

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИС-
ТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕ-
ХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: «Удосконалення технологічного процесу переробки
автомобільних шин»

Виконав: студент IV курсу групи Ат-42сп

Спеціальності 274 „Автомобільний транспорт”
(шифр і назва)

Максим Василькевич

(ім'я та прізвище)

Керівник: Олег Миронюк

(ім'я та прізвище)

Дубляни 2024

УДК 628:477

Василькевич М. І. Удосконалення технологічного процесу переробки автомобільних шин : кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2024. 64 с.

Табл. 7; рис. 37; бібліогр. джерел 20.

Розглянута будова автомобільних шин, наведена їх класифікація. Проведений аналіз причин спрацювання шин і їх вибракування. Розглянуті методи утилізації шин. Встановлено, що 72% шин після завершення строку нормативного пробігу підлягають утилізації. Найпоширенішими методами утилізації є спалювання, піроліз, переробка в крихту. Перспективним є бародеструкційний метод переробки, який прийнятий за основу.

На основі експертної оцінки проведений вибір метода для переробки шин. Описана суть бародеструкційного методу переробки шин. Складена технологічна карта на переробку автомобільних шин.

Проведений аналіз обладнання для різання шин. Описана будова і принцип роботи алігаторних ножиців для різання корду. Наведена принципова гідравлічна схема роботи ножиць, проведений розрахунок основних гідравлічних елементів.

Проведена економічна оцінка технічних рішень, в результаті яких встановлено, що впровадження станда для різання шин скорочує затрати на їх придбання для власного рухомого складу і забезпечує отримання додаткового доходу від утилізації шин стороннім організаціям.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	7
1.1 Будова автомобільних шин та їх класифікація	7
1.1.1 Будова автомобільного колеса.....	7
1.1.2 Будова автомобільної шини	8
1.1.3 Маркування шин	10
1.2 Причини спрацювання і умови на вибраковування	12
1.3 Методи утилізації автомобільних шин	23
1.3.1 Оцінка кількості шин, що підлягають утилізації.....	23
1.3.2 Методи утилізації автомобільних шин	24
Висновки	27
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	28
2.1 Вибір методу переробки автомобільних шин у крихту	28
2.1.1 Фізико-хімічний метод переробки автомобільних шин	28
2.1.2 Мікробіологічний метод переробки автомобільних шин	29
2.1.3 Термічний метод переробки автомобільних шин.....	30
2.1.4 Фізико-механічний метод переробки автомобільних шин.....	31
2.2 Експертна оцінка методів переробки автомобільних шин	32
2.3 Технологічна лінія бародеструкційного процесу переробки автомо- більних шин	34
2.4 Опис і перелік робіт, що виконуються на посту переробки шин ..	36
Висновки	38
3 КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	39
3.1 Аналіз обладнання для різання автомобільних шин	39
3.2 Будова та принцип роботи алігаторних ножиців для різання корду шин	42
3.3 Опис принциповою гідравлічною схеми станда.....	43
3.4 Розрахунок об'ємного гідропривода	44

3.4.1	Визначення потужності гідропривода і насоса.....	45
3.4.2	Вибір насоса.....	45
4	ОХОРОНА ПРАЦІ	47
4.1	Виявлення та нормування шкідливих і небезпечних виробничих факторів	47
4.2	Заходи із захисту від шкідливих і небезпечних факторів	48
4.3	Розрахунок і проектування освітлення	48
4.4	Забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату	50
4.5	Визначення категорії вибухопожежонебезпеки та забезпечення необхідними засобами пожежогасіння	51
4.6	Екологічна безпека і охорона навколишнього середовища	52
	Висновки	55
5	ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	56
5.1	Розрахунок поточних витрат підприємства	56
5.2	Оцінка техніко-економічних показників шиномонтажного цеха ...	56
5.3	Оцінка впливу проектних рішень на економічний результат діяльності ділянки	60
	Висновки	61
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	62
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	63

ВСТУП

Проблема утилізації і переробки спрацьованих автомобільних шин характеризується значним еколого-економічним значенням, тому що залишається затребуваною потреба виробничих процесів у природних ресурсах, а у вартісному відношенні вимог їх вартість постійно зростає [8; 10].

Близько 80% шин виготовлено з нафтової сировини, яка вже є втраченим, невідновлюваним природним ресурсом, на видобуток якого нафтовими компаніями витрачаються значні матеріальні затрати. Тому запропонована в роботі технологія для утилізації шин, на відміну від складування, поховання чи згоряння сприятиме збереженню природних сировинних ресурсів України, розвиваючи ресурсозберігаючі, дешеві технології, а також дозволить очистити та оздоровити навколишнє середовище для населення країни.

Більше того, в зношених шинах крім гуми містяться у великому об'ємі армуючі текстильні і металеві матеріали, і є тим самим, джерелом для економічного використання природних ресурсів.

Утилізація покришок та інших гумових відходів сприятиме звільненню для використання за призначенням значних площ земель, що ними займають [12].

Важливо заставити відходи працювати для своїх потреб. Відходи можуть бути корисними матеріалами, які потрібно навчилися переробляти.

Можливості та потенціал переробки спрацьованих шин та отримавши регенерат, гумову крихту, металевий корд та текстиль відкриваються можливості для широкого використання таких матеріалів завдяки високому попиту на сировинному ринку [10].

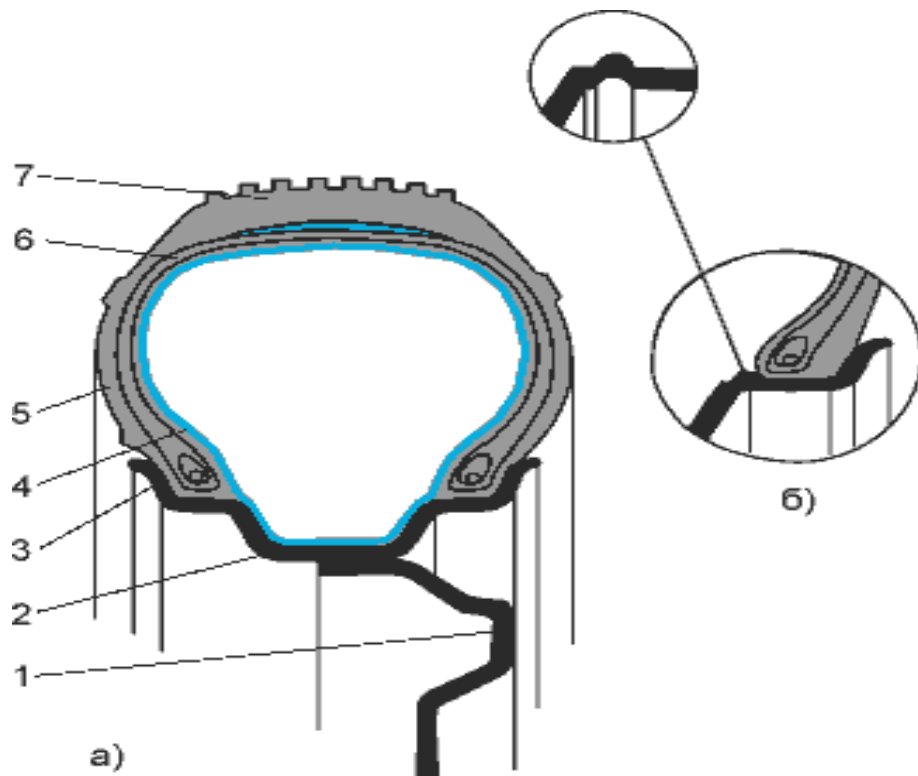
Питання утилізації відходів, в тому числі відходів гуми в сучасних умовах залишається актуальним, незважаючи на впровадження новітніх технологій виробництва, технологічно сумісної і в міру екологічної продукції [12].

1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

1.1 Будова автомобільних шин та їх класифікація

1.1.1 Будова автомобільного колеса

Колеса автомобіля сприймають крутний момент, що передається від двигуна, і за рахунок сил зчеплення з дорогою забезпечують рух автомобіля, а також за їх сприяння згладжуються удари та поштовхи від нерівностей дороги. Вони впливають на розгінну та гальмівну динаміку, на керованість та стійкість руху, плавність ходу і безпека автомобіля [7].



а) будова колеса; б) ущільнюючий буртик на ободі безкамерної шини

1 – диск колеса; 2 – обід; 3 – борт; 4 – камера; 5 – боковина; 6 – корд;
7 – протектор

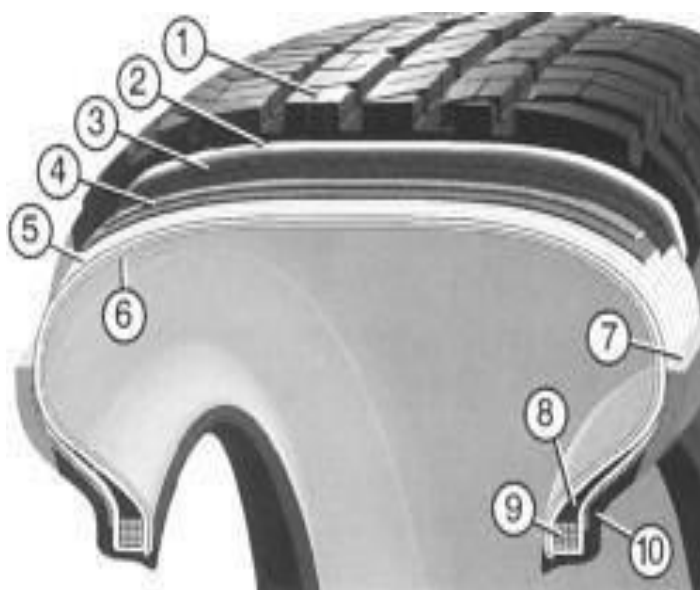
Рисунок 1.1 – Колесо легкового автомобіля

Диск, з привареним до нього ободом, кріпиться до маточини колеса або до півосі заднього моста за допомогою конічних болтів або гайок. Надалі,

диск разом з ободом називатимемо просто – диском, оскільки на легкових автомобілях, на відміну від вантажівок, обід не є знімним, а складає з диском одне ціле.

1.1.2 Будова автомобільної шини

Будова автомобільної шини проілюстрована на рис. 1.2.



1 – протектор; 2 – брекер (підкладка): знижує опір коченню; 3 – нейлоновий корд: підвищує швидкісні характеристики шин; 4 – шар металокорду: сприяє збільшенню курсової стійкості під час їзди; 5 – каркас: надає шинам форму та міцність; 6 – повітронепроникний внутрішній шар (сердечник): замінює камеру; 7 – боковина: захищає каркас від пошкоджень; 8 – профіль борту: забезпечує збільшенню стійкості руху та керованості; 9 – бортове кільце: сприяє щільній посадці на колесо; 10 – полиця обода: служить для доброї керованості та сприяє високій курсовій стійкості

Рисунок 1.2 – Будова багатошарової шини

Протектор, матеріалом для якого є синтетичний чи природний каучук. Він сприяє надійному зчепленню шин із дорожнім полотном.

Каркас (бандаж) – зроблений з каучуку, що покриває нейлон та сприяє здатності шини для витримування високих швидкостей, а також якості виробництва шини.

Брекер (шари сталевих кордунів) – основним матеріалом для виготовлення є високоміцна сталь. Призначений для покращення збереження конфігурації шини, а також підвищує стійкість автомобіля.

Прокладки з текстильного корда – зроблено з поліестера, чинять опір спричиненому надмірним тиском у шині автомобільного колеса.

Внутрішній шар – виготовлений із бутилкаучуку. Створює перешкоду для виходу повітря з внутрішньої порожнини шини.

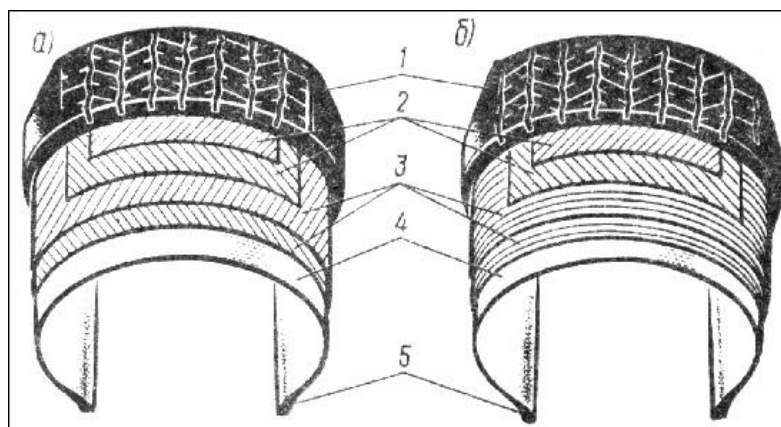
Бортові смуги – матеріалом для виготовлення є природний каучук і основним призначенням є захист шин від бокових пошкоджень і дії зовнішнього впливу.

Крилова стрічка – матеріалом для виготовлення є синтетичний каучук. Сприяє підвищенню комфорту поїздки, покращенню точності управління автомобілем.

Кільцевий стрижень – матеріалом для виготовлення є сталевий дріт, що покривається каучуком. Сприяє надійному закріпленню шини на колісному диску.

