

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»

Навчально-науковий інститут Природокористування  
Кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

кваліфікаційної роботи ступеня бакалавра

студента Абакумова Володимира Володимировича

(ПІБ)

академічної групи 101 – 19ск – 1П

(шифр)

спеціальності 101 «Екологія»

(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою – «Екологія»

на тему «Обґрунтування шляхів використання відпрацьованих  
автомобільних шин»

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка	Підпис
кваліфікаційної роботи	Павличенко А.В.		
<b>розділів:</b>			
Теоретичного	Павличенко А.В.		
Технологічного	Павличенко А.В.		
Охорона праці	Чеберячко Ю.І.		
<b>Рецензент</b>			
<b>Нормоконтролер</b>	Ґрунтова В.Ю.		

Дніпро 2022

**Міністерство освіти і науки України**  
**Національний технічний університет**  
**« Дніпровська політехніка »**

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри ЕТЗНС

Борисовська О.О.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 року

**ЗАВДАННЯ**

**на кваліфікаційну роботу**

**ступеня бакалавра**

студенту Абакумова Володимира Володимировича

(прізвище та ініціали )

академічної групи 101 – 19ск – 1П

(шифр)

спеціальності – 101 «Екологія»

(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою – «Екологія»

(офіційна назва)

на тему «Обґрунтування шляхів використання відпрацьованих

автомобільних шин»

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 03.05.2022 р. № 234-с

	Розділ	Зміст	Термін виконання
1	Теоретичний	Проаналізувати етапи виробництва автомобільних шин та дослідити вплив відпрацьованих автомобільних шин на навколишнє середовище	01.02.2022 – 27.02.2022
2	Практичний	Визначити перспективні шляхи переробки цих відходів. Розробити і обґрунтувати заходи щодо утилізації відпрацьованих автомобільних шин	28.02.2022– 12.06.2022
3	Охорона праці	Розробити і обґрунтувати заходи щодо безпечного виконання робіт на об'єкті дослідження	11.04.2022 – 05.06.2022

Завдання видано \_\_\_\_\_

(підпис керівника)

Павличенко А.В.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі 01.02.2022 р.

Дата подання до екзаменаційної комісії \_\_\_\_\_

Прийнято до виконання \_\_\_\_\_

(підпис студента)

Абакумов В.В.

(прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи містить: 70 стор. 17 рис., 3 табл., 38 літ. дж.

Мета роботи – дослідження можливих варіантів ресурсозбереження за рахунок повторного використання автомобільних шин.

У вступі викладено сучасний стан проблеми утилізації зношених автомобільних шин та інших відходів шинного виробництва, обґрунтовано актуальність обраної теми, сформульовано мету кваліфікаційної роботи, її зв'язок з об'єктом діяльності та конкретизовано постановку задачі.

У теоретичному розділі проаналізовані етапи виробництва автомобільних шин, хімічний склад та допоміжні матеріали автомобільних шин, а також досліджена загальна характеристика проблеми відпрацьованих автомобільних шин.

У технологічному розділі запропоновано рішення з утилізації відпрацьованих автопокришок, розроблені заходи з організації робіт на об'єкті з реалізації прийнятого рішення.

У розділі «Охорона праці» обґрунтовано заходи щодо безпечного обслуговування та експлуатації лінії з переробки зношених шин у крихту.

У висновках наводиться підсумковий аналіз ефективності запропонованих заходів.

АВТОТРАНСПОРТ, ЗНОШЕНІ ШИНИ, УТИЛІЗАЦІЯ, ВТОРИННІ МАТЕРІАЛЬНІ РЕСУРСИ, ГУМОВІСНІ ВІДХОДИ, ГУМОВА КРИХТА, ПІДЛОГОВІ ГУМОВІ ПОКРИТТЯ

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ВИГОТОВЛЕННЯ, СКЛАД АВТОМОБІЛЬНИХ ШИН ТА ЇХ ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ .....	7
1.1 Етапи виробництва автомобільних шин .....	7
1.2 Хімічний склад та допоміжні матеріали автомобільних шин .....	8
1.3 Загальна характеристика проблеми відпрацьованих автомобільних шин ....	11
1.4 Наслідки впливу відпрацьованих автомобільних шин на навколишнє середовище .....	12
РОЗДІЛ 2. ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОЛОГОБЕЗПЕЧНИХ СПОСОБІВ УТИЛІЗАЦІЇ ТА ПЕРЕРОБКИ АВТОМОБІЛЬНИХ ШИН .....	15
2.1 Аналіз ефективності методів утилізації автомобільних шин .....	15
2.2. Прийняття ефективного технологічного рішення .....	24
2.3 Пропонована лінія з переробки автомобільних шин .....	27
2.4. Пропоновані варіанти використання гумової крихти .....	34
2.5. Пропоноване обладнання для виробництва гумових покриттів .....	39
2.6. Організація робіт з реалізації прийнятого рішення .....	50
РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ .....	53
3.1. Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів при реалізації проектного рішення.....	53
3.2. Інженерно-технічні заходи з боротьби з небезпечними і шкідливими факторами під час переробки відпрацьованих шин .....	54
3.3. Вимоги безпеки при експлуатації обраного обладнання .....	60
ВИСНОВКИ .....	62
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	65
Додаток А .....	69
Додаток Б.....	70
Додаток В .....	71
Додаток Д.....	72

## ВСТУП

Зношені покришки – це такі ж тверді побутові відходи, як і інші види відходів. Автопокришки – це самий багатотоннажний полімерний відхід, який накопичується в світі. Вони відносяться до відходів 4 класу небезпеки, не можуть закопуватися в ґрунт і тому звозяться на полігони або звичайні звалища.

Зношені шини зберігаються як на змішаних звалищах, так і на звалищах, призначених виключно для використаних автопокришок. Число шин, що зберігаються в усьому світі на звалищах, оцінюється в мільярд одиниць. Недолік способів переробки шин призводить до їх накопичення.

Форма і специфічна вага шин (через наявність пустот) не допускають регульованого ущільнення звалища. Викинуті на звалища шини розкладаються в природних умовах не менше 100 років.

Контакт шин з дощовими опадами і ґрунтовими водами супроводжується вимиванням ряду токсичних органічних сполук: дифеніламіну, дибутилфталату, фенантрени, а також сірки. Всі ці сполуки потрапляють в ґрунт. Крім того, існує група органічних речовин, про присутність яких можна тільки припускати, оскільки в різних країнах при створенні автомобільних покришок можуть бути використані різні пластифікатори, пом'якшувачі та інші речовини. Нетоксичні органічні речовини трапляються серед них надзвичайно рідко.

Безперервний ріст автомобілів у всіх розвинених країнах призводить до постійного збільшення кількості зношених автомобільних шин. Проблема переробки зношених автомобільних шин має велике екологічне й економічне значення.

Відсутність контролю за відходами, підпали, самозаймання ведуть до загрози тривалих некерованих пожеж на звалищах. Загасити полум'я дуже складно, при цьому температура горіння наближається до температури горіння кам'яного вугілля. При горінні шин в атмосферу та ґрунт виділяються шкідливі

речовини, які становлять небезпеку для людини і навколишнього середовища: біфеніл, антрацен, флуорентан, пірен, бенз(а)пірен, сірка. Дві сполуки з перерахованих – біфеніл і бенз(а)пірен відносяться до найсильніших канцерогенів. Не випадково Європейська Рада прийняла спеціальну Директиву «Про звалища», за якою з 2003 року вводиться заборона на спалювання шин.

Звалище зношеної автомобільної гуми – це ідеальне середовище для розмноження шкідливих для людини кровосисних комах (кліщі, комарі, мухи і т.д.). Нагріті шини, що накопичують воду сприяють розмноженню гризунів і змій. У зношених автопокришках збирається дощова вода. Чорний колір шин веде до їх сильного нагрівання під впливом сонячних променів, причому тепло зберігається в гумі протягом довгого часу. Таким чином, звалища шин утворюють ідеальне місце для розмноження хвороботворних організмів і являють собою небезпеку для здоров'я людей.

У зв'язку з вищесказаним можна констатувати, зношені шини, що вийшли з експлуатації і відходи виробництва шин є джерелом тривалого забруднення навколишнього середовища.

Тому метою роботи є дослідження можливих варіантів повторного використання автомобільних шин та зменшення їх впливу на навколишнє середовище.

# РОЗДІЛ 1. ВИГОТОВЛЕННЯ, СКЛАД АВТОМОБІЛЬНИХ ШИН ТА ЇХ ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ

## 1.1 Етапи виробництва автомобільних шин

Виробництво автомобільних шин складається з наступних етапів [1-4]:

- виготовлення гумових сумішей і елементів покриття;
- складання елементів у єдине ціле;
- вулканізація.

### Виготовлення гумових сумішей і елементів покриття

Виробництво автомобільних шин починається з виробництва гумових сумішей. Їх склад сильно варіюється в залежності від функціонального призначення шини. Таким чином, гумові суміші містять до десяти різних компонентів, таких як сірка, вуглець і каучук [1-3].

Наступний крок – створити протектор шини поверх заготовок шин. Гумова стрічка, профільована черв'ячною обробкою, виготовляється, охолоджується водою, а потім розрізається на заготовки для шин відповідно до розміру шини.

Каркас і брекер складаються з шарів гумових волокон і високоміцних металевих шнурів. Ця прогумована тканина розрізається під певним кутом на смуги різної ширини в залежності від розміру шини.

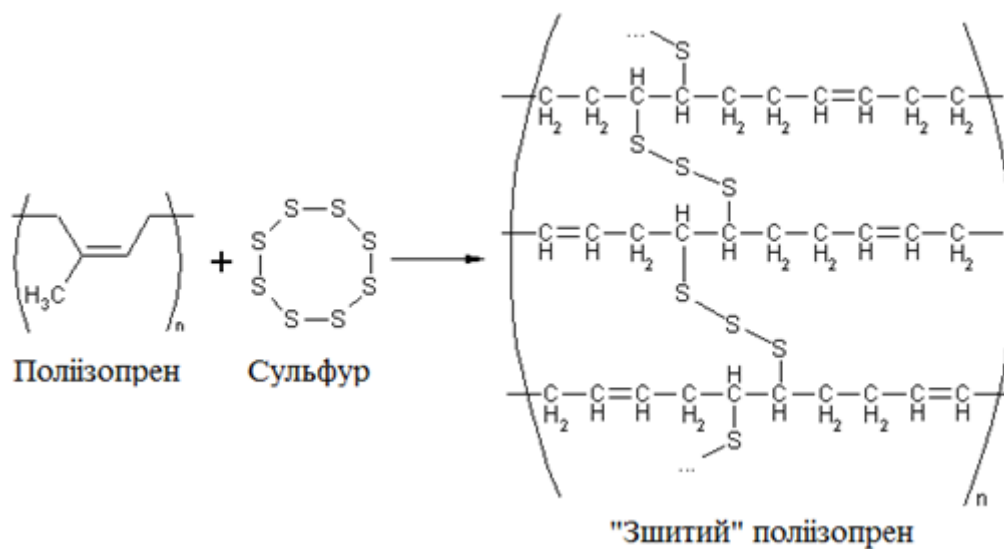
Не менш важливими є борти шини. Борти шини не розтягуються і є дуже твердою деталлю. Основна частина борту шини являє собою крило, в яке намотана обрізана дрот борту.

**Складання елементів у єдине ціле.** Спочатку наклеюється шар каркаса і шар борту в спеціальний барабан, а в центр його поміщається протектор і боковина. Крім того, шини для легкових автомобілів часто замінюються боковинами, оскільки протектор зазвичай подовжується, а точність складання шин значно підвищується.

**Вулканізація.** Зібрані шини поміщаються в форму вулканізаційної машини. У шину впорскується водяна пара або нагріта вода. В результаті на

протекторі і боковині шини утворюється унікальний малюнок протектора. Крім того, процес вулканізації надає шині еластичність і стійкість. Після вулканізації шина вважається готова до використання.

Вулканізація – процес перетворення сирого каучуку на гуму шляхом нагрівання його з сіркою (рис. 1.1) [1-3].



**Рисунок 1.1 – Хімічна схема процесу вулканізації**

Під час вулканізації атоми сульфуру приєднуються з подвійним зв'язком молекули каучуку з прямою ланцюгом і зв'язується, щоб зшити молекули каучуку один з одним. При вулканізації липка, слабка гума перетворюється на пружну і еластичну гуму. Гума міцніше за каучук, а також стійка до перепадів температур.

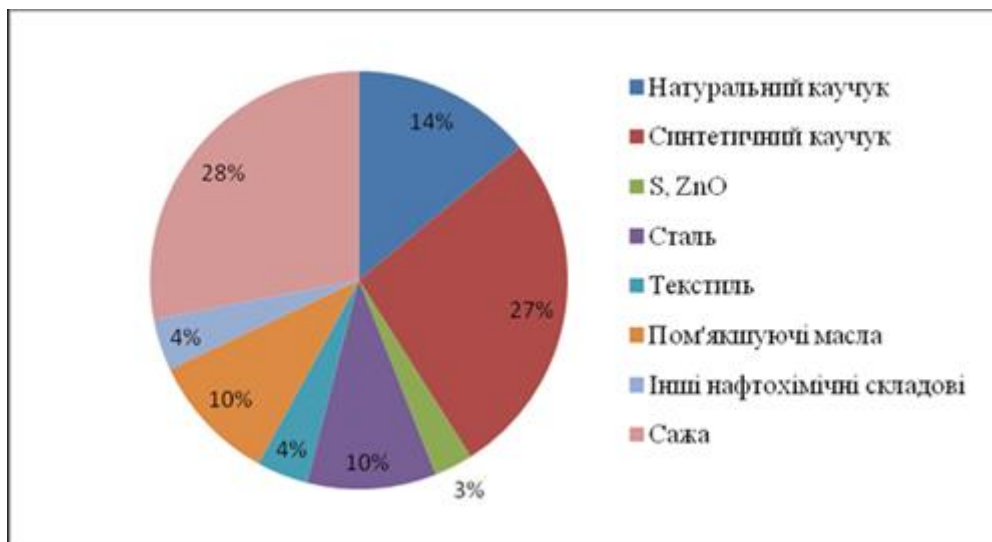
Вулканізація змінює молекулярну структуру полімеру і змінює його фізико-механічні властивості. Міцність на розтяг і еластичність гуми різко підвищуються, а пластичність практично виключається. Це також підвищує твердість і зносостійкість [1-3].

## 1.2 Хімічний склад та допоміжні матеріали автомобільних шин

В процесі виробництва шин працюють хіміки і дизайнери, і секрет складу шин лежить на них. Їх мистецтво особливо полягає в правильному виборі,



дозуванні і розподілі компонентів суміші для протектора. Вони покладаються на професійні знання та новітні комп'ютери. Склад шинного компаунда оповитий таємницею, але добре відомо близько 20 основних інгредієнтів. Секрет полягає в тому, щоб враховувати застосування самої шини і комбінувати її відповідним чином. (рис. 1.2) [1-4].



