесу виготовлення гумових сумішей. Розраховано матеріальний баланс виробництва, наведено вибір і розрахунок кількості основного технологічного обладнання, здійснено розрахунок бункерів і вибір вагів для наважування інгредієнтів гумових сумішей, розрахунок складів для зберігання інгредієнтів. Представлено контроль та керування технологічним процесом виготовлення гумових сумішей.

Наведено заходи з охорони праці та представлено техніко-економічні показники обраного технологічного процесу.

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>				
<i>Розроб.</i>		Дем'яненко В.О			Проект підготовчого цеху заводу ГТВ з виробництва 38,28 тисяч тон у рік гумових сумішей для виробництва неформових ущільнювачів	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		Ващенко Ю.М					4	
<i>Керівник</i>		Ващенко Ю.М				УДУНТ ННІ УДХТУ, каф. ТПП та ПМ		
<i>Н. Контр.</i>		Ващенко Ю.М						
<i>Затверд.</i>		Сухий К.М.						



## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА .....	10
1.1 Стисла характеристика готових неформових виробів .....	10
1.2 Характеристика основної сировини для виготовлення гумових сумішей .....	13
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА .....	16
2.1 Вибір та обґрунтування рецептур гумових сумішей.....	16
2.1.1 Обґрунтування рецептури гумової суміші для виготовлення неформових ущільнювачів типу 6190.....	17
2.1.2 Обґрунтування рецептури гумової суміші для виготовлення неформових ущільнювачів типу 2682.....	29
2.2 Матеріальний баланс.....	31
2.3 Розрахунок необхідної кількості технологічного обладнання .....	35
2.4 Розрахунок бункерів. Вибір вагів.....	37
2.5 Розрахунок складів.....	43
2.6 Вибір, обґрунтування та опис технологічного процесу виготовлення гумових сумішей .....	47
2.6.1 Підготовка, транспортування, розважування та подача у гумозмішувач каучуків .....	48
2.6.2 Підготовка, транспортування, розважування та подача у гумозмішувач технічного вуглецю .....	50
3 КОНТРОЛЬ ТА КЕРУВАННЯ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ ЗМІШУВАННЯ.....	62
4 ОХОРОНА ПРАЦІ .....	66
5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ .....	74
ВИСНОВКИ .....	77
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ .....	79
ДОДАТОК А .....	81
ДОДАТОК Б.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>				
<i>Розроб.</i>		Дем'яненко В.О			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>	
<i>Перевір.</i>		Ващенко Ю.М				7		
<i>Керівник</i>		Ващенко Ю.М			УДУНТ ННІ УДХТУ, каф. ТПП та ПМ			
<i>Н. Контр.</i>		Ващенко Ю.М						
<i>Затверд.</i>		Сухий К.М.						
					Проект підготовчого цеху заводу ГТВ з виробництва 38,28 тисяч тон у рік гумових сумішей для виробництва неформових ущільнювачів			

## ВСТУП

Широке застосування гуми у різних галузях господарства та побуті визначили її унікальні конструкційні властивості. Так, за рівнем розвитку гумової промисловості у країні можна робити висновки про стан її важкої промисловості в цілому [1].

До гумової промисловості відносять виробництво:

- шин;
- гумотехнічних виробів;
- азбестотехнічних виробів;
- гумового взуття;
- виробів народного споживання;
- шиноремонтних виробів.

В автомобілебудуванні постійно йде пошук нових рішень щодо матеріалів, конструкцій та технологій, які повинні відповідати новим робочим характеристикам. До них, залежно від застосування, можуть належати міцність, економічність та відповідність вимогам державних регулюючих органів [2].

Зростання механізації виробничих процесів у добувній та обробній промисловості, розвиток транспорту та народного господарства зумовлюють усі попити, що збільшуються, на високоміцні конвеєрні стрічки, приводні ремені, маслобензинові рукави, антивібраційні прокладки, а також інші гумотехнічні вироби (ГТВ).

Відмінною здатністю ГТВ є надзвичайно широкий асортимент (близько 100 000 найменувань), оскільки вироби знаходять застосування практично у всіх сферах діяльності сучасного суспільства

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>				
<i>Розроб.</i>		Дем'яненко В.О			Проект підготовчого цеху заводу ГТВ з виробництва 38,28 тисяч тон у рік гумових сумішей для виробництва неформових ущільнювачів	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		Ващенко Ю.М					7	
<i>Керівник</i>		Ващенко Ю.М				УДУНТ ННІ УДХТУ, каф. ТПП та ПМ		
<i>Н. Контр.</i>		Ващенко Ю.М						
<i>Затверд.</i>		Сухий К.М.						

Розвиток сучасної гумової промисловості характеризується наступними особливостями:

- розширенням областей застосування та асортименту гумових виробів;
- посиленням умов експлуатації виробів (температури, навантаження, швидкості, стійкості до агресивних середовищ та ін.);
- прагненням використовувати найдешевші та доступні армуючі матеріали, каучуки та інгредієнти;
- необхідністю зниження матеріаломісткості виробів та трудомісткості їх асортименту;
- вимогами охорони здоров'я та захисту навколишнього середовища;

Необхідне поєднання рентабельності з високою якістю та іншими суперечливими вимогами висуває перед промисловістю такі організаційні та науково-технічні завдання як:

1. Уніфікація та стандартизація гумових сумішей, конструкції та розмірів виробу, поділ великосерійного та дрібносерійного виробництва.
2. Розширення асортименту спеціальних хімікатів – добавок для полегшення обробки сумішей та створення гум з покращеними властивостями з наявних каучуків.
3. Підвищення якості – одна з корінних проблем сучасного розвитку промисловості

Удосконалення традиційних та створення нових технологій виготовлення виробів, продуктивності праці.

Основними заходами щодо вдосконалення технологічного процесу є:

- оновлення діючих машин та обладнання;
- застосування у процесі виробництва нових матеріалів;
- широке впровадження досягнень науки у всі галузі народного господарства.

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Щорічно створюється велика кількість нових машин, обладнання, приладів та інструментів, водночас знімається з виробництва значна кількість застарілих конструкцій машин, верстатів та приладів.

Одним з найважливіших резервів зростання ефективності виробництва ГТВ є покращення якості продукції, підвищення надійності та довговічності машин, обладнання та приладів.

В ТОВ УНДКТІ «ДІНТЕМ» існує дільниці по виготовленню гумових сумішей та різноманітних гумовотехнічних виробів: манжети, кільця, віброізолятори, ущільнювачі, та багато інших формових та неформових виробів, в тому числі й нестандартних

В даному проєкті розробляється підготовчий цех заводу ГТВ з виробництва неформових виробів, з метою підвищення економічної та виробничої ефективності.

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

# 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

## 1.1 Стисла характеристика готових неформових виробів

До гумотехнічних виробів відносять безліч виробів, які можна використовувати як у побутових умовах, так і у промисловості.

Гумотехнічні вироби різняться як за способами виготовлення, так і за призначенням, але всі вони мають одну спільну властивість: до складу виробів входить каучук – водонепроникний та еластичний еластомер, з якого отримують гуму шляхом вулканізації [4].

За способом виробництва гумотехнічні вироби поділяють на формові та неформові. Формові гумотехнічні вироби отримують шляхом вулканізації гумової суміші (виробляють у спеціальних формах) або за допомогою лиття під тиском. Формові гумотехнічні вироби набули великого поширення у всіх видах промисловості.

До неформових гумових виробів відносять ГТВ, при виготовленні яких не використовуються або не можуть бути використані пресформи. Форма та геометричні розміри таких виробів забезпечуються до вулканізації.

Неформові гумотехнічні вироби широко поширені в авіабудуванні, вагонобудуванні, автомобільній промисловості як засоби герметизації стиків або в якості ущільнювачі [5].

Останніми роками потреба у таких виробах різко збільшилася у зв'язку з введенням у експлуатацію нових автомобільних заводів, збільшенням потужностей існуючих автозаводів, і навіть розширенням виробництва інших транспортних засобів. При цьому підвищуються вимоги до якості поверхні виробів та точності розмірів.

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>				
<i>Розроб.</i>		Дем'яненко В.О			Проект підготовчого цеху заводу ГТВ з виробництва 38,28 тисяч тон у рік гумових сумішей для виробництва неформових ущільнювачів	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевір.</i>		Ващенко Ю.М					10	
<i>Керівник</i>		Ващенко Ю.М				УДУНТ ННІ УДХТУ, каф. ТПП та ПМ		
<i>Н. Контр.</i>		Ващенко Ю.М						
<i>Затверд.</i>		Сухий К.М.						

Намічено використання нових типів довгомірних профільних виробів складної конфігурації: комбінованих виробів з гуми та інших полімерів, текстильних матеріалів, металів, профілів з магнітних гум, тощо.

Профільні гумові ущільнення застосовуються для герметизації як малих (до 2-5 мм), так і великих (до 25-35 мм) зазорів, зокрема і змінних розмірів ( $\pm 3$  мм). Вони служать в більшості для запобігання попаданню пилу, вологи та інших, у тому числі агресивних, середовищ при роботі без надлишкового тиску, а також компенсації виробничих допусків, звукоізоляції та зниження вібрації.

Існують найрізноманітніші типи конструкції профільних ущільнень, які залежать від конфігурації ущільнюваного зазору.

Це ущільнювачі скла та вікон, дверей автомобілів та іншої транспортної техніки, будівель, споруд, побутової та промислової техніки. Деякі види таких виробів показано на рис 1.1.

У конструктивному відношенні профільні ущільнювачі останнім часом зазнають великих змін – ускладнюється їхня геометрія, впроваджуються комбіновані вироби з гуми, пластмас, металу, текстильного ворсу тощо.

Подібні вироби з боку скла часто покривають технічним ворсом (локують), що полегшує рух скла, а всередині підсилюють металевим каркасом з перфорованої стрічки. Іноді такі вироби кріплять металеві або текстильні деталі, що дозволяють здійснювати їх жорстке кріплення в місці роботи.

При проектуванні ущільнень, наприклад, кузовів автомобілів, слід уникати гострих ребер, малих радіусів та зайвих прикрас, що ведуть до непотрібного збільшення зовнішньої поверхні виробу.

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



- гумові суміші повинні мати мінімальну кількість інгредієнтів, що містять вологу, летких речовин і речовин, здатних розкладатися або реагувати один з одним з виділенням киплячих рідин та газів у процесі шприцювання та вулканізації;

- рецепти гумових сумішей повинні розроблятися з урахуванням вимог безперервного виробництва та експлуатаційних властивостей готових виробів.

Фізико-механічні показники гум, що застосовуються, повинні відповідати нормативно-технічній документації, а також вимогам споживача.

Профільовані вироби виготовляють із гум із високою стійкістю до атмосферного старіння на основі етиленпропіленових (подвійних, потрійних), хлоропренових каучуків їх комбінацій із кополімерами бутадієну та стиролу із введенням антиоксидантів та антиозонантів.

У гумових сумішах, що застосовуються у виробництві ущільнювачів, краще використовувати етиленпропіленові каучуки, при механічній обробці яких пластичність не змінюється або незначно змінюється, що забезпечує отримання виробів з малими відхиленнями від заданих розмірів. Полімерний ланцюг таких каучуків насичений, тому гуми на їх основі мають виняткову стійкість до окислення, високу озono-, і теплостійкість, а також стійкість до агресивних середовищ.

## **1.2 Характеристика основної сировини для виготовлення гумових сумішей**

Сировина, яка використовується у виробництві гумовотехнічних виробів дуже різноманітна: каучуки, інгредієнти, армуючі матеріали, комплектуючі деталі. На сировину і матеріали може припадати до 90% собівартості виробу, тому питання мінімізації витрат, правильної організації процесів розвантаження, зберігання і внутрішньозаводського переміщення продуктів грають важливу роль.

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Основні властивості сировини наведені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Характеристика основної сировини

Назва сировини та матеріалів	Властивості
<b>Каучуки</b>	
Бутадієн-стирольний каучук SBR-1712	Висока стійкість до стирання, середня міцність на розрив і розтягування, середня стійкість до теплового та озонowego старіння.
Етилен-пропіленовий потрійний каучук Dutral Ter 054/E	Висока стійкість до теплового та озонowego старіння, задовільна міцність на розрив і розтягування.
<b>Вулканізуючі агенти</b>	
Сірка	Надає гумам високі міцносні властивості, еластичність і значна стійкість при багаторазових деформаціях.
<b>Прискорювачі вулканізації</b>	
Perkacit MBTS (Альтакс)	Високоактивний, первинний прискорювач вулканізації для НК і синтетичних карболанцюгових ненасичених каучуків
Perkacit TMTD (Тіурам)	Високоактивний, первинний прискорювач вулканізації для каучуків загального признач.
<b>Уповільнювачі вулканізації</b>	
N-нітрозодифеніламін	Попереджує передчасну вулканізацію в процесі виготовлення і переробки гумової суміші.
Фталевий ангідрид	Попереджує передчасну вулканізацію в процесі виготовлення і переробки гумової суміші.
<b>Активатори вулканізації</b>	
Білила цинкові	Підвищує міцність, опір роздиранню і динамічну стійкість гум.
Стеарин технічний	Поліпшує переробку гум, впливає на процес вулканізації та властивості гум.

						4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			14

Кінець таблиці 1.1

Назва сировини та матеріалів	Властивості
Пластифікатори	
Смола стирольно-інденова (СІС)	Підвищує клейкість, зменшує твердість, опір роздиранню вулканізаторів, забарвлює гуму.
Дибутілфталат (ДБФ)	Пластифікатор який надає еластичності гумовим сумішам, покращує морозостійкість.
Каніфоль соснова	Знижує в'язкість, підвищує клейкість, уповільнює під вулканізацію гумової суміші, поліпшує диспергування порошкоподібних інгредієнтів.
Стабілізатори	
Діафен ФІ (ІРРД)	Захищає гуму від світло-озонного старіння, забезпечує збільшення втомної витривалості
Ацетонаніл Н (ТМҚ)	Захищає від термоокислювального старіння.
Вуглець технічний	
N-220	Підсилюючий наповнювач, що додає гумах високої зносостійкості, збільшує міцність та низький гістерезис.
N-880	Малоактивний наповнювач, що додає гумах середньої жорсткості та пружності. Має прекрасні профілюючі властивості.

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Вибір та обґрунтування рецептур гумових сумішей

Виготовлення гумових сумішей різного призначення відбувається за рецептом, у якому наведений перелік інгредієнтів з позначенням їх вмісту.

При розробці рецептур для гумових сумішей, крім впливу окремих складових частин на властивості гумових сумішей і вулканізаторів, враховують кількість, у якій звичайно застосовують інгредієнти та економічну доцільність застосування тих або інших інгредієнтів.

Гума певного призначення повинна відповідати технічним умовам на певний вид гумових виробів і бути порівняно дешевою.