Бортова захисна стрічка – виготовляється з нейлону. Сприяє поліпшенню стабільності і точності керування.

Шини класифікуються за призначенням, способом герметизації, типом, конструкцією та рисунком протектора. Як вже зазначено, в залежності від призначення шини поділяють для використання на легкових та вантажних автомобілях. Шини легкових автомобілів використовують легкові автомобілі, малотоннажні вантажівки, мікроавтобуси та причепа до них. За способом герметизації шини бувають камерні й безкамерні. За конструкцією (будовою каркасу) шини можуть бути діагональні й радіальні (рис. 1.3). Конфігурація профілю поперечного перерізу (у залежності від відношення висоти профілю до ширини) – шини ділять із звичайним профілем, широко-, низько- та наднизькопрофільні.



1 – протектор; 2 – шари брекера; 3 – шари каркасу; 4 – гумовий прошарок каркаса; 5 – бортова частина

Рисунок 1.3 – Покришки діагональної (а) і радіальної (б) конструкції

1.1.3 Маркування шин

Розрізняють зимові, всесезонні та кар'єрні автомобільні шини. Шини для rozmaїтих умов відрізняються рисунком протектора, хімічним складом гуми, конструкцією та іншими елементами. Зокрема, на зимових шинах не рекомендується їздити літом. Вони працюють при температурах менших $+8^{\circ}\text{C}$, а далі стають м'якими, як пластилін, інтенсивно спрацьовуються і не "відчувають" дорогу. Для літніх шин взимку характерне "дубіння" і ковзання, як пластмаси.

Камерні та безкамерні. Камерні шини за будовою містять покритку та камеру із вентилям. Безкамерні шини мають повітронепроникний гумовий шар (на заміну камері). Герметичності в них можна досягнути завдяки щільній посадці покритки на обід колеса. Вентиль через який нагнітається повітря у шину розміщують та герметизують в місці отвору на ободі колеса.

Слід бути уважним! Не можна встановлювати камеру в шину безкамерної конструкції. Це зумовлює не тільки суттєву зміну поведінки шини на дорозі, а також призводить до небезпечного перегріву та руйнування шини в процесі руху на високих швидкостях.



Рисунок 1.4 – Маркування шини

Найважливішим параметром шини є її розмір. До прикладу, на шині таке маркування: 195/65/R1591T. Розшифрування позначень наступне [7]:

195 - ширина шини в мм;

65 - висота профілю (серія шини). Відношення висоти профілю шини до ширини у %;

R – тип конструкції: вказує про розташування шарів ниток корду у каркасі шини. Позначення "R" означає – шина, в якій радіальний корд, "B" - шина з кордом, що оперізує, "D" – з діагональним розташуванням ниток корду;

15 - радіус диска, на котрий шину потрібно встановити (дюйми). Два останні параметра - це індекси навантаження і швидкості;

91 - індекс навантаження на одне колесо;

T - індекс швидкості, що встановлює швидкість, за якої авто може тривалий час рухатися із повним навантаженням.

Додаткові позначення, що застосовуються виготовлювачами шин M&S (Mud+Snow - бруд і сніг). Це позначення свідчить, що спеціальне використання шин як зимових або всесезонних.

All Season – це позначення, що шина всесезонна, може використовуватися цілорічно.

Rotation – це шина із спрямованим обертанням, на боковині шини додатковою стрілкою вказується напрямок обертання.

Outside чи Inside (або Side Facing Out чи Side Facing Inwards) – позначення асиметричних шин, для них важливе правильне їх встановлення на диску. Якщо є напис Outside (зовнішня сторона), то це означає, що сторона має бути із зовнішньої сторони авто, а Inside (внутрішня сторона) - із внутрішньої.

Left чи Right – це позначення того, що шини цієї моделі можуть бути ліві чи праві. Під час їх установки важливо суворо витримувати правила встановлення шини на автомобіль, ліві встановлюються лише зліва, а праві – тільки праворуч.

Tubeless – безкамерна шина. Відсутність такого напису свідчить про можливе використання такої шини лише із камерою.

Tube Type – можливе використання такої шини з камерою.

MAX PRESSURE - вказує на максимально граничний тиск у шині, у кПа.

RAIN, AQUA, WATER (або піктограма "парасолі") – позначення шин, спеціально спроектованих для руху під час дощу і мають високу ступінь захисту від явища аквапланування.

1.2 Причини спрацювання і умови на вибракування

- Передчасне одностороннє спрацювання

Причини. Передчасне одностороннє спрацювання протектора зумовлене опором коченню шини через розбіжність між обертанням колеса і напрям-

ком руху автомобіля. Такий вид спрацювання – стирання або знос рисунка протектора наглядно простежується у плечовій зоні. Зношування рисунку відбувається через понаднормативне відхилення сходження коліс/розвалу або викривлення осей. Це також буває у тому випадку, якщо регулярно здійснюються повороти на доволі високих швидкостях руху [13].

Рекомендації. Випрямлення осі, регулювання установки коліс або осі.

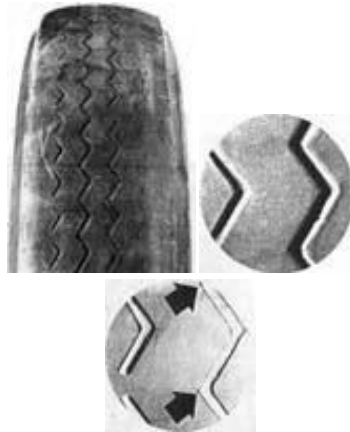


Рисунок 1.5 – Передчасне одностороннє спрацювання

- Передчасне одностороннє спрацювання в плечовій зоні

Існує зазвичай на шинах, що встановлені на трейлерах. Причинами можуть бути – зависоке розміщення центра тяжіння вантажівки, змінне навантаження, односторонній розподіл навантаження, вигнутість буксирної штанги (зчіпного пристрою), люфт в кільці зчипки трейлер [13].

Рекомендації. Потрібно перевірити, чи є в автомобіля одна з раніше перелічених можливих причин. Для забезпечення стійкості шини, потрібно забезпечити максимально допустимий внутрішній тиск у шині.



Рисунок 1.6 – Передчасне одностороннє спрацювання в плечовій зоні

- Передчасне двостороннє спрацювання в плечовій зоні
Спостерігається переважно у шинах на передніх колесах.

Причини. Велика бічна (поперечна) сила, до прикладу, під час повороту на великій швидкості і у випадку пониженого внутрішнього тиску в шинах. Надто високе розміщення центра тяжіння автомобіля ще інтенсивніше посилює схильність до такого виду спрацювання.

Рекомендації. Створення достатнього внутрішнього тиску у шині для забезпечення її стійкості у відповідності з навантаженням.



Рисунок 1.6 – Передчасне двостороннє спрацювання в плечовій зоні

- Передчасне спрацювання в центрі доріжки шини

Причини. Надто великий тиск у шині або ж часте переміщення автомобіля без навантаження.

Рекомендації. Відрегулювати внутрішній тиск повітря у шині згідно з навантаженням.



Рисунок 1.7 – Передчасне спрацювання в центрі доріжки шини

- Стирання рисунку

Причини. Деформація, викликана пробуксовуванням, є результатом великих кругових та поперечних сил і збільшується за рахунок надмірно високого внутрішнього тиску в шині або через недостатнє навантаження на колесо.

Рекомендація. Відрегулювати внутрішній тиск у шині відповідно до навантаження.



Рисунок 1.8 – Стирання рисунку

- Спрацювання у вигляді кілець, борозни (кругові борозенки)

Зустрічається лише в шинах, встановлених на не ведучих осях (передня вісь або причіп).

Причини. Додаткова негативна дія різного роду вібрацій автомобіля під час роботи за умов невеликого зносу, наприклад, на автомагістралі [13].

Рекомендації. Перестановити шини на ведучій осі для вирівнювання.



Рисунок 1.9 – Спрацювання у вигляді кілець, борозни (кругові борозенки)

- Місцеве спрацювання (плямистий знос)

Причини. Різниця у діаметрі подвоєних шин, різний тиск повітря у подвоєних шинах, несправності автомобіля (перевищення люфту у підшипниках чи вузлах понад норму, несправність чи пошкодження підвіски).

Рекомендації. Підбирати подвоєні шини одного діаметра, усунути люфт у підшипниках чи вузлах, відремонтувати підвіску (ресори, амортизатори).



Рисунок 1.10 – Місцеве спрацювання (плямистий знос)

- Утворення глибоких тріщин, подряпин по колу протектора

Причини. Порізи, викликані прогнутими або деталями автомобіля, що виступають або ж стороннім предметом, що потрапив у колесо.

Рекомендації. Регулярний огляд автомобіля і шин для усунення такого роду причин.

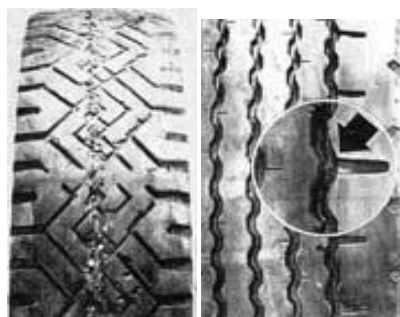


Рисунок 1.11 – Утворення глибоких тріщин, подряпин по колу протектора

- Оголювання металокорду

Причини. Надто глибоке нарізування рисунка протектора аж до бреке-ра. Несправності такого роду разом із дією бруду та вологи призводять до корозії металокорду. Це спричинює передчасне руйнування шини.

Рекомендації. Негайно зняти шину і віддати її на відновлення, якщо можливо. У всіх випадках необхідно дотримуватися інструкції заводу-виробника стосовно нарізки рисунка протектора.



Рисунок 1.12 – Оголення металокорду

- Плямисте спрацювання (місцевий знос)

Причини. Локальне спрацювання в місці контакту з дорогою, викликане дуже різким гальмуванням (аварійна зупинка), заклинюванням гальм в результаті неправильною їх регулювання або установки пошкоджених (бракованих) гальм.

Рекомендації. Уникати непотрібного різкого гальмування, перевіряти справність гальм і гальмівної системи і за необхідності регулювати їх, встановлювати антиблокувальну (протизаклинювальну) гальмівну систему.



Рисунок 1.13 – Плямисте спрацювання (місцевий знос)

- Вищерблення поверхні протектора, утворення тріщин, порізів

Причини. Пробуксовування ведучих коліс на кам'янистому ґрунті. Підсилюється завдяки волозі і завищеному внутрішньому тиску в шині.

Рекомендації. Встановити внутрішній тиск у шині відповідно до навантаження. Якщо необхідно, слід використовувати спеціальні шини.



Рисунок 1.14 – Вищерблення поверхні протектора, утворення тріщин, порізів

- Порізи (зрізи)

Причини. Зумовлено дією гострих предметів (каміння, скла, металу і т.п.).

Рекомендації. Якщо можливо, шини з глибокими порізами необхідно відремонтувати або відновити.



Рисунок 1.15 – Порізи (зрізи)

- Розрив протектора від удару

Причини. Розрив каркаса, може бути зумовлений від несподіваної різкої деформації шини, наприклад, у випадку переїзду (наїзду) на великій швидкості предметів, що мають гострі краї. Це посилюється занадто високим внутрішнім тиском в шині чи перевантаженням.

Рекомендації. Якщо перешкоди не можна уникнути, її слід долати повільно. Внутрішній тиск повітря у шині необхідно встановлювати відповідно до навантаження.



Рисунок 1.16 – Розрив протектора від удару

- Розрив каркаса від удару

Причини. Може бути зумовлена несподівано різкою деформацією шини під час сильного удару об перешкоду. Це підсилюється надмірно високим внутрішнім тиском у шині або перевантаженням.

Рекомендації. За неможливості уникнення наїзду на перешкоду, то її необхідно долати поволі. Внутрішній тиск у шині слід встановити у відповідності з навантаженням.



Рисунок 1.17 – Розрив каркаса від удару

- Розрив каркаса через застрягання каміння між подвоєними шинами

Причини. В тому випадку, коли між подвоєними шинами застряє каміння чи інші предмети, це може зумовити серйозні пошкодження боковин або ж розрив каркаса.

Рекомендації. Регулярно перевіряти, чи немає предметів, що застрягли, видаляти їх, якщо будуть виявлені. Для цього іноді необхідно зняти зовнішнє колесо. Але зазвичай достатньо лише приспустити повітря.



Рисунок 1.18 – Розрив каркаса внаслідок застрягання каміння між подвоєними шинами

- Розрив

Причини. Дія стороннього предмета з гострими краями. Він проникаючи всередину в певному місці, зумовлює розрив каркаса шини.

Рекомендації. Шини з таким пошкодженням зазвичай не підлягають ремонту і повинні бути замінені.

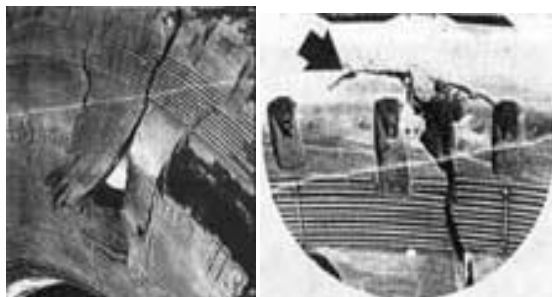


Рисунок 1.19 – Розрив

- Надмірне стирання (спрацювання, знос)

Причини. Може бути зумовлене частими ударами об узбіччя чи тертям об бордюрний камінь тротуара. У певних умовах це може призвести до розриву металокорду.