**Рисунок 1.2 – Основні складові автомобільних шин**

#### **Складові частини шини:**

**Каркас** – це шар, який становить скелет шини. Зазвичай він складається з волокон які сплітаються разом і покритий гумою. Тому шина є гнучкою, але не еластичною. Щоб збільшити міцність шини, використовується шар, званий каркасом, який знаходиться трохи вище внутрішнього вкладиша шини [2-5].

**Борти** виготовлені з міцного сталевго дроту, покритого гумою. Борти щільно з'єднують шину і колісні диски.

**Брекер** являє собою гумовий сталевий корсет, розміщений під протектором і каркасом. Брекер призначений для захисту шини від пошкодження каркаса і забезпечення жорсткості протектора. Він виготовляється шляхом в'язання сталевго дроту і покриття її гумою. Крім того, для збільшення міцності і підвищення стійкості до проколів і довговічності можуть бути додані кевларові шнури.

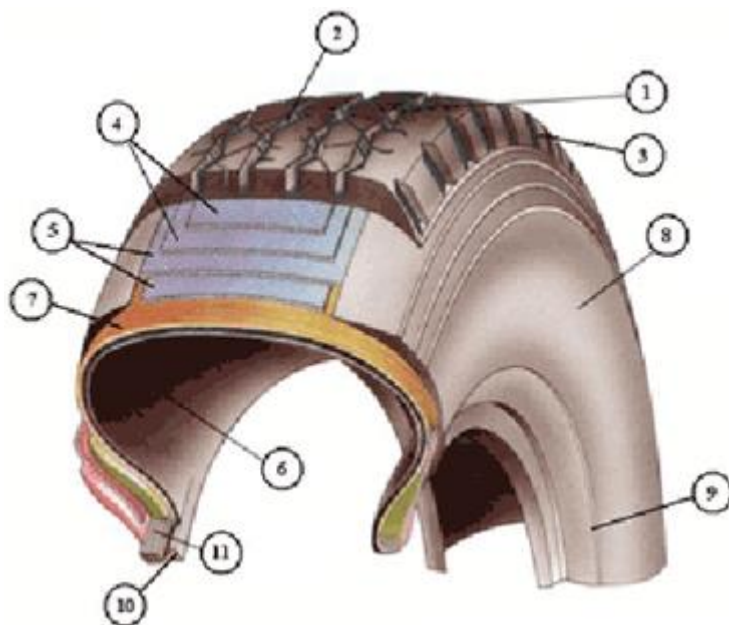
**Боковина** являє собою елемент з щільної гуми між бортом і протектором, який забезпечує поперечну стійкість шини. На боковинах ви знайдете інформацію про виробника шин [2-5].

**Плечова зона** знаходиться в області, де протектор стикається з боковиною. Плечова зона призначена для посилення поперечної міцності шини. Її конструкція впливає на маневреність автомобіля і його характеристики на крутих поворотах [2-5].

**Протектор** – це зовнішня частина шини, де гума знаходиться в безпосередньому контакті з дорожнім покриттям. Протектор грає роль амортизації і зчеплення з дорогою, його структура і матеріал впливають на різні важливі властивості шини.

**Ламелі і канавки** протекторного блоку розділені глибокими канавками, через які шини можуть пропускати воду, сніг і бруд. Ламелі – це невелика канавка (прорізи) в блоці протектора, що особливо важливо для шин, які використовуються на снігу і льоду.

**Рейбро**, оскільки центральне ребро є найслабшою частиною шини, в деяких моделях ребра розташовані в центрі для посилення(рис.1.3) [2-4].



1 – протектор; 2 – канавка протектора; 3 – боковина; 4,5 – шар прогумованих ниток корду; 6 – корд; 7 – каркас; 8 – ширина профілю; 9 – брекер (пояс); 10 – борт; 11 – ущільнюючий гумовий шар

**Рисунок 1.3 – Складові елементи автомобільної шини**

### **1.3 Загальна характеристика проблеми відпрацьованих автомобільних шин**

Автомобільні шини представляють серйозну екологічну проблему, оскільки речовини, що використовуються при їх виробництві, переробці та утилізації, надзвичайно шкідливі для організму людини і навколишнього середовища.

Синтетичний каучук, натуральний каучук, сталь, графіт, полістирол, синтетичне масло, нейлон, клеї і т.д. автомобільні шини мають досить складний хімічний склад. Шкідливі речовини, що виділяються при розкладанні шин, навмисному спалюванні, пожежі в результаті нещасних випадків, дуже сильно забруднюють воду, повітря і ґрунт.

Відпрацьовані автомобільні шини підлягають утилізації. Їх постачальниками виступають промислові і приватні підприємства, а також адміністративні інститути.

В Україні основним способом переробки використаних шин є зберігання на звалищах. Використані шини легально або нелегально змішуються з іншими відходами для захоронення або зберігання на звалищах, призначених спеціально для використаних шин. Шини викидаються на звалища і не використовуються для подальшої переробки, що виводить їх з економічного обороту. Використання таких шин може призвести до знищення ресурсів. З іншого боку, зношені шини не піддаються біологічному розкладанню, тому в принципі їх не можна заборонити (рис. 1.4).

Через відсутність системи поводження з відходами, самозаймання, на звалищах виникають тривалі пожежі, а шини легко горять, тому їх насилу можна загасити. Коли використані шини викидаються на звалище у великих кількостях, виникає нестача звалищ. За даними Європейської асоціації утилізації шин (ETRA), ЄС прийняв рішення заборонити утилізацію старих шин з 2003 року і утилізацію обрізаних шин з 2006 року.



**Рисунок 1.4 – Сулабія – найбільше звалище автомобільних шин у світі**

У Європі щорічно викидається близько 2 млн. тонн використаних автомобільних шин, а рівень утилізації використаних шин в цілому становить менше 30%. Рівень переробки використаних шин в різних країнах становить 87% в Японії, 20-30% в Сполучених Штатах і 50,5% в Німеччині. В Україні щорічно утворюється 150 тис. тонн вживаних шин, з яких використовується тільки 8%. Решта викидається на сміттєзвалище.

У нашій країні проблема утилізації використаних шин, вирішена на законодавчому рівні і в різних нормативних документах, а незаконне скидання триває, завдаючи великої шкоди навколишньому середовищу, незважаючи на те, що утилізації використаних шин відведено особливе місце [5].

#### **1.4 Наслідки впливу відпрацьованих автомобільних шин на навколишнє середовище**

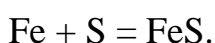
Дослідження довели, що високі екологічні ризики, пов'язані з автомобільними шинами, обумовлені токсичністю матеріалів, використовуваних при їх виробництві, в той час як властивості більше ста хімічних речовин, що виділяються в ґрунт, повітря і водне середовище під час

використання, технічного обслуговування, ремонту і зберігання шин.

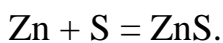
Використані і викинуті шини розкладаються в землі більше 100 років, забруднюючи ґрунт і розчиняючи шкідливі речовини і канцерогени в ґрунтових водах. Крім того, гаряче повітря виділяє високотоксичні сполуки. Коли шина горить, в ній утворюються сажа і сірчана кислота.

При спалюванні відпрацьованих шин утворюються небезпечні речовини (класу 1-3), такі як біфеніл, антрацен, флуорен, пірен і бенз-(а)-пірен, які становлять загрозу для навколишнього середовища. Біфеніл і бенз(а)пірен є найсильнішими канцерогенами, і їх присутність вказує на серйозну загрозу навколишньому середовищу і здоров'ю людини [6].

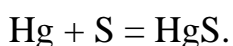
Коли шина згорає, також виділяється сірка, яка може взаємодіяти з іншими речовинами, утворюючи небезпечні сполуки. Є також свідчення того, що сірка природним чином виділяється з шин. У місцях, де зберігаються і спалюються використані шини, є багато інших речовин, таких як сполуки металів, а самі шини часто забруднені металевим порошком, тому сірка може вступати в реакцію з металами і їх сполуками наступним чином. Наприклад, в разі суміші порошку сірки і заліза реакція почнеться навіть при нагріванні до високої температури [6-8].



Крім того, змішаний порошок сірки і цинку дуже бурхливо реагує при займанні. Завдяки цьому утворюється сульфід цинку:



За звичайних умов сірка може взаємодіяти із ртуттю:



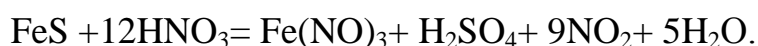
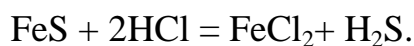
Сульфід заліза FeS може мимовільно самозайматися на повітрі при кімнатній температурі, що дуже небезпечно.

Сульфід цинку ZnS окислюється у вологому повітрі з утворенням сульфату цинку, а при нагріванні на повітрі з утворенням ZnO та SO<sub>2</sub>.

Останній компонент є однією з причин кислотних дощів.

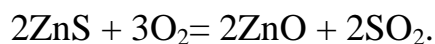
Сульфід металу також може згодом зазнавати хімічні зміни. Таким чином,

сульфід заліза при нормальних умовах може взаємодіяти з концентрованими хлоридними і нітратними кислотами. Варто відзначити, що кислоти дуже часто зустрічаються в навколишньому середовищі в результаті кислотних дощів, а також стічних вод і вихлопних газів багатьох заводів. Особливо в останньому випадку концентровані кислоти часто потрапляють в навколишнє середовище.

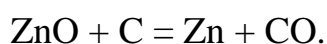


Сірководень відноситься до забруднювачів 3-го класу.

Сульфід цинку, ще один продукт взаємодії сірки та металу, також може бути окислений таким чином (при нагріванні):

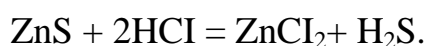


Ця реакція може відбуватися в умовах спалювання шин на звалищах. Оксид цинку вступає в реакцію з додаванням вуглецю і тепла:



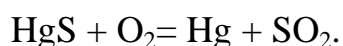
Отже, під час реакції утворюються небажані речовини, такі як діоксид сірки і монооксид вуглецю.

Крім того, сульфід цинку може вступати в реакцію з неорганічними розведеними кислотами з утворенням токсичного сірководню і діоксиду азоту:



Зокрема, необхідно звернути увагу на сульфід ртуті ( $\text{HgS}$ ), який легко отримати при кімнатній температурі.

Він може бути окислений таким чином з утворенням небажаного  $\text{SO}_2$ :



Крім того, сульфід ртуті може вступати в реакцію з  $\text{CaO}$ , який міститься в звичайних відходах, у великих кількостях присутніх на звалищах, таких як будівельні матеріали і залишки мінеральних добрив:



Під час цих реакцій утворюється металічна ртуть, яка є надзвичайно токсичною речовиною [7-9].

## РОЗДІЛ 2. ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОЛОГОБЕЗПЕЧНИХ СПОСОБІВ УТИЛІЗАЦІЇ ТА ПЕРЕРОБКИ АВТОМОБІЛЬНИХ ШИН

### 2.1 Аналіз ефективності методів утилізації автомобільних шин

Існує чотири основні напрямки утилізації та переробки автомобільних шин [3-4]:

1. Фізико-механічні.
2. Фізико-хімічні.
3. Термічні.
4. Мікробіологічні.

До **Фізико-механічних** методів включають: дроблення, бародиструкцію, вибухо-циркулярний, криогенний, «Магнітний удар» і механічне різання.

**Фізико-хімічні** методи включають розчинення в органічних розчинниках і руйнування покриття озonom (технологія «озонового ножа»).

**Термічні** методи включають спалювання, піроліз, газифікацію.

Одним з методів утилізації шин є **мікробіологічний**, руйнування твердих шин мікроскопічними грибами.

Сьогодні в усьому світі використовуються різні технології для переробки відпрацьованої гуми та використаних автомобільних шин. Ці технології включають використання цілих шин для різних застосувань, використання шин і гумових відходів для виробництва енергії (спалювання, використання в цементній промисловості), дроблення шин і гумових відходів для отримання гумових відходів і порошку, а також виробництво вторинних матеріалів з відходів гуми і старих шин [9-11].

#### **Фізико-механічні способи переробки автомобільних шин.**

**Подрібнення** шин в крихту вважається найбільш привабливим методом переробки шин, оскільки фізичні властивості гуми, що міститься в продуктах переробки, можуть бути збережені в максимально можливій мірі (рис. 2.1). Спосіб подрібнення зазвичай ділиться на подрібнення при позитивній температурі і криогенне подрібнення. Це механічна обробка відходів, що



утворюються в процесі виробництва гуми, відпрацьованих автомобільних шин, При виробництві гумових панірувальних сухарів їх поділяють на різні розміри (фракції). Залежно від різниці в частках застосування і використання будуть різними.



**Рисунок 2.1 – Кінцевий продукт після дроблення**

Порошковий каучук з розміром частинок 0,2-0,45 мм використовується в якості добавки (5-20%) в гумові суміші для виробництва нових автомобільних шин, твердих шин та інших гумових виробів. Гумовий порошок з питомою поверхнею 2500-3500 см<sup>2</sup>/г, отриманий механічним дробленням, може бути застосований для підвищення стійкості шин до вигину, ударостійкості і продовження терміну служби шин.

Порошкова гума з розміром частинок до 0,6 мм використовується в якості добавки до гумового взуття та інших гумових виробів (до 50-70%). При цьому властивості (міцність, деформованість) цієї гуми практично нічим не відрізняються від властивостей звичайної гуми, яка виготовляється з каучуку-сирцю.



Порошкова гума з розміром частинок до 1,0 мм може бути використана у виробництві композитних покрівельних матеріалів (рулонна покрівля, гумовий шифер), прокладок для рейок, гумових бітумних матеріалів, вулканізованих і невулканізованих рулонних гідроізоляційних матеріалів.

Порошкова гума з розміром частинок 0,5-1,0 мм використовується в якості добавки для масляної модифікації асфальтобетонних сумішей.

Технологія виробництва каучуку з панірувальних сухарів полягає в основному в механічному розкладанні і гранулюванні [10-11].

**Бародеструкційна** технологія утилізації використаних шин. Технологія заснована на явищі, при якому гума «псевдозріджується» при високому тиску і витікає з отвору в спеціальній камері. Гумові і волокнисті шнури відокремлюються від металевих шнурів і кульок, подрібнюються і виходять з отвору при первинному подрібненні гумових волокон. Потім вони повторно подрібнюються і відокремлюються. Металокорд витягується з камери у вигляді спресованого брикету [11-14].