Крім загальних вимог необхідно враховувати специфічні вимоги до кожного виробу в залежності від:

- призначення виробу;
- умов і термінів збереження;
- умов і термінів роботи;
- ваги і кольору виробу;
- способу виготовлення гумових сумішей;
- подальшої обробки (шприцювання, каландрування);
- умов вулканізації;
- наявності матеріалів.

Вимоги до інгредієнтів:

- високий ступінь дисперсності;
- форма часток – куляста;
- мінімальний вміст вологи і летких;

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>				
<i>Розроб.</i>		Дем'яненко В.О			Проект підготовчого цеху заводу ГТВ з виробництва 38,28 тисяч тон у рік гумових сумішей для виробництва неформових ущільнювачів	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевір.</i>		Ващенко Ю.М					16	
<i>Керівник</i>		Ващенко Ю.М				УДУНТ ННІ УДХТУ, каф. ТПП та ПМ		
<i>Н. Контр.</i>		Ващенко Ю.М						
<i>Затверд.</i>		Сухий К.М.						

- відсутність сторонніх домішок;
- відсутність вільних мінеральних кислот і розчинних солей;
- однорідність;
- стабільність в умовах збереження;
- не токсичність або мала токсичність;
- доступність і дешевизна.

Вимоги, що пред'являються до гумової суміші:

- добра шприцуємість;
- мінімальна усадка;
- добра стійкість до підвулканізації;
- відсутність реверсії вулканізації..

### **2.1.1 Обґрунтування рецептури гумової суміші для виготовлення неформових ущільнювачів типу 6190**

Проектом передбачається виготовлення гумових сумішей, які використані при виготовленні неформових ущільнювачів, які можуть експлуатуватися як в закритому просторі, так і під дією атмосферних факторів. В залежності від умов експлуатації вибрано два типи рецептур: рецептура типу 6190 та гума 2682 ( підвищеної стійкості до старіння в умовах дії озону, атмосферних опадів та інше).

Особливу увагу при розробці рецептур приділяють підбору інгредієнтів з метою попередження або виключення утворення пір під час вулканізації, а також для забезпечення ефективної вакуумекструзійної дегазації сумішей у процесі обробки машини.

Гумова суміш, вулканізована без тиску, повинна містити якнайменше речовин, здатних розкладатися або реагувати один з одним з виділенням парів або газів при шприцюванні та вулканізації.

						4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			17

У гумові суміші рекомендується вводити речовини, що поглинають пари та гази: калоксол, кальційнафт (дисперсія що складається з 3 мас. ч. свіжопрожареного оксиду кальцію в 1 мас. ч. масла).

Досвід роботи із застосуванням калоксолу показав, що при його використанні отримують монолітні вулканізати без вакуумування при певній в'язкості гумової суміші та швидкості вулканізації.

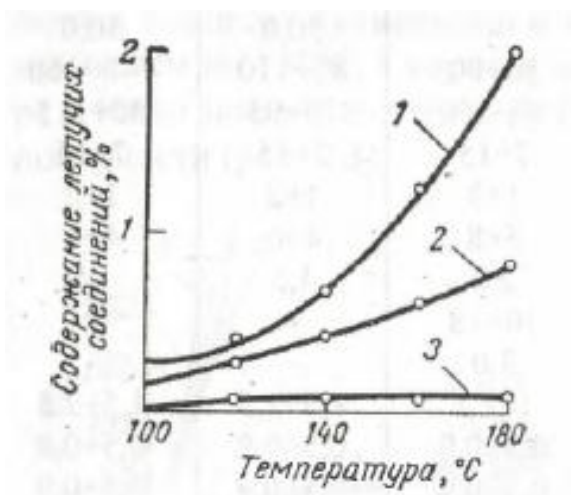


Рис. 2.1 – Вміст летких речовин, що виділяються при нагріванні пом'якшувачів протягом 20 хв: 1 – вазелинове масло; 2 – масло ПН-6; 3 – вазелиноподібний продукт.

У рецептуробудуванні неформових гум правильний вибір типу і марки натурального або синтетичного каучуку значною мірою визначає успіх розробки.

За каучукову основу суміші 6190 вибрано найбільш вживаний бутадієн-стирольний каучук.

Бутадієнстирольний каучук СКС випускають при спільній полімеризації бутадієну ( $C_4H_6$ ) та стиrolу ( $CH_2=CH-C_6H_5$ ). Це найпоширеніший каучук загального призначення [3].

Залежно від відсоткового вмісту стиrolу каучук випускають кілька марок: СКС-10, СКС-30, СКС-50. Властивості каучуку залежать від змісту стиrolьних ланок. Так, наприклад, чим більше стиrolу, тим вища міцність, але нижча морозостійкість.

						4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			18

Для отримання гумової суміші 6190 використовують SBR-1712 – каучук, на основі якого виробляють гуми загального призначення. SBR-1712 є аналогом каучуку СКМС-30АРКМ-15.

Гуми на його основі мають високу еластичність, вібростійкість, відносно невисоку озоностійкість, задовільно опираються тепловому старінню.

Для покращення фізико-механічних властивостей каучуку вводяться різні добавки: сипкі інгредієнти, технічний вуглець, мінеральні наповнювачі, рідкі компоненти, що транспортуються на шинний завод залізницею або автотранспортом у мішках, бочках, контейнерах, цистернах, спеціальних вагонах-хопперах та ін.

Бутадієнстирольні та бутадієн- $\alpha$ -метилстирольні каучуки широко застосовуються у виробництві протекторів шин, білих боковин шин, транспортерних стрічок, рукавів, шприцьованих та формованих виробів, ізоляційних матеріалів, радіаційностійких гум, взуття, спортивних і кольорових виробів, клеїв та ін.

Технічні та фізико-механічні властивості БМСК залежать перш за все від співвідношення бутадієна і  $\alpha$ -метилстирола, що використовується для отримання каучуку різного призначення.

Фізичні властивості БСК і БМСК визначаються вмістом стиролу або  $\alpha$ -метилстиролу в макромолекулі каучуку. Дослідженнями встановлено, що чим вищий вміст стиролу, тим вище щільність і температура склування каучуку. При цьому каучуки, отримані при більш низькій температурі полімеризації ( $5^{\circ}\text{C}$ ), так звані низькотемпературні каучуки, мають більш високу температуру склування. Це означає, що гуми на їх основі можуть володіти гіршими низькотемпературними властивостями.

Завдяки вдалому поєднанню комплексу технічних (технологічних і фізико-механічних) властивостей і економічності виробництва (доступність вихідної сировини, порівняно проста технологія виробництва) емульсійні

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		19

БСК і БМСК, очевидно, збережуть своє значення і в майбутньому протягом тривалого часу.

Для здешевлення рецепту як каучуковмісний продукт застосовується регенерат РКТ (100,0 мас.ч.).

Основною вулканізуювальною системою для ненасичених каучуків є комбінація сірки, органічних сполук, що називають прискорювачами вулканізації та активаторів. Дозування сірки в гумових сумішах залежать від типу каучуку, кількості взятих прискорювачів та від призначення гуми.

При вулканізації сіркою спостерігається поступова зміна властивостей каучуку. Причому на початку вулканізації властивості змінюються швидко, а потім повільно.

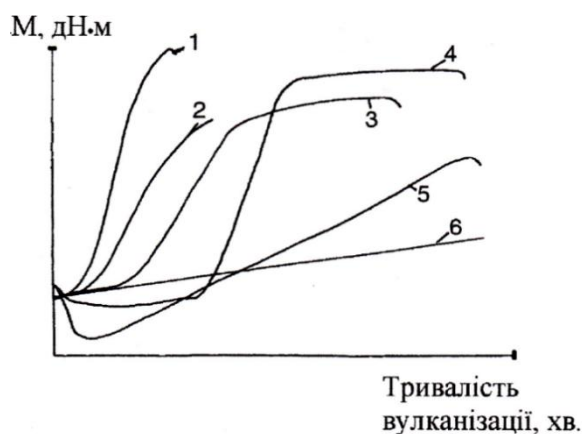
Розробка і впровадження в промислову практику прискорювачів та активаторів вулканізації істотно змінили процеси, що протікають: різко зросла швидкість вулканізації, помітно зменшилася оптимальна концентрація сірки в гумовій суміші, підвищилася ефективність зшивання і різко скоротилася частка побічних процесів (деструкція). Застосування прискорювачів вулканізації дає можливість зменшити час вулканізації та кількість сірки, необхідну для вулканізації, і тим самим усунути можливість її вицвітання на поверхню гумових виробів, зменшити можливість перевулканізації, підвищити опір старінню, а також фізико-механічні властивості гум.

Ущільнюючі кільця досить тонкостінний виріб, тому вулканізація здійснюється із застосуванням вулканізуювальної системи, що містить як основний агент вулканізації – сірку (2,5 мас.ч.), а як прискорювачі вулканізації тіазол 2 МБС (2,85 мас.ч.) та тіурам (0,2 мас.ч.) .

Оптимальний комплекс технологічних та експлуатаційних властивостей забезпечує використання двох типів прискорювачів вулканізації.

Принцип впливу різних типів прискорювачів сірчаної вулканізації на процес вулканізації , наведено на рисунку 2.2.

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



1 – дитіокарбамати; 2 – тіурамдісульфіди; 3 – тіазоли; 4 – сульфенаміди; 5 – гуанідіни; 6 – сірка (без прискорювачів)

Рисунок 2.2 – Схематичний вид кривих вулканізації з різними типами прискорювачів сірчаної вулканізації [9]

Використання тіазолу та тіураму забезпечує високу швидкість вулканізації в основному періоді.

При виборі вулканізуючої системи велике значення має співвідношення концентрації сірки і прискорювача. У залежності від цього можливо виділити загальноприйняті (ЗВС), напівнефективні (НВС) та ефективні (ЕВС) вулканізуючі системи (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Типи вулканізуючих систем

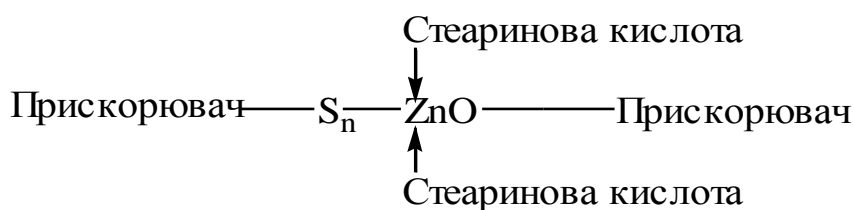
Інгредієнти та показники	ЗВС	НВС	ЕВС
Сірка	≈ 2,5	≈ 1,7	0 – 0,5
Донори сірки	-	-	≈ 2,0
Прискорювачі	≈ 0,6	≈ 1,7	≈ 1,5-2,0

У загальних системах вміст сірки складає близько 2,5 мас.ч., а прискорювача в 2-3 рази менше. Такі гумові суміші мають низьку теплостійкість і можуть вулканізуватися при температурах не вище 1600 С. У зв'язку з інтенсифікацією процесу вулканізації за рахунок збільшення температури до 180-210 0С останнім часом використовують напівнефективні та ефективні системи.

Для підвищення активності прискорювача необхідно застосовувати активатори вулканізації.

Використовується оксид цинку у кількості 3,5 мас.ч., тому що він є основним активатором, який застосовується в технології гуми. Оксид цинку сприяє утворенню поперечних зв'язків при вулканізації і тим підвищує міцність вулканізаторів, опір роздиранню та динамічну витривалість гум.

Найбільш ефективно оксид цинку діє у присутності жирних кислот, які є вторинними активаторами. Ці кислоти сприяють розчиненню активаторів у каучуках, поліпшують розподіл інгредієнтів і полегшують обробку суміші. З цією метою в гумову суміш вводиться 2,0 мас.ч стеаринової кислоти. Стеаринова кислота покращує розподіл агентів вулканізувальної системи у суміші та приймає участь у створенні дійсного агента вулканізації (ДАВ):



За впливом на технічні властивості гум всі відомі наповнювачі діляться на дві групи. До першої відносяться наповнювачі, які значно підвищують умовну міцність при розтягуванні, опір роздиранню та стиранню, їх називають активними або підсилючими. До другої групи належать наповнювачі (розріджувачі), які поліпшують обробку гумових сумішей і надають вулканізатам ряд специфічних властивостей (тепло-, масло- і світлостійкість, негорючість та ін.), не підвищуючи їх міцносні властивості.

Як наповнювачі для каучуків можуть застосовуватися різні тверді і рідкі продукти неорганічного та органічного походження та волокнисті матеріали. Одним з найбільш поширених наповнювачів є технічний вуглець (ТВ). Тип технічного вуглецю та його вміст вибирають з урахуванням впливу цього продукту на фізичні властивості гум.

						4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			22





бутадиєн-стирольних каучуків, а найменша – у поліізопренових та бутилкаучуку.

Якість гум знаходиться в прямій залежності від ступеня диспергування наповнювачів в каучукової матриці, яка, в свою чергу, визначає час виготовлення гумової суміші. Відомо, що чим більше дисперсність технічного вуглецю, тим важче він диспергується; дифузійні марки наповнювачів диспергуються важче, ніж пічні; високоструктурний технічний вуглець, хоча вводиться повільніше, але диспергується в каучуках набагато краще; швидкість диспергування, як правило, тим вище, чим більше жорсткість гумової суміші, тому при наявності пластифікаторів спостерігається зменшення швидкості диспергування, особливо в сумішах, наповнених дифузійним технічним вуглецем.

Наявність технічного вуглецю в суміші впливає на усадку заготовок, отриманих шприцюванням або каландруванням, яка зазвичай зменшується при збільшенні ступеня наповнення. Однак головним параметром, що визначає величину усадки, є структурність наповнювача, з підвищенням якої усадка гумових сумішей зменшується.

В якості наповнювачів, для гум ущільнюючів використовується малоактивний технічний вуглець марки N880 (115,0 мас.ч.) та мінеральний наповнювач каолін (30,0 мас.ч.). Малоактивний технічний вуглець покращує опір вигину і герметичність по відношенню до повітря, добрі технологічні властивості, шприцюємість. Каолін застосовують як напівпідсилюючий наповнювач каучуку загального призначення. Введення його в гумові суміші призводить до підвищення їх в'язкості, збільшення каркасності та зменшення усадки. Завдяки пластинчастій формі частинок каолін є хорошим диспергатором інгредієнтів, особливо технічного вуглецю і графіту. Пластинчастою структурою пояснюється анізотропія властивостей гум, що містять каолін, а також їх зменшений опір роздиранню і підвищені відносні залишкові деформації. Такі гуми у порівнянні з вулканізатами, що містять інші мінеральні наповнювачі, відрізняються дещо підвищеною

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		25

маслобензостійкістю. При відсутності технічного вуглецю каолін сприяє поліпшенню діелектричних характеристик гум. У комбінації з електропровідним технічним вуглецем або графітом каолін покращує провідні властивості гум.