Рекомендації. Регулярний огляд боковин. Якщо спостерігається занадто велике спрацювання, слід переставити колесо в менш небезпечне місце або перевернути шину на своєму ободі. Замінити шину, якщо спостерігається

руйнування до каркаса. Якщо потрібно, слід використовувати спеціальні шини, наприклад, для автобусів.



Рисунок 1.20 – Надмірне стирання (спрацювання, знос)

- Пошкодження каркаса. Слід від цвяха

Причини. Поїздки із зниженим тиском у шині. Надмірне прогинання та теплоутворення згодом можуть призвести до повного руйнування шин. Найчастішими причинами падіння тиску в шині є: шурупи та інші гострі предмети; вентиля, що пропускають повітря; несправні (пошкоджені) камери і обідні стрічки; дуже дрібні тріщини в ободі (для безкамерних шин).

Рекомендації. Регулярно перевіряти внутрішній тиск повітря в шині. Встановити причину зниження внутрішнього тиску в шині і усунути її. Використовувати тільки нові камери і обідні стрічки.



Рисунок 1.21 – Пошкодження каркаса. Слід від цвяха

- Підвulkanізований (в процесі експлуатації) борт

Причини. Підвищене нагрівання гальмівних механізмів і ободів зумовленого тривалим гальмуванням або несправностями гальм.

Рекомендації. Регулярно оглядати гальма та гальмівну систему. Використовувати системи тривалого гальмування або постійного дроселя (регулятора).

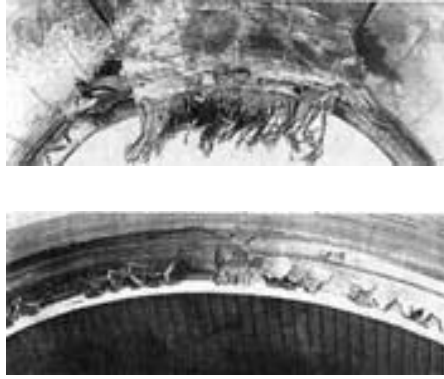


Рисунок 1.22 – Підвulkanізований (в процесі експлуатації) борт

- Пошкодження борта через несправності обода

Причини. Деформований в будь-якому місці обід або утворення іржі на полиці обода.

Рекомендації. Перевірити, чи є пошкодження на ободі і за необхідності замінити його. Перед встановленням видалити іржу з обода і нанести захисне покриття. При цьому слід використовувати відповідні мастильні речовини (наприклад CONTIFIX).

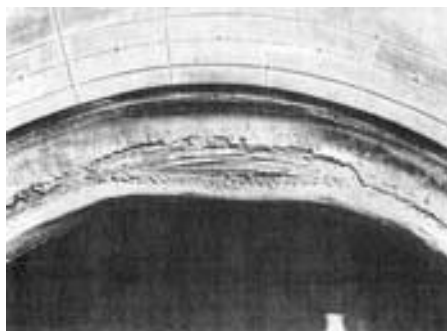


Рисунок 1.23 – Пошкодження борта через несправності обода

- Пошкодження борта під час монтажу

Причини. Нестандартний та гострий інструмент для монтажу. Монтаж шини без використання спеціального мастила. Затвердіння бортів (від нагрівання гальмівних барабанів) і вм'ятини на полицях обода, що викликають такі пошкодження борта.

Рекомендація. Дотримуватися інструкції зі встановлення.

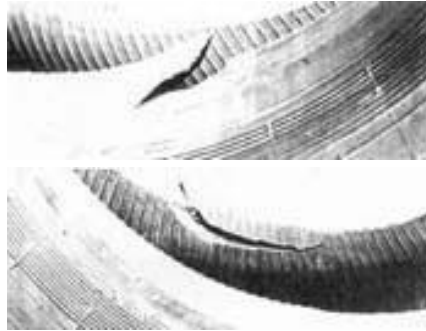


Рисунок 1.24 – Пошкодження борта під час монтажу

1.3 Методи утилізації автомобільних шин

1.3.1 Оцінка кількості шин, що підлягають утилізації

Шини утилізуються відпрацювавши нормативний пробіг та після виходу з ладу через непередбачені причини. Частка виходу з ладу через непередбачувані причини становить близько 8% шин. Інші (72%) шини, після нормативного пробігу спрямовуються на утилізацію, проте частина з них, а близько 20%, йдуть на відновлення [10].

Таблиця 1.1 – Оцінка обсягу шин, що спрямовуються на утилізацію

Критерій	Прийняті заходи	Частка, %	Утилізація, %
Нормативний пробіг	Списання	72	72
	Відновлення	20	
Вихід з ладу через непередбачувані причини	Вибракування	8	8

1.3.2 Методи утилізації автомобільних шин

Проблема переробки зношених автомобільних шин є загальною для всіх промислово розвинених країн світу, має велике екологічне і економічне значення. Крім того, сучасні економічні реалії диктують необхідність використання вторинних ресурсів з максимальною ефективністю.

Щорічно в світі за даними ООН утворюється більше 24 млн. тонн відходів у вигляді зношених автопокришок, з яких близько 15 млн. тонн, тобто більше 60%, викидається на звалища [15].

У Європі щорічно виходять з експлуатації понад 2,5 млн. тонн шин, рівень переробки сягає 90%. Більшість зібраних старих шин спалюють для отримання енергії – майже 45%. Деяко менший обсяг може бути переробленим у крихту – це понад 30%, а більше 20% шин спрямовуються на відновлення або на експорт для повторного використання чи поховання.

Важливо відзначити, що європейський ринок активно йде в сторону збільшення частки застосування механічної технології переробки: якщо у 1992 дробилося всього 5% зібраних шин, то у 2020 – вже 34%. Крім того, швидко зростають обсяги спалювання шин, особливо зі створенням екологічного обладнання з високим ККД.

За даними журналу "EUROPEAN RUBBER" комісія ЄС підготувала рекомендації для держав-членів ЄС про добровільні ініціативи зі створення технологій з переробки і використання зношених шин. Однією з головних цілей цих ініціатив у 2010 році є: збільшення рівня вторинної переробки з 30% до 100% і зниження рівня поховання з 50 % до 0.

Крім того, важливим завданням переробки використаних шин є отримання якісної вторинної сировини і її повторного використання для зниження споживання природних ресурсів [19].

В Україні щорічний обсяг амортизації шин перевищує 0,7 млн. тонн в рік. За останні 5 років даний показник виріс майже на 25%. Фактичний обсяг переробки шин в Україні – менший, ніж 10% [10].

Існують наступні методи утилізації автомобільних шин [15]:

1. Спалювання.
2. Піроліз.
3. Переробка в крихту.



Рисунок 1.25 – Методи утилізації автомобільних шин

Спалювання – один із самих найпростіших способів переробки шин, і полягає у високотемпературному окисненні, в здебільшого в барабанних печах на цементних заводах. Під час спалювання виділяється тепло, яке може бути використане в опаленні або у виробництві електроенергії. Це доволі енергетично малоефективний спосіб переробки, оскільки під час виготовлення однієї шини витрачається енергія, що міститься в 35 л нафти, а під час спалювання виділяється енергія, рівнозначна 8 л нафти. До того ж, у навколишнє середовище виділяється велика кількість забруднювачів: діоксид сірки, антрацен, біфеніл, пірен, флуорентан, бензапірен, хлоровані діоксини [12].

Спаливши шини виділяється тепло, що нагріває воду в котлі до стану пари. Далі пару спрямовують на опалення або в парову турбину, з метою виробництва електроенергії.

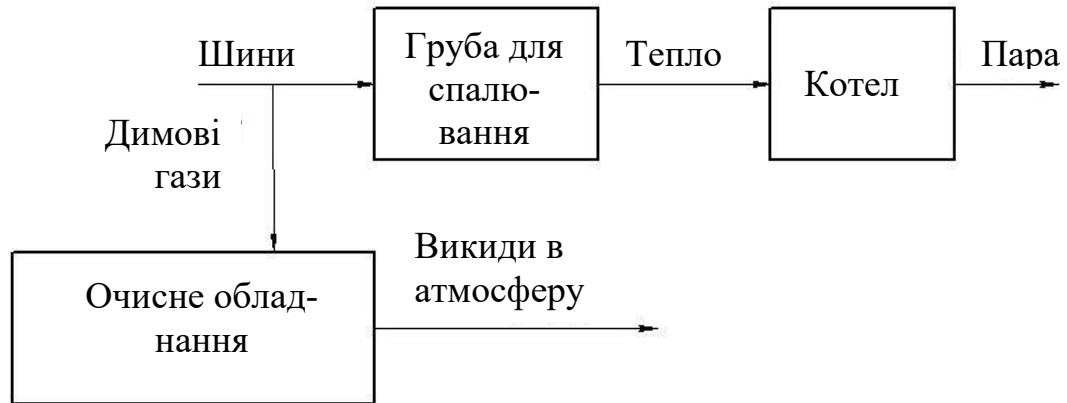


Рисунок 1.26 – Схема спалювання автомобільних шин

Піроліз – спосіб, що полягає у термічній переробці гуми з обмеженим доступом або без доступу кисню.

Шини переробляють на шматки, використовуючи механічний інструмент, та переміщують в кошики для піролізу. У реактор піролізу кошики завантажують через верхню горловину, використовуючи електричний мостовий кран, за температури в реакторі не менше 75–100 °С. Після закриття горловини реактора перевіряється герметичність установки. Температуру в реакторі підтримують на рівні, що забезпечує роботу конденсатора рідких продуктів піролізу без перевантаження. Для охолодження холодильника-конденсатора передбачена замкнута оборотна система водопостачання з охолодженням на градирні. Для охолодження апарату піролізу до температури 100 °С проводиться продування системи вуглекислотою з балона, після чого за допомогою крана вивантажують кошики з твердим залишком продуктів піролізу. Рідкі продукти піролізу направляються у ємність зберігання. Перевагами даної установки є проста і надійна конструкція, а також екологічно чиста технологія. Газова фаза та твердий залишок використовують в грубах пічок для підняття температури, а рідка фракція, що представляє собою суміш вуглеводнів, за своїми властивостями може бути доведена до різних товарних кондицій. Тверді відходи, які є механічними забрудненнями після очищення шин і вугільна зола з грубок печей, в міру накопичення, вивозяться на полігон.

Процес піролізу дозволяє здійснювати контроль виходу газової, рідкої та твердої фаз із зміною температури.

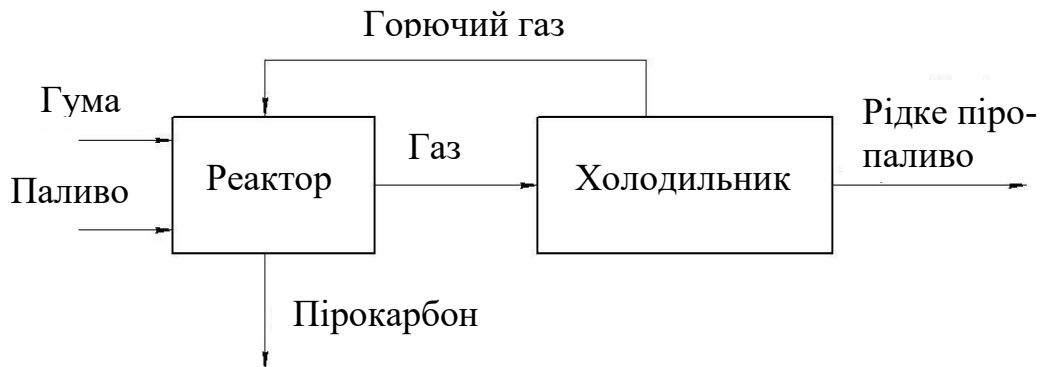


Рисунок 1.27 – Схема піролізу автомобільних шин

Переробка автомобільних шин у крихту. Складування, утилізація і поховання відходів є економічно неефективним і екологічно небезпечним тому, що під час тривалого зберігання ними виділяється у довкілля сполуки, здатні призвести до руйнування екологічної рівноваги. Також, на момент втрати гумовими виробами їх експлуатаційних властивостей і якостей саме полімерний матеріал не зазнає значних структурних змін, що спричинює можливість і навіть потрібність їх вторинної переробки.

Найперспективнішими видаються способи переробки відходів гумових виробів, які поєднані з їх подрібненням, з тієї причини, що хімічні методи, такі як піроліз та спалювання призводять до руйнування полімерної основи матеріалу. До таких способів відноситься бародеструкційний метод переробки автомобільних шин.

Висновки

Питання переробки зношених автомобільних шин є актуальним для всіх промислово розвинених країн світу, має велике еколого-економічне значення. 72% шин після їх нормативного пробігу підлягають утилізації.

Найрозповсюдженішими методами утилізації автомобільних шин є спалювання, піроліз і переробка в крихту. Перспективним є бародеструкційний метод переробки автомобільних шин.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Вибір методу переробки автомобільних шин у крихту

Існують наступні методи переробки автомобільних шин у крихту:

1. фізико-хімічні (розчинення в органічному розчиннику);
2. мікробіологічні (переробка за допомогою бактерій);
3. термічні (термодеструкційна переробка);
4. фізико-механічні (бародеструкційна переробка).