Опис процесу: Шина подається в прес для різання шин і розрізається на шматки вагою не більше 20 кг. потім його поміщають в автоклав високого тиску. У пристрої високого тиску шина завантажуються в робочу камеру, гума виштовхується у вигляді грудок розміром приблизно 20-80 мм і відділяється металокорд. До переваг відносяться Екологічна безпека, висока адсорбційна здатність і хімічна активність гумового порошку, а також велика питома площа поверхні. Існують такі недоліки, як те, що початкові властивості гуми не зберігаються в кінцевому продукті, а енерговитрати високі [12-14].

**Вибухо-циркулярний** метод (з використанням енергії вибуху). На сьогоднішній день цей метод є скромним, але досить перспективним. У використанні порохової технології є свої переваги і недоліки. Використовується невелика кількість пороху, а використані шини переробляються в спеціальній герметичній камері. Цей метод не вимагає багато енергії. Найбільшою перевагою є те, що виробничі витрати можуть бути значно знижені за рахунок наявності покинутої шахти і установки з виробництва

вибухових речовин з бомб. Цей спосіб дозволяє отримувати крихту будь-якої фракції, не створюючи додаткових витрат на переробку. Недоліком цього способу є те, що конструкція вибухового обладнання є відносно складною [13-15].

**Кріогенний** метод. Суть даної технології переробки є охолодження використаних шин до  $-120^{\circ}\text{C}$  робить гуму крихкою і полегшує відділення металевих кордів. Охолоджену гуму подрібнюють до бажаного стану. Цей гумовий порошок використовується у виробництві гумових шин і як компонент асфальту, а також у виробництві покрівельних матеріалів. Корд переробляється як металобрухт. Цей метод дуже ефективний і дозволяє виробляти високоякісну сировину, але вимагає використання дорогих деталей [13-16].

**«Магнітний удар»** Олександр Бедюк, старший науковий співробітник кафедри радіофізики Київського державного університету, розробив технологію "магнітного удару", яка вирішує актуальну проблему утилізації зношених шин на основі технології, яка не виділяє відходів. Технологія цього методу полягає в створенні високовольтного імпульсного пристрою (4 кВт) і видаленні металевого корду з гуми за допомогою «магнітного удару» [17].

**Механічне розрізання використаних шин.** Необхідність механічного різання шин виникла вже на етапі транспортування з місця агломерації на місце переробки. В Україні спеціалізованих підприємств з переробки дуже мало, а автомобільні компанії, які в основному збирають використані шини, дуже сконцентровані в одному регіоні, тому при проведенні утилізації необхідно перевозити великі партії на значну відстань [18-20].

### **Фізико-хімічні способи переробки автомобільних шин**

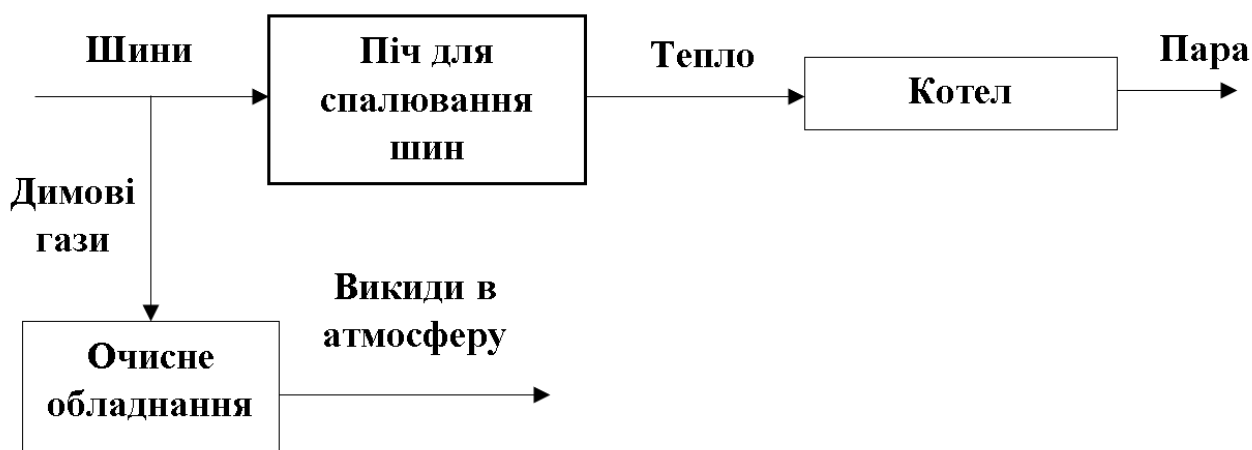
**Розчинення в органічному розчиннику** являє собою процес, при якому відходи термічно розріджуються в органічному розчиннику при температурі  $280-435^{\circ}\text{C}$  і тиску 6,1 МПа або більше, а рідка фракція розділяється на фракції з температурою кипіння  $220^{\circ}\text{C}$  або більше. В цьому випадку рідку фракцію, прокип'ячену до  $220^{\circ}\text{C}$ , каталітично реформують, і частину використовують в якості цільового продукту, а іншу частину використовують як розчинник в

якості нових відходів. Метод розчинення в органічних розчинниках є новим і ще не застосовувався в промисловості. Він має такі переваги, як відсутність відходів, висока ліквідність перероблених продуктів і низька вартість органічних розчинників [12-13].

### **Термічні способи переробки автомобільних шин**

**Спалювання** шин для отримання енергії. Що стосується навколишнього середовища, то використання зношених шин для вироблення електроенергії стало невизначеною оцінкою. По-перше, це стосується викиду оксидів цинку і сірки в атмосферу.

Продукти згоряння шин в печі не забруднюють атмосферу, і технічно не представляє проблеми повне і безпечне спалювання шин в існуючій печі з відповідним вихлопним фільтром (рис. 2.2).



**Рисунок 2.2 – Схема спалювання шин**

Однак будівництво печей і очисних споруд для уловлювання шкідливих газів і з'єднань важких металів є дорогим. Є також інформація, що використання шин в якості палива обходиться 20-25\$, або навіть 30-35\$ за тонну. З огляду на ефективність згоряння однієї шини, це буде приблизно така ж кількість енергії, як спалювання 3 літрів масла. За даними виробника енергія запасена в шині, порівнянна з енергією при спалюванні 27-30 літрів масла (21 літр для виробництва сировини і 6 літрів для переробки) [15-16].

**Піроліз** шматків шин і гумових відходів проводять при різних

температурах, в середовищах з дефіцитом кисню, у вакуумі, в атмосфері водню, в присутності каталізаторів і без добавок, в реакторах періодичної і безперервної дії, в псевдокиплячих шарах. Досліджений процес піролізу суміші каучуку з панірувальних сухарів (20%) і масла (80%). Система піролізу, що стала популярною в 70-х роках, виявилася незручною для тривалої експлуатації. Сьогодні вважається, що результат не виправдав очікувань. Таке обладнання працювало в основному з перебоями. В результаті перед використанням продукту була потрібна додаткова очистка, і вартість не могла бути покрита вартістю виробленого матеріалу. На думку експертів, проблема піролізу старих шин практично вирішена через високу вартість і низьку якість готової продукції [14-18].

**Метод термомеханічного руйнування.** Гумовмісні відходи, такі як зношені шини зі шнурами, поміщаються в спеціальні реактори без попереднього подрібнення. Потім в реактор подають стабілізуючі розчинники, такі як гудрон, асфальт, нафтохімічні та хімічні відходи. Піроліз відходів, що містять гуму, проводять при температурі 250-350°C, низькому надлишковому тиску. В результаті виходить продукт, що представляє собою суспензію розчиненого (зруйнованого) каучуку і суміші газу і пари. Цей спосіб чудовий з точки зору високої економічності, екологічності, мінімальної витрати зовнішніх ресурсів, великої різноманітності продуктів, збереження властивостей гумових сумішей в продукті і т.д. тут також немає стічних вод або твердих відходів [20-21].

### **Мікробіологічні способи переробки автомобільних шин**

Мікробіологічні методи переробки шин. Одним з методів утилізації шин є мікробіологічний, тобто руйнування твердих шин мікроскопічними грибками.

Після завершення тесту на стійкість до цвілі мікроплісень з поверхні шини була видалена для продовження подальших досліджень. Наявність або відсутність пошкоджень зразків гуми після тривалого випробування на стійкість до цвілі визначали за наявністю або відсутністю морфологічних ознак біологічного пошкодження (поява плям, виразок, ерозій і набряків), виявлених

за допомогою бінокулярної лупи (збільшення 60x) [20-21].

Твердість гумових технологічних матеріалів досліджували відповідно до ДСТУ «гума». Метод вимірювання твердості по шору А. Цей стандарт поширюється на гуму і гумові вироби і визначає метод вимірювання твердості від одиниці виміру по шору від "0" до "100". Це метод вбивання твердоміра в гуму і вимірювання сили його опору "0" відповідає максимальному проникненню індентора (2,54 мм), а "100" вказує на нульове проникнення. Твердість кожного зразка вимірювалася в 3 точках [20-21].

Після тривалого впливу мікробів зміни в хімічній структурі тестованих зразків шин, взятих з поверхні і з глибини 25 мм, були виявлені за допомогою інфрачервоної спектроскопії з використанням BRUKER Optik (Німеччина). Інфрачервоний спектрометр з перетворенням Фур'є Тензор-37. Шляхом порівняння спектрів досліджених зразків було встановлено, що компонентний склад і умови випробування вплинули на зміни хімічної структури.

Згідно з результатами, отриманими при візуальному огляді шин з натуральними пластифікаторами, шини другого типу з синтетичними пластифікаторами, групи "Контроль 1" на 28-й день і в кінці періоду випробувань (365 днів), ознак пошкоджень виявлено не було [20-21].

Ступінь колонієутворення натуральних пластифікаторів і синтетичних пластифікаторів в зразках шин «Контроль 2» збільшувалася в міру збільшення терміну служби тесту. Шини з додаванням натуральних пластифікаторів 28-й день, шини з додаванням синтетичних пластифікаторів 365-й день кожна від 0 до 3, міцність на утворення колоній збільшилася з 4 до 5. На 365-й день поверхня зразка шини з використанням синтетичного пластифікатора була повністю покрита шаром гіфів до 3 мм товщиною. Зразок синтетичного пластифікатора має оцінку 2 і залишається незмінним протягом усього випробування. До речі, на зразку натурального пластифікатора було підтверджено, що цвіль не росте 365 днів [20-21].

Початок 28-го дня випробувань: у групі «дослід» на 28-й і 365-й день було відзначено, що частота утворення цвілі на зразках шин з використанням

натуральних пластифікаторів варіювалася в діапазоні 0-3 балів відповідно. У цьому випадку зразок шини з синтетичними пластифікаторами досяг максимуму в 28 балів на 5-й день, що означає, що було порушено більше 25% поверхні. Наприкінці випробування (365-й день) поверхневі пошкодження цих зразків становили 100%, а товщина шару гіф становила 3 мм [22-25].

На 28-й день рівень забруднення зразка синтетичного пластифікатора склав 4 бали і залишався незмінним до кінця періоду випробувань. Зразки натуральних пластифікаторів не показали жодних ознак проникнення навіть через 365 днів з початку випробування.

Таким чином, було виявлено, що натуральні пластифікатори найбільш стійкі до ураження мікроплісневій цвілью і надають фунгістатичну дію як на внутрішню грибкову флору зразків шин з додаванням натуральних пластифікаторів, так і на мікроплісневую цвіль, що вражає зразки. Цей опис підтверджується тим фактом, що пошкодження в зразках шин з використанням натуральних пластифікаторів з'являються тільки через значний проміжок часу після початку експерименту і носять локальний характер. Колонії грибів не перевищували 10 мм.

Таким чином, пошкодження твердої гумової шини набором культур мікроміцетів, відокремлених від гумового субстрату, є більш інтенсивним, ніж у випадку стандартної тестової культури мікроміцетів.

Важливим фактором, що впливає на зміну стійкості об'єкта до цвілі, є період випробувань. У міру збільшення періоду випробувань було показано, що стійкість зразка шини до цвілі знижується. Мабуть, це пов'язано зі збільшенням вмісту речовин, які інтенсивно розвивають дрібні гриби. Освіта таких сполук може відбуватися, коли частина гумового компонента хімічно змінюється під впливом метаболітів грибка. Такий процес повинен бути повністю вивчений і запланований в якості майбутнього питання.

Стан після видалення дрібних грибків з поверхні зразка оцінювали за наявністю різних типів дефектів, таких як зміна кольору, поява областей, де була чітко визначена ерозія, розширення і тріщини. Крім того, на поверхні всіх

зразків, досліджених перед випробуванням, був такий дефект, як невелика порожнина. Зрозуміло, що таке пошкодження відбувається не через дрібних бактерій, а через виробничих дефектів [26-28].

### **Відпрацьовані автомобільні шини в цементному виробництві**

Технологія Bridgestone / Firestone була впроваджена в Японії з початку 1980-х років і виявилася успішною. Ціла шина або подрібнена шина поміщається в обертову піч, де температура вихлопних газів досягає 1200-2800°C (ціла шина або шматок також можуть бути поміщені в зону, де вихлопні газы досягають 600-1400°C, і спалюються). Тут частина залізної руди, необхідної для виробництва цементу, замінюється сталевим кордом. Рекомендується замінити 5-10% палива шинами. Вартість ремонту печі для переведення її на метод Бріджстоуна становить 10-50 мільйонів доларів. Згідно з інформацією компанії, окупити витрати можна протягом 1 року або навіть за більш короткий проміжок часу.

У цементній промисловості використання зношених шин дозволяє заощадити 1-2% на основному паливі.

На думку експертів, спалювання використаних шин при виробництві цементу може знизити споживання викопного палива на 25% і знизити забруднення навколишнього середовища. Через високу концентрацію кисню в печі газоподібний продукт згоряння залишається в зоні горіння досить довго, а сірка і метал зв'язуються з продуктом, тому в процесі не утворюється шкідливих залишків. Gorenje.

Компанія Rohrbach Cement (Німеччина) запустила цементну піч в 1982 році, замінивши частину природного палива шинами.

В Австрії використання подрібнених шин в цементній промисловості також є перспективним.

Але є і ознаки зворотного. Наприклад, цементний завод в Швейцарії "Джура цемент уоркс" припинив спалювання шин в цементних печах з 1989 року, пославшись на забруднення навколишнього середовища продуктами згоряння.

20 мільярдів шин, що лежать на звалищах в Сполучених Штатах, еквівалентні 200 мільйонам тонн вугілля, а цементній промисловості гарантований запас дешевого палива на довгий час.

Але, незважаючи на низьку вартість заміни зношених шин вугіллям, з 200 печей, що діють в даний час в Сполучених Штатах, тільки 12 спалюють використані шини [21-24].

## 2.2. Прийняття ефективного технологічного рішення

У табл. 2.1 наведено порівняльний аналіз розглянутих вище технологій утилізації зношених автомобільних шин, виділені їх переваги та недоліки.