Для підвищення пластичності, зменшення в'язкості і розширення інтервалу високоеластичного стану полімерних матеріалів, як пластифікатори, використовуються різноманітні органічні продукти. Дія пластифікаторів різнопланова. При пластифікації еластомерів зменшується температура склування, поліпшуються в'язкотекучі та деякі інші властивості, що визначають здатність гумових сумішей до переробки, а також еластичність вулканізаців. Зниження в'язкості призводить до зменшення енерговитрат при змішуванні канчуків з інгредієнтами, поліпшенню якості каландрованих і шприцьованих заготовок і зниження температур на всіх стадіях переробки. В результаті зменшується небезпека передчасного початку вулканізації і відкривається можливість збільшити вміст наповнювачів в гумовій суміші, що позитивно позначається на вартості гум. У складі ущільнювальної гуми вміст нафтового пластифікатора масла ПМ складає 2,0 мас.ч.

Для покращення шприцює мості додаються тверді помякшувачі: каніфоль (3,0 мас.ч.) та бітумний продукт АСПГ (9,5 мас.ч.)

Всі пластифікатори по їх впливу на властивості гум поділяються на дві групи. До першої відносять речовини, які добре сполучаються з каучуками, і знижують їх температуру склування, покращують еластичність і морозостійкість. Їх зазвичай і називають пластифікаторами. До другої групи належать речовини, що полегшують переробку і знижують в'язкість гумових сумішей, але не впливають на морозостійкість гум. На відміну від першої групи їх називають пом'ягшувачами. Бітуми спеціальні марки АСПГ відносяться до пом'ягшувачів і застосовуються у концентрації 10,0 мас.ч. на 100,0 мас.ч. каучуку.

						4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			26

У процесі експлуатації та зберігання гум їх фізико-механічні показники погіршуються внаслідок старіння. Основною причиною старіння є окиснення. Дія світла, тепла, механічних навантажень, випромінювань прискорюють процес окиснення. Тому для захисту гум на у якості протистарювачів хімічної дії використовуємо ацетонаніл Р(Н) (2,0 мас.ч.), який добре протидіє тепловому старінню, діафен (1,5 мас.ч.), який добре протидіє озоновому старінню та захисний віск ВЗК-20 (3,0 мас.ч.). Віск ВЗК – це композиція церезина 80 з парафіном, призначений для захисту гуми від атмосферних впливів при експлуатації в помірному і тропічному кліматі. Воски застосовують для захисту гум від негативних атмосферних впливів, світлоозонного та теплового старіння, як пом'ягшувачі гуми. В процесі експлуатації гум як в статично, так і в динамічно навантаженому стані воски, випотівая на поверхню гум, перешкоджають руйнівній дії світла і озону, збільшуючи термін придатності гумових виробів.

Таким чином, для виготовлення гумової суміші 6190 для неформових ущільнювачів приймається рецептура, представлена в таблиці 2.3

Таблиця 2.3 – Рецептура гумової суміші 6190

Найменування інгредієнтів	Мас.ч. на 100 мас.ч.каучука	Масса,%
SBR-1712 (аналог каучуку СКМС-30 АРКМ-15)	100	26,24
Регенерат РКТ	100	26,24
Сірка	2,2	0,58
Perkacit MBTS (Альтакс)	2,85	0,76
Perkacit TMTD (Тіурам)	0,2	0,05
Стеаринова кислота	1	0,27
Білила цинкові	5	1,33
Діафен ФП (IPPD)	1,5	0,40
Ацетонаніл Н (ТМQ)	2	0,53
Захисний віск ВЗК-20	3	0,80
Каніфоль	3	0,80
АСМГ	9,5	2,52
Масло ПМ	2	0,53
Технічний вуглець N880	115	30,48
Каолін КРТ	30	7,95
Всього	377,25	100,00

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		27

В таблицях 2.4-2,5 наведено норми показників експрес-контролю гумової суміші 6190 для неформових ущільнювачів.

Таблиця 2.4 – Норми показників експрес-контролю гумової суміші 6190 для неформових ущільнювачів

Режим вулканізації		Кільцевий модуль		Густина, кг/м <sup>3</sup>	Пластичність	Твердість Шор А, умов. од.
T, 0C	час, хв.	вага, кг.	норма			
160±3	10	5,5	5,0-8,5	1260±0,05	0,35±0,30	65-75

Таблиця 2.5 – Показники розширеного контролю

Найменування показника	Норма
Обертаючий момент:	
M min	0,15-0,35
M max	0,80-1,30
Оптимум вулканізації	50-75
Твердість по Шору	60-75
Розширений контроль	
1. Умовна міцність при розтягуванні МПа	40
2. Відносне подовження при розриві, % не менше	300
3. Опір розриву кН/м, не менше	30
4. Твердість по НСО	55-70
5. Твердість по Шору, в од	60-75
6. Зміна показників при старінні при температурі 100 С протягом (24г) твердості	мінус 2-15
Умовна міцність при розтягуванні, %	мінус 5-50
Відносне подовження	+5-40

## 2.1.2 Обґрунтування рецептури гумової суміші для виготовлення неформових ущільнювачів типу 2682

Неформові вироби з підвищеною стійкістю до старіння виготовляють зазвичай на основі насичених еластомерів. Тому основою даної гумової суміші вибрано етилен-пропіленовий каучук потрійний (для можливості використання сірчаної вулканізуючої групи) марки Dutral Ter 054/E (аналог СКЕПТ-50).

Як вулканізуючий агент вибрано технічну сірку у кількості 1,0 мас.ч.

Так як вміст ненасичених ланок в цьому каучуку невеликий, відповідно й швидкість вулканізації незначна.

Тому для прискорення процесів вулканізації пропонуються прискорювачі високої та ультрависокої активності, такі як Perkacit TMTD (Тиурам Д) та Perkacit ZDMC (Цимат). Вони забезпечать доволі високу швидкість вулканізації неформового виробу.

У склад вулканізуючої групи додаємо також Vulkacit Merkarto (Каптакс), що забезпечить синергічний ефект дії трьох прискорювачів.

Для активації процесу сірчаної вулканізації використано традиційну систему активаторів: цинкові білила та стеарин.

Для виробництва неформових виробів потрібна дуже добра здатність гумових сумішей для екструзії. Цей показник забезпечується використанням пластифікаторів та рідких пом'якшувачів.

В даній рецептурі запропоновано використання рідин з низьким вмістом летких сполук: масло ВРПС та ПЕГ., у кількостях 25 та 2,5 мас.ч.

Для зниження собівартості а також покращення технологічних властивостей гумових сумішей використовується неактивний наповнювач – технічний вуглець марки N880 у кількості 115 мас.ч.

Так як вулканізація неформових виробів проводиться практично без зовнішнього тиску, то є загроза виникнення порожнин у готовому виробу.

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		29

Для поглинання летких сполук, які можуть виділятися при переробці та вулканізації гумових сумішей використовують поглинач вологи та летких сполук – пасту «Кальційнафт».

Таким чином, в таблиці 2.6 наведена рецептура гумової суміші 2682, з підвищеною стійкістю до старіння, а у таблиці 2.7 представлені показники контролю гумової суміші 2682

Таблиця 2.6 – Рецептура гумової суміші 2682 для виготовлення неформових ущільнювачів

Найменування інгредієнтів	Мас.ч. на 100 мас.ч.каучука	Масса,%
Каучук Dutral Ter 054/E (аналог СКЕПТ-50)	100	37,94
Сірка	1	0,38
Perkacit TMTD (Тіурам Д)	0,5	0,19
Perkacit ZDMC (Цимат)	1	0,38
Vulkacit Merkapto (Каптакс)	0,6	0,23
Білила цинкові	3,5	1,33
Стеарин	2,5	0,95
Масло ВРПС	25	9,48
ПЕГ - 115	2,5	0,95
Паста «Кальційнафт»	10	4,55
Технічний вуглець N880	115	43,63
Всього	263,60	100

Таблиця 2.7 – Показники контролю гумової суміші 2682

Найменування показника	Норма
M min	0,15-0,35
M max	0,70-1,30
Оптимум вулканізації	50-100
Твердість по Шору	60-75
Розширений контроль	
1. Умовна міцність при розтягуванні МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) не менше	9,8
2. Відносне подовження при розриві, % не менше	150
3. Опір розриву кН/м, не менше	25
4. Твердість	65-75
5. Зміна показників при старінні в повітрі при температурі (1,25 +-2) С протягом (24г)твердості, одиниць	-2 +10 -10
6. Умовна міцність при розтягуванні, %	+50
7. Температурна межа крихкості С, не вище	-45
8. Твердість одиниці Шора А, в межах	65-80

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			30









## 2.3 Розрахунок необхідної кількості технологічного обладнання

Вибір і розрахунок обладнання проводиться виходячи з сучасних вимог, що висуваються до виробничого процесу, з використанням наявних досягнень передових вітчизняних і закордонних підприємств.

Розрахунок устаткування ведеться по ходу технологічного процесу. Конструкція машин і встановлення їхньої продуктивності вибирається виходячи з найбільш оптимальних рішень.

Основним підготовчим процесом при виготовленні ГТВ є випуск гумових сумішей. Для забезпечення стабільної якості гумових сумішей процес їх виготовлення необхідно проводити в апаратах з високим рівнем автоматизації та механізації. Технологія виготовлення гумових сумішей базується на використанні гумозмішувачів різної потужності [10].

В таблиці 2.12 наведено розрахунок кількості гумозмішувачів, що необхідні для забезпечення випуску заданої кількості гумових сумішей. В таблиці 2.13 представлено розподіл гумових сумішей по гумозмішувачах.

Таблиця 2.13 – Розподіл гумових сумішей по гумозмішувачах

Номер та тип ГЗ	Найменування гумової суміші	Каучукова основа гумової суміші	Кількість гумозмішувачів		Коефіцієнт використання обладнання
			розрахункова	прийнята	
1 стадія					
№ 1 ГЗ-370/35	6190	SBR-1712 (аналог каучуку СКМС-30 АРКМ-15)	0,80	1	0,80
№ 2 ГЗ-370/35	2682	Каучук Dutral Ter 054/E (аналог СКЕПТ-50)	0,92	1	0,92
2 стадія					
№3 ГЗ-370/25	6190	SBR-1712 (аналог каучуку СКМС-30 АРКМ-15)	0,58	1	0,58
№ 4 ГЗ-370/35	2682	Каучук Dutral Ter 054/E (аналог СКЕПТ-50)	0,58	1	0,58

						4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			35

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Таблиця 2.14 – Розрахунок кількості гумозмішувачів (ГЗ) для виконання заданої програми виробництва гумових сумішей ГТВ

Тип гумозмішувача	Шифр	Витрати суміші за добу	Цикл змішування, хв	Об'єм завантаження, дм <sup>3</sup>	Щільність, кг/дм <sup>3</sup>	Продуктивність ГЗ кг/год	Необхідна кількість м.годин	Добовий ефективний фонд часу, год	Розрахункова кількість ГЗ	Прийнята кількість ГЗ	Коеф. завантаження ГЗ
Базове підприємство											
1 стадія											
ГЗ 71/35	6190	72249,30	9	45	1,27	381,00	189,63	20,7	9,16	10	0,92
ГЗ 71/35	2682	79220,23	8	45	1,15	388,13	204,11	20,7	9,86	10	1,00
2 стадія											
ГЗ 71/35	6190	73268,95	5	45	1,27	685,80	106,84	20,7	5,16	6	0,86
ГЗ 71/35	2682	80162,96	5,5	45	1,15	564,55	142,00	20,7	6,86	7	0,98
Підприємство, що проектується											
1 стадія на базі ГЗ-250											
ГЗ 250/40	6190	72249,30	5,00	165	1,27	2514,60	28,73	20,7	1,39	2	0,69
ГЗ 250/40	2682	79220,23	4,00	165	1,15	2846,25	27,83	20,7	1,34	2	0,67
2 стадія на базі ГЗ-250											
ГЗ 250/30	6190	73268,95	3	165	1,27	4191,00	17,48	20,7	0,84	2	0,51
ГЗ 250/30	2682	80162,96	2,5	165	1,15	4554,00	17,60	20,7	0,85	1	0,85
1 стадія на базі ГЗ-270											
ГЗ 270/40	6190	72249,30	4,00	175	1,27	2667,00	27,09	20,7	1,31	2	0,63
ГЗ 270/40	2682	79220,23	4,00	175	1,15	3018,75	26,24	20,7	1,27	2	0,64
2 стадія на базі ГЗ-270											
ГЗ 270/30	6190	73268,95	3	175	1,27	4445,00	16,48	20,7	0,80	1	0,80
ГЗ 270/30	2682	80162,96	2,5	175	1,15	4830,00	16,60	20,7	0,80	1	0,80
1 стадія на базі ГЗ-370											
ГЗ 370/35	6190	72249,30	4,2	240	1,27	4354,29	16,59	20,7	0,80	1	0,80
ГЗ 370/35	2682	79220,23	4,00	245	1,15	4140	19,14	20,7	0,92	1	0,92
2 стадія на базі ГЗ-370											
ГЗ 370/35	6190	73268,95	3	240	1,27	6096,00	12,02	20,7	0,58	1	0,58
ГЗ 370/35	2682	79220,23	2,5	240	1,15	6624,00	11,96	20,7	0,58	1	0,58

4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ

Проектом передбачено:

а) виготовлення гумових сумішей проводити у дві стадії в гумозмішувачах з регулюємою частотою обертання роторів з обсягом змішувальної камери 370 дм<sup>3</sup>;

б) доробку гумових сумішей після гумозмішувача здійснювати за допомогою агрегату АЧВЛ-600 з листувальною голівкою. Таким чином випуск гумових сумішей буде проводитись у вигляді стрічки, що охолоджується у фестонній установці, яка працює синхронно з АЧВЛ;

в) дозування інгредієнтів – комбіноване:

- на складі готується і розважується каучук за допомогою системи ДАК-300/3;

- основні інгредієнти на розважування поступають з витратних бункерів, що розташовані безпосередньо біля гумозмішувачів.

- паста наважується вручну.

#### **2.4 Розрахунок бункерів. Вибір вагів**

Витратні бункери призначені для проміжного зберігання порошкоподібних або гранульованих інгредієнтів гумових сумішей перед подачею їх за допомогою живильників до дозуючих пристроїв.

Встановлено, що для кращого висипання матеріалу з бункерів кут нахилу стінок бункеру повинен бути 5-80 до вертикалі.

При розрахунку бункерів прийнятий принцип їх мінімальної кількості: для кожного інгредієнта передбачено один бункер.

Розрахунок бункерів проведено з урахуванням допустимого терміну зберігання інгредієнтів.