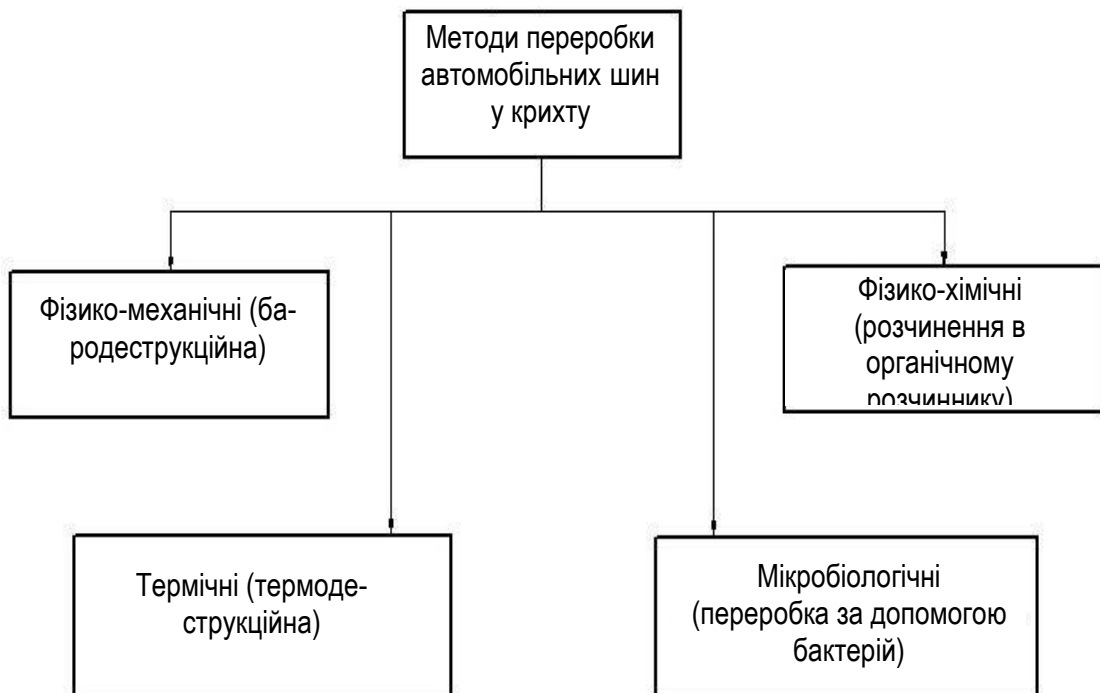


Рисунок 2.1 – Методи переробки автомобільних шин у крихту

2.1.1 Фізико-хімічний метод переробки автомобільних шин

Фізико-хімічним методом переробки автомобільних шин у крихту є розчинення шин в органічному розчиннику. Такий процес передбачає терморозрідження відходів в органічному розчиннику за температури 280-440°C і тиску не менше 6,1 МПа, відокремленні рідкої фракції, температура кипіння якої вища за 220°C. Стосовно рідкої фракції, температура кипіння якої не перевищує 220°C, то її спрямовують на каталітичний риформінг. Одна тонна гуми

дозволяє отримати: 325 кг бензинової фракції, 175 кг мазуту, 300 кг технічного вуглецю, 200 кг металокорду [11].

Спосіб розчинення в органічному розчиннику є доволі новітнім, не отримавши ще застосування в промисловості. Серед його переваг слід відзначити відсутність відходів, висока ліквідність продуктів переробки, незначні матеріальні витрати на органічний розчинник (в ціновому еквіваленті він вартує 0,11 євро на одну тону гуми).

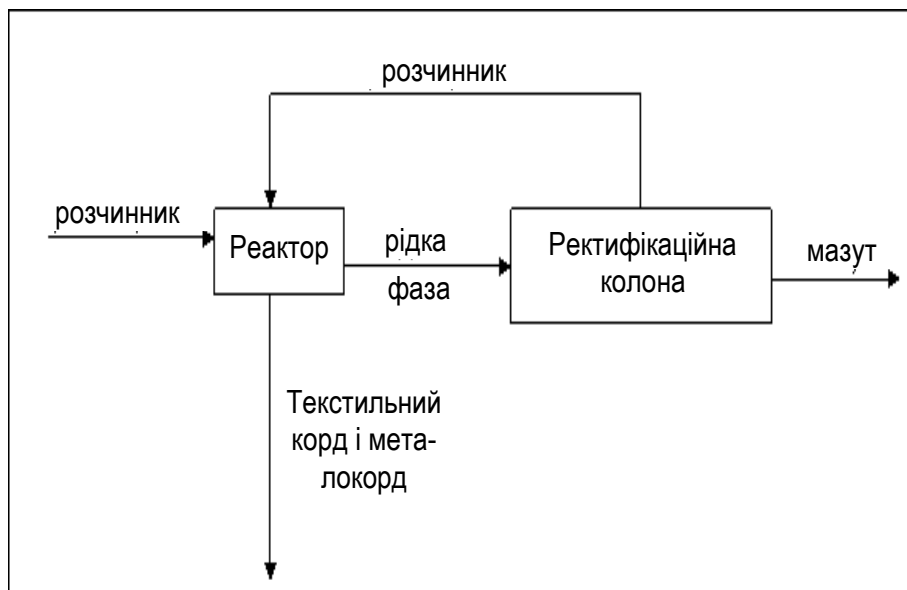


Рисунок 2.2 – Схема розчинення автомобільних шин в органічному розчиннику

2.1.2 Мікробіологічний метод переробки автомобільних шин

Мікробіологічний метод переробки автомобільних шин у крихту передбачає переробку за сприяння бактерій. Відповідно до цієї технології, зношені шини подрібнюються на дрібні фрагменти і проходять біологічну переробку. Отриману перероблену гуму можна використовувати повторно для виробництва нових шин, підкладок для килимових покриттів, звукоізоляційних матеріалів та гумових чобіт, тощо.

2.1.3 Термічний метод переробки автомобільних шин

Гумовмісні відходи (ГВВ), зокрема зношені шини з будь-яким кордом, завантажуються в реактор без попереднього подрібнення. Потім у реактор додається стабілізований розчинник, такий як гудрон, бітум або відходи нафтохімічної та хімічної промисловості. Якщо отриманий продукт використовується для модифікації асфальту, розчинником служить гудрон чи бітум (рис. 2.3).

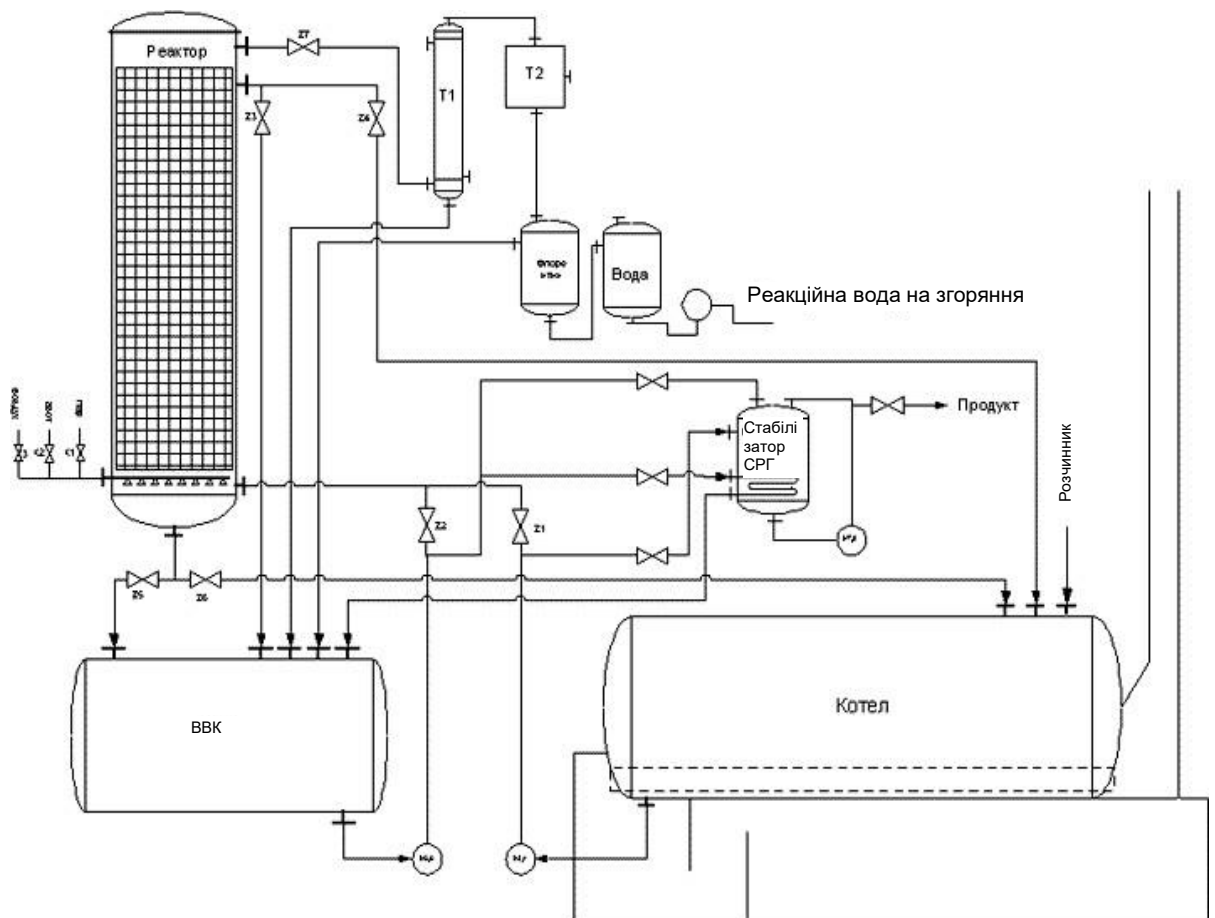


Рисунок 2.3 – Метод термодеструкційної переробки шин

Термодеструкцію ГВВ проводять за температури 250-350°C і невеликому надлишковому тиску. В підсумку утворюється продукт – суспензія розчиненої (деструктованої) гуми (СРГ) та парогазова суміш.

Для підігріву розчинника використовують котел типу бітумоварильного, але з розширеним температурним діапазоном нагрівання середовища. Надлишкове тепло використовують на установці для технологічних потреб.

Парогазову суміш охолоджують та конденсують. Неконденсовану пару використовують як паливо. Частина вуглеводневого конденсату (ВВК) повертається в процес, а інша частина є товаром – її можна використовувати як пічне паливо або сировину для нафтопереробної промисловості.

Після завершення деструкції гуми реактор охолоджують, промивають, продувають і розвантажують.

Отримана СРГ проходить процес стабілізації, після чого її можна відвантажувати споживачу. Металокорд промивають вуглеводневим конденсатом, витягують з реактора і може бути відправлений як сировина для переплавку. Забруднені вуглеводнями вода та пара спрямовуються на догорання.

2.1.4 Фізико-механічний метод переробки автомобільних шин

Технологія бародеструкційної переробки використаних автомобільних шин була запропонована компанією ТОВ «Астор». Технологія базується на явищі "псевдозрідження" гуми за високого тиску та її витіканні через отвори спеціальної камери. Отримання гумового порошку зі зношених шин здійснюється шляхом поступового подрібнення, фракціонування, магнітної сепарації та видалення текстильного корду. Спочатку автомобільні шини під тиском продавлюються через отвори решітки, утворюючи суміш гумових джгутів розміром 20-80 мм, металобрикетів, текстильного і металевго корду. З цієї суміші за допомогою магнітної сепарації виділяються металобрикети та металевий корд. Залишок подається у роторну дробарку, де гума подрібнюється до гумового порошку розміром до 10 мм. З нього видаляється текстильний корд. Одночасно з відділенням текстильного корду здійснюють поділ гумового порошку на дрібну фракцію менше 3 мм та велику фракцію 3-10 мм. Якщо гумова крихта фракцією більше 3 мм має попит як товарна продукція, вона фасується в паперові мішки. В іншому випадку вона потрапляє в екструдер-подрібнювач для додаткового подрібнення. З

отриманого гумового порошку видаляються залишки металевих та текстильного корду шляхом зволоження та видалення. Технологічна лінія для отримання гумового порошку зі зношених шин містить дробарку, перший магнітний сепаратор, тонкодисперсний подрібнювач і транспортні зв'язки між пристроями. Лінію обладнують бародеструкційною установкою для руйнування автомобільних шин на гумові джгути і металобрикети. Вона також має другий магнітний сепаратор, перший і другий барабанні пристрої для відділення текстильного корду та фракціонування гумового порошку. Ця технологія дає змогу збільшити вихід товарного гумового порошку підвищеної чистоти з великою активною поверхнею завдяки двоступеневому очищенню порошку від текстильного корду.