Таблиця 2.1 – Порівняльний аналіз методів утилізації зношених автомобільних шин

Метод переробки	Короткий опис	Одержуваний продукт	Переваги методу	Недоліки методу
Метод термо-деструкції	Термодеструкцію проводять при температурі 250-350°C і невеликому надлишковому тиску. У спеціальному реакторі з додаванням стабілізуючого розчинника	Суспензія розчиненої (деструктованої) гуми, металобрухт, вуглеводневий конденсат(олігомеризат-Піролізна Нафта), суміш вуглеводнів, киплячих вище 20-30°C	Висока економічна ефективність; екологічна чистота; мінімальне споживання зовнішніх ресурсів (електроенергія, паливо); широкий спектр областей застосування одержуваного продукту переробки	
Бародеструкційний метод	Технологія заснована на явищі "псевдозрідження" гуми при	Гумовий порошок різних фракцій від 0,1 до 3 мм.	Екологічна безпека, гумові порошки мають високу	Кінцевий продукт не зберігає вихідних властивостей



	<p>високих тисках. Автошина подається під прес для різання шин, де ріжеться на фрагменти масою не більше 20 кг Далі шматки подаються в установку високого тиску. В установці високого тиску шина завантажується в робочу камеру, де відбувається екструзія гуми у вигляді шматків розмірами 20-80 мм і відділення металокорду</p>		<p>адсорбційну здатність та хімічну активність, мають велику питому поверхню</p>	<p>гуми, вимагає великих енерговитрат</p>
<p>Метод озонної переробки</p>	<p>Зношену покришку піддають дії озону і потім з використанням інструменту механічно подрібнюють</p>	<p>Гумова крихта</p>		<p>Не є екологічно чистим, так як пов'язаний з використанням високих концентрацій озону, що є сильним канцерогеном. Гумова крихта на виході має дуже погану якість</p>
<p>Метод механічної переробки</p>	<p>За допомогою спеціального обладнання ріжеться на частини і подрібнюється в дробарці до певних фракцій</p>	<p>Гумова крихта (гранулят гуми)</p>	<p>Дозволяє максимально зберегти фізичні властивості гуми в продуктах переробки</p>	

На підставі порівняння різних методів: методу термодеструкції, бародеструкційної технології, озонної переробки і повністю механічної переробки було прийнято рішення використовувати для утилізації зношених шин метод механічної переробки з отриманням гумового гранулянту. Даний спосіб дозволяє максимально зберегти фізичні властивості гуми в продуктах переробки, а одержувана сировина має найбільш широкий спектр застосування, в порівнянні з аналогічними методами утилізації [23-27].

Області застосування одержуваних продуктів переробки наступні:

- порошкова гума з розмірами частинок до 1,0 мм – для виробництва рулонної покрівлі, шиферу, підкладок під рейки, мастик, гідроізоляційних матеріалів [23-27];

- порошкова гума з розмірами частинок від 0,5 до 1,0 мм – при будівництві автомобільних доріг, які покращують їх деформаційні і фрикційні властивості. Це збільшує міцність покриття доріг, а також їх стійкість до удару, морозостійкість і стійкість до розтріскування полотна при температурних перепадах [23-27];

- гумова крихта з розмірами частинок від 1,0 до 2,0 мм для приготування регенерату гуми, а також в промисловості будівельних матеріалів для отримання резінобітумного в'язучого при виробництві покрівельних матеріалів, асфальтобетонних сумішей, отримання сорбентів та ін. [23-27];

- гумова крихта з розмірами частинок від 2,0 до 5,0 мм використовується в будівництві сучасних футбольних полів зі штучним трав'яним покриттям і підлогових покриттів для спортивних споруд, легкоатлетичних манежів, тротуарних покриттів, звукопоглинальних екранів, панелей, джгутів;

- гумова крихта з розмірами частинок від 5,0 до 10 мм використовується при виготовленні масивних гумових плит для комплектування трамвайних і залізничних переїздів, що відрізняються тривалістю експлуатації, хорошою атмосферостійкістю, зниженим рівнем шуму і сучасним дизайном; спортивних майданчиків зі зручним і безпечним покриттям; тваринницьких приміщень і т. д. [23-27]

Трамвайні переїзди з гумових панелей, зроблених на основі цих фракцій, забезпечують знижений рівень шуму при проходженні трамваїв. Завдяки амортизаційним властивостям панелей збільшується довговічність підвісного обладнання на автотранспортних засобах. Такі переїзди зручні при розбиранні, особливо в зимовий період. Вони легко очищаються від снігу і криги, мають тепло-морозостійкість і масло - і бензостойкістю. Відрізняються еластичністю і сучасним дизайном. Гумова панель для трамвайних переїздів являє собою масивну плиту вагою близько 200 кг, яка виготовляється методом запресовування гумової крихти діаметром від 2 до 10 мм в прес-форми з додаванням сполучного (вулканізуючого) кошти і подальшим спіканням в печах [18-25].

### **2.3 Пропонована лінія з переробки автомобільних шин**

Провівши аналіз пропозицій обладнання для переробки зношених автопокришок, прийшли до висновку, що для розглянутих умов оптимальним стане використання Лінії ЛПШК-2000 (рис. 2.3). Це автоматизовані лінії для переробки; дробарки, шредери, гранулятори, подрібнювачі гуми; обладнання для виробництва гумових спортивних покриттів (гумові плити, гумова бруківка, безшовні гумові покриття); преси гарячого формування, міксери, прес-форми, розпилювачі, укладальники гумових покриттів.

Високотехнологічне обладнання для переробки шин в гумову крихту і висока кваліфікація розробників компанії дає можливість отримувати продукцію, що відповідає всім міжнародним стандартам. Технології переробки гуми, пропоновані ТОВ «Техноімпорт», адаптовані спеціально для України, мають високу якість і в кілька разів дешевше існуючих зарубіжних аналогів.

В основу технології переробки закладено механічне подрібнення шин до невеликих шматків з подальшим механічним відділенням металевого і текстильного корду і отримання гумового «грануляту» потрібних розмірів.

ЛПШК - 2000 спроектована для переробки всіх типів шин, в тому числі зі

змішаним типом корду (гума, метал, текстиль). Лінія підходить для виробництва з отриманої крихти підлогових покриттів методом гарячого пресування, вільної холодної укладання і розпилення.



**Рисунок 2.3 – Зовнішній вигляд лінії для переробки шин в крихту ЛПШК-2000**

Має високий ступінь очищення від включень:

- текстиль не більше 0,3%
- метал не більше 0,01%.

Лінія екологічно безпечна, так як у виробничому процесі відсутні викиди в атмосферу і скиди у водні об'єкти.

Спосіб механічної переробки при нормальних температурах є найбільш екологічно чистим з усіх існуючих.

Загальні характеристики лінії:

- установка (загальна) електрична потужність – 200 кВт;
- середнє енергоспоживання – 100 кВт/год;
- продуктивність лінії на вході – 300 кг покришок/год;

- продуктивність лінії на виході (варіюється від типу переробляються шин) -180 кг крихти/год, з них;
- 120 кг-крихта фракцією 2-3 мм;
- 60 кг-крихта фракцією менше 2 мм;
- річна потужність переробки шин при завантаженні 300 днів на рік по 20 годин на добу - 2000 тонн;
- необхідна кількість робітників в зміну, включаючи старшого майстра - 6 чоловік.

Вимоги до приміщення і електричних мереж:

- площа і рекомендовані розміри приміщення-500 кв. м;
- Висота-6 м, ширина-10 м, довжина-50 м;
- робоча температура в приміщенні – використовується водяна система охолодження) – не нижче + 5°C;
- необхідна електрична потужність - 200 кВт.

Лінія може бути розташована в різних комбінаціях відповідно до особливостей архітектури будівлі.

Підготовчий сектор може бути винесений за територію будівлі і використовуватися під навісом на вулиці при температурі навколишнього середовища не нижче 0°C.

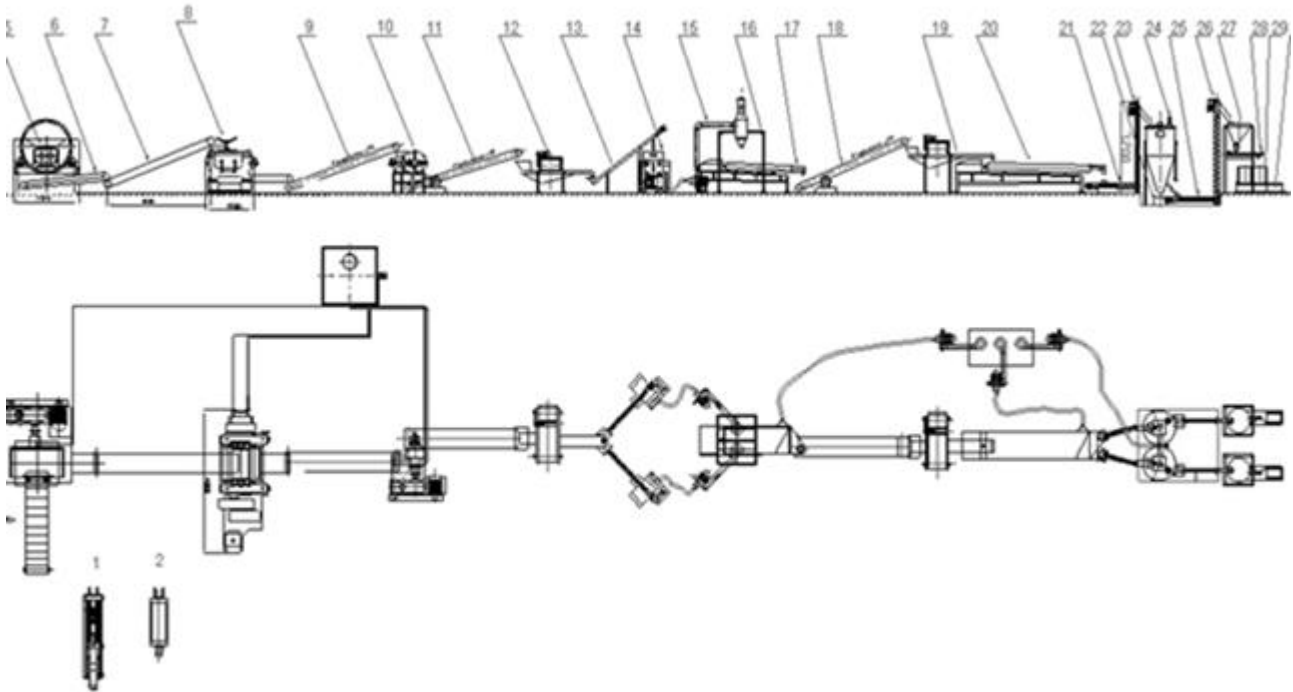
### **Опис технологічного процесу.**

ГТВ доставляються на виробничу базу (автотехнікою підприємства, що здає їх на утилізацію), де покришки сортуються за розмірами і складуються на складі сировини [21-24].

Зі складу сировини покришки транспортером подаються в виробниче приміщення на підготовчий сектор лінії (рис. 2.4).

Підготовчий сектор складається з двох верстатів: верстата для видалення бортового дроту (1) і ножиць для розрізання покришок на частини (2). Обидва верстати мають гідравлічний привід. Спочатку з усіх покришок витягується бортове дротове кільце, потім покришки розміром більше 750x140 мм розрізаються на частини. Кількість частин залежить від габаритів розрізається

ШИНИ.



**Рисунок 2.4 – Принципова схема лінії для переробки шин в крихту ЛПШК-2000**

Далі дрібні покритки і шматки великих покриток укладаються робочим на транспортер, який подає їх в завантажувальну воронку дробарки. Подача покриток і фрагментів здійснюється автоматично, періодичність подачі задається оператором на пульті управління.

Дробарка (5) складається з камери дроблення і поворотного просіювача. Просіювач виконаний у вигляді обертового барабана з отворами 40x40 мм. Камера дроблення встановлена всередині просіювача. У камері дроблення встановлені два зустрічно обертових вала з дисковими ножами шириною 40 мм.

Покритка захоплюється ножами і розривається на шматки (чіпси). Чіпси розміром менше 40x40 мм провалюються через отвори просіювача, і падають на транспортер (6), чіпси більшого розміру просіювачем відправляються назад в камеру дроблення.

Транспортерами (6) і (7) чіпси подаються на дробильні вальці (8).

Дробильні вальці (8) конструктивно являють собою два барабана, що

обертаються назустріч один одному з різною швидкістю. Один барабан має гладку поверхню, інший барабан з нарізкою на поверхні. Зазор між барабанами регулюється від 10 до 1 мм. При проходженні між барабанами чіпси розшаровуються і дробляться.

Отримана суміш зі шматочків гуми, дроту і текстилю транспортером (9) подається на гранулятор (10).

У грануляторі (10) суміш шнеком-дозатором з завантажувальної воронки подається в зону дроблення. Зона дроблення складається з вала спеціальної форми і гільзи. Внутрішня частина гільзи і кінцева частина вала мають форму конуса з нарізкою у вигляді поздовжніх канавок на поверхні.

Початкова частина вала виконана у вигляді шнека. Подана шнеком-дозатором суміш захоплюється шнеком робочого вала і проштовхується в кільцевий зазор між гільзою і конусом робочого вала.

За допомогою нарізки на робочих поверхнях суміш подрібнюється, що виділяється тепло поглинається робочими органами. Вал і гільза мають канали для циркуляції охолоджуючої води. За допомогою системи регулювання налаштовується зазор 3 мм між робочими поверхнями вала і гільзи. На цій стадії переробки фрагменти гуми подрібнюються до розміру від 0,1 до 10 мм, відділяється текстиль і метал.

Після гранулятора (10) суміш транспортером (11) подається через завантажувальну воронку на вібростіл магнітного відбірника (12), де під дією вібрації суміш рівномірно розподіляється по вібростолу, і повільно пересувається до воронки вивантаження. Над вібростолом встановлена транспортерна стрічка з постійним магнітом всередині. Під дією магніту дріт притягується до стрічки і несеться в накопичувальну ємність. Час знаходження металевих дроту під впливом магнітного поля близько 2-3 секунд. На цій стадії відділяється більше 95% металевих включень. З воронки вивантаження магнітного відбірника (12) суміш з гумових гранул і текстильного корду потрапляє на два паралельних шнекових транспортера (13) і подається в ножові гранулятори (14).

Ножовий гранулятор (14) складається з корпусу з ножами, вала з ножами і сітки з отворами діаметром 4 мм при обертанні вала частинки сировини розрізаються ножами, частинки розміром 4 мм і менше провалюються через сітку, встановлену в нижній частині гранулятора, частинки більшого розміру обертаються рухомими ножами і подрібнюються. У ножовому грануляторі з гранул великого розміру при подрібненні відокремлюються залишки металевого і текстильного корду. Суміш з ножових грануляторів пневмотранспортом (15) подається на вібростіл (17).