						4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
							37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			

Таблиця 2.15 – Розрахунок бункерів, встановлених біля гумозмішувача №1 ГЗ-370/35 (перша стадія виготовлення гумових сумішей)

Найменування інгредієнтів	Максимальні витрати інгредієнтів за добу, кг	Витрати інгредієнтів за годину, кг/год	Ємність бункера, м <sup>3</sup>	Насипна щільність інгредієнтів, кг/м <sup>3</sup>	Маса запасу інгредієнтів в бункері (з урахуванням коефіцієнта заповнення бункеру 0,8), кг	Запас інгредієнтів в бункері, години	Тип бункеру
Білила цинкові	990,51	47,85	2,58	531	1095,98	22,90	ИГ 6000000 0-1
Діафен ФП	310,75	15,01	2,08	482	802,048	53,43	ИГ 6320000 0-1
Ацетонан іл Р	407,86	19,70	2,08	482	802,048	40,71	ИГ 6320000 0-1
Вуглець технічний N880	22432,24	1083,68	8,00	422	2700,80	2,49	ИГ 6250000 0-1
Каніфоль	621,50	30,02	2,58	637	1314,77	43,79	ИГ 6000000 0-1
АСМГ	1883,92	91,01	2,58	630	1300,32	14,29	ИГ 9100000 0-1
Каолін КРТ	5923,67	286,17	8,00	448	2867,20	10,02	ИГ 6250000 0-1

Таблиця 2.16 – Розрахунок бункерів, встановлених біля гумозмішувача №2 ГЗ-370/35 (друга стадія виготовлення гумових сумішей)

Найменування інгредієнтів	Максимальні витрати інгредієнтів за добу, кг	Витрати інгредієнтів за годину, кг/год	Ємність бункера, м <sup>3</sup>	Насипна щільність інгредієнтів, кг/м <sup>3</sup>	Маса запасу інгредієнтів в бункері (з урахуванням коефіцієнта заповнення бункеру 0,8), кг	Запас інгредієнтів в бункері, години	Тип бункеру
Білила цинкові	1066,51	51,52	2,58	531	1095,98	21,27	ИГ 60000000-1
Технічний вуглець N880	35147,32	1697,94	8,00	482	3084,80	1,82	ИГ 62500000-1

Таблиця 2.17 – Розрахунок бункерів, встановлених біля гумозмішувача №3 ГЗ-370/35 (перша стадія виготовлення гумових сумішей)

Найменування інгредієнтів	Максимальні витрати інгредієнтів за добу, кг	Витрати інгредієнтів за годину кг/год	Ємність бункера, м <sup>3</sup>	Насипна щільність інгредієнтів, кг/м <sup>3</sup>	Маса запасу інгредієнтів в бункері (з урахуванням коефіцієнта заповнення бункеру 0,8), кг	Запас інгредієнтів в бункері, години	Тип бункеру
Сірка	485,55	23,46	0,67	787	421,83	17,98	ИТ 91000000-1
Perkacit MBTS (Альтакс)	572,94	27,68	0,67	365	195,64	7,07	ИТ 91000000-1
Perkacit TMTD (Тіурам)	58,27	2,81	0,67	365	195,64	69,50	ИТ 63200000-1

Таблиця 2.18 – Розрахунок бункерів, встановлених біля гумозмішувача №4 ГЗ-370/35 (друга стадія виготовлення гумових сумішей)

Найменування інгредієнтів	Максимальні витрати інгредієнтів за добу, кг	Витрати інгредієнтів за годину кг/год	Ємність бункера, м <sup>3</sup>	Насипна щільність інгредієнтів, кг/м <sup>3</sup>	Маса запасу інгредієнтів в бункері (з урахуванням коефіцієнта заповнення бункеру 0,8), кг	Запас інгредієнтів в бункері, години	Тип бункеру
Сірка	305,02	14,74	0,67	787	421,83	28,63	ИТ 63200000-1
Perkacit TMTD (Тіурам Д)	152,21	7,35	0,67	364	195,10	25,41	ИТ 63200000-1
Perkacit ZDMC (Цимат)	304,41	14,71	0,67	350	187,60	12,76	ИТ 63200000-1
Vulkacit Меркарто (Каптакс)	182,65	8,82	0,67	389	208,50	23,63	ИТ 63200000-1

При виборі вагів враховані наступні положення:

- можливість наважування інгредієнтів, які хімічно не взаємодіють один з одним та близькі за масою;

- неможливість зважування на одних терезах технічного вуглецю та світлих інгредієнтів.

Вибір вагів біля гумозмішувача проводиться з урахуванням можливості зважування на одних вагах до 4-х компонентів та межі зважування на терезах певного типу [10].

При виборі вагів враховуються наважки інгредієнтів, розрахунок яких наведено у таблицях 2.18 – 2.19.

Відомості про тип вагів, що встановлюються біля гумозмішувача та на дільниці централізованого наважування інгредієнтів, представлені в таблицях 2.20 – 2.23.

Таблиця 2.19 – Розрахунок наважок інгредієнтів) для гумової суміші 6190 на гумозмішувач ГЗ 370 (об'єм завантаження камери гумозмішувача 240 дм<sup>3</sup>, щільність гумової суміші - 1,129 г/см<sup>3</sup>)

Інгредієнти	Мас. %	Наважка, кг	
		1 стадія	2 стадія
SBR-1712 (аналог каучуку СКМС-30 АРКМ-15)	100	81,94	-
Регенерат РКТ	100	81,94	-
Стеаринова кислота	1	0,82	-
Білила цинкові	5	4,10	-
Діафен ФП (IPPD)	1,5	1,23	-
Ацетонаніл Н (ТМQ)	2	1,64	-
Захисний віск ВЗК-20	3	2,46	-
Каніфоль	3	2,46	-
АСМГ	9,5	7,78	-
Масло ПМ	2	1,64	-
Технічний вуглець N880	115	94,23	-
Каолін КРТ	30	24,58	-
Після 1 стадії	372	304,8	-
Маточна суміш	372	-	300,56
Сірка	2,2	-	1,78
Perkacit MBTS (Альтакс)	2,85	-	2,30
Perkacit TMTD (Тіурам)	0,2	-	0,16
Усього	377,25	-	304,8

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.20 – Розрахунок наважок інгредієнтів) для гумової суміші 2682 на гумозмішувач ГЗ 370 (об'єм завантаження камери гумозмішувача 240 дм<sup>3</sup>, щільність гумової суміші - 1,120 г/см<sup>3</sup>)

Інгредієнти	Мас. %	Наважка, кг	
		1 стадія	2 стадія
Каучук Dutral Ter 054/E (аналог СКЕПТ-50)	100	105,95	-
Білила цинкові	3,5	3,71	-
Стеарин	2,5	2,65	-
Масло ВРПС	25	26,49	-
ПЕГ - 115	2,5	2,65	-
Паста «Кальційнафт»	12	12,71	-
Технічний вуглець N880	115	121,84	-
Після 1 стадії	260,5	276,00	-
Маточна суміш	260,5	-	272,75
Сірка	1	-	1,05
Perkacit TMTD (Тиурам Д)	0,5	-	0,52
Perkacit ZDMC (Цимат)	1	-	1,05
Vulkacit Меркарто (Каптакс)	0,6	-	0,63
Усього	263,6	-	276,00

Таблиця 2.21 – Вибір терезів, що встановлені біля гумозмішувача №1 (1 стадія виготовлення гумових сумішей 6190)

Найменування інгредієнтів	Наважки інгредієнтів у гумовій суміші, кг	Сумарна наважка інгредієнтів на терези, кг	Тип терезів
SBR-1712	81,94	163,87	ДТКЧ-240
Регенерат РКТ	81,94		
Білила цинкові	4,10	4,10	ОДСС-5
Діафен ФП (IPPD)	1,23	2,87	ОДСС-5
Ацетонаніл Н (ТМQ)	1,64		
Каніфоль	2,46	10,24	ОДСС-15
АСМГ	7,78		
Стеаринова кислота	0,82	4,92	4ДПС-15
Захисний віск ВЗК-20	2,46		
Масло ПМ	1,64		
Технічний вуглець N880	94,23	94,23	ОДП-100
Каолін КРТ	24,58	24,58	ОДСС-30

						4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			41



## 2.5 Розрахунок складів

Для зберігання різних груп матеріалів, які використовуються у підготовчому виробництві, звичайно проектують такі склади: каучуків, хімікатів, технічного вуглецю, в'язких та рідких матеріалів.

Розміри та обладнання складів розраховуються за прийнятими нормами запасу матеріалів. Запас матеріалів на складі складається з норм поточного та страхового запасів:

$$H = H_{\text{пз}} + H_{\text{сз}}, \quad (2.1)$$

$$H_{\text{пз}} = P * (T_1 + T_2), \quad (2.2)$$

$$H_{\text{сз}} = P * T_{\text{сз}}, \quad (2.3)$$

де  $H$  – норма запасу матеріалу на складі, т;

$H_{\text{пз}}$  – норма поточного запасу матеріалу, т;

$H_{\text{сз}}$  – норма страхового запасу матеріалу, т;

$P$  – добова витрата матеріалу, кг;

$T_1$  – найменший запас, який залежить від рівномірності витрат матеріалів, доби;

$T_2$  – запас, який залежить від умов та терміну постачання матеріалів, доби;

$T_{\text{сз}}$  – страховий запас матеріалів, доби.

Для збереження різних груп матеріалів, що використовуються у виробництві ГТВ, проектується склади для: каучуків, хімікатів, технічного вуглецю, в'язких і рідких матеріалів [10].

Розміри складів розраховуються з урахуванням прийнятих норм запасу матеріалів.

Розрахунки наведені в таблицях 2.24 – 2.26. Розрахунок загальної площі складських приміщень наведений у зведеній таблиці 2.27.

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.25 – Розрахунок запасу матеріалів на складі

Найменування інгредієнтів	Витрати на добу, кг	Запас інгредієнтів на складі, доби			Загальна норма запасу, доби	Загальний запас інгредієнтів, т
		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>сз</sub>		
SBR-1712 (аналог каучуку СКМС-30 АРКМ-15)	19425,74	2	3	20	25	485,64
Каучук Dutral Ter 054/E (аналог СКЕПТ-50)	30413,88	2	3	20	25	760,35
Регенерат РКТ	19431,57	2	3	20	25	485,79
Сірка	790,57	2	3	20	25	19,76
Perkacit MBTS (Альтакс)	572,94	2	3	20	25	14,32
Perkacit TMTD (Тіурам)	210,47	2	3	20	25	5,26
Perkacit ZDMC (Цимат)	304,41	2	3	20	25	7,61
Vulkacit Merkarto (Каптакс)	182,65	2	3	20	25	4,57
Стеаринова кислота	975,43	2	3	20	25	24,39
Білила цинкові	2057,02	2	3	20	25	51,43
Діафен ФП (IPPD)	310,75	2	3	20	25	7,77
Ацетонаніл Н (ТМQ)	407,86	2	3	20	25	10,20
Захисний віск ВЗК-20	640,92	2	3	20	25	16,02
Каніфоль	621,50	2	3	20	25	15,54
АСМГ	1883,92	2	3	20	25	47,10
Масло ВРПС	7625,52	2	3	20	25	190,64
Масло ПМ	446,70	2	3	20	25	11,17
ПЕГ - 115	762,55	2	3	20	25	19,06
Паста «Кальційнафт»	3656,60	2	3	20	25	91,41
Технічний вуглець N880	57579,56	2	3	15	20	1151,59
Каолін КРТ	5923,67	2	3	15	20	118,47
Усього:	154224,23	-	-	-	-	3538,10

Таблиця 2.26 – Розрахунок площі складів для зберігання каучуків та хімікатів

Найменування інгредієнтів	Загальний запас інгредієнтів, т	Навантаження на стелаж, т	Потрібна кількість стелажів, шт.	Кількість стелажів у штабелі, шт	Розрахована кількість штабелів, шт	Площа штабеля м <sup>2</sup>	Корисна площа, м <sup>2</sup>
SBR-1712 (аналог каучуку СКМС-30 АРКМ-15)	485,64	1	486	3	162	2	324
Каучук Dutral Ter 054/E (аналог СКЕПТ-50)	760,35	1	761	3	254	2	508
Регенерат РКТ	485,79	1	486	3	162	2	324

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			44

Продовження таблиці 2.26

Сірка	19,76	1	23	3	8	2	16
Perkacit MBTS (Альтакс)	14,32	1	18	3	6	2	10
Perkacit TMTD (Тіурам)	5,26	1	6	3	2	2	4
Perkacit ZDMC (Цимат)	7,61	1	8	3	3	2	6
Vulkacit Меркарто (Каптакс)	4,57	1	5	3	2	2	4
Білила цинкові	51,43	1	57	3	19	2	38
Діафен ФП (IPPD)	7,77	1	10	3	4	2	8
Ацетонаніл Н (TMQ)	10,20	1	13	3	4	2	8
Каніфоль	15,54	1	19	3	7	2	14
АСМГ	47,10	1	57	3	19	2	38
ПЕГ - 115	19,06	1	20	3	7	2	14
Паста «Кальційнафт»	91,41	1	92	3	31	2	62
Усього:	2025,82	-	2266	-	758	-	1363