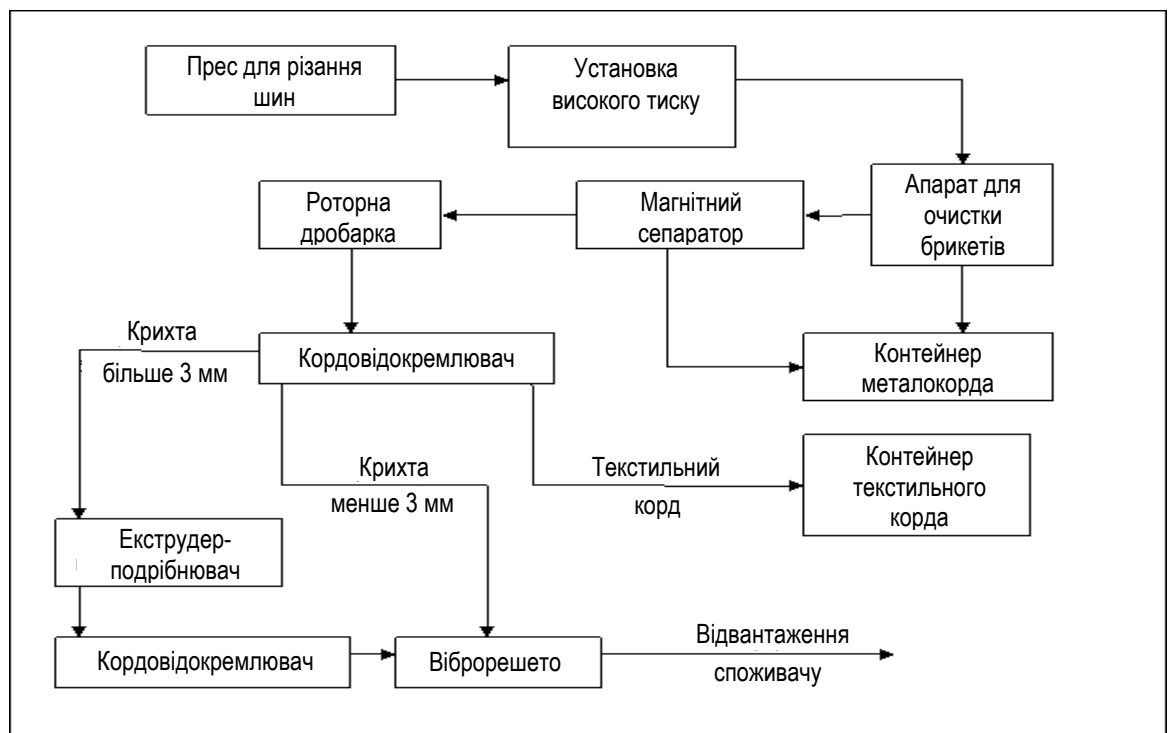


Рисунок 2.4 – Метод бародеструкційної переробки

2.2 Експертна оцінка методів переробки автомобільних шин

Для визначення найраціональнішого методу переробки шин була проведена експертна оцінка різних технологій переробки (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Експертна оцінка методів переробки шин

Технологія Критерії	Бародеструкційна переробка	Термодеструкційна переробка	Переробка за допомогою бактерій	Розчинення в органічному розчиннику
Безпека персоналу	4	3	3	2
Безпека обладнання	4	3	3	2
Кількість шкідливих речовин в атмосферу	4	2	3	5
Кількість стічних вод	5	3	4	4
Кількість твердих відходів	4	3	3	5
Отримання вторинної сировини	5	1	3	4
Капітальні затрати	4	3	3	2
Затрати на експлуатацію	3	4	3	3

Прийняті коефіцієнти вагомості:

$K_{1-2} = 0,5$ (Технологічна безпека);

$K_{3-6} = 0,3$ (Екологічна безпека);

$K_{7-8} = 0,2$ (Економічна ефективність).

Результати експертної оцінки переробки автомобільних шин, сумарний бал:

- бародеструкційна переробка автомобільних шин:

$$K_{\text{сум}} = 8 \cdot 0,5 + 18 \cdot 0,3 + 7 \cdot 0,2 = 10,8;$$

- термодеструкційна переробка автомобільних шин:

$$K_{\text{сум}} = 6 \cdot 0,5 + 9 \cdot 0,3 + 7 \cdot 0,2 = 7,1;$$

- переробка автомобільних шин за допомогою бактерій:

$$K_{\text{сум}} = 6 \cdot 0,5 + 13 \cdot 0,3 + 6 \cdot 0,2 = 8,1;$$

- розчинення в органічному розчиннику:

$$K_{\text{сум}} = 4 \cdot 0,5 + 18 \cdot 0,3 + 50 \cdot 0,2 = 8,4.$$

Таблиця 2.3 – Результати експертної оцінки переробки автомобільних шин

Метод	Бародеструкційна переробка	Термодеструкційна переробка	Переробка за допомогою бактерій	Розчинення в органічному розчиннику
Комплексна оцінка	10,8	7,1	8,1	8,3

За результатами експертної оцінки найбільший бал у бародеструкційного методу переробки (10,8), це означає, що він найефективніший.

2.3 Технологічна лінія бародеструкційного процесу переробки автомобільних шин

Технологія заснована на явищі "псевдорозрідження" гуми за високого тиску і витіканні її через отвори спеціальної камери. Гума та текстильний корд за цих умов мають можливість відокремитись від металевих кордів та бортових кілець, зазнають подрібнення і виходять з отворів у вигляді первинної гумово-тканинної крихти, яка йде на подальшу переробку: додатковому подрібненню і сепарації. Металокорд витягують із камери у вигляді спресованого брикета.

Техніко-економічне обґрунтування використання бародеструкційної технології (рис. 2.5).

Нова ефективна бародеструкційна технологія переробки автомобільних шин з металокордом дає можливість доволі легко отримувати цінну і дешеву сировину (гумову крихту необхідних розмірів, металевий та текстильний корд). Впродовж однієї технологічної операції вдається відокремити до 90% металокорду.

- Максимальний обсяг переробки шин при тризмінній роботі 6000 т/рік;
- вихід товарної гумової крихти 3850 т/рік.;
- вихід текстильного корда 1050 т/рік;
- вихід металокорду 1100 т/рік;

- займана виробнича площа 700 м²;
- висота приміщення не менше 7,5 м.
- збуваються усі складники шини (крихта, текстильний і металокорд);
- вартість технологічної лінії значно нижча зарубіжних аналогів.

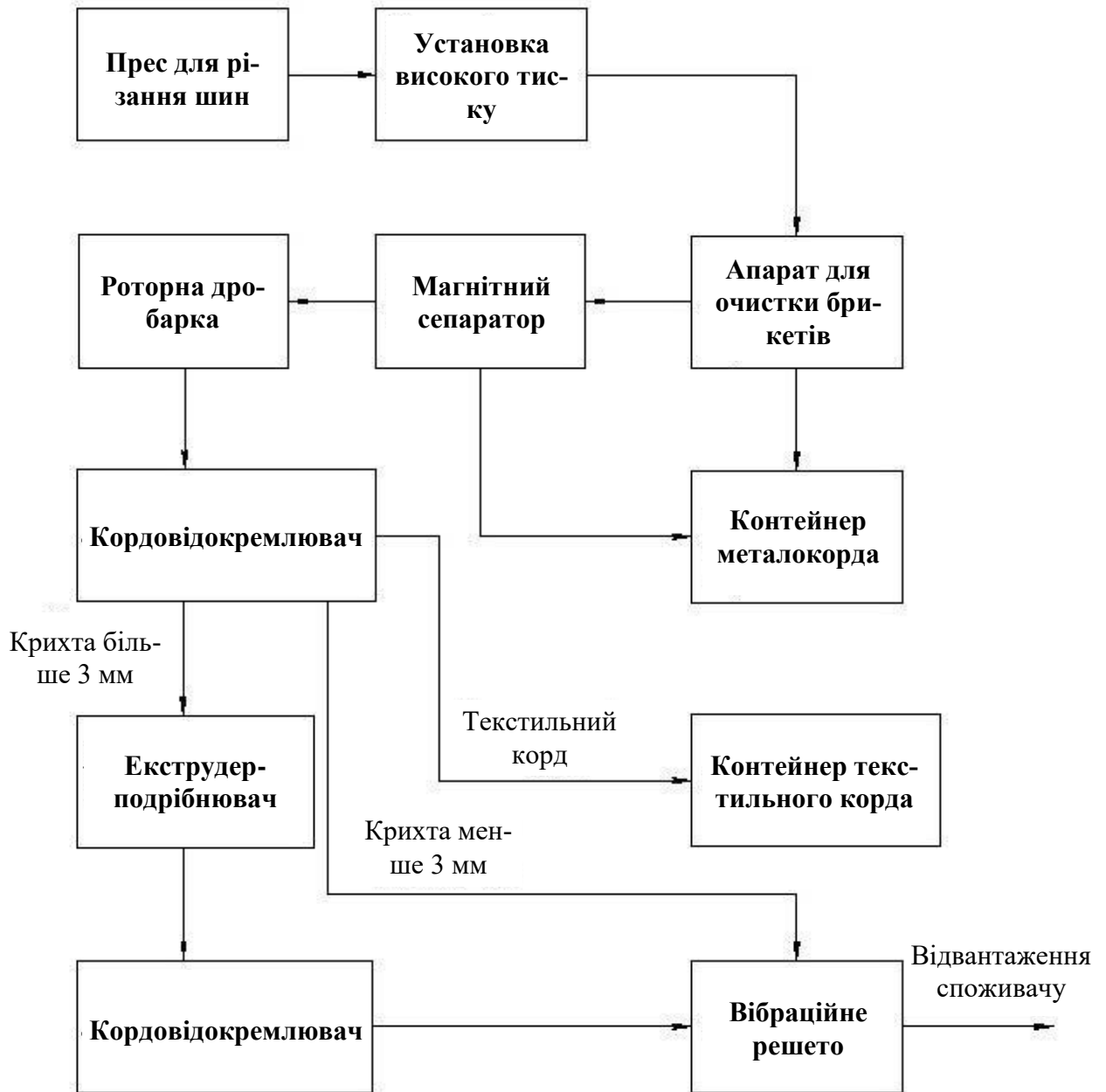


Рисунок 2.5 – Технологічна лінія бародеструкційного процесу переробки автомобільних шин

Бародеструкційний метод переробки автомобільних шин має ряд переваг:

- компактність виробничої лінії – 700 м² за висоти приміщення 7,5 м;
- немає екологічно шкідливих викидів на всіх стадіях процесу;

- безвідходне виробництво;
- отримана гумова крихта зберігає властивості вихідних каучуків;
- металобрикет відокремлюють від гуми за одну операцію;
- отримання високоактивної крихти з розвинутою морфологією;
- низька енергоємність;
- мінімальні витрати технологічної води (водообіг із замкнутим циклом).

2.4 Опис і перелік робіт, що виконуються на посту переробки шин

Автомобільну шину подають під прес для різання, де її ріжуть на шматки масою до 20 кг. Потім ці фрагменти направляються в установку високого тиску. У цій установці шину завантажують в робочу камеру, де здійснюється екструзія гуми у вигляді шматків розміром 20-80 мм та відділення металокорду.

Після встановлення високого тиску гумово-тканева крихта і метал подаються в апарат очищення брикетів для відокремлення металокорду (який поступає у контейнер) від гуми та текстильного корду, а також виділення боєрих кілець. Далі решта маси подається в магнітний сепаратор, де вилучається основна частина брекерного металокорду. Залишок маси подається в роторну дробарку, де відбувається подрібнення гуми до розміру 10 мм. Після цього маса знову подається в кордовідокремлювач, де відбувається відокремлення гуми від текстильного корду і поділ гумової крихти на дві фракції:

- до 3 мм;
- від 3 до 10 мм.

Відокремлений від гуми текстильний корд подається у контейнер.

В разі зацікавленості споживача в гумовій крихті фракцією більше 3мм, як товарної продукції, її фасують у паперові мішки, в іншому випадку, вона подається в екструдер-подрібнювач.

Технологічна карта переробки однієї автомобільної шини

Виконавець: слюсар IV розряду

Но- мер опе- рації	Назва операції	Пристосуван- ня, інструмент	Нор- ма часу, год.	Технічні вимоги і рекомендації на вико навик робіт
1	Порізати автомобільну шину на фрагменти	Прес для рі- зання шин	0,8	Фрагменти не бі- льше 20 кг
2	Провести екструзію гуми у вигляді шматків і відок- ремити від металокорду	Установка ви- сокого тиску	0,8	Шматки розміром 20–80 мм
3	Відокремити металокорд від гуми і текстильного корду	Апарат очист- ки брикетів	0,3	Працювати в ру- кавицях, стійких до порізів і про- колів
4	Видалити основну час- тину брекерного метало- корда	Апарат очист- ки брикетів	0,5	Працювати в ру- кавицях, стійких до порізів і про- колів
5	Подрібнити гуму	Роторна дро- барка	0,4	Шматки розміром до 10 мм
6	Відокремити гуму від текстильного корда	Кордовідок- ремлювач	0,7	Поділ крихти на 2 фракції: - не менше 3 мм - від 3 до 10 мм
7	Розділити гумову крихту на фракції	Вібраційне решето	0,9	Поділ крихти на 3 фракції: - від 0,3 до 1,0 мм - від 1,0 до 3,0 мм - більше 3,0 мм
8	Запакувати крихту у мі- шки	Спеціальні мішки	0,2	Працювати в ру- кавицях, стійких до порізів і про- колів

Після подрібнення крихту знову подають в кордовідокремлювач. Текстильний корд спрямовують у контейнер, а гумову крихту – на вібраційне решето, де проводиться її подальший поділ на три фракції: I – 0,3...1,0 мм; II – 1,0...3,0 мм; III – більше 3,0 мм.