Вібростіл (17) являє собою похилу прямокутну конструкцію з дном з цілісного листа і сітки з отворами 5 мм, встановленої паралельно дну. Суміш частинок гуми і текстилю подається на сітку, де під дією зворотно-поступальних рухів і за рахунок нахилу вібростола суміш повільно переміщається до Воронок вивантаження. Гранули гуми провалюються в отвори сітки, падають на дно і просуваються до нижньої воронки, а великий текстиль скочується в грудки і просувається по поверхні сітки до верхньої воронки, звідки забирається пневмотранспортом і потрапляє в бункер для текстилю. Гранули гуми і дрібні частинки текстилю з нижньої воронки падають на транспортер (18).

Транспортером (18) суміш гумових гранул і дрібних текстильних волокон подається на магніт (19).

Магніт (19) відбирає залишки дрібного дроту, що вивільнилася в ході подрібнення в ножовому грануляторі. Суміш, що пройшла відбір металу, падає на вібростол (20), а дрібна дрот падає в накопичувач дроту.

Після вібростола (20) суміш розділяється на два потоки (в залежності від діаметра отворів сіток):

Крихта 1,5-3 мм вертикальним шнеком (23) подається в текстильний сепаратор (24).

Крихта менше 1,5 мм вертикальним шнеком (26) подається в текстильний сепаратор (24а).

Текстильні сепаратори (24) і (24а) мають однакову конструкцію.



Сепаратори, що використовуються в лінії, повітряно-відцентрового типу. Принцип дії заснований на взаємодії відцентрових сил і сили повітряного потоку, і за рахунок даної технології досягається високий рівень очищення крихти від текстилю і дрібної текстильного пилу.

Сепаратори (24) і (24а) налаштовуються на різну силу внутрішнього повітряного потоку відповідно до якості, складом і фракцією суміші на вході.

Відокремлений текстиль з сепараторів пневмотранспортом збирається в бункер для текстилю.

Очищена крихта шнеком (25) подається в накопичувальний бункер фасувальників (30).

Автоматичні фасувальники (30) і (30а) однотипні. Автоматично наповнюють мішки крихтою до заданої ваги. Наповнений мішок знімається з фасувальника оператором і зашивається. Таким чином, виробничий цикл переробки вихідної сировини завершується.

Алгоритм управління технологічною лінією

У комплект лінії входить щит управління (ЩУ). Управління всією лінією здійснюється з ЩУ. Існує два режими управління лінією: ручний і автоматичний. Перехід здійснюється перемикачем на ЩУ.

Ручний режим роботи використовується при налагодженні і перевірці обладнання.

Автоматичний режим-Основний режим роботи лінії. При цьому режимі виключається помилка оператора в послідовності запуску і зупинки агрегатів лінії.

При запуску лінії оператору необхідно за допомогою таймера задати інтенсивність подачі сировини в залежності від типу (Легкові або вантажні) покриття і натиснути кнопку «Старт». Лінія запускається автоматично постаночно, починаючи з останнього (по ходу технологічного процесу) верстата, із закладеною в програмі витримкою часу і послідовністю.

Такий алгоритм запуску виключає:

- можливість розсипу матеріалу, призначеного для переробки;

- запуск обладнання під технологічним навантаженням.

Двигуни потужністю понад 20 кВт запускаються з перемиканням обмотки із зірки на трикутник для зменшення провалів напруги мережі.

Транспортер подачі коліс запускається в останню чергу, за умови, що всі верстати лінії працюють в нормальному режимі. Оператор занурює покриття і фрагменти шин на транспортер з проміжком в 10-15 см. Подача здійснюється автоматично за сигналом таймера і контролюється фотодатчиком для виключення перевантаження лінії. Потім оператор зміцнює мішок на горловині кожного фасувальника, і, після фіксації мішка, починається його наповнення. Після досягнення заданої ваги мішок автоматично опускається, заслінка, яка контролює наповнення мішка, закривається. Оператор зашиває мішок і відправляє його на склад.

Таким чином, при автоматичному режимі роботи оператору необхідно періодично (один раз в 5-10 хв.) укладати сировину на транспортер подачі і знімати наповнені мішки з фасувальників.

На всіх інших етапах лінії участь людини мінімально і включає в себе:

- очищення проміжних бункерів для збору металу;
- очищення бункера для текстилю.

Впорскування води в дробарку здійснюється автоматично. Кількість води налаштовується при налагодженні таким чином, щоб полегшити подрібнення з подальшим повним випаровуванням води, без утворення стоків в приміщенні.

Штатна зупинка лінії проводиться при натисканні кнопки «Стоп» в автоматичному режимі роботи. Лінія зупиняється автоматично постановочно, починаючи з першого (по ходу технологічного процесу) верстата із закладеною в програмі витримкою часу і послідовністю. Такий алгоритм зупинки забезпечує технологічне розвантаження лінії і полегшує подальший запуск обладнання [27-31].

## **2.4. Пропоновані варіанти використання гумової крихти**

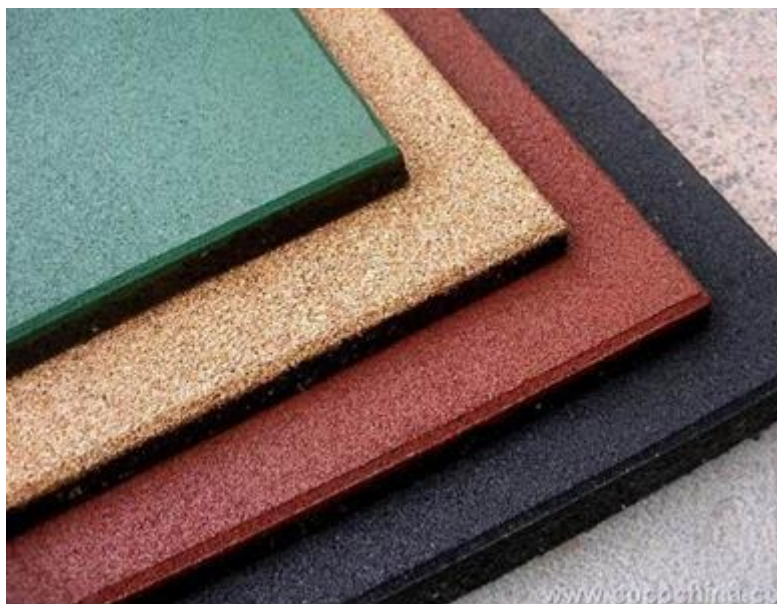
Отримана з зношених автомобільних шин гумова крихта може бути використана, як уже згадувалося вище, для виробництва:

- матів;
- гумової бруківки;
- безшовних покриттів і т. д.

Розглянемо докладніше особливості одержуваних з продуктів переробки шин виробів.

### **Мати з гумової крихти.**

З високоякісної, зносостійкої гумової крихти можуть бути зроблені мати. Вони можуть бути чорного кольору, чорного кольору з вкрапленням кольоровий EPDM-крихти (від 10 до 40%), з кольоровим (пофарбованим) верхнім шаром (рис. 2.5). Розмір плитки 500x500 мм. Товщина: 8мм, 16мм, 25мм, 40 мм.



**Рисунок 2.5 – Мати з гумової крихти**

*Застосування:* плитка травмобезпечна, застосовується для спортивних відкритих і закритих майданчиків, для бігових доріжок, для дитячих ігрових майданчиків, майданчиків атракціонів. Плитка використовується в залах очікування, біля входів в будівлі, на перонах, в торгових центрах, кафе, в аеропортах, в холах, на сходах.

*Перевага.* Еластичність покриття робить його незамінним при облаштуванні дитячих майданчиків. Естетичний зовнішній вигляд покриття завдяки красивій фактурі матеріалу і колірній гамі, відсутність відколів при транспортуванні, монтажі, експлуатації і розтріскування через перепади температур в міжсезоння, самосколювання криги в зимовий час забезпечить довговічність і економічність вашого покриття.

Бруківка гумова. З гумової крихти можуть бути виготовлені наступні види бруківки (рис.2.6):

- «Ластівчин хвіст» - чорна або кольорова. Товщина: 16 мм, 25 мм, 45мм;
- «Котушка ниток» - чорна або кольорова. Товщина: 16 мм, 25 мм, 45 мм;
- «Хвиля» - чорна або кольорова. Товщина: 45 мм;
- «Цегла» - чорна або кольорова. Товщина: 45 мм;
- бордюр тротуарний, чорний або кольоровий. Розміри: 495x200x45мм.



**Рисунок 2.6 – Види бруківки з гумової крихти**

*Застосування:* аналог Піско-цементної бруківки. Використовується для облаштування майданчиків навколо басейнів, водойм та інших об'єктів з підвищеною вологістю, на дитячих майданчиках, в залах очікування, на перонах. Укладається як на тверду основу, так і на пісок.

*Переваги:* плитка пропускає крізь себе воду, перешкоджаючи утворенню калюж на площині покриття (дренаж), що робить її незамінною. Відсутність сколів при транспортуванні, монтажі, експлуатації і завдяки морозостійкості матеріалів плитка під впливом погодних умов не розтріскується і не фарбується. Поверхня перешкоджає ковзанню. Середній термін служби

бруківки тротуарної 20 років.

*Укладання:* вироби з зачепленням «ластівчин хвіст» може укладати і не професіонал – помилитися при укладанні просто неможливо. За рахунок даного типу зачеплення, поруч укладені сегменти утримують один одного. Кожен сегмент має правильну геометричну форму, тому після укладання в покритті швів не видно, поруч лежать елементи щільно пов'язані. Кожен сегмент пресується окремо, завдяки чому має однорідну структуру по всьому перетину, незначні відхилення по товщині. Матеріал не схильний до деформації під впливом перепадів температур і зміни розмірів з плином часу. Легко транспортується і складається. При укладанні покриття, ви можете розрахувати і замовити таку кількість сегментів, яке необхідно по ширині і довжині. При необхідності отримати рівний край поля, що закривається, ви можете розрізати уздовж один сегмент і отримаєте два бічних елемента.

Покриття товщиною 45 мм можуть укладатися/наклеюватися на бетон, асфальт, дерево і навіть на пісок. Всі ті ж вимоги, як і для укладання Піско-цементної бруківки. При наклеюванні плит на бетон, дерево або камінь необхідно використовувати таку ж марку клею, що і при їх виготовленні.

Більш тонкі покриття 16-25 мм укладаються або наклеюються на тверду основу (дерево, бетон, асфальт). Покриття має прекрасні зносостійкі властивості, стійкість до атмосферних коливань, впливу озону і короткочасних впливів кислот і лугів.

Окремо варто відзначити прекрасні тепло і шумоізоляційні властивості. Термін використання таких покриттів набагато більше терміну експлуатації Піско-цементної бруківки, самого зносостійкого ламінату, комерційного лінолеуму і ПВХ [29-33].

**Безшовні покриття.** Застосування безшовних покриттів з гумової крихти:

- 1) гідроізоляція і ремонт покрівлі;
- 2) захист труб від корозії;
- 3) гідроізоляція підлоги ванн, санвузлів, кухонних приміщень;
- 4) гідроізоляція фундаментів;

- 5) гідроізоляція стін, стелі, підлоги, цоколя будівель;
- 6) гідроізоляція басейнів;
- 7) Зовнішня гідроізоляція будівельних конструкцій;
- 8) пристрій безшовних підлог для побутових і виробничих приміщень, спортивних і дитячих майданчиків.

*Переваги:* покриття не має швів і схоже на великий килим. Залежно від застосування еластичні покриття можуть бути водонепроникними і водонепроникними. Водонепроникне покриття прекрасно пропускає воду і стає сухим вже через кілька хвилин після дощу. Висока міцність і стійкість до стирання забезпечують тривалу експлуатацію без спеціального догляду. На покритті можливе виділення ігрових зон кольором без порушення цілісності покриття. Пружна нековзна поверхня дозволяє займатися будь-якими видами спорту і добре захищає від травм. Крім того, взимку на цьому покритті можна заливати каток і це не пошкоджує його. Не виділяє токсичних речовин. Легко монтується-покриття укладається в один шар (рис.2.7).



**Рисунок 2.7 – Безшовне покриття з гумової крихти**

*Установка:* покриття можна монтувати на будь-яку поверхню, включаючи старі, пошкоджені підлоги. Поза приміщеннями, укладене на пісок, спец суміш, ґрунт, покриття дозволяє обходитися без складних і дорогих дренажних систем, завдяки швидкому водовідводу. Швидкість монтажу дозволяє почати використання майданчиків в самі мінімальні терміни, а також проводити швидко реконструкцію майданчиків і локальний ремонт окремих зон.

Покриття може мати різну щільність, шорсткість, зчіпні властивості з підошвою взуття завдяки різним рецептурам, де застосовуються різні розміри гумової крихти, різні сполучні матеріали, грає роль шаровість покриття [24-29].

## **2.5. Пропоноване обладнання для виробництва гумових покриттів**

Для виробництва гумових покриттів з отриманої в результаті переробки шин гумової крихти також рекомендується використовувати виробничу лінію, до складу якої входять:

1. Прес 4-х поверховий гарячого формування, з габаритами робочої зони 550x550 мм – 2 шт.

2. Комплект прес-форм " Мат " 500x500 25 мм – 4 комплекти.

3. Комплект прес-форм "Котушка ниток" 15 мм – 4 комплекти.

4. Комплект прес-форм "ластівчин хвіст" 25 мм – 4 комплекти.

5. Міксер JB-600 з 3 змінними ємностями і насадками для змішування фракцій крихти від 0,1 до 4 мм. Продуктивність – 60 кг/ 3-5 хв. – 1 шт.

6. Міксер JQ – 350 з вертикальним завантаженням матеріалу для змішування фракцій крихти від 2 до 10 мм. продуктивність – 150 кг/ 5-8 хв-1 шт.

7. Розпилювач РТJ-120 – 1 шт.

### **Прес гарячого формування.**

Прес призначений для виготовлення гумової бруківки, плит та інших гумових, пластикових виробів (рис. 2.8). Має автоматичну компенсацію тиску, погодинну подачу сигналу, автоматичне підтримання температури та інші функції. Простий в установці, використанні та обслуговуванні. Двоє робітників можуть легко обслуговувати один чотириповерховий прес з розмірами прес-форм 550x550 мм. третій робочий необхідний для замішування компонентів в міксері.