Таблиця 2.27 – Розрахунок площі складу рідких пом'якшувачів

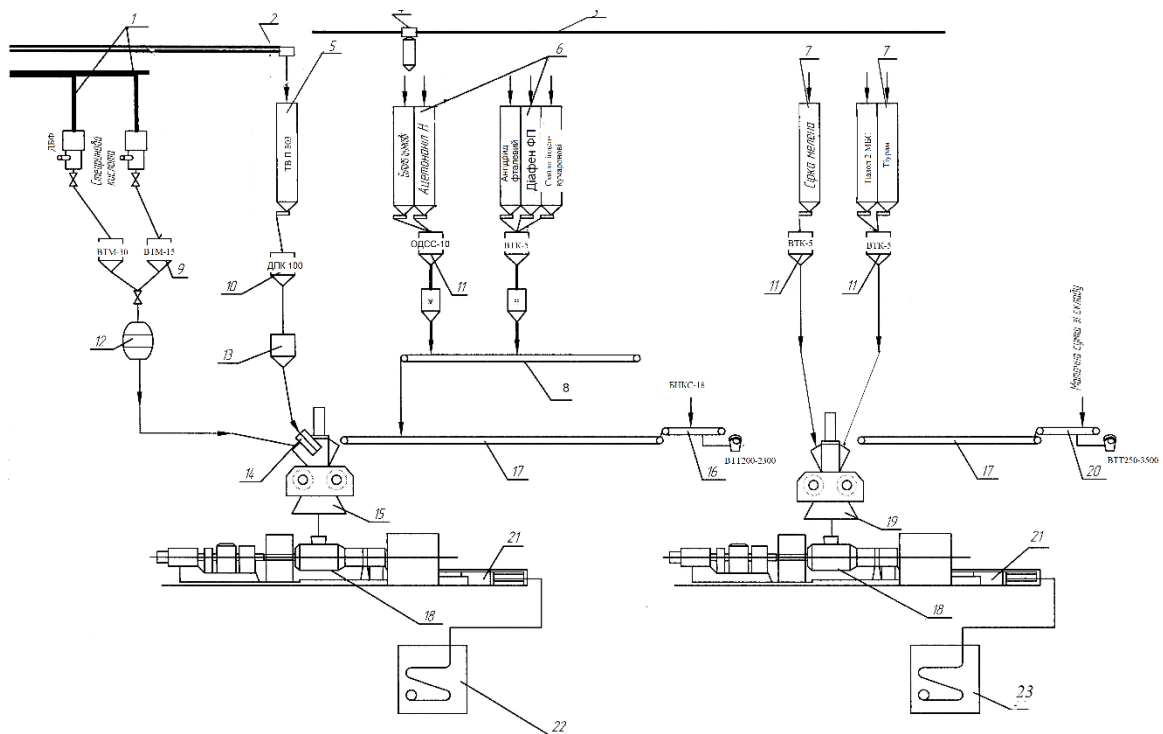
Найменуван ня інгредієнтів	Загал ь-ний запас, т	Щі- льніст ь т/м <sup>3</sup>	Об'єм інгре- дієнти в, м <sup>3</sup>	Об'єм резервуара		Кількість резервуарів		Площа резерву а-ра, м <sup>2</sup>	Корис на площа, м <sup>2</sup>
				повни й	робочи й	розра х	прий н.		
Масло ПМ	190,6 4	0,87	219,13	75	45	4,87	5	29	145
Масло ВРПС	11,17	0,85	12,55	75	45	0,28	1	29	29
Захисний віск	16,02	0,95	16,86	75	45	0,37	1	29	29
Кислота стеаринова	24,39	0,96	25,41	75	45	0,56	1	29	29
Усього	242,2 2	-	273,95	-	-	-	8	-	232

Таблиця 2.28 – Розрахунок площі бункерного складу наповнювачів

Марка наповнювача	Загальний запас, т	Насипна щільність, т/м <sup>3</sup>	Об'єм наповнювача, м <sup>3</sup>	Об'єм бункеру, м <sup>3</sup>		Кількість бункерів, шт.		Площа бункеру, м <sup>2</sup>	Корисна площа, м <sup>2</sup>
				повний	робочий	розрахунок	прийнята		
	M	$\rho_{\text{нас}}$	$V = M / \rho_{\text{нас}}$	$V_n$	$V_p$	$N_p = V / V_p$	N	a	$S = N \cdot a$
Вуглець технічний N880	1151,59	1,80	639,77	250	150	4,27	5	29	145
Каолін КРТ	118,47	2,60	45,57	250	150	0,30	1	29	29
Усього:	1270,06	-	685,34	-	-	-	6	-	174

Таблиця 2.29 – Зведена таблиця складських приміщення

Найменування складів	Корисна площа, м <sup>2</sup>	Площа з урахуванням проходів, м <sup>2</sup>	Площа оборотного фонду, м <sup>2</sup>	Загальна площа, м <sup>2</sup>
Для каучуків та хімікатів	1363	2726	272,60	2998,60
Для наповнювачів	174	348	34,80	382,80
Для зберігання в'язких та рідких матеріалів	232	464	46,40	510,40
Усього:	1769	3538	353,80	3891,80



1-обігриваємі трубопроводи для рідких пом'якшувачів; 2- пневмовакуумна система подачі ТВ; 3-монорейкова система подачі сипких; 4- пересувний контейнер для сипких; 5- видатковий бункер для ТВ; 6 – бункери для сипких 1-ї стадії; 7-бункери сипких 2-ї стадії; 8- перезавантажувальний транспортер; 9 – ваги для пом'якшувачів; 10- ваги для ТВ; 11- ваги для сипких; 12-збірна продувна ємність для пом'якшувачів; 13-збірна ємність для ТВ; 14 – насос-інжектор; 15- ГЗ270/40; 16 – ваги для каучуків; 17 – завантажувальний транспортер; 18-АЧВЛ- 600; 19 – ГЗ 270/30; 20 – ваги для маточної суміші; 21 – фестонна установка; 22- піддон для маточної гумової суміші; 23- піддон для готової гумової суміші

Рисунок 2.3 – Технологічна схема виготовлення гумової суміші 6190

## 2.6 Вибір, обґрунтування та опис технологічного процесу виготовлення гумових сумішей

Сутністю всього технологічного процесу виготовлення гумової суміші є надання каучуку пластичних властивостей, що досягається механічною або тепловою обробкою та додаванням необхідних речовин, збереження цих властивостей на всіх етапах технологічного процесу і перетворення отриманого матеріалу шляхом вулканізації в гуму..

Основна задача підготовчого цеху – виготовлення гумових сумішей високого рівня якості.

										Арк.
										47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ					

Це досягається:

- оптимальними режимами виготовлення гумових сумішей;
- автоматизацією і механізацією процесів, які забезпечують

можливість організації процесів виготовлення гумових сумішей, починаючи від вивантажування з зовнішніх транспортних засобів сировини та матеріалів, що поступає на завод, закінчуючі організацією зберігання готових гумових сумішей перед подачею їх на обладнання для переробки.

Сировина, що надходить на підприємство дуже різноманітна за фізичним станом. Різною є і тара, в якій вона транспортується, і попередня підготовка інгредієнтів перед подачею у виробництво.

Складність складу гумових сумішей, різний агрегатний стан вихідних продуктів, великі відмінності в дозуваннях окремих інгредієнтів потребують ретельності при розважуванні, транспортуванні матеріалів і суворого дотримання технологічного режиму.

Тому для забезпечення необхідної якості гумовим сумішам потрібно забезпечити високий рівень механізації і автоматизації всього циклу підготовки до змішування.

### **2.6.1 Підготовка, транспортування, розважування та подача у гумозмішувач каучуків**

Основою гумової суміші є каучук. Раніше використовували лише натуральний каучук (НК), а в наш час існує достатньо широкий набір синтетичних каучуків, що поділяються на загальні та спеціальні.

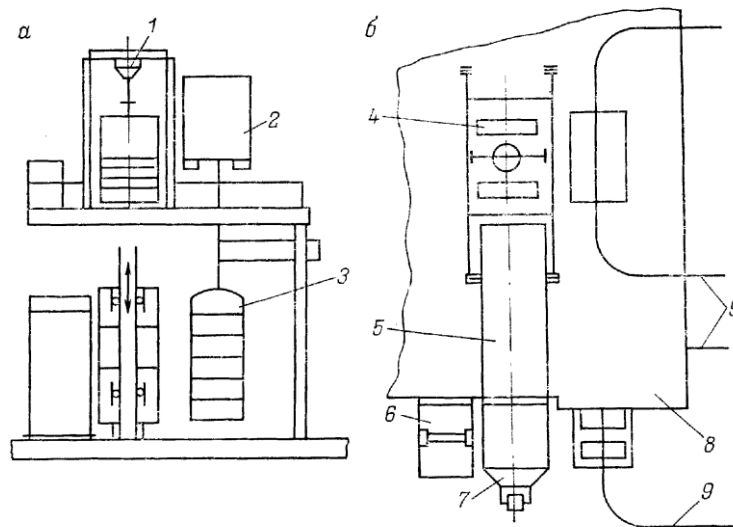
Основою гумових сумішей для виготовлення неформових ущільнювачів є каучук SBR-1712 – аналог каучуку СКМС-30 АРКМ-15 та каучук Dutral Ter 054/E – аналог СКЕПТ-50.

Синтетичні каучуки надходять на завод у брикетах вагою близько 30 кг. Перед виготовленням гумових сумішей їх звільняють від тари і

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розрізають на шматки. Зберігають каучуки у спеціальних опалюваних заводських складах [12].

Каучуки розвантажують і готують на окремих ділянках на складі (рис.2.4).



а – вид збоку; б – вид зверху; 1 – автоматичний пристрій для розвантаження піддонів; 2 – підвіски з контейнером на розвантаженні; 3 – підвіски з брикетами каучуків на завантаженні; 4 – виделкова піднімальна площадка; 5 – транспортер; 6 – штовхач брикетів каучуку; 7 – рухливий пристрій нагромадження брикетів каучуку; 8 – площадка для збирання і видалення паперової тари; 9 – підвісний штовхаючий конвеєр.

Рисунок 2.4 – Дільниця розвантаження синтетичних каучуків

Розвантажувальний пристрій працює наступним чином: навантажена підвіска 2 зупиняється в заданій точці; відповідно штовхаючий пристрій 6 переміщає брикети каучуку з підвіски на рухливу конструкцію із шістьма полками.

Потім підвіска може пересунути до наступного останову, передбаченому на петлі для контролю вихідних з неї підвісок. Брикети каучуків попадають на транспортер 5, що живить різально-дозуючу машину, передбачену на цій петлі для визначеного типу каучуку і яка складається з різачка і ваг.

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Далі дозований каучук направляється до завантажувальних точок підвісного штовхаючого конвейєру 9.

Проектом передбачено усі каучуки розвішувати автоматично на централізованій дільниці складу, де встановлена автоматизована лінія для дозування каучуку типу ДАК –300/3, на якій можна дозувати відразу три типи каучуку.

В машині є пристрій для грубого різання брикетів каучуку на три частини і пристрій для тонкого різу, що дозволяє відрізати від брикету смуги товщиною 1-2 мм.

Потім відповідно до рецептури гумових сумішей вони комплектуються в спеціальні контейнери, що маркуються і встановлюються на спеціальний пристрій штовхаючого конвеєра.

Головним недоліком штовхаючого конвеєра є те, що при виході з ладу головного циркулятора припиняється подача наважок каучуків до усіх гумозмішувачів підготовчого цеху.

### **2.6.2 Підготовка, транспортування, розважування та подача у гумозмішувач технічного вуглецю**

Вміст технічного вуглецю (ТВ) в гумових сумішах знаходиться на рівні 20-40%, а в ряді випадків і більше 50%, Тому витрата технічного вуглецю різних марок у великому підготовчому цеху складає 200-250 т за добу і від безперервності та своєчасності його подачі, точності дозування і адресування багато в чому залежить якість продукції і ритмічності роботи цеху [14].

Технічний вуглець постачають на підприємство у спеціальних залізничних вагонах-хопперах, в багатошарових паперових мішках, біг-бегах або у контейнерах.

Збереження технічного вуглецю здійснюється в окремих бетонних бункерах-силосах або в тарі виробника на складі хімікатів.

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

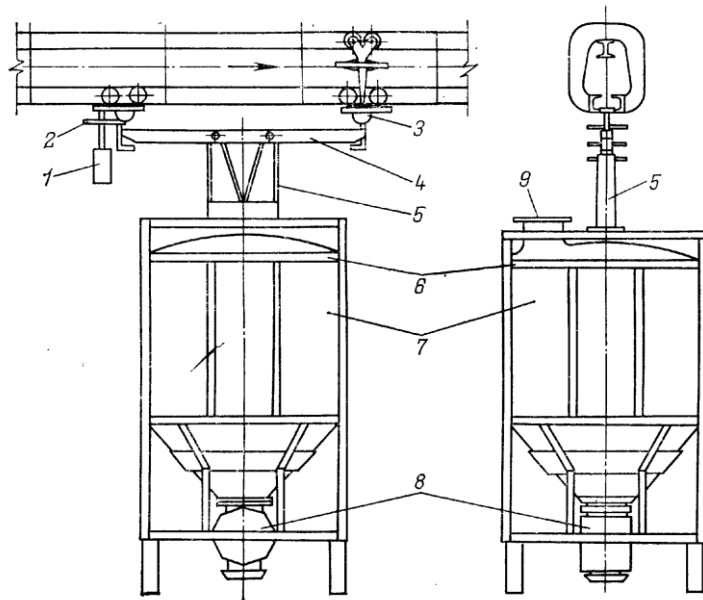
Технічний вуглець має високу проникаючу здатність, що потребує більш жорстких вимог до герметичності його транспортних систем та засобів збереження.

Проектом передбачено контейнерну систему транспортування технічного вуглецю, як найбільш перспективну. Для подачі технічного вуглецю використовують підвісний штовхаючий конвеєр (рис. 2.5).

Спеціальні закриті контейнери мають клапани для автоматичного завантаження і вивантаження продукту (рис. 2.6), забезпечують високу герметичність на всій лінії транспортування технічного вуглецю. Практично вирішується задача охорони навколишнього середовища.

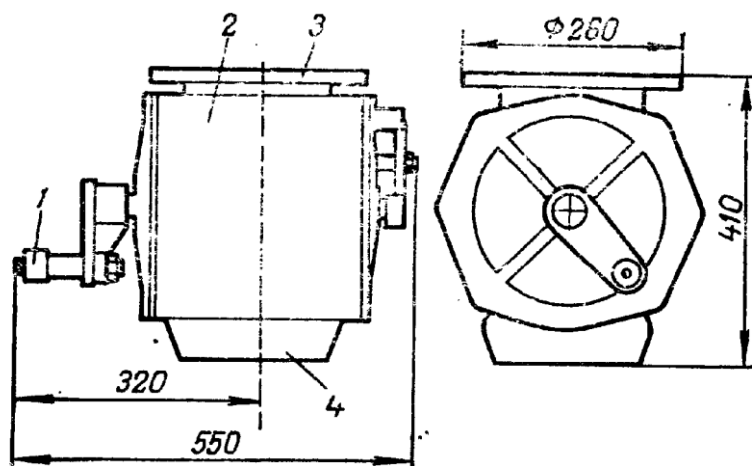
При використанні штовхаючого конвеєру кожен контейнер закріплений за визначеним типом ТВ, що дозволяє створити технологічний запас заповнених контейнерів на накопичувальних сортувальних лініях безпосередньо в місцях споживання, спрощується обслуговування і ремонт; виключається можливість контакту обслуговуючого персоналу з технічним вуглецем, чого не можна забезпечити при використанні інших транспортних механізмів.

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



1 - селектор; 2, 3 - задній і передній візки штовхаючого конвейєру; 4 - сполучна траверса; 5 - хомут; 6 - опорна рама; 7 - контейнер; 8 - розвантажувальний клапан; 9 - завантажувальний отвір контейнеру

Рисунок 2.6 – Схема контейнера для транспортування технічного вуглецю.



1 - приводний важіль; 2 - корпус; 3 - фланець для кріплення до контейнера; 4 - розвантажувальне вікно

Рисунок 2.6 – Автоматичний клапан для вивантаження технічного вуглецю з контейнера.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

4ХТ-6.026.161.001 ДП.ПЗ

Арк.