Фракцію гумової крихти з розміром більшим 3 мм знов повертають в екструдер-подрібнювач, а гумову крихту I і II фракції відвантажують покупцю.

Загальна трудомісткість: 4,6 години.

Висновки

Для переробки автомобільних шин перспективною є бародеструкційна технологія. Технологія базується на явищі "псевдорозрідження" гуми за високого тиску і витіканні її через отвори спеціальної камери. Гуму та текстильний корд при цьому відокремлюють від металевого корду та бортових кілець, подрібнюють і виходять з отворів у вигляді первинної гумово-тканинної крихти, яка йде на подальшу переробку: додаткове подрібнення і сепарація. Металокорд поступає із камери у вигляді спресованого брикету. Перевагами технології є: компактність виробничої лінії – 700 м² за висоти приміщення 7,5 м; відсутні екологічно шкідливі викиди на всіх стадіях процесу; безвідходність виробництва; отримана гумова крихта зберігає характеристики вихідних каучуків; металобрикет відділяється від гуми за одну операцію; отримання високоактивної крихти з розвиненою морфологією; низька енергоємність процесу; мінімальні витрати технологічної води.

3 КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

3.1 Аналіз обладнання для різання автомобільних шин

Розрізняють алігаторні і дискові ножиці для різання шин (рис. 3.1).



Рисунок 3.1 – Класифікація ножиців для різання шин

Гідравлічні ножиці алігаторного типу для різання шин серії «НС» спроектовані для різання шин на сегменти. Вони ріжуть цілісні шини і фрагменти. Мають потужну конструкцію і значний запас міцності (рис. 3.2).

Алігаторні ножиці НС-500 є одними із найуживаніших, підходять для будь-яких ліній утилізації автомобільних шин (механічної переробки, піролізу). Можуть бути використані як самостійну одиницю для переробки шин і їх компонування у 5-7 разів [16].

Однодискові ножиці НД-10 призначені для різання гумових та гумотекстильних відходів, а також для різання шин легкових автомобілів, а також шин, що попередньо розрізані на дві кільцеві частини (рис. 3.3). Потужність приводу 3 кВт.



Рисунок 3.2 – Гідравлічні алігаторні ножиці

За допомогою верстата для різання шин на шматки ДНО розрізають цілі текстильні та металокордні шини на шматки. На верстаті також ріжуть шини, що попередньо розрізані на дві кільцеві частини. Виготовляється у двох варіантах за напругою живлення: $\sim 380\text{В}$ 3-х фазний та $\sim 220\text{В}$ однофазний [3].

ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА

Суцільні шини та їх половинки*

Продуктивність, шин/год (т/год) - 30–60 (1–2).

Габарити оброблюваних шин:

зовнішній діаметр, мм

- до 1200;

- 1200–1800.

Ширина профілю, мм – до 320; 280 – 510.

Вага покриття, кг -до 80; - до 280.

Частота обертання ножа, об/хв –20. Потужність електродвигуна, кВт -

3,0 (2,2) Габаритні розміри верстата, мм:

довжина -1420;

ширина -930;

висота -1300.

Маса верстата, кг – 600.

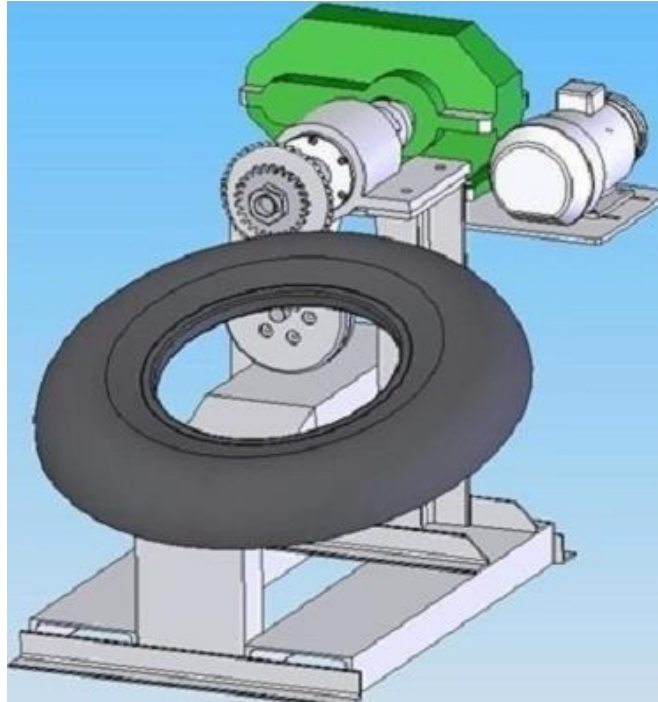


Рисунок 3.3 – Однодискові ножиці

Переваги гідрножиць НС [3]:

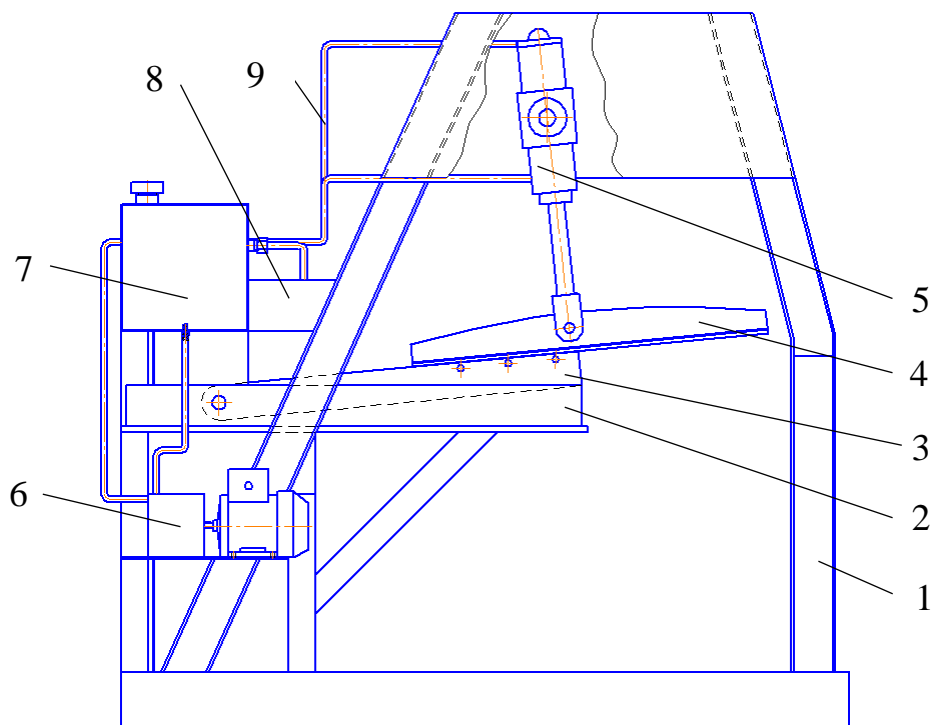
1. Висока продуктивність за низького енергоспоживання.
2. Обслуговування ножиців здійснює один працівник. Шину не треба піднімати! Працівник підкочує шину і кладе її на нижній ніж, після чого, опускаючи верхній ніж, розрізають шину на фрагменти.
3. Ножі з кутом заточки 90 градусів практично не тупляться. Строк служби нижніх ножів в 10-15 разів вищий верхніх. Усі ножі є взаємозамінними. Ножі можна перевертати у випадку затуплення 4 рази будь-якою із 4 робочих граней. Крім того, їх можна заточувати до 3 разів.
4. Ножиці мобільні і легко транспортабельні, можуть підключатися до гідравлічної системи автомобіля (якщо така є). Це зручно у випадку якщо потрібно вивезти ножиці для переробки накопичення шин, там де відсутня електрика (до прикладу, полігон).
5. Модифікації НС-400; 500 і 600 рубають шини на сегменти. Двічі опустивши верхній ніж, шина розрубається на чотири частини (позитивно позна-

часться на продуктивності). Є можливість подрібнення шин на фрагменти будь-якого розміру.

6. Кожна з модифікацій верстата «НС» має свої позитивні сторони.

3.2 Будова та принцип роботи алігаторних ножиців для різання корду шин

Схема запропонованого станда для різання шин представлена на рис. 3.4.



1 – рама; 2 – робочий стіл; 3 – нижній ніж; 4 – верхній ніж; 5 - гідроциліндр; 6 – насос; 7 – бак; 8 – розподільник; 9 – трубопроводи

Рисунок 3.4 – Запропонований стенд для різання шин

Стенд для різання шин складається зі зварної рами 1, на якій змонтовані складові частини гідравлічної системи, робочий стіл 2 із нижнім ножем 3. Шток гідроциліндра 5 через вісь прикріплений до верхнього ножа 4. Керування стандом здійснюється розподільником 8. Різання шин здійснюється наступним чином (на попередньому етапі у шини вирізаються борти):

- шина встановлюється на робочому столі між верхнім і нижнім ножами (верхній ніж займає верхнє положення);
- керуючи розподільником опускають верхній ніж вниз і здійснюється різання шини;
- верхній ніж здійснює рух у зворотно-поступальному напрямку.

Для роботи на стенді можуть бути допущені особи, що ознайомились з правилами техніки безпеки під час експлуатації електрообладнання та роботи із гідроприводом.

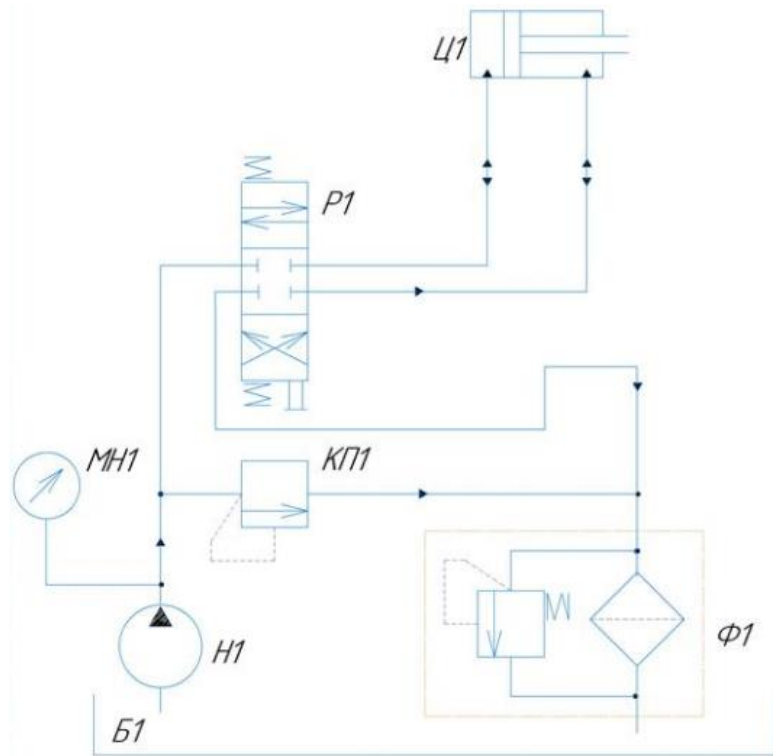
3.3 Опис принципової гідравлічної схеми стенда

Розвиток сучасних машин та механізмів пов'язаний з неперервним удосконаленням приводів та їх виконавчих органів та, перш за все, з широким використанням гідравлічного приводу. Об'ємний гідропривод характеризується значним економічним ефектом, тому він знаходить усе більше використання на мобільних машинах, в будівництві і транспортній сфері, на підйомно-транспортних машинах та механізмах і т.д. Основними його перевагами є: низька питома вага, можливість реалізації великих передаточних чисел, можливість безступінчастої зміни швидкості переміщення виконавчих механізмів, надійний захист від перевантажень, зручне і легке керування.

Схема принципової гідравлічної схеми (рис. 3.5) містить наступні елементи: масляний бак Б1, сполучений всмоктувальним трубопроводом із гідронасосом Н1, що під тиском подає рідину по напірному трубопроводу до розподільника Р1. Розподільник керує роботою гідроциліндра Ц1. Зливний клапан КП1 захищає систему від перенавантажень. Якщо настає критичний тиск, зливний клапан відкривається і скидає робочу рідину в бак.

Від розподільника рідина по зливному трубопроводу через фільтр Ф1 повертається до масляного бака. Паралельно з фільтром з'єднаний зливний клапан, котрий запобігає руйнуванню зливного трубопроводу фільтроелемен-

та Ф1 у випадку його критичного забруднення. Фільтр та зливний клапан становлять один цілісний блок.