Основні технічні параметри:

- сила тиску( max): 5 МПа;
- розмір прес-форми: 550x550 мм;

- відстань між поверхами: 180 мм;
- робочих поверхонь: 4 поверхи;
- діаметр поршня: 200 мм;
- хід поршня: 450 мм;
- встановлена потужність: 23 кВт (середнє енергоспоживання 9 кВт);
- температура нагріву (max):  $\leq 200^{\circ}\text{C}$ ;
- максимальний розмір продукції: 500x500 мм;
- Габарити (ДxШxВ): 1700x660x2000 мм;
- Вага: 2600 кг.



**Рисунок 2.8 – Прес 4-х поверховий гарячого формування**

Панелі Преса гарячого формування оснащені:

- 1) датчиками температури на кожен ярус;
- 2) датчиком тиску;
- 3) регулятором температури для кожного ярусу;
- 4) регулятором тиску;



- 5) програмованим таймером;
- 6) кнопками пуску і відключення;
- 7) важелем опускання гідроциліндра.

У щит управління входять прилади контролю температури для кожної платформи, таймер для завдання часу пресування. Оператор може задати будь-яку (до 200°C) температуру платформи, яка підтримується автоматично. Тиск задається за допомогою електроконтактного манометра. При досягненні заданого тиску відключається насос гідравліки і починається відлік часу. Після закінчення часу пресування подається звуковий сигнал.

Дане обладнання дозволяє виробляти покриття для відкритих і закритих спортивних і дитячих майданчиків, покриття для входів і сходів, для побутових і промислових приміщень, соціальних установ і магазинів, автомийок і гаражів, басейнів і саун. Покриття виготовляється у вигляді матів, сегментів з максимальними габаритами 500x500 мм.

Покриття можуть бути чорного кольору, чорного кольору з вкрапленням кольорової крихти, а також двошарові – нижній шар з чорної крихти, верхній з кольорової [24].

**Комплект прес-форм.** Кожен вид прес-форм служить для виробництва певного типу продукції. Завдяки цьому, при необхідності розширення переліку виробленої продукції необхідно тільки поміняти прес-форми. Це робить виробництво дуже мобільним і конкурентоспроможним.

Використовуючи різні Комплекти прес-форм, можна отримати наступну продукцію:

- покриття для спортивних споруд та дитячих майданчиків-гумові плити, бруківка;
- підкладки під залізничні рейки;
- м'яка покрівля;
- покриття для тваринницьких ферм;
- звукоізолюючі мати для промислових приміщень;
- буферні амортизаційні прокладки для ж/д переїздів.

Міксер. Являють собою допоміжне обладнання для виробництва гумових виробів (рис.2.9). Змішує гумові гранули, барвник і поліуретановий клей. Після змішування матеріал може використовуватися для пресування або холодної укладання.

Переваги: проста комплектація, зручність роботи, низький рівень шуму, економія енергії.

Властивості одержуваної продукції залежать від:

1. Типу прес-форм. Прес-форми задають товщину, конфігурацію, щільність виробу. Від щільності виробу залежить його характеристики міцності. В основному, щільні покриття водонепроникні.

2. Типу використовуваної фракції крихти. Для зшивання великих частинок гуми потрібно менше сполучного. Чим більше фракція крихти, тим жорсткіше виріб. Чим більше крихта, тим краще зчеплення поверхні. Чим дрібніше використовувана крихта, тим більш гладка поверхня виробу. Вироби з середніх і великих фракцій крихти в основному водонепроникні. Якщо покриття кольорове з добавками барвника, то чим дрібніше крихта фарбується шару, тим покриття більш стійке до втрати кольору.

Повну гарантію збереження кольору дає використання в верхньому шарі кольорової крихти EPDM з синтетичного каучуку в якості вкраплення або самостійного тонкого верхнього шару.

3. Кількості та якості барвника і клею. Тільки оптимальне співвідношення клею і барвника забезпечує випускається покриттю задані характеристики. Чим м'якше покриття, тим більше необхідно сполучного для зшивання частинок крихти. Яскравість кольору залежить від типу барвника. В основному, різні кольори барвника можна змішувати, розбавляти барвником білого кольору.

Асортимент продукції може постійно розширюватися, так як обладнання в цьому плані є універсальним. Шляхом підбору нових прес-форм можна розширювати перелік виробленої продукції.

Конфігурація підлогових покриттів може бути різною і залежить від уяви виробника. Такий виріб може бути виконано у вигляді квадратів,

прямокутників, ромбів, сегментів з замками, у вигляді мозаїки та інших більш складних геометричних фігур.



**Рисунок 2.9 – Міксер JB-600**

У табл. 2.3 представлений середня витрата матеріалів для виробництва гумових покриттів [24-25].

#### **Розпилювач гумової крихти РТJ-120.**

Розпилювач призначений для покриття поверхонь шинної і EPDM крихтою як на відкритих майданчиках, так і в приміщеннях. Розпилення суміші клею (сполучного) і гранул відбувається через пістолет розпилювача за допомогою високого тиску, створюваного повітряним компресором.

**Таблиця 2.3 – Витрата матеріалів для виробництва гумових покриттів**

Технологічний шар	Матеріал	Середня витрата, кг/м <sup>2</sup>	Товщина, мм
Клей	МС-50	0,3	0,05-0,1
Верхній (кольоровий) шар матів	Гумова крихта С1, С2, Д1,	5,4	10
	EPDM-гранули		
	Пігмент, колеровочна паста	0,1	

	МС-50	0,5	
Нижній шар матів	Гумова крихта С3, Д3, Д4	26,3	30
Бруківка	Гумова крихта С3, Д3, Д4	12,9	40

Основні складові і функції:

1. Повітряний компресор: великий тиск, малі втрати, компактний розмір, стабільний рівень тиску.
2. Бункер: зварений металевий, антикорозійне покриття, конструкція дозволяє змішувати сировину рівномірно і якісно.
3. Помпа: транспортує суміш клею і гранул, продуктивність регулюється швидкістю обертання.
4. Шасі: металева зварна структура, антикорозійне покриття. На шасі-дві пари гумових коліс, Привід на одній парі, на шасі-компресор, бункер, регулятор швидкості машини, помпа і т.д., дозволяє швидко пересуватися під впливом ручки управління.
5. Пістолет розпилювача: подає суміш рідини, твердого складового і стисненого повітря на поверхню, що розпилюється.

Технічні параметри:

- повітряний компресор;
- тиск – 1 МПа;
- продуктивність-0,65 м<sup>3</sup> / хв;
- потужність-5,5 кВт;
- помпа;
- тиск-0,3 МПа;
- продуктивність-0,0125 м<sup>3</sup> / хв;
- потужність – 2,2 кВт;
- обсяг бака-120 л;
- вихід розпилення – 12-15 кг / хв;
- вага-80 кг;
- Габарити (ДхШхВ) - 2660х800х1100 мм;
- товщина напилюваного шару - від 1 до 6 мм.

За допомогою даного розпилювача можна наносити новий верхній шар на гумові та інші підлогові покриття, такі, як (рис.2.10):

- бруківка (з гуми, Піско-бетонна, полімеро-піщана);
- бетон, асфальт, дерев'яний, металевий підлогу, ПВХ, комерційний лінолеум;
- безшовні покриття з гумової крихти, виконані холодним методом;
- в якості самостійного підлогового покриття, шару на тверду основу.

Також даний розпилювач дозволяє наносити покриття на горизонтальні і вертикальні поверхні (не підлогове покриття): метал, дерево, бетон, асфальт, бітум, скло, пластик, кераміка та ін напильня може на палуби і корпуси судів, паркани, крани, трубопроводи. Даний гідроізоляційний і атмосферостійкий матеріал може використовуватися для ізоляції підвалів, фундаментів будівель, покрівлі, стін житлових і не житлових споруд, дерев'яних корпусів малих плавзасобів. Напильня може наноситися на елементи корпусів автомобілів (днище, пороги, кузовні і багажні відділення, бампера, підніжки).



**Рисунок 2.10 – Розпилювач гумової крихти РТJ-120 і нанесене ним безшовне покриття з гумової крихти**

Загальні властивості напильованого за допомогою ртj-120 покриття:

- висока зносостійкість, стійкість до розриву, зламу, скручування;
- відмінні антиковзаючі характеристики;
- здатність гасити ударні навантаження, Шумоізоляція;
- висока адгезія;

- антикорозійні властивості;
  - стійкість до атмосферних впливів;
  - стійкість до солей, лугів і кислот;
  - сніговий покрив і полії з таких покриттів сходять в кілька разів швидше, ніж зі звичайних;
- Вага 1 м<sup>2</sup> покриття товщиною 5-10 мм – 8,3 кг, при цьому вихід матеріалу з розпилювача становить 9-10 м<sup>2</sup>/хв.

Загальний опис технології:

1. На місце укладання завозяться матеріали (крихта, сполучна), обладнання (розпилювач, міксер).
2. Готується поверхню-видаляється бруд, пил, волога.
3. Обладнання та матеріали розставляються по місцях.
4. На міксері робляться заміси крихти і сполучного (клею). Для цього склад крихти і клею повинен розташовуватися поруч з міксером. Необхідні ваги для точного дозування сполучного матеріалу. Залежно від фракції крихти, вологості повітря і марки сполучного, співвідношення клею до крихти має бути 1:1. Після завершення циклу змішування компонентів, одержувана суміш переміщується на візок і транспортується до місця укладання і завантажується в горловину розпилювача. Для замісів і транспортування необхідна одна людина.
5. Покриття розпорошується через пістолет розпилювача необхідним шаром. Радіус розпилення може регулюватися.
6. Час висихання 12-20 годин, в залежності від температури, вологості, марки сполучного матеріалу.
7. При необхідності наноситься розмітка або малюнок.

Термін служби покриття - не менше 15 років. Поверхня покриття може мати різну фактуру: вона може бути рівною, рифленою, може містити будь-який малюнок або логотип, поверхня може мати отвори для дренажності виробу, покриття може бути містити вкраплення з кольорового каучуку (EPD-гранули) і т. д.[24-29].

Основною сировиною для виробництва гумових покриттів, як уже

згадувалося, є гумова крихта – продукт переробки зношених шин та інших ГТВ. Також для процесу виробництва необхідна допоміжна сировина:

- поліуретанове сполучна (клей) - використовується для зшивання частинок крихти, для наклеювання покриття на тверді підстави (бетон, дерево, метал);
- барвники (пігменти) – використовуються для виробництва кольорових покриттів. В основному, випускаються у вигляді порошків різноманітних кольорів. Барвники аналогічні тим, які використовуються для фарбування піску – бетонної і полімеро-піщаної бруківки. Використання не обов'язково;
- кольорова крихта з синтетичного каучуку (EPDM гранули) - застосовується для Вкраплень у верхній шар чорного покриття і в якості самостійного тонкого верхнього шару. Використання не обов'язково.

Сполучна поліуретанове (клей). Для виробництва виробів з гумової крихти використовується два види поліуретанового сполучного – для гарячого формування і для холодної укладання.

Клей складається з натурального каучуку і розчинників на основі летких вуглеводнів бензольної групи. Колір жовтий медовий, консистенція рідка тягуча, прозора рідина. Витрата клею дорівнює 5-7% від ваги крихти, використовуваної у виробі. При виробництві двошарових плит клей додається в найбільш товстий нижній шар з самої грубої крихти. У пофарбований шар клей не додають. Пофарбований шар викладають на дно прес форми. В окремій ємності змішують необхідну кількість крихти з клеєм. Денний запас крихти, необхідний для роботи преса з 4 робочими лотками при випуску 15 - 17 мм плити, дорівнює 1150 кг. для цієї кількості крихти необхідно 55 - 70 кг клею.

Після змішування на шар з барвником наноситься шар крихти з клеєм потрібної товщини, розрівнюється, прес форма закривається і поміщається в прес. Час склеювання-10 хвилин при температурі 140°C. Потім плита обережно виймається (так як прес форма гаряча) і остиває на складі протягом 140 - 150 годин (6 – 7 днів), по закінченню цього часу плита готова до наклеювання на бетон, камінь та інші поверхні.

При виготовленні однорідних одношарових плит застосування клею не потрібно. При наклеюванні плит на бетон, дерево або камінь необхідно застосовувати ту ж марку клею, що і при виготовленні плит. Інші марки застосовувати можна тільки після випробування, так як не виключено, що інший склад клею з отриманої плитою склеюватися не буде.

Термін зберігання крихти, змішаної з клеєм, до затвердіння на відкритому повітрі при температурі до 30°C без втрати якості – 24 години. Після заповнення форми другим шаром крихти з клеєм треба дати закритій формі відстоятися 10 хвилин.

Витрата клею залежить від:

1) товщини кольорового шару: чим він товщі, тим більше клею треба використовувати;

2) призначення плит: якщо вони будуть наклеюватися на дерево, то необхідно не більше 5% клею в складі плити, при каменів і бетони рекомендується використовувати 6-7%.

На кожен додатковий сантиметр товщини кольорової частини плити треба додавати 1% клею: 0,5 см – 5%; 1,5 см – 6%; 2,5-3 см – 7%. Витрата клею при наклеюванні на дерево становить 100-150 г/м<sup>2</sup>, на бетон – 150-200 г/м<sup>2</sup>, на камінь – 200-210 г/м<sup>2</sup>, в залежності від стану підстильної поверхні.

Барвник. Існують барвники для виробів з гумової крихти наступних кольорів: білий (сірий), зелений, синій, червоний (коричневий), жовтий і чорний (на основі сажі).

Випускається в коробках по 25 і 40 кг. Витрата барвника при формуванні кольорових шарів або одношарових виробів з пудри або тонкої крихти (0,9-0,5-0) становить 10% від ваги кольорового шару.

При роботі з крихтою 5-10 мм витрата знижується до 8% від ваги, при роботі з фракціями 1-5 мм витрата складе 9% від ваги гуми.

Для застосування фарби порошок гуми потрібної фракції змішується в співвідношенні 1:10 в спеціальній ємності (ванні, Баку, бетономішалці) до однорідного стану, закладається в прес-форму шар потрібної товщини,



відстоюється протягом 10 хвилин і потім поміщається в прес при температурі від 80 до 140°C в залежності від того, виготовляється одне або двошаровий виріб. Повне висихання виробу займає від 4 до 6 діб. Особливих вимог до умов остаточного висихання немає.

Інтенсивність кольору можна регулювати, змінюючи кількість використаного барвника. Наприклад, 7,5% білого барвника дадуть темно сірий відтінок, 10% – Світло сірий, доведення фарби до 15% дасть практично білий колір.

Барвники виготовлені на основі природних пігментів. Термін зберігання суміші крихти і фарби - 24 години з моменту змішування без втрати якості. При зміні кольору необхідно вимити прес-форму розчинником, так як залишки налиплого на дно і стінки фарби будуть фарбувати нові плити в старий колір.