52

### 2.6.3 Підготовка, транспортування, розважування та подача у гумозмішувач сипких інгредієнтів

Дозування інгредієнтів може бути централізованим, децентралізованим і комбінованим.

При децентралізованій системі розважування кожен гумозмішувач оснащується обладнанням необхідним для дозування компонентів, які застосовуються у гумових сумішах. При цьому число компонентів обмежується числом бункерів біля гумозмішувача. Такі системи застосовують на підприємствах з вузьким асортиментом гумових сумішей. Наважки завантажуються у горловину гумозмішувача через збірний транспортер.

До недоліків децентралізованої системи розважування можна віднести обмеженість числа встановлених бункерів і, як слідство, малу маневреність системи, більш низьку точність дозування інгредієнтів, більшу енергоємність.

При централізованій системі розважування кожен матеріал автоматично або вручну зважують на одній ділянці. Потім для кожної закладки гумової суміші комплектують навішування матеріалів і на підвісному конвеєрі або електрокаром транспортують на ділянку змішування.

Для автоматичного дозування порошкоподібних, гранульованих та рідких матеріалів використовуються порційні ваги, ваги безперервної дії та об'ємні дозатори.

Застосування автоматичних ваг дає можливість підвищити якість гумових сумішей і продуктивність праці, а також вивільнити робітників, зайнятих важкою фізичною працею.

Комбіновані системи дозування інгредієнтів komponують в собі системи з індивідуальною оснасткою змішувальних агрегатів і централізовані системи для дозування інгредієнтів сумішей на групу агрегатів для змішування.

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сипкі інгредієнти, наважки яких не перевищують 10 кг, а також інгредієнти, які використовуються для обмеженої кількості сумішей. доцільно дозувати централізовано і пакувати їх в поліетиленові пакети.

Комбіновані системи розважування більш універсальні, гнучкі за їх допомогою досягається висока точність дозування, підвищена маневреність, а при зміні виробничої програми та в аварійних ситуаціях – можливість для корегування рецептур..

Тверді та сипкі інгредієнти поставляють на завод у паперових мішках, багатошарових пакетах, фанерних бочках. Деякі інгредієнти вимагають попереднього подрібнення. Такі інгредієнти, як каніфоль та АСПГ перед пуском у виробництво подрібнюються у шарових млинах, а сірку просівають.

Усі сипкі інгредієнти подаються у витратні бункери до гумозмішувачів за допомогою контейнерів по напівавтоматичній монорельсовій транспортній системі.

#### **2.6.4 Підготовка, транспортування, розважування та подача у гумозмішувач пом'якшувачів**

Рідкі компоненти гумової суміші, що витрачаються у великих кількостях, перекачують насосами зі складу по трубопроводах, що обігріваються, у проміжні ємності, які встановлені поблизу від підготовчого цеху.

З проміжних ємностей подача пом'якшувачів до гумозмішувача здійснюється по кільцевій системі з обігрівом. Пом'якшувачі, що використовуються у малих дозах, плавлять і очищають у баках, що встановлених на площадці біля гумозмішувача.

Автоматичні ваги для рідин мають два бака – живильний і ваговий з паровим обігрівом. Розвантаження баку починається в той момент, коли ваговий бункер приходить у рівновагу.

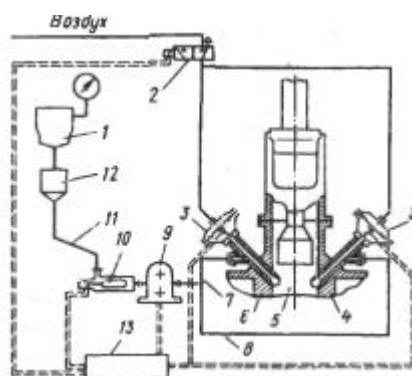
					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Живлення вагів рідким матеріалом проводиться по трубах, що встановлені вище напірних бачків.

Ваги для рідин можуть важити за один раз 1-5 кг і мають регулятор числа наважувань, за допомогою якого можна відважувати 1-3 рази.

У зв'язку з тим, що рідкі пом'якшувачі часто мають кислу реакцію (олеїнова кислота, технічний стеарин), баки ваг робляться з некородуючих матеріалів.

Замість описаних ваг, які потрібно встановлювати для кожного матеріалу окремо, часто застосовують дозувальні насоси, пристрій яких показано на рис. 2.7.



1-дозатор; 2-повітряний клапан; 3-зливні клапани; 4, 6-бічні стінки змішувальної камери; 5-змішувальна камера; 7, 8, 11-трубопроводи; 9-насос; 10-Сигналізатор рівня; 12-проміжна ємність; 13-розподільник стиснуте повітря.

Рисунок 2.7 - Схема пристрою для введення пом'якшувачів в гумозмішувач

Як видно з рисунка, насос має калібрований за обсягом циліндр; величина ходу поршня в циліндрі регулюється, щоб за один хід мати певний обсяг; автоматично регулюється і кількість ходів. Матеріал подається у гумозмішувачі за обсягом. Насос обігрівается і живиться самопливом з напірних бачків.

Параметри процесу змішування підбираються таким чином, щоб забезпечити найбільш повне диспергування інгредієнтів в каучуку і

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

реалізувати взаємодію полімеру з технічним вуглецем при мінімальній зміні молекулярної структури полімеру. Тому використовують великі механічні напруження при малому часі впливу і порівняно не високих температурах.

### 2.6.5 Виготовлення гумових сумішей

Гумова суміш – складна в'язкопружна тиксотропна багатокomпонентна система.

Для отримання гумових сумішей інгредієнти змішують до утворення однорідної маси з каучуком, що є рідиною з високою аномальною в'язкістю.

У процесі змішування система з упорядкованим розташуванням інгредієнтів перетворюється в систему з нерегульованим, статистично випадковим розподілом.

У масовому виробництві гумових сумішей застосовують головним чином закриті гумозмішувачі. При виготовленні гумових сумішей в таких змішувачах каучук розглядається як головне середовище (фаза), в якій диспергують цільові компоненти (дисперсійне середовище).

Швидкості зсуву в різних точках обсягу деформованого матеріалу істотно розрізняються одна від одної. При цьому напруження зсуву різняться в 5-6 разів.

Найбільша швидкість зсуву спостерігається в зазорі між гребенем ротора і стінкою камери.

Проектом передбачено виготовлення гумових сумішей проводити у дві стадії, з доробкою після гумозмішувача у черв'ячних машинах з листувальною голівкою, що входять до складу агрегату АЧВЛ-600.

Як основне устаткування для виготовлення гумових сумішей прийнята лінія на основі гумозмішувачів ГЗ 370/35 та ГЗ 370/25.

Перевагою листового способу збереження маточних сумішей є більш високий ступінь уніфікації виробництва, більш низька енергоємність

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технологічного процесу, менші виробничі площі і металоємність устаткування.

Передбачена стадія вилежування маточних сумішей на складі на протязі не менш ніж 3-х годин.

У проєкті прийнята комбінована система розважування інгредієнтів.

Інгредієнти вулканізувальної групи, що вводяться на другій стадії виготовлення гумової суміші – сірка, альтакс, тіурм, цимат та каптакс подаються з бункерів на ваги у автоматичному режимі та завантажуються у гумозмішувач.

Після проведення другої стадії змішання суміш надходить в агрегат АЧВЛ – 600 де допрацьовується і переходить на охолодження до фестонної установки, що працює синхронно з агрегатом.

Готові суміші в спеціальних контейнерах візками подаються до вертикального багатоярусного механізованого стелажах для збереження.

Керування роботою гумозмішувачів, як і роботою допоміжних механізмів розважування і подачі інгредієнтів, здійснюється з диспетчерського пункту в автоматичному режимі.

При виготовленні гумових сумішей дотримуються встановленого порядку введення інгредієнтів, витримують температурний режим і стежать за положенням верхнього затвора в камері гумозмішувача. У таблицях 2.29-2.30 представлено режими змішування гумових сумішей, що виготовляються у підготовчому цеху, що проєктується.

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.30 – Режим виготовлення гумової суміші 6190 в дві стадії в гумозмішувачі ГЗ-370

Найменування операції	Час операції, с	
	початок	закінчення
<b>Перша стадія</b>		
Введення каучуку SBR-1712 та сипких інгредієнтів	0	10
Закрити відкидні дверцята	10	15
Опустити верхній прес	15	20
Змішування під тиском	20	40
Завантажити технічний вуглець N880	40	45
Опустити верхній прес	45	50
Змішування під тиском	50	190
Введення під тиском рідких пом'якшувачів (масло ПН – 6Ш, кислота стеаринова технічна, захисний віск) і змішування	190	195
При досягненні температури 140 °С відкрити нижній затвор, підняти верхній прес, вивантажити гумову суміш	235	240
Закрити нижній затвор	240	255
Відкриття відкидної дверці та охолодження камери змішувача	255	270
<p>Тривалість циклу змішування – 270 с.                      Частота обертання роторів – 35 об/хв.                      Тиск повітря на верхній затвор не менше – 0,59 МПа (6 кгс/см<sup>2</sup>).                      Температура суміші при вивантаженні – 140 °С.                      Обробка суміші після гумозмішувача – АЧВЛ –600 (листування, частота обертання черв'яка – 20 – 25 об/хв).                      Температура суміші перед завантаженням в гумозмішувач 2-ї стадії, °С – не менше 15 і не більше 60.                      Температура суміші після УФТ – не більше 50 °С .</p>		
<b>Друга стадія</b>		
Завантажити маточну суміш	0	30
Закрити відкидні дверцята	30	35
Завантажити вулканізуювальний агент, прискорювачі та модифікатор (сірку технічну, альтакс та тіурам)	35	60
Опустити верхній прес	60	70
Змішування	70	160
При досягненні температури 105 °С відкрити нижній затвор та вивантажити гумову суміш	160	170
Закрити нижній затвор, підняти верхній прес, відкрити відкидну дверцю та охолодити суміш	170	180
<p>Тривалість циклу змішування – 150 с.                      Частота обертання роторів – 25 об/хв..                      Тиск повітря на верхній затвор не менше – 0,49 Мпа (5 кгс/см<sup>2</sup>).                      Температура суміші при вивантаженні – 105 °С.                      Обробка суміші після гумозмішувача – АЧВЛ - 600 (листування, частота обертання черв'яка – 20 – 25 об/хв.).                      Температура суміші після УФТ – не більше 60 °С.</p>		

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ

Арк.

58

Таблиця 2.31 – Режим виготовлення гумової суміші 2682 в дві стадії в гумозмішувачі ГЗ-370

Найменування операції	Час операції, с	
	початок	закінчення
Перша стадія		
Введення каучуку Dutral Ter 054/E та сипких інгредієнтів	0	10
Закрити відкидні дверцята	10	15
Опустити верхній прес	15	20
Змішування під тиском	20	50
Завантажити технічний вуглець N880	50	90
Опустити верхній прес	90	100
Змішування під тиском	100	200
Введення під тиском рідких пом'якшувачів (масло ВРПС, стеарин) і змішування	200	265
При досягненні температури 140 °С відкрити нижній затвор, підняти верхній прес, вивантажити гумову суміш	265	280
Закрити нижній затвор	280	290
Відкриття відкидної дверці та охолодження камери змішувача	290	300
<p>Тривалість циклу змішування – 300с.                      Частота обертання роторів – 35 об/хв.                      Тиск повітря на верхній затвор не менше – 0,59 МПа (6 кгс/см<sup>2</sup>).                      Температура суміші при вивантаженні – 140 °С.                      Обробка суміші після гумозмішувача – АЧВЛ –600 (листування, частота обертання черв'яка – 20 – 25 об/хв).                      Температура суміші перед завантаженням в гумозмішувач 2-ї стадії, °С – не менше 15 і не більше 60.                      Температура суміші після УФТ – не більше 50 °С .</p>		
Друга стадія		
Завантажити маточну суміш	0	30
Закрити відкидні дверцята	30	35
Завантажити вулканізуювальний агент, прискорювачі (сірку технічну, тіурам, цимат та каптакс)	35	60
Опустити верхній прес	60	70
Змішування	70	130
При досягненні температури 105 °С відкрити нижній затвор та вивантажити гумову суміш	130	140

## Продовження таблиці 2.31

Закрити нижній затвор, підняти верхній прес, відкрити відкидну дверцю та охолодити суміш	140	150
<p>Тривалість циклу змішування – 150 с.                  Частота обертання роторів – 25 об/хв.                  Тиск повітря на верхній затвор не менше – 0,49 МПа (5 кгс/см<sup>2</sup>).                  Температура суміші при вивантаженні – 105 °С.                  Обробка суміші після гумозмішувача – АЧВЛ - 600 (листування, частота обертання черв'яка – 20 – 25 об/хв.).                  Температура суміші після УФТ – не більше 60 °С.</p>		

Після змішування гумові суміші необхідно охолоджувати, так як під час зберігання при підвищеній температурі можлива їх під вулканізація або злипання. Зазвичай при охолодженні листи гумових сумішей обробляють антиадгезивами.

Регулювання циклу завантаження і змішування забезпечує мінікомп'ютер, встановлений на кожній лінії.

Піддони із сумішшю зберігаються у висотних стелажних складах, які обслуговуються спеціальними автоматизованими кранами.

Керування кранами, контроль якості, облік наявності, надходження та видачі сумішей здійснюється за допомогою ЕОМ.

### 2.6.6 Контроль якості гумових сумішей

Якість сумішей перевіряється в контрольній лабораторії підготовчого цеху. Мета лабораторного контролю – не допустити у виробництво сумішей низької якості і запобігти виходу браку.

Контролю підпадає кожна заправка. Від кожної заправки відбирають кілька проб і проводять експрес-аналіз. Станція, де відбирають проби (одна на кожен заправку), передбачена в місці входу суміші у фестонну охолоджуючу установку.

Проба позначається маркою та порядковим номером і подається в контрольну лабораторію, де маються всі необхідні прилади для проведення різних видів контролю.

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Досить швидко визначити якість суміші можна випробуванням зразків на реометрі ODR 2000 або MDR 2000 при високій температурі (180-200°C), на віскозиметрі Муні MV2000, RPA.

За допомогою цих приладів можна встановити в'язкість суміші, тривалість підвулканізації, швидкість вулканізації і модуль зсуву, що характеризує властивості вулканізату.

Отримані значення порівнюють з нормами, встановленими для даної суміші.

Отримана інформація передається по комп'ютерним мережам на станцію вивантаження відповідної фестонної охолоджуючої установки. Потім піддону привласнюється шифр, який дозволяє подачу його на склад.

Якщо яка-небудь суміш, що покладена на піддоні виявляється бракованою, піддон буде відправлений на склад з умовою наступної передачі суміші, що знаходиться на ньому, на додатковий контроль та доробку.