Б1 – бак; КП1 – клапан запобіжний; Ф1 – фільтр; Н1 – насос; Р1 – розподільник; Ц1 – циліндр

Рисунок 3.5 – Гідравлічна принципова схема стенда для різання шин

3.4 Розрахунок об'ємного гідропривода

Початкові дані для розрахунку гідропривода представлені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Початкові дані для розрахунку об'ємного гідропривода

Параметр	Значення
1	2
Номінальний тиск, МПа	16
Сила, реалізована на штоку, Н	10000
Хід поршня гідроциліндра, м	1,3
Швидкість переміщення штока гідроциліндра, м/с	0,4
Довжина трубопроводів, м	
з бака до насоса	0,6
з насоса до розподільника	0,6
з розподільника до циліндра	1,0
з розподільника до бака	1,6

Продовження табл. 3.1

1	2
Місцеві опори, шт.	
просвердлений кутник	4
приєднувальний штуцер	7
роз'ємна муфта	2
кут з поворотом на 90°	4

3.4.1 Визначення потужності гідропривода і насоса

Корисна потужність гідродвигуна, що здійснює зворотно-поступальний рух (гідроциліндр) визначається згідно виразу:

$$N_{ГДВ} = F \cdot V, \quad (3.1)$$

де $N_{ГДВ}$ – потужності гідродвигуна, кВт;

F – сила на штоці, кН;

V – швидкість руху штока гідроциліндра, м/с.

$$N_{ГДВ} = 10 \cdot 0,3 = 3 \text{ кВт.}$$

Перший етап розрахунку гідропривода передбачає визначення втрат тиску і витрату робочої рідини з врахуванням коефіцієнтів запасу за зусиллям та швидкістю. Корисна потужність насоса визначається, виходячи з потужності, що розвиває гідродвигун, з врахуванням втрат енергії під час її передачі від насоса до гідродвигуна згідно виразу:

$$N_{нп} = k_{зз} \cdot k_{зш} \cdot N_{ГДВ}, \quad (3.2)$$

де $N_{нп}$ – потужність насоса, кВт;

$k_{зз}$ – коефіцієнт запасу за зусиллям, $k_{зз} = 1,1$;

$k_{зш}$ – коефіцієнт запасу за швидкістю, $k_{зш} = 1,1$;

$N_{ГДВ}$ – потужність гідродвигуна, кВт.

$$N_{нп} = 1,1 \cdot 1,1 \cdot 3 = 3,63 \text{ кВт.}$$

3.4.2 Вибір насоса

За відомого значення необхідної корисної потужності насоса, що аналітично визначається, знаходять подачу й робочий об'єм насоса за формулою:

$$Q_H = N_{нп} / p_{ном}, \quad (3.3)$$

$$q_H = N_{HP} / (p_{ном} \cdot n_H), \quad (3.4)$$

де N_{HP} – потужність насоса, кВт;

Q_H – подача насоса, $дм^3/с$;

$p_{ном}$ – номінальний тиск, МПа;

q_H – робочий об'єм насоса, $дм^3$;

n_H – частота обертання вала насоса, $с^{-1}$.

$$Q_H = 3,63 / 16 = 0,226 \text{ дм}^3/с.$$

$$q_H = 3,63 / (16 \cdot 15) = 0,0151 \text{ дм}^3 = 15,1 \text{ см}^3.$$

Вибираємо насос з довідкової літератури за номінальним тиском та робочим об'ємом (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Характеристика насоса шестеренчастого серії НШ32А-3

Параметр	Значення
Робочий об'єм, $см^3$	31,4
Тиск на виході з насоса, МПа	
номінальний	21
максимальний	26
Частота обертання, $с^{-1}$	
номінальна	19,3
максимальна	24
мінімальна	16
Номінальна споживана потужність, кВт	17,5
Коефіцієнт подачі (об'ємний ККД) насоса на номінальному режимі, не менше	0,93

У конструктивній частині кваліфікаційної роботи був проведений розрахунок гідроприводу стенда для різання шин. Виконавчим органом виступив гідроциліндр. За насос був обраний шестеренчастий насос НШ32А-3.

Він забезпечує необхідну подачу і працює при зазначеному номінальному тиску. Була обрана наступна гідроапаратура: розподільник моноблочний, клапан зворотний 61400, клапан запобіжний прямої дії К22002 і фільтр 1.1.50-25. Дана гідроапаратура задовольняє вимогам за умовним проходом і номінальним тиском, а фільтр також за номінальною тонкістю фільтрації і пропускною можливістю. Було обрано оливу МГ - 30У.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Виявлення та нормування шкідливих і небезпечних виробничих факторів

Виконання технологічного процесу, що розглядається супроводжується наступними шкідливими і небезпечними факторами [9]:

1. Небезпечні фактори – це рухомі частини виробничого обладнання; стружка матеріалу, що обробляється; уламки інструментів; висока температура поверхні оброблюваного матеріалу і інструмента; можливість появи електричного струму, який замикається через тіло людини.

2. Шкідливі фактори – підвищена запиленість повітря. Для неотруйного пилу характерне роздратування і навіть поранення порошинками слизових оболонок дихальних шляхів, що призводить до їх запалення, а у випадку проникнення у легені – до виникнення специфічних захворювань. Утворення цього пилу спостерігається під час металообробки. Під час зварювання утворюється пил, що містить марганець, хром, фтор, який є отруйним. В результаті дії отруйних речовин в людини виникає стан – отруєння, небезпека якого залежить від тривалості дії, концентрації та виду отрути.

Шум на виробництві наносить великі збитки, шкідливо діючи на організм людини та знижуючи продуктивність праці. Втома робітників через шум збільшує число помилок на роботі, сприяє виникненню травм. Джерелом шуму є металорізальні верстати. Нормування шуму здійснюється нормами СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на робочих місцях, в житлових приміщеннях, громадських будинках і на території житлової забудови» [14].

Вібрації погіршують самопочуття працюючого і знижують продуктивність праці, часто призводять до важкого професійного захворювання – віброхвороби. Причиною виникнення вібрації є виникаючі під час роботи обладнання неврівноважені силові дії. Нормування вібрацій здійснюється санітар-

ними нормами СН 2.2.4/2.1.8.566-96 «Виробнича вібрація, вібрація в житлових приміщеннях і громадських будинках».

4.2 Заходи із захисту від шкідливих і небезпечних факторів

Основні питання охорони праці регламентуються трудовим кодексом України і законом про основи охорони праці.

1. Режими різання обираються у відповідності з вимогами стандартів і технічних умов для відповідного інструменту. Рухомі частини виробничого обладнання, які є джерелом небезпеки, огорожуються захисними пристроями. Контроль розмірів оброблюваної деталі на верстаті та зняття деталі для контролю проводяться при вимкнених механізмах обертання. На робочих місцях передбачається майданчик для зручного розміщення оснастки, матеріалів, заготовок, готових деталей та відходів виробництва.

На підлозі, близько верстата, повинні знаходитися дерев'яні ґрати на всю довжину робочої зони, а по ширині не менше 0,6 м від виступаючих частин верстата.

Для захисту очей повинні використовуватися щитки, екрани і окуляри.

Усе металорізальне обладнання надійно заземляється, струмопровідні дроти і кабелю ізолюються. У випадку виникнення в електричній мережі небезпеки ураження людини струмом застосовуються захисні пристрої.

2. Забезпечення чистоти повітря у виробничому приміщенні досягається видаленням забрудненого або нагрітого повітря з приміщення та подачею в нього свіжого повітря, тобто вентиляції.

4.3 Розрахунок і проектування освітлення

Виробниче освітлення призначене для вирішення наступних питань: покращення зорової роботи, зниження стомлюваності, підвищення продуктивності праці і якості продукції, що випускається.

До освітлення ставляться наступні вимоги:

1. Освітленість на робочому місці має відповідати зоровим умовам праці згідно СНіП 23-05-95.
2. Необхідно забезпечити достатньо рівномірний розподіл яскравості на робочій поверхні, а також в межах навколишнього простору.
3. На робочій поверхні повинні бути відсутня різкі тіні.
4. Величина освітлення повинна бути постійною у часі.

У даному технологічному процесі застосовується комбіноване освітлення: загальне рівномірне і місцеве. Джерелом загального світла є люмінесцентні лампи, а місцевого – лампи розжарювання. Тип світильників – відкриті дволампові. Основні вимоги і значення нормованої освітленості робочих місць викладено у санітарних нормах та правилах СНіП 23-05-95. В даному випадку величина освітленості складає 1500 Лк, яка коригується з врахуванням коефіцієнта запасу 1,5 через те, що з часом за рахунок забруднення світильників і зменшення світлового потоку ламп знижується освітленість.

$$E = 1500 \cdot 1,5 = 2250 \text{ Лк.}$$

Для рівномірного загального освітлення світильники розташовуються рядами паралельно стінам із вікнами. Найкраща відносна відстань між світильниками $l = 1,6\text{м}$.

Розрахунок освітлювальної установки. Величина світлового потоку лампи:

$$\Phi = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot z}{n \cdot \eta},$$

де $E = 1500 \text{ лк}$ – мінімальна освітленість;

$k=1,5$ – коефіцієнт запасу;

$S=140 \text{ м}^2$ – площа приміщення, що освітлюється;

$z = 0,9$ – коефіцієнт нерівномірності освітлення;

$n=7$ – кількість ламп у приміщенні;

$\eta =55$ – коефіцієнт використання світлового потоку (у частках одиниці).

$$\Phi = \frac{1500 \cdot 1,5 \cdot 140 \cdot 0,9}{7 \cdot 55} = 736 \text{ лм.}$$

За таблицею 2 [1] для загального освітлення використовуються лампи потужністю 100Вт, напругою в мережі 220В, струмом лампи 0,35А.

4.4 Забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату

Мікроклімат у виробничих умовах визначається наступними параметрами [14]:

1. температура повітря t , °С;
2. відносна вологість повітря, φ , %;
3. швидкість руху повітря на робочому місці V , м/с;
4. барометричний тиск P , мм. рт. ст.

За високої температури повітря у приміщенні кровоносні судини поверхні тіла розширюються, при цьому відбувається підвищений приплив крові до поверхні тіла та тепловіддача у довкілля значно збільшується. При зниженні температури навколишнього повітря реакція людського організму інша: кровоносні судини шкіри звужуються. Приплив крові до поверхні тіла сповільнюється, і віддача тепла зменшується.

Вологість повітря чинить великий вплив на терморегуляцію (здатність людського організму підтримувати постійну температуру у випадку зміни параметрів мікроклімату) людини.

Підвищена вологість ($\varphi > 85\%$) ускладнює терморегуляцію внаслідок зниження випаровування поту, а надто низька вологість ($\varphi < 20\%$) викликає пересихання слизових оболонок дихальних шляхів.

Рух повітря в приміщенні є важливим фактором, що впливає на самопочуття людини. У жаркому приміщенні рух повітря сприяє збільшенню віддачі тепла організмом і покращує його самопочуття, але чинить несприятливий вплив за низьких температур повітря у холодну пору року.

Барометричний тиск впливає на парціональний тиск основних компонентів повітря – кисню та азоту, а отже, і на процес дихання.

Таким чином, для теплового самопочуття людини важливо певне поєднання температури, відносної вологості та швидкості руху повітря.

Розглянутий технологічний процес відноситься до категорії робіт середньої тяжкості (витрати енергії 150...250 ккал/год).

Відповідно з цим і з врахуванням перерахованих вище факторів параметри мікроклімату повинні бути наступні:

1. температура $t = 17... 22$ °С;
2. відносна вологість $\varphi = 30...60\%$;
3. швидкість руху повітря $V=0,5$ м/с;
4. барометричний тиск $P_{\text{норм.}}=760$ мм. рт. ст.

4.5 Визначення категорії вибухопожежонебезпеки та забезпечення необхідними засобами пожежогасіння

Пожежі на автомобільних підприємствах є великою небезпекою для працюючих, і можуть заподіяти величезні матеріальні збитки [9].

Причинами виникнення пожеж у технологічному проектованому процесі можуть бути:

- несправність електрообладнання (коротке замикання, перевантаження, великі перехідні напруги);
- самозаймання промасленого ганчір'я (наприклад, у випадку попадання розжареної стружки);
- іскри під час зварювальних робіт;
- куріння у невстановлених місцях.

Заходи пожежної профілактики.

1. Пожежна профілактика під час проектування і будівництва промислових підприємств.

Під час проектування будівель необхідно передбачити безпечну евакуацію людей у разі виникнення пожежі. Для цього на ділянці є два евакуаційних виходи.

Виникнення пожежі супроводжується виділенням диму, що затемняє приміщення та утруднює умови евакуації та гасіння пожежі. Видалення диму з приміщення, що горить, проводиться через віконні отвори, а також за допомогою спеціальних димових люків.

2. Засоби пожежогасіння.

Гасіння пожеж здійснюється водяним струменем (ручним і лафетним). Для подачі води використовуються розміщені на підприємстві та у населеному пункті водопровідні мережі

Для того щоб забезпечити гасіння пожежі у початковій стадії її виникнення, на водопровідній мережі встановлені внутрішні пожежні крани.

3. Для запобігання спалахування від іскор короткого замикання всі електричні ланцюги оснащені запобіжними пристроями для захисту від пробів.

4. Ділянка оснащена автоматичним засобом виявлення пожежі – пожежною сигналізацією, яка дозволяє оповістити черговий персонал про пожежу та місце її виникнення.