EPDM гранули (кольорова каучукова ЕПДМ гума) - сучасний матеріал, що має досить широкий спектр застосування. Використовується для укладання підлогових покриттів наливним методом на спортивних, дворових і дитячих майданчиках, тенісних кортах, майданчиках для бадмінтону, баскетболу, волейболу, гандболу, в школах, дитячих садах, парках і скверах. Також застосовується у виробництві плит, рулонних виробів, засипці полів зі штучної трави, в складі напилюваного верхнього шару для легкоатлетичних бігових доріжок. Головними відмінностями каучукової крихти від гумової є: вміст натурального каучуку не менше 25%, виробляється хімічним способом з використанням натурального або синтетичного каучуку; має яскраву і насичену колірну гамму, стійка до ультрафіолету; має підвищену м'якість і еластичність; ціна гранул в 5-10 разів дорожче звичайної гумової крихти.

Таким чином, при виробництві автопокришок використовуються дорогі якісні компоненти (природні, синтетичні каучуки, пом'якшувальні масла, наповнювачі і т.д.) в сукупності з новітніми технологіями, оскільки шини в процесі експлуатаційного циклу повинні відчувати тривалі колосальні навантаження.

У зв'язку з цим шинна гума є практично найміцнішою і довговічною з усіх

використовуваних видів гум, володіє багатьма іншими важливими якостями (еластичність; стійкість до кислот і лугів; міцність на вигин, розтягнення, стирання і т.д.).

При механічній переробці шин в крихту, фізико-хімічний склад гуми практично не змінюється. З огляду на те, що крихта – продукт переробки (утилізації) шин, ринкова ціна на неї в 3-4 рази нижче, ніж на первинну сировину. Тому крихта є недорогим і дуже високоякісним продуктом, а гумові покриття, вироблені на її основі – прекрасною альтернативою бетонним покриттям [21-25].

## **2.6. Організація робіт з реалізації прийнятого рішення**

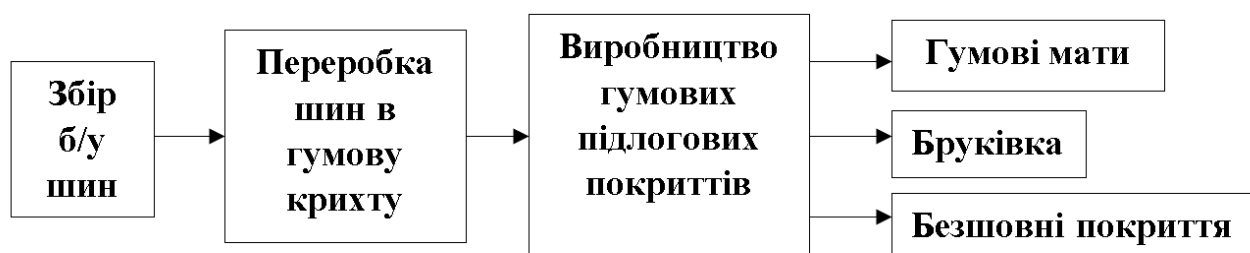
Для збору вживаних автомобільних шин на території Дніпро доцільно організувати 3-5 приймальних пунктів. Приймальні пункти можуть бути розташовані в різних районах міста. Мета створення приймального пункту-концентрація і первинна обробка (компонування) шин.

Шини можуть звозитися в приймальний пункт з місць скупчення і здаватися за плату, після з них необхідно видалити товсту бортову дрiт з посадкового кільця. Далі шини рiжуться гiдравлiчними ножицями на частини, після чого четвертинки, половинки шин складаються один в одного. При транспортуванні шин в такому компонованому вигляді в кілька разів знижується їх обсяг, за рахунок цього знижуються транспортні накладні витрати на доставку. При цьому виконується робота підготовчого сектора заводу з переробки шин.

Ще одна перевага первинної обробки шин - це те, що ножицями можна розрізати шини висотою до 200 см, шириною і товщиною протектора до 45 см цілісні шини таких розмірів не можуть бути перероблені жодною дробаркою. При цьому якщо в дробарку надходять шматки вантажних шин і цілі легкові шини, її потужність може бути невеликою – 45-55 кВт. За рахунок цього: економиться електроенергія.

Можна організувати вивезення шин з автотранспортних підприємств і шиномонтажних майстерень, для цього буде необхідно придбати 1-2 бортових вантажівок вантажопідйомністю 2-5 тонн і найняти на роботу 1-2 водіїв-вантажників на кожну одиницю техніки.

Пропонована схема утилізації зношених автомобільних покришок на представлена на (рис.2.11).



**Рисунок 2.11 – Пропонована схема утилізації зношених автомобільних покришок**

Продуктивність лінії для переробки шин в крихту ЛПШК - 2000 на вході становить 300 кг покришок/год, річна потужність переробки шин при завантаженні 300 днів на рік по 20 годин на добу – 2000 т.

Отже, придбання і установка двох таких ліній дасть можливість переробити 4000 т зношених шин на рік, тобто близько 70% покришок, щорічно утворюються в Дніпропетровську.

При цьому кількість одержуваної продукції (гумової крихти) складе 2400-2600 т/рік.

Середня витрата матеріалів для виробництва гумових покриттів становить 31,7 кг/м<sup>2</sup>, для виробництва бруківки – 12,9 кг/м<sup>2</sup>, для напилення безшовного покриття – 8,3 кг/м<sup>2</sup>, отже, з отриманої крихти щорічно може бути вироблено 78,1 тис.м<sup>2</sup> гумових матів, 193,8 тис. м<sup>2</sup> бруківки і 301,2 тис. м<sup>2</sup> безшовних покриттів.

Таким чином, організація виробництва з переробки шин, що вийшли з експлуатації, допоможе не тільки вирішити регіональні екологічні проблеми і створити нові робочі місця, а також заощадити первинні природні ресурси

завдяки виробництву з продуктів переробки шин широкого спектру товарів побутового та виробничого призначення – гумових матів, бруківки, безшовних покриттів і т. д.[29-33].

## РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ

При виконанні кваліфікаційної роботи передбачаються питання безпеки (засоби і техніки безпеки) і цілий ряд інших заходів щодо недопущення надзвичайних ситуацій (НС), а також питання безпеки при їх виникненні. На етапі проектування, будівництва, монтажі та установки обладнання користуються санітарними нормами, що забезпечують безпеку при НС, а саме дотримуються відповідно до стандарту – проходи між обладнанням і стінами приміщення, між обладнанням, для попередження загоряння електропроводки, інженерні заходи з електробезпеки, захисне заземлення, запобіжна сигналізація тощо [34-38].

Залежно від пожежо- і вибухобезпеки виробництва і технологічного процесу передбачені протипожежний захист, а також засоби пожежогасіння.

На випадок, коли виникає НС, передбачені шляхи евакуації людей за розробленою схемою (схема повинна знаходитися на видному місці приміщення, там же вказані і запасні виходи з цього приміщення).

### **3.1. Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів при реалізації проектного рішення**

При переробці шин і гумових виробів можливий вплив на працівників наступних небезпечних і шкідливих виробничих факторів [34-38]:

- підвищена концентрація шкідливих речовин в повітрі робочої зони;
- підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони;
- підвищена температура поверхні обладнання та виробів;
- підвищена або знижена вологість, температура і рухливість повітря;
- підвищені рівні шуму і вібрації;
- підвищена іонізація повітря;
- підвищена напруженість електричного поля і зарядів статичної електрики;

- висока токсичність, сенсибілізуючі, алергічні та дратівливі властивості застосовуваних речовин;
- кумулятивна дія токсичних компонентів гумових сумішей;
- пожежонебезпека матеріалів і виробів;
- рухомі машини і механізми;
- рухомі частини виробничого обладнання;
- переміщувані вироби, заготовки та матеріали;
- гострі кромки, задирки і шорсткість на поверхнях заготовок, інструментів і обладнання.

### **3.2. Інженерно-технічні заходи з боротьби з небезпечними і шкідливими факторами під час переробки відпрацьованих шин**

**Розміщення допоміжних приміщень (роздягальні, душові, вбиральні та ін.).** Планування майданчиків повинно забезпечувати найбільш сприятливі умови для виробничого процесу і праці, раціональне і економне використання земельних ділянок і найбільшу ефективність капітальних вкладень [34-38].

Виробництва на майданчиках слід розміщувати з урахуванням виключення впливу шкідливих і (або) небезпечних виробничих факторів на працівників, технологічну сировину, обладнання та продукцію, а також на здоров'я і санітарно-побутові умови життя населення.

За функціональним використанням промисловий майданчик слід розділяти на [36-38]:

- перед заводський;
- виробничий;
- підсобний;
- складський.

Між промисловою і селітебною територіями необхідно передбачати санітарно-захисну зону. Мінімальний розмір санітарно-захисної зони для організацій, що займаються переробкою автомобільних шин і гумових виробів,

становить 300 м.

Адміністративно-побутові будівлі необхідно розміщувати з навітряного боку по відношенню до виробничих корпусів.

На території повинні обладнуватися спеціальні майданчики для зберігання матеріалів, виробів, деталей, обладнання, тари.

Будівлі та їх елементи в процесі експлуатації повинні забезпечувати безпеку життя і здоров'я людей, бути доступними і безпечними для здійснення всіх видів оглядів, технічного обслуговування і ремонту.

Будівельні конструкції і фундаменти повинні бути захищені від впливу агресивних рідин і газів, що використовуються в технологічному процесі та інженерних системах.

Габарити і планувальне розташування будівель повинні забезпечувати поточність і безперервність технологічного процесу, можливість його автоматизації та механізації.

У цехах з різними виробничими процесами і санітарно-гігієнічними умовами праці, але розташованими в одній будівлі, повинні передбачатися заходи (ізоляція, повітряні завіси, здувки тощо) щодо попередження перехресного впливу шкідливих факторів на працівників сусідніх виробничих ділянок.

**Освітлення.** У виробничих приміщеннях основних технологічних цехів застосовується система загального, локального і комбінованого освітлення. Для освітлення закритих вузлів і агрегатів технологічного обладнання передбачені переносні світильники [36-38].

Освітленість проходів і ділянок, де не проводиться робота – 25% від загального освітлення приміщень і становить 75 лк при використанні газорозрядних ламп і 30 лк – при використанні ламп розжарювання.

У виробничих приміщеннях без природного світла норми освітленості перевищені на один щабель згідно з наступними ступенями освітленості: 10 лк, 20, 30, 75, 100, 150, 200, 400, 500 лк.

Всі виробничі приміщення забезпечені аварійним освітленням, яке

забезпечує необхідну освітленість для продовження робіт або безпечного виходу людей з приміщень при раптовому відключенні робочого освітлення. Світильники аварійного освітлення приєднані до електромережі, незалежної від робочого освітлення і автоматично включаються при раптовому виключенні робочого освітлення.

Для евакуації освітленість підлоги в основних проходах і сходинок сходів в приміщеннях становить 0,5 лк, освітленість поверхні землі в місцях основних проходів і сходинок сходів на відкритих територіях – 0,2 лк. Як джерела евакуаційного освітлення в приміщеннях використовуються світильники аварійного освітлення.

**Вентиляція та опалення.** Системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря повинні забезпечувати на робочих місцях у виробничих приміщеннях допустимі вмісту шкідливих хімічних речовин і пилу.

Видаляється з приміщень повітря, що має в своєму складі шкідливі гази, пари, аерозолі або пил, перед випуском в атмосферу повинен бути підданий очищенню відповідно до вимог санітарних норм і правил [34-38].

Вентиляційні системи після закінчення монтажу повинні бути відрегульовані і доведені до проектної потужності. Інструментальна перевірка ефективності вентиляційних систем проводиться відповідно до будівельних норм і правил, затверджених в установленому порядку. Експлуатація систем вентиляції та кондиціонування повітря будівель повинна забезпечувати показники мікроклімату і чистоти повітря для відповідних приміщень.

У виробничих приміщеннях, де несправна або не включена вентиляція, працювати строго заборонено.

У виробничих, складських і допоміжних приміщеннях будівель повинна підтримуватися встановлена нормами температура.

Перед початком опалювального сезону всі системи опалення повинні бути перевірені, відремонтовані і піддані опресуванню. Прилади контролю і автоматизації систем опалення повинні знаходитися в справному стані, а їх засоби вимірювань перевірені.



Забороняється у виробничих і допоміжних приміщеннях застосування побутових і саморобних електронагрівальних приладів.

**Засоби пожежогасіння.** Для забезпечення пожежної безпеки для персоналу проводяться протипожежний інструктаж і заняття з пожежно-технічного мінімуму [34-38].

На території підприємства відведені і обладнані спеціальні місця для куріння, щоб зменшити ризик займання горючих матеріалів.

Виробничі приміщення забезпечуються засобами для гасіння пожежі та пожежним інвентарем, розташованими на пожежних щитах і пожежних шафах. Пожежні щити виготовлені з металу і призначені для зберігання пожежного інвентарю. У стандартний комплект входять: лом; багор; лопата; сокира; відро конусне; вогнегасник.

Для локалізації та ліквідації невеликих загорянь і пожеж в початковій стадії їх розвитку в приміщеннях знаходяться первинні засоби пожежогасіння: переносні і пересувні вогнегасники, ящики з піском, азбестові покривала, резервуари з водою. Гасіння пожеж здійснюється водою, повітряно-механічною піною, порошковими вогнегасниками.

Охоронно-пожежна сигналізація на виробництві здійснюється за допомогою телефонного зв'язку, електричної пожежної сигналізації неавтоматичної і автоматичної дії.

Для забезпечення швидкої евакуації людей у разі пожежі розроблено план евакуації.

**Запиленість повітря.** Вміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони не повинно перевищувати встановлених гранично допустимих концентрацій (ГДК).

ГДК – це концентрації, які при щоденній (крім вихідних днів) 8-годинній роботі або при іншій тривалості робочого дня, але не більше 40 годин на тиждень протягом усього робочого стажу не можуть викликати захворювань або відхилень стану здоров'я.

За розміром частинок (дисперсності) розрізняють видимий пил розміром

більше 10 мкм, мікроскопічний – від 0,25 до 10 мкм і ультрамікроскопічний – менше 0,25 мкм.

У табл. 3.1 наведені гранично допустимі концентрації пилу в повітрі робочої зони виробничих приміщень.