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3 КОНТРОЛЬ ТА КЕРУВАННЯ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ ЗМІШУВАННЯ

Встановлення на гумозмішувач комплексу регулюючих, контрольних та вимірювальних приладів забезпечує керування та контроль за процесом змішування компонентів гумових сумішей в гумозмішувачах.

Комплекс включає в себе три підсистеми, кожна з яких забезпечує подачу та відвід охолоджуючої води, подачу стисненого повітря до приводів верхнього затвору та гідравліки до приводів нижнього затвору.

Електропневматичний прилад типу КЕП в запрограмованому порядку керує роботою повітряного приводу заслінки завантажувальної воронки за допомогою електромагнітного клапана. Він, в свою чергу, забезпечує подавання стисненого повітря в одну або другу порожнину повітряного циліндра приводу верхнього затвора через електромагнітний клапан, а також привід клапана подачі пом'якшувачів через електромагнітний клапан.

Від цього ж приводу поступають електричні сигнали до реверсивного розподільника гідравліки, за допомогою якого робоча рідина від гідронасосу поступає в ту або іншу порожнину гідроприводів нижнього затвору, що забезпечують закривання або відкривання змішувальної камери нижнім затвором.

Перемикач дозволяє перейти на ручне керування роботою приводів завантажувально-розвантажувальних пристроїв за допомогою спеціальних кнопок.

Положення поршнів в циліндрах приводів контролюється візуально за допомогою сигнальних ламп.

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>			
<i>Розроб.</i>		Дем'яненко В.О			Проект підготовчого цеху заводу ГТВ з виробництва 38,28 тисяч тон у рік гумових сумішей для виробництва неформових ущільнювачів		
<i>Перевір.</i>		Ващенко Ю.М					
<i>Керівник</i>		Ващенко Ю.М					
<i>Н. Контр.</i>		Ващенко Ю.М					
<i>Затверд.</i>		Сухий К.М.					
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
						62	
					УДУНТ ННІ УДХТУ, каф. ТПП та ПМ		

Для контролю температури в камері гумозмішувача використовуються хромель-копельові термомпари, що встановлені у верхньому затворі, в бокових стінках та на гребні нижнього затвору.

Одна з термомпар пов'язана з вторинним приладом – реєструючим і регулюючим електропневматичним потенціометром, який через відповідний клапан регулює подачу охолоджуючої води до змішувача.

Інші термомпари підключені до самопишучого реєструючого потенціометра. Сама термомпара, вірніше конусний наконечник захисної гільзи, кріпиться так, що її можна вводити в змішувальну камеру на різну глибину. Цим досягається її оптимальне положення.

При установці гумозмішувача в потокову лінію керування його роботою, як і роботою допоміжних механізмів розважування та подачі інгредієнтів, здійснюється від центрального диспетчерського пункту в автоматичному режимі [16].

Сучасна схема автоматичного керування на основі мікро-ЕОМ для ліній виготовлення гумових сумішей показана на рисунку 3.1.

Керування процесом змішування здійснюється по наступним параметрам:

- тривалість змішування;
- енергія, що витрачається;
- частота обертання роторів;
- температура суміші у гумозмішувачі.

Крім цього можливе управління одночасно по декількох параметрах.

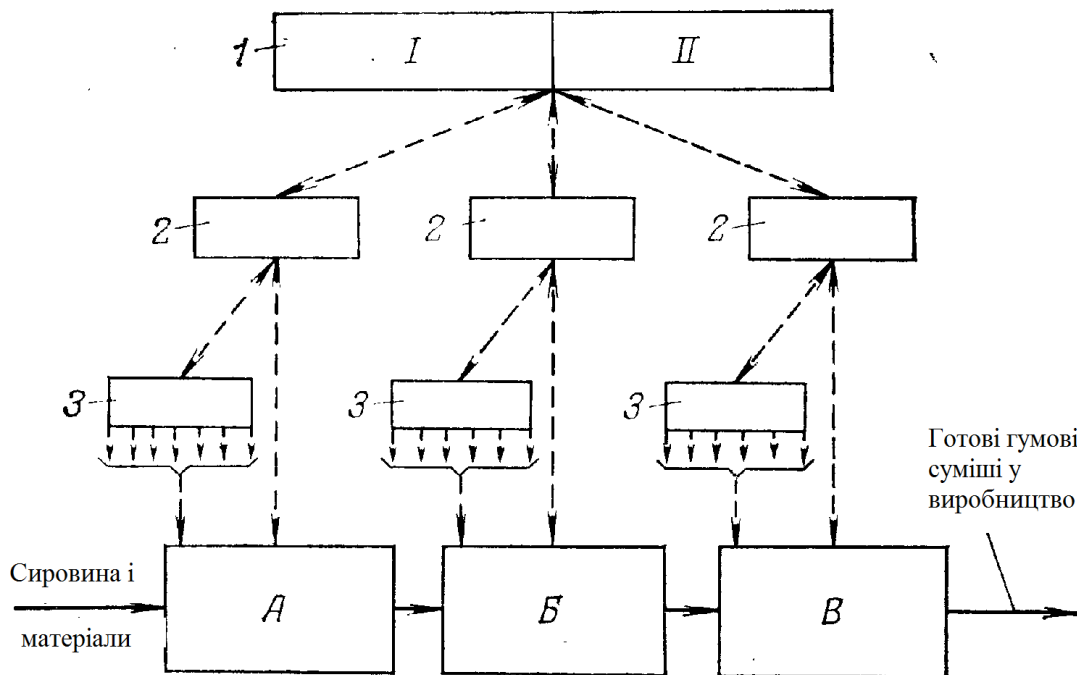
Пам'ять системи розрахована на декілька сотень рецептів, які, як і інші технологічні параметри в режимі діалогу, можуть бути викликані на екран дисплею.

З масиву даних за допомогою ЕОМ викликають рецепти сумішей з потрібною кількістю заправок.

Перед початком роботи по заданій програмі система розраховує витрати компонентів суміші і контролює їх наявність у витратних бункерах.

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Системи керування забезпечують потрібну послідовність подачі компонентів, високу якість сумішей, стабілізацію параметрів процесу змішування, зменшення браку, а також виключає вплив виробничого персоналу на процес змішування.



А - склад сировини; Б - змішувальне відділення; В - склад гумових сумішей; І - головна ЕОМ; ІІ - допоміжна ЕОМ; 1 - центральна станція керування; 2 - ЕОМ систем керування виробничими лініями змішувального відділення, складами сировини і гумових сумішей; 3 - мікропроцесори, що керують устаткуванням виробничих ліній та складів сировини і гумових сумішей

Рисунок 3.1 - Структурна схема системи автоматичного керування підготовчим виробництвом

Система технологічного процесу ділиться на наступні підсистеми:

- дозування інгредієнтів, що входять до складу гумової суміші;
- включення живильників;
- контроль за показниками вагів дозаторів;
- вимикання живильників з упередженням;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

- контроль переваження і прогноз величини компенсації для наступного циклу дозування;
- розвантаження (передача матеріалів з дозаторів у проміжні ємності) – керування днищами дозаторів, контроль звільнення тари вагів і заповнення проміжних ємностей;
- введення інгредієнтів з проміжних ємностей в гумозмішувач – керування завантажувальною воронкою та верхнім пресом змішувача, насосами, конвеєрами, днищами проміжних ємностей;
- контроль звільнення проміжних ємностей;
- змішування – контроль температурних, часових та енергетичних показників процесу і порівняння їх з заданими у рецептурній карті, попередження аварійних режимів, керування затвором або вивантаженням змішувача на вальці або у черв’ячну машину.

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

При виготовленні гумовотехнічних виробів використовують речовини, що негативно впливають на організм людини. Їх основна характеристика наведена в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Характеристика шкідливих речовин, що використовуються для виробництва ГТВ

Шкідлива речовина	ГДК, мг/м <sup>3</sup>	Клас небезпеки	Дія на організм людини
Синтетичний дивініловий каучук	100	IV	У звичайному стані нетоксичний, але при термообробці виділяє вуглеводні, що шкідливо діють на організм людини: викликають захворювання слизуватої оболонки шлунку та верхніх дихальних шляхів
Сірка технічна полімерна	6	IV	При потраплянні сірки в організм людини можливо виникнення подразнень слизуватих оболонок очей та верхніх дихальних шляхів, роздратування шкіряних покривів, захворювання шлунково-кишкового тракту
Perkacit MBTS (альтакс)	5	III	Пил альтаксу подразнює діє на слизуваті оболонки носа та верхні дихальні шляхи, викликає катаральне запалення тканин і бронхів
Сульфенамід Ц	3	III	Під час вдихання сульфенамідів пошкоджуються слизові оболонки дихальних шляхів, що викликає алергію. Крім того речовина, проникаючи в організм через дихальні шляхи та шкіру, володіє кумулятивними властивостями та зберігається на шкірі навіть після миття, викликаючи дерматити, особливо на відкритих ділянках шкіри

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>				
<i>Розроб.</i>	Дем'яненко В.О				Проект підготовчого цеху заводу ГТВ з виробництва 38,28 тисяч тон у рік гумових сумішей для виробництва неформових ущільнювачів	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>	Ващенко Ю.М						66	
<i>Керівник</i>	Ващенко Ю.М					УДУНТ ННІ УДХТУ, каф. ТПП та ПМ		
<i>Н. Контр.</i>	Ващенко Ю.М							
<i>Затверд.</i>	Сухий К.М.							

Продовження таблиці 4.1

Цинкове білило	0,5	II	При потраплянні в організм може викликати захворювання дихальних шляхів і органів травлення
Ангідрид фталевий	1	II	Високо небезпечна речовина. Володіє сенсibiliзуючою, нейротоксичною та гепатотоксичною дією. Пар та пил при перевищенні ГДК викликають сильне подразнення слизових оболонок верхніх дихальних шляхів та очей, головний біль, кашель та нежить, на шкірі викликає появу червоних плям, язв та екзем, є причиною анемії
Ацетонаніл Р	1	II	Пригнічує функцію центрально-нервової системи. Володіє шкіряно-резорбтивною дією та слабкими кумулятивними властивостями.
Діафен ФП	2	II	Надає негативний вплив печінці, ниркам, ЦНС, щитовидній залозі та системі кровообігу. Володіє сенсibiliзуючою та канцерогенною дією, а також викликає подразнення шкіри.
Кислота стеаринова	300	IV	Може викликати екземи
Каніфоль соснова	6	III	Викликає подразнення шкіри
Технічний вуглець	4	III	Сприяє утворенню професійних захворювань, в особливості захворювань верхніх дихальних шляхів, алергічних дерматозів, кон'юнктивіт.

При проектуванні підготовчого цеху окрім хімічно-небезпечних факторів також наявні фізично-небезпечні та шкідливі фактори [20-21], такі як:

- підвищена температура поверхонь устаткування (поверхня гумозмішувача або вальців). Дія на організм людини: викликає опіки шкіри робітника при роботі з обладнанням;
- підвищена температура повітря робочої зони. Дія на організм людини: підвищена спітнілість та тиск, виникнення головного болю;
- підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися через тіло людини (гумозмішувач, вальці). Дія на організм людини: може призвести до місцевого ушкодження тканин та органів (електричного удару, опіку, металізації шкіри, електроофтальмії), або збудження у живих тканинах організму, через які проходить струм;

- підвищений рівень шуму на робочому місці (при роботі вальців, гумозмішувача). Дія на організм людини: порушується нормальна діяльність серцево-судинної та нервової систем, шлунково-кишкового тракту, кровотворних органів, виникає професійна глухота;

- підвищений рівень вібрації (при роботі вальців, гумозмішувача). Дія на організм людини: порушується нормальна діяльність серцево-судинної та нервової систем, викликає хворобу Паркінсона.

- недостатня освітленість робочої зони. Дія на організм людини: викликає погіршення зору, головний біль, нервово психологічні розлади;

- рухомі машини та механізми, фільтрувально-листуючих машин. Дія на організм людини: утворення механічних травм.

Для нормалізації умов праці в цеху використовують:

- засоби нормалізації повітряного середовища виробничих приміщень та робочих місць для апаратного забезпечення для: вентиляції та очищення повітря, кондиціонування повітря, опалення;

- засоби нормалізації освітлення виробничих приміщень та робочих місць до яких відносяться: джерела світла, освітлювальні прилади, світлові прорізи, світлозахисні пристрої;

- засоби захисту від шуму, до яких відносяться огорожувальні, звукоізолюючі та звукопоглинаючі пристрої, глушники шуму, засоби колективної та індивідуальної дії;

- засоби захисту від ураження електричним струмом, до яких відносяться: електрозахисні кошти, огорожувальні пристрої, ізолюючі пристрої та покриття, пристрої захисного заземлення та занулення, пристрою вирівнювання потенціалів і пониження напруги, пристрої дистанційного управління, громовідводи та розрядники, знаки безпеки та захисту здоров'я працівників;

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- засоби захисту від статичної електрики: заземлюючі пристрої, електростатичні покриття та просочення, використання бавовняної спецодягу;

- засоби захисту від високих і низьких температур навколишнього середовища: теплозахист обладнання, вентиляція, припливні системи, кондиціонери, механізація, автоматизація, дистанційне управління технологічними процесами, устаткуванням, використання спецодягу, спецвзуття, засобів індивідуального захисту голови, очей, рук, обличчя.

На гумових виробництвах переробляється та зберігається велика кількість рідин і твердих гранульованих речовин, які є горючими, тому ймовірна можливість виникнення пожеж. Характеристика основних горючих речовин наведена у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Основні показники пожежонебезпеки горючих речовин

Речовина	Температура, °С		Концентраційні межі вибуху, г/м <sup>3</sup>	
	спалаху	самозаймання	нижня	верхня
Синтетичні каучуки	–	285–412	–	–
Сірка молота	–	190	17	–
Сульфенаміди	–	305	20,3	–
Фталевий ангідрид	152	580 (осівшого) 650 (завислого)	15	–
Бензойна кислота	125	532	20	–
Модифікатор РУ	–	480	80	–
Стеаринова кислота	195	320		
Каніфоль соснова	–	321 440 (пилу)	12,6	–
Вуглеводневі смоли	195–225	481	39	–
Пом'якшувач асфальтено-смолистий гранульований марки АСПГ	311- 334	400- 408	–	–
Пластифікатор нафтовий масло ПН-6Ш	–	390	–	–
JPPD	–	523	23	–
Ацетонанил Н (ТМQ)	210	475	–	–
Технічний вуглець	–	344	–	–

Проектом передбачено наступні заходи зі створення безпечних та здорових умов праці:

- комплексна автоматизація виробничих процесів та апаратів;
- регулювання технічного режиму проводиться автоматично з пульта управління у операторній;
- механізація трудомістких процесів, заміна ручної праці на механізовану;
- використання запобіжних та блокуючих пристроїв.

Усі рухомі частини обладнання мають захисне огороження для запобігання нещасних випадків при їх обслуговуванні.