Таблиця 3.1 – Гранично допустимі концентрації пилу в повітрі робочої зони виробничих приміщень

№	Речовини	ГДК, мг/м <sup>3</sup>	№	Речовини	ГДК, мг/м <sup>3</sup>
1	Пил, що містить більше 10% і до 70% SiO <sub>2</sub>	2,0	11	Марганець і його оксиди	0,3
2	Азбестовий пил і пил змішаний, що містить 10% азбесту	2,0	12	Молібден (розчинні сполуки)	4,0
3	Пил скляного і мінерального волокна	4,0	13	Молібден (нерозчинні сполуки)	6,0
4	Пил бариту, апатиту, фосфориту, цементу, що містить менше 10% SiO <sub>2</sub>	6,0	14	Нікель і його оксиди	0,5
5	Пил вугільний (до 10% SiO <sub>2</sub> )	4,0	15	Свинець і його сполуки	0,01
6	Пил вугільний (менше 2% SiO <sub>2</sub> )	10,0	16	Уран (природний)	8,8·10 <sup>-2</sup>
7	Сплави алюмінію і алюміній	2,0	17	Торій (природний)	7,5·10 <sup>-3</sup>
8	Берилій і його сполуки	0,001	18	Цирконій металевий і його з'єднання	6,0
9	Оксид ванадію (V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0,1	19	Титан і його діоксид	10,0
10	Оксиди заліза (з домішкою фтористих або марганцевих сполук)	4,0	20	Тантал і його оксиди	10,0

Запобіганню запиленості повітря сприяють наступні заходи: заміна сухих процесів мокрими; герметизація обладнання, місць розмелювання, транспортування; виділення агрегатів, запилюють робочу зону, в ізольовані приміщення з пристроєм дистанційного керування [34-38].

Видалення пилу має відбуватися безпосередньо з місць пилоутворення. Перед викидом в атмосферу запилене повітря повинно очищатися.

Створюються спеціальні вентиляції, використовуються засоби індивідуального захисту: протипилові респіратори, захисні окуляри, спеціальний протипиловий одяг. Засоби захисту органів дихання вибирають в залежності від виду шкідливих речовин, їх концентрації. Органи дихання захищають фільтруючими і ізолюючими приладами, наприклад, респіратором типу «Пелюстка».

Для захисту очей застосовують закриті або відкриті окуляри. Окуляри закритого типу з міцними безосколковими стеклами використовують при механічній обробці металів. У процесах, що супроводжуються утворенням дрібних і твердих частинок пилу рекомендують окуляри закритого типу з боковинами або маски з екраном.

**Захист від шуму і вібрації.** Для захисту працівників від шуму повинна застосовуватися звукоізоляція елементів і вузлів обладнання за допомогою кожухів, екранів та інших. У приміщеннях з рівнем шуму більше 80 дБА робота допускається тільки із застосуванням засобів захисту органів слуху [34-38].

У зонах з рівнем звукового тиску понад 135 дБА в будь-якій октановій смузі перебування людей не допускається.

**Засоби індивідуального захисту працівників.** Видача працівникам засобів індивідуального захисту проводиться відповідно до Правил забезпечення працівників засобами індивідуального захисту. Застосовувані засоби індивідуального захисту повинні забезпечувати захист працівників від впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів при існуючій технології та умовах роботи. Порядок користування засобами індивідуального захисту повинен бути викладений в інструкціях з охорони праці з урахуванням конкретних умов, в яких вони застосовуються. Працівники повинні бути навчені правильному застосуванню засобів індивідуального захисту [34-38].

Засоби індивідуального захисту, що використовуються в даному технологічному процесі, вказуються в технологічній документації.

Працівники, зайняті на інших операціях, при яких можливе виділення пилу, повинні бути забезпечені протипиловими респіраторами.

### **3.3. Вимоги безпеки при експлуатації обраного обладнання**

Перед подачею покоришки на верстат необхідно переконатися у відсутності в ній сторонніх предметів. Зняття з верстата розрізаної покоришки і бортових кілець проводиться при повній зупинці верстата [34-38].

Заміна ножів на гідравлічних ножицях дозволяється тільки при відключеному приводі. Подача покоришок під лезо ножа повинна проводитися механічно.

Транспортування автопокоришок і їх частин за технологічними операціями повинно проводитися конвеєрами або іншими стаціонарними транспортними засобами.

Ніж, зона подачі покоришок до ножа і зона виходу розрізаних частин покоришок повинні бути огорожені. Ножиці для різання покоришок повинні бути відрегульовані на одночасний повний розріз покоришки.

Не допускається скупчення сміття, пилу, текстилю, шматочків і крихти гуми на робочих місцях.



## ВИСНОВКИ

Однією з найбільш проблемних сфер людської діяльності є автомобільний транспорт, відходи якого є особливо шкідливими по відношенню до навколишнього середовища, і хоча в даний час активно досліджуються різні шляхи переробки цих відходів, радикального вирішення проблеми поки не існує. Для успішного вирішення проблеми вторинного використання та переробки зношених шин в Україні необхідно визначити області можливого використання подрібненої гуми і створити ринок виробів і матеріалів, що виготовляються з одержуваної крихти при переробці вторинної сировини, особливо в зв'язку з прогнозованим збільшенням обсягів переробки зношених шин. Частка відновлених шин в різних країнах неоднакова.

Провівши аналіз пропозицій обладнання для переробки зношених автопокришок, прийшли до висновку, що для розглянутих умов оптимальним стане використання Лінії ЛПШК-2000.

Це автоматизовані лінії для переробки; дробарки, шредери, гранулятори, подрібнювачі гуми; обладнання для виробництва гумових спортивних покриттів (гумові плити, гумова бруківка, безшовні гумові покриття); преси гарячого формування, міксери, прес-форми, розпилювачі, укладальники гумових покриттів.

Для виробництва гумових покриттів з отриманої в результаті переробки шин гумової крихти також рекомендується використовувати виробничу лінію, до складу якої входять:

1. Прес 4-х поверховий гарячого формування, з габаритами робочої зони 550x550 мм – 2 шт.
2. Комплект прес-форм "Мат" 500x500 25 мм – 4 комплекти.
3. Комплект прес-форм "Котушка ниток" 15 мм – 4 комплекти.
4. Комплект прес-форм "ластівчин хвіст" 25 мм – 4 комплекти.
5. Міксер JB-600 з 3 змінними ємностями і насадками для змішування фракцій крихти від 0,1 до 4 мм. Продуктивність – 60 кг/ 3-5 хв. – 1 шт.

6. Міксер JQ – 350 з вертикальним завантаженням матеріалу для змішування фракцій крихти від 2 до 10 мм. продуктивність – 150 кг/ 5-8 хв-1 шт.

7. Розпилювач РТJ-120 – 1 шт.

Лінія екологічно безпечна, так як у виробничому процесі відсутні викиди в атмосферу і скиди у водні об'єкти. Отримана зі зношених автомобільних шин гумова крихта може бути використана для виробництва: матів; гумової бруківки; безшовних покриттів тощо.

Використання вторинних матеріальних ресурсів з відходів переробки зношених автомобільних шин дозволяє істотно скоротити обсяги виробництва і використання спеціальних промислових матеріалів, знизити техногенне навантаження на навколишнє природне середовище.





**ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

1. Іщенко В. А. Хімічні перетворення зношених автомобільних шин у довкіллі / В. А. Іщенко, А. П. Березюк // Вісник національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Серія «Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження». – 2014. – № 2 (13). – С. 52-54.
2. Березюк А.П. Екологічні впливи відпрацьованих автомобільних шин / А. П. Березюк, В. А. Іщенко // IV-й Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (Екологія/Ecology-2013), 25-27 вересня, 2013. Збірник наукових статей. – Вінниця: ДІЛО, 2013. – С. 144-146.
3. Березюк А. П. Проблема відпрацьованих автомобільних шин та їх переробка // V-й Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (Екологія/Ecology-2015), 23-26 вересня, 2015. Збірник наукових праць. – Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. – С. 184
4. Березюк А. П. Аналіз способів утилізації відпрацьованих автомобільних шин / А. П. Березюк, В. А. Іщенко // Матеріали Міжнародної наукової конференції «Від заповідання до збалансованого природокористування», 20-22 березня, 2013. – Донецьк, 2013. – С. 105-106.
5. Колотило Д. М. Системи технологій і екологія промисловості. К.: НМКВО, 1992. – 400 с.
6. Хічевський В. В. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів: Навч. посібник / В. В. Хічевський, С. Є. Кондратюк, В. О. Степаненко, К. Г. Лопатьмо – К.: Либідь, 2002. – 328 с.
7. Бондаренко А.А. Технологія хімічної промисловості К.: Вища школа, 1982. - 330 с.
8. Третьяков О.Б. Вплив шин на навколишнє середовище і людину / О. Б Третьяков, В. А. Корнєв, Л. В. Кривошеєва. М.: НАФТОХІМПРОМ, 2006. - 154 с.
9. Петрук В. Г. Оцінка впливу на навколишнє середовище шинної промисловості / В. Г. Петрук, В. О. Прокопенко, П. М. Турчик // Збірник

матеріалів II-го Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю. – Вінниця, 2009. – С. 73-76.

10. Сергієнко М. І. Проблема утилізації автомобільних шин та шляхи її вирішення / М. І. Сергієнко, А. І. Васильченко, М. П. Веремєнко // Збірник наукових праць НТК «Енергетика. Екологія. Людина», розділ «Інженерна екологія» – К., 2009. – С. 338-341.

11. Самойленко А.Ю. Отримання сульфгідрильних катіонітів на основі подрібненої протекторної гуми / А. Ю. Самойленко, О. І. Тужиков // Поволзький Екологічний вісник. – 2000. - Вип. 7. – С. 69-71.

12. Тарасова Т.Ф. Екологічне значення та вирішення проблеми переробки зношених автошин / Т. Ф. Тарасова, Д. І. Чапалда // Вісник ОДУ. - Т. 2. Природничі та технічні науки. – 2006. – № 2. – С. 130-135.

13. Некрасов В.Г. Зношені автомобільні шини як вторинний енергоресурс // Промислова енергетика. 1992. – № 7. – С. 42-45.

14. Ковальчук О. В. Про очищення відхідних газів від оксидів сульфуру / О. В. Ковальчук, Н. О. Шинкарук // Вісник вінницького державного педагогічного університету. – 2008. – № 2. – С. 53-54.

15. Пальгунов П.П., Сумароков М. В. "Утилізація промислових відходів". – М.: Стройиздат, 1990. - С.165-166.

16. Дресер А. А. Тверді промислові та побутові відходи, їх властивості та переробка /А. А. Дресер, А. Н. Сачков, К. С. Нікольський, Ю. І. Маринин, А. В. Миронов. - М.: Москва. – 1997 р. – 230 С.

17. Спосіб утилізації автомобільних шин «Магнітний удар». – [Режим доступу: <http://www.dt.ua/3000/3100/31479>].

18. Сурков А.А., Методи утилізації та переробки використаних автомобільних шин. / А. А. Сурков, Л. А. Утятников // Вісник пермського державного технічного університету. – 2007. – № 4. – С. 33-34.

19. Патент України 75794, МПК6 В65В 25/00, Спосіб підготовки до транспортування відпрацьованих автомобільних шин, Іванов В. А., Малий В. С., Хохлов Л. Т., Кураченков В. А., №20040806386 ; опубл. 15.05.06, Бюл. № 5.

20. Булат А.Ф., Іванов В. А., Рублюк О. В. Нові підходи до вирішення проблеми утилізації зношених шин. Третій Міжнародний симпозиум "Безпека життєдіяльності в ХХІ столітті", Всеукраїнський науково-технічний журн. "Технополіс", м. Дніпропетровськ, 2003 р. —с. 39-40.

21. Технологія утилізації та переробки шин. – [Режим доступу: <http://ecogreenline.com.ua/ua/articles/21>].

22. Верлан Т.Л. Обладнання для переробки зношених шин / Т. Л. Верлан, А. П. Мартиненко // Вісник КНТУ, – К.: 2010. – С. 338-341.

23. Пляцук Л. Д. Утилізація гумових відходів / Л. Д. Пляцук, Л. Л. Гурець, О. П. Будьонний // Вісник КДПУ ім. М. Остроградського. Випуск 5/2007 (46). Ч.1 – С. 152 – 154.

24. Кураков, П.А. До питання про вибір способу переробки автомобільної гуми // Автотранспортне підприємство. – 2008. № 12. – С. 25 – 27.

25. Полігон твердих промислових відходів, Т.4 Оцінка впливу на навколишнє середовище / Н. Л. Любченко. - Д.: державний регіональний проектно-вишукувальний інститут «Дніпрогіпроводгосп», 2004. - 43 с.

26. Чуєнко А. І. Деструкція суцільнолитих гумових шин мікроскопічними грибами / А. І. Чуєнко, А.Г. Суббота, Н.М. Жданова / Мікробіологічний журнал. – Том 72, №5. – 2010. – С. 30-35.

27. ДСТУ 9.049 – 91«Полімерні матеріали та їх компоненти. Методи лабораторних досліджень на стійкість до взаємодії пліснявих грибів – Введ. 28. 12. 91.

28. Субота А.Г. Грибне ураження гумотехнічних виробів / А. Г. Суббота, А. И. Чуєнко, Л. Т. Наконечна / IV Міжнародна науково-практична конференція (Алушта, 8 – 12 вересня 2008 р.): Зб. статей. - Харків: Райдер, 2008. – 1. – С. 114 - 119.

29. [Режим доступу <https://www.epravda.com.ua/rus/publications/2019/10/23/652867/>]

30. Полігон твердих промислових відходів [Текст]: Паспорт місця видалення відходів (МУО). – 2005. - 17 с.

31. Розробка та впровадження системи обліку, збору, утилізації, розміщення в навколишньому середовищі промислових і побутових відходів / П.С. Чернявський. - Д.: пп «Сет», 1996. - 87 с.

32. Гумовий модифікатор [Режим доступу: URL: [http://explotex.com / eb/](http://explotex.com/eb/). - Загл. з екрану].

33. Хмельницький А.Г. Використання вторинних матеріальних ресурсів як сировини для промисловості [Текст]. / А. Г. Хмельницький / / муніципальні та промислові відходи: способи знешкодження та вторинної переробки - аналітичні огляди. - 1995. - № 12. – С. 8-14.

34. НПАОП 0.00-1.19-08. Правила охорони праці для нафтохімічних підприємств [Текст]. - К.: Освіта, 1996. - 54 с.

35. НАПБ А. 01.001-2004 Правила пожежної безпеки в Україні [Текст]. – ДП НВП «Спецпожсервіс», 2005. - 512 с.

36. Типова інструкція з охорони праці [Текст]. - К.: Освіта, 1998. - 7 с.

37. Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту (Наказ Держгірпромнагляду від 24.03.2008 року № 53).

38. НПАОП 25.0-1.07-13 Правила охорони праці на підприємствах з виробництва шин та гумових виробів.

**ВІДГУК**  
**керівника на кваліфікаційну роботу бакалавра Абакумова В.В.**  
**на тему: «Обґрунтування шляхів використання відпрацьованих**  
**автомобільних шин»**

**РЕЦЕНЗІЯ**

на кваліфікаційну роботу бакалавра Абакумова В.В. на тему: «Обґрунтування шляхів використання відпрацьованих автомобільних шин»

**ДОВІДКА**

про результати перевірки тексту кваліфікаційної роботи бакалавра  
на присутність запозичень (плагіату)