Гарячі поверхні обладнання та трубопроводів у місцях можливого дотику з ними людей ізолювані або огорожені. Температура на поверхні ізоляції не перевищує + 45 °С.

Для руху продукту в непередбаченому та недосяжному напрямку передбачено зворотні клапани, якими також забезпечені усі відцентрові насоси.

Устаткування всього технологічного ланцюжка герметизоване.

Запірна апаратура розміщена на висоті не вище 1,6 м. Апаратура, що розміщена вище 1,8 м для обслуговування має майданчики зі спеціальними драбинками або сходами.

Приміщення цеху переробки гуми належить до особливо небезпечних за електробезпечністю:

- можливість дотику людини до з'єднаних з землею металоконструкцій, будівель технологічних апаратів, механізмів та до металевих корпусів електроустаткування;
- хімічно-активне середовище.

Всі частини електроустаткування (двигуни, пускачі, броня кабелів, електричні щити і ін.) заземлені. Вхід в щитове приміщення операторної

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технологічному персоналу заборонений, вивішена табличка «Вхід заборонений».

Для усунення небезпеки враження струмом у випадку доторкання до корпусу та не струмоведучих металевих частин машин та механізмів, які були під напругою, використовують захисні заземлювачі.

Заземлюючі пристрої складаються з трубчастих заземлювачів, що розташовані в землі та з'єднані між собою з'єднувальною штабою.

У приміщеннях цеху крім природного освітлення використовується штучне.

У виробничому приміщенні виконуються роботи малої точності V розряду зорових робіт (найменший розмір об'єкта розрізнення від 1 до 5 мм).

Приміщення цеху переробки гуми обладнані приточною і витяжною вентиляцією.

Для запобігання загазованості в приміщенні цеху встановлені сигналізатори ДВК, при спрацьовуванні яких включається світлова та звукова сигналізація, а також автоматично включається аварійна витяжна вентиляція.

Приточні вентиляційні системи оснащені калориферами для підігріву повітря в холодну пору року.

Для створення нормальних здорових умов роботи розраховано місцеву витяжну вентиляційну установку для завантажувального отвору черв'ячної машини.

Над черв'ячними машинами передбачається установка місцевої вентиляції.

Кількість повітря, що відсмоктується з укриття над черв'ячною машиною з листувальною голівкою підібрано так, щоб на робочих місцях забезпечувалась його чистота.

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно проєкту передбачено наступні водопроводи:

- господарсько-питний, що забезпечує подачу питної води для господарсько-побутових потреб із розрахунку 45 л на одну людину в зміну;
- виробничий, розрахований для подачі води на технологічний процес;
- протипожежний, розрахований, виходячи з того, що пожежа станеться в години максимального використання води іншими споживачами.

Проєктом передбачено такі види каналізації:

- основна система виробничої каналізації – призначена для виведення виробничо-зливної води, забрудненої фенолом та водорозчинними домішками гумових сумішей;
- система зливневої каналізації – для виведення та очищення зливневої води з доріг;
- система господарсько-фекальної каналізації – для виведення та очищення побутових стоків.

Для запобігання нещасних випадків, захворювань і отруєнь, пов'язаних з виробництвом, персонал, що обслуговує установку забезпечується наступними засобами захисту:

- засобами індивідуального захисту органів дихання;
- засобами для захисту шкірних покривів, рук, голови;
- засобами для захисту очей;
- засобами для захисту від шуму.

Кожний працюючий на установці оператор технологічної установки забезпечений бавовняним костюмом та курткою, комбінованими рукавицями, фільтруючим протигазом марки БКФ та захисною каскою.

Термін служби засобів індивідуального захисту від 12 міс. до 5 років. Періодичність прання хімічестки засобів індивідуального захисту – по мірі необхідності.

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для захисту очей від ушкоджень застосовують захисні окуляри. Для захисту обслуговуючого персоналу установки від впливу шуму застосовують антифони, протишумові навушники та протишумові каски.

Згідно проекту на підприємстві також є джерела викидів шкідливих речовин в атмосферу. Тому щорічно розробляють план-графік контролю встановлених параметрів, проводять контрольні заміри на джерелах викидів заводською санітарною лабораторією.

Охорона водного басейну спрямована на запобігання забруднення водойм, яке не тільки збільшує ступінь санітарно-гігієнічної та епідеміологічної небезпеки, але й зменшує обсяг вод, придатних для використання в промислових, сільськогосподарських і комунально-побутових цілях.

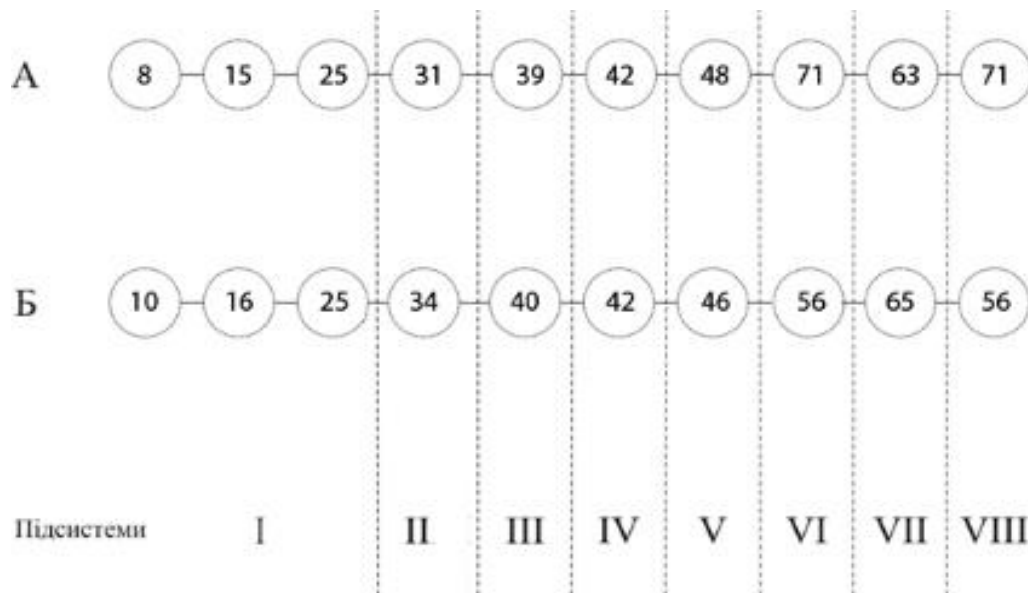
З метою запобігання попадання забруднюючих речовин з виробничими стічними водами в річки на підприємстві, що проектується, передбачене будівництво локальних очісних споруджень, а також відстійників для освітлювання стічних вод.

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

Доцільність обраного технологічного процесу виготовлення гумових сумішей ґрунтується на основних техніко-економічних показниках ефективності роботи потоково-автоматичної лінії, приведених затратах (П) та питомій заробітній платні (З) на 1 тону суміші.

На рисунку 5.1 представлені технологічні схеми виготовлення гумових сумішей на базовому підприємстві та на підприємстві, що проєктується.



Б – базовий варіант; П – варіант, що проєктується

Рисунок 5.1 – Технологічні схеми виготовлення гумових сумішей

В таблиці 5.1 наведено дані, на основі яких зроблено висновок про доцільність впровадження запропонованої схеми виробництва гумових сумішей.

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дат</i>				
<i>Розроб.</i>		Дем'яненко В.О			Проект підготовчого цеху заводу ГТВ з виробництва 38,28 тисяч тон у рік гумових сумішей для виробництва неформових ущільнювачів	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевір.</i>		Ващенко Ю.М					74	
<i>Керівник</i>		Ващенко Ю.М				УДУНТ ННІ УДХТУ, каф. ТПП та ПМ		
<i>Н. Контр.</i>		Ващенко Ю.М						
<i>Затверд.</i>		Сухий К.М.						

Таблиця 5.1 – Вибір оптимальної схеми технологічного процесу виготовлення гумових сумішей.

Ін-декс	Функціональні елементи	Показники ефективності			
		Базовий варіант		Варіант проекту	
		П	З	П	З
8	Вертикальний гідравлічний ніж для різання каучуку до розпарювання	0,37	0,30	-	-
10	Спеціальний пристрій для різки СК в автоматичному режимі в комплекті із стрічковими конвеєрами	-	-	1,37	0,68
15	Штовхаючий конвеєр для кип каучуку	0,68	0,52	-	-
16	Монорельсова система з автоматичним адресуванням і розвантажувальним пристроєм	-	-	0,50	0,18
25	Ваги ДТКЧ, централізоване розважування	1,82	0,64	1,82	0,64
31	Шкребкові транспортери, автоматичні ваги	4,30	0,65	-	-
34	Пневмотранспорт	-	-	1,85	0,94
39	Стрічковий конвеєр і ручне розважування	1,65	0,85	-	-
40	Контейнери, електронавантажувачі, автоматичні ваги	-	-	1,10	0,27
42	Автоматичні ваги, насос, клапан	0,90	0,05	0,90	0,05
46	ГЗ 270 з чотирилопастними роторами	-	-	- 0,74	- 0,12
48	ГЗ 270/40	3,70	0,55	-	-
56	Екструдер-листуватель	-	-	3,15	0,25

Кінець таблиці 5.1

					4ХТ-6.026.161.001 ДП.ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ін-декс	Функціональні елементи	Показники ефективності			
		Базовий варіант		Варіант проекту	
		П	З	П	З
63	ГЗ 270/30	4,10	0,55	-	-
65	ГЗ 270/30 з чотирилопастними роторами	-	-	- 0,82	- 0,12
71	Листувальні вальці 2130, охолоджуючі камери	7,10	2,31	-	-

Проведемо розрахунок питомих приведених витрат (П) і питомої заробітної плати (З) на базовому варіанті (виробництво ПрАТ «БЕРТІ») і варіанту проекту.

На базовому варіанті:

$$П=0,37+0,68+1,82+4,30+1,65+0,90+3,70+4,10+7,10=24,62$$

$$З=0,30+0,52+0,64+0,65+0,85+0,05+0,55+0,55+2,31=6,42$$

Варіант проекту:

$$П=1,37+0,50+1,82+1,85+1,10+0,90+(-0,74)+3,15+(-0,82)=9,13$$

$$З=0,68+0,18+0,64+0,94+0,27+0,05+(-0,12)+0,25+(-0,12)=2,77$$

Отже, в порівнянні з базовим варіантом (виробництво ТОВ УНДКТІ «ДІНТЕМ»), в розрахунках проектного варіанта наявні нижчі показники, що свідчить про те, що варіант проекту є більш техніко – економічно вигідним.

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

Розроблено проєкт сучасного підготовчого цеху заводу ГТВ з виробництва 38,28 тисяч тон у рік гумових сумішей для виробництва неформових ущільнювачів, що відповідає вимогам сучасного виробництва:

- спрямованість на використання найдешевших та найдоступніших каучуків та інгредієнтів при неможливості нескінченного збільшення їх асортименту;
- необхідність зниження матеріалоємності виробів та трудоемкості їх виготовлення;
- підвищення якості гумових сумішей, рівня механізації та автоматизації основних технологічних операцій виготовлення та доробки гумових сумішей;
- поліпшення захисту навколишнього середовища та здоров'я працівників.

На відміну від базового підприємства спроектоване виробництво має такі особливості:

- прийнято централізоване розважування каучуків на складі із застосуванням автоматизованих ліній ДАС-300/3, що дозволяє забезпечити значну точність дозування, універсальність та маневреність подачі;
- для технічного вуглецю прийнята контейнерна система подачі, яка дозволяє уникнути основних недоліків інших систем подачі наповнювачів;
- виготовлення гумових сумішей здійснюється у дві стадії;
- змішування виконується у гумозмішувачах з об'ємом змішувальної камери 370 дм<sup>3</sup>, що дозволяє зменшити частку допоміжних операцій в 2 рази, збільшити продуктивність обладнання та поліпшити якість гумових сумішей за рахунок використання сучасного

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

гумозмішувального обладнання та черв'ячно-валкових агрегатів АЧВЛ-600 для доробки гумових сумішей;

- контроль якості гумових сумішей виконується в автоматизованій контрольній лабораторії з передачею інформації по комп'ютерним мережам на станцію вивантаження фестонової охолоджуючої установки.

Розроблений проект підготовчого цеху має кращі технічні, економічні та природоохоронні характеристики завдяки впровадженню нових технологій та сучасних методів проведення технологічного процесу виготовлення гумових сумішей.

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Мельник Л.І. Технологія переробки еластомерів: навч. посібник – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 257 с.
2. Піднебесний, А. П. Силоксанові гуми та їх властивості [Текст] / А.П. Піднебесний, Л.О. Мельник, Н.В. Савельєва. — Київ : Фітосоціоцентр, 2006. — 320с.
3. Євдокименко, Н.М. Полімерні суміші та композити [Текст ] / Євдокименко Н.М., Бурмістр М.В., Ващенко Ю.М., Котов Ю.Л.. – Дніпропетровськ, УДХТУ, 2003. – 223с.
4. Овчаров, В. И. Свойства резиновых смесей и резин: оценка, регулирование, стабилизация [Текст] / В.И. Овчаров, М.В. Бурмистр, А.Г. Смирнов, В.А. Тютин, В.В. Вербас, А.П. Науменко. - М: "САНТ-ТМ", 2001. - 400 с
5. Скорохода, В.Й. Основи технології еластомерів і формування з них виробів [Текст ] / В.Й. Скорохода, Н.Б. Семенюк, Ю.Я. Мельник. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2021. – 284 с
6. Мікульонок І.О. Інноваційне обладнання для приготування та перероблення полімерних матеріалів і гумових сумішей [Текст]: монографія / І. О. Мікульонок, О. М. Гавва, Л. О. Кривопляс-Володіна. Київ: Національний університет харчових технологій, 2022. – 139 с.
7. Полімерні матеріали і вироби з них (одержання, перероблення, властивості) : термінологічний словник / І. О. Мікульонок, О. Л. Сокольський. – Київ : Вид-во «Політехніка», 2015. – 208 с.
8. Специальность «Резино-техническое производство», квалификация «Техник-технолог»: Учебное пособие /А.А.Кельмялене, Н.И.Марченко, Н.Н.Дутчак / Нур-Султан: Некоммерческое акционерное общество «Talar», 2020 г.- 304 с.

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Мікульонок І. О. Технологія перероблення полімерів [Текст] : підруч. [для студ. закл.вищ. освіти] / І. О. Мікульонок. 5-те вид., переробл. та доповн. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. – 314 с.:

11. Science and Technology of Rubber / James E.Mark, Burar Erman, Frederick R.Eirich. – Elsevier Inc. – 2005. – 768 p.

12. Rubber Technology. Compounding and Testing for Performance / Edited by John S. Dick. – Hanser Publishers, Munich, 2001. - 620 p.

					4ХТ-6.026.161.001.ДП.ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