5. Куріння дозволено тільки у спеціально відведених місцях.

6. Відповідальність за дотримання необхідного пожежобезпечного режиму і своєчасне виконання протипожежних заходів покладається на керівника підприємства і начальника цеху.

4.6 Екологічна безпека і охорона навколишнього середовища

Найважливішою завданням сучасності є проблема захисту навколишнього середовища. Викиди промислових підприємств в атмосферу, воду і

надра землі на сучасному етапі розвитку досягли рівня забруднення, що значно перевищує допустимі санітарні норми.

Природоохоронна діяльність підприємства здійснюється відповідно з вимогами закону та нормативно-технічних документів. Управління природоохоронною діяльністю підприємства здійснюється відповідно з вимогами "Положення про організацію робіт з охорони навколишнього середовища", розробленого відділом охорони природи і затвердженого керівництвом підприємства.

Науково-технічна революція набагато розширює можливості інтенсивного використання природних ресурсів, необхідних для подальшого розвитку продуктивних сил, задоволення матеріальних і духовних потреб суспільства. У той же час науково-технічна революція нерідко ускладнює взаємини людини з навколишнього середовищем, вносить дуже помітні і непередбачені зміни в екологічні системи, в регуляцію біосфери загалом.

Основні заходи щодо охорони навколишнього середовища від забруднень – створення безвідходних промислових підприємств [12].

Охорона атмосфери.

Велику небезпеку становить забруднення атмосфери. Викиди в атмосферу – невід'ємна частина будь-якого технологічного процесу.

У людський організм шкідливі речовини можуть потрапити через дихальні шляхи, травний тракт та шкірний покрив. Найбільше значення має надходження через органи дихання, тому забруднення атмосфери становить для здоров'я людини найбільшу небезпеку. Поряд з органами дихання шкідливі речовини, що містяться в повітрі, вражають органи зору і нюху.

Так само, як на людину, забруднене атмосферне повітря негативно впливає на тварин, птахів, комах і може суттєво вплинути на життєво важливі елементи рослин.

Основні заходи захисту атмосфери від забруднень промисловими пилами і туманами передбачають широке застосування пило- і туманоуловлюю-

чих апаратів та систем, заснованих на принципових особливостях процесу очищення.

У даним технологічному процесі застосовують наступне пилоочисне обладнання:

1. Сухі пиловловлювачі – апарати, в яких відділення частинок домішок повітряного потоку відбувається механічним шляхом за допомогою сил гравітації і інерції. Дані пиловловлювачі є компактними, оскільки вентилятор та пиловловлювач розташовані в одному корпусі.

2. Електрофільтри – апарати електричного очищення газів від зважених у них частинок пилу та туману. Цей процес заснований на ударній іонізації газу в зоні іонізуючого розряду, передачі розряду іонів частинками домішок та осадженням домішок на осадних електродах. Забруднені газу, що поступають в електрофільтр, завжди стають частково іонізованими за рахунок різних зовнішніх впливів, тому вони здатні проводити струм, потрапляючи у простір між двома електродами. Величина сили струму залежить від числа іонів і напруги між електродами. При збільшенні напруги між електродами залучається усе більше число іонів, і величина струму зростає до тих пір, поки в русі виявляться усі іони, наявні в газі.

Охорона водного басейну.

Водоохоронна діяльність підприємства здійснюється відповідно з вимогами "Водного кодексу України", "Правил охорони поверхневих вод" і розробленими на їх основі гранично-допустимими нормативами скидів забруднюючих речовин у водоймища. Підприємством розроблений план заходів по досягненню цих нормативів. За результатами їх виконання підприємству щорічно видається дозвіл на скидання шкідливих речовин у водоймища. Господарсько-побутові стічні води підприємства відводяться в комунальний колектор і далі у міські очисні споруди. Виробничі і зливові стічні води відводяться по окремій схемі в річку.

На підприємстві експлуатується низка локальних очисних споруд з очищення виробничих вод, де широко застосовуються високоефективні методи очищення: флотація, фільтрування та ін. Схема локальної споруди залежить не тільки від типу забруднення стічних вод, але і від виду та послідовності проведення технологічного процесу, потужності підприємства.

Для скорочення обсягів скидів стічних вод на підприємстві використовуються системи оборотного водопостачання.

На підприємстві очищення стічних вод відбувається за два етапи:

1. Стічні води очищаються в локальних очисних спорудах від домішок, найбільш характерних для даного технологічного процесу.

2. Здійснюється очищення спільного стоку підприємства.

Ступінь очищення стічних вод визначається призначенням очисних стоків: повторне використання у зворотному водопостачанні, скидання у водойми або скидання в міську каналізацію.

Види забруднень можуть бути наступні:

- механічні домішки, в том числі гідроксиди металів;
- емульсії;
- миючі розчини;
- розчинені токсичні з'єднання органічного і мінерального походження.

Висновки

Неухильне і систематичне дотримання правил охорони праці та техніки безпеки на робочому місці сприятимуть запобігання виробничого травматизму на автотранспортному підприємстві.

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Економічний ефект отримано за рахунок зниження витрат на придбання шин та додаткового доходу від утилізації шин стороннім організаціям.

5.1 Розрахунок поточних витрат підприємства

Затрати на відновлення та ремонт шин

$$Z_{врш} = \frac{Ц_k \cdot n_{ш} \cdot L_{заг}}{L_{шн}}, \quad (5.1)$$

де $Z_{врш}$ - витрати на відновлення та ремонт шин, грн;

$L_{шн}$ – нормативний пробіг шин, тис. км;

$Ц_k$ – ціна шини, грн;

$n_{ш}$ – кількість шин на автомобілі, од.

1 група $Z_{врш} = (8500 \cdot 10 \cdot 128000) / 80000 = 640\,050$ грн;

2 група $Z_{врш} = (8500 \cdot 10 \cdot 1255000) / 80000 = 627\,500$ грн;

3 група $Z_{врш} = (8500 \cdot 10 \cdot 1355400) / 80\,000 = 677\,700$ грн.

5.2 Оцінка техніко-економічних показників шиномонтажного цеха

5.2.1 Розрахунок капітальних вкладень

До складу капітальних вкладень включаються витрати на виготовлення стенда для різання шин: заробітна плата ремонтним робітникам з відрахуваннями на соціальні потреби; витрати на матеріали. Разом капітальні вкладення складають 18000 грн.

5.2.2 Розрахунок витрат шиномонтажного цеха

1) Витрати на утримання ділянки: електроенергію, освітлення, опалення і воду.

Витрати на силову електроенергію:

$$Z_{се} = P_{се} \cdot Ц_e, \quad (5.2)$$

де P_{ce} – витрата силової енергії, кВт-год; рекомендується приймати 3000 – 5000 кВт-год на одного ремонтного працівника в рік;

C_e – ціна електроенергії, грн./кВт. (3,11 грн)

до модернізації $Z_{ce} = 3300 \cdot 1 \cdot 3,11 = 6336$ грн ;

після модернізації $Z_{ce} = 3300 \cdot 1 \cdot 3,11 = 6336$ грн.

Витрати на освітлювальну енергію:

$$C_{oe} = \frac{C_{oe} \cdot Q \cdot S \cdot C_e}{1000}, \quad (5.3)$$

де H_e – норма витрати електроенергії, Вт/(м² год), приймається 15-20 Вт на 1 м² площі підлоги;

Q – тривалість роботи електричного освітлення протягом року, год, приймається 2100 год;

S – площа підлоги будівель основного виробництва, м².

до модернізації $C_{oe} = (20 \cdot 2100 \cdot 36 \cdot 3,11)/1000 = 2903$ грн;

після модернізації $C_{oe} = (20 \cdot 2100 \cdot 36 \cdot 3,11)/1000 = 2903$ грн.

Витрати на воду визначають для побутових та технологічних потреб.

Витрати на воду для технічних цілей:

$$C_{me} = H_{me} \cdot N_{np} \cdot C_{me}, \quad (5.4)$$

де H_{me} – норма витрати води на одне технічне обслуговування, м³;

N_{np} – кількість обслуговувань;

C_{me} – ціна води для технічних потреб, грн./м³.

до модернізації $C_{me} = 0,15 \cdot 840 \cdot 30 = 3780$ грн;

після модернізації $C_{me} = 0,15 \cdot 840 \cdot 30 = 3780$ грн.

Витрати на воду для побутових потреб:

$$C_{ne} = H_{ne} \cdot N \cdot C_{ne} \cdot D_p, \quad (5.4)$$

де H_{ne} – норматив витрати побутової води, л, приймається 40 л за зміну на одного працюючого за наявності душі, за відсутності – 25 л на одного працюючого;

N – кількість працівників, люд.;

$C_{не}$ – ціна води для побутових потреб, грн./л;

D_p – кількість днів роботи дільниці за рік, приймається 255 днів.

до модернізації $C_{не} = 0,025 \cdot 1 \cdot 30 \cdot 305 = 229$ грн;

після модернізації $C_{не} = 0,025 \cdot 1 \cdot 30 \cdot 305 = 229$ грн.

Витрати на опалення:

$$C_{оп} = q_{норм} \cdot V \cdot C_{оп}, \quad (5.6)$$

де $q_{норм}$ – норматив витрати тепла 0,1 Гкал/м³ год;

V – об'єм опалювального приміщення, м³;

$C_{оп}$ – ціна за 1 Гкал опалювальної площі, грн./Гкал.

до модернізації $C_{оп} = 0,10 \cdot 216 \cdot 1417 = 12096$ грн;

після модернізації $C_{оп} = 0,10 \cdot 216 \cdot 1417 = 12096$ грн.

2) Розрахунок фонду оплати праці ремонтних працівників

$$\Phi ОП_{рем.нр} = ЗП_{тар}^{рем.нр} + ЗП_{\partial-н}^{рем.нр} + П^{рем.нр}, \quad (5.7)$$

де $ЗП_{тар}^{рем.нр}$ – тарифна частина заробітної плати, грн;

$ЗП_{\partial-н}^{рем.нр}$ – доплати і надбавки, грн;

$П^{рем.нр}$ – премія, грн.

до модернізації $\Phi ОП_{рем.нр} = 29715 + 594 + 12124 = 42433$ грн;

після модернізації $\Phi ОП_{рем.нр} = 130500 + 2610 + 53244 = 186354$ грн.

$$ЗП_{тар}^{рем.нр} = C_2 \cdot T_{заг} \cdot K_n, \quad (5.8)$$

де C_2 – годинна тарифна ставка ремонтного працівника;

$T_{заг}$ – загальна трудомісткість з виконання технічних дій, люд.год.

до модернізації $ЗП_{тар}^{рем.нр} = 50 \cdot 396,2 \cdot 1,50 = 29715$ грн;

після модернізації $ЗП_{тар}^{рем.нр} = 50 \cdot 1740,0 \cdot 1,50 = 130500$ грн.

$$ЗП_{\partial-н}^{рем.нр} = 0,02 \cdot ЗП_{тар}^{рем.нр} \quad (5.9)$$

до модернізації $ЗП_{\partial-н}^{рем.нр} = 0,02 \cdot 29715 = 594$ грн;

після модернізації $ЗП_{\partial-н}^{рем.нр} = 0,02 \cdot 130500 = 2610$ грн.

$$P^{рем.пр} = 0,4(3P_{тар}^{рем.пр} + 3P_{д-н}^{рем.пр}), \quad (5.10)$$

до модернізації $P_{рем.пр} = 0,4 (29715 + 594) = 12124$ грн;

після модернізації $P_{рем.пр} = 0,4 (130500 + 2610) = 53244$ грн.

Відрахування на соціальні потреби:

$$ОСН = \Phi ОП \cdot k. \quad (5.11)$$

до модернізації $ОСН = 11499$ грн.

після модернізації $ОСН = 50502$ грн.

3) Амортизація обладнання

$$A_{об} = 0,12 \cdot C_{об}, \quad (5.12)$$

де $C_{об}$ – балансова вартість обладнання, грн.

до модернізації $A_{об} = 0,12 \cdot 146000 = 17520$ грн;

після модернізації $A_{об} = 0,12 \cdot 164000 = 19680$ грн.

4) Розрахунок витрат на запасні частини, матеріали та інструмент

Витрати на запасні частини, матеріали та інструмент для організації робіт Z_m доцільно планувати у розмірі 10-20% від розміру річного обсягу робіт з технічного обслуговування та ремонту.

до модернізації $Z_m = 0,2 \cdot 182252 = 36450$ грн;

після модернізації $Z_m = 0,2 \cdot 800400 = 160080$ грн.

5) Розрахунок накладних витрат

Їх величину доцільно планувати в розмірі 12–15 % від величини загальних витрат:

до модернізації $HP = 14610$ грн;

після модернізації $HP = 54804$ грн.

Таким чином, з'явилася можливість визначення витрат для реалізації послуг з технічного обслуговування і ремонту.

Витрати на послугу – виражена в грошовій формі величина витрат дільниці, відшкодування яких в даний період необхідне для здійснення простого відтворення (табл. 5.1).

Таблиця 5.1 – Поточні витрати шиномонтажного цеху

Стаття витрат	Сума витрат, грн.		Абсолютне відхилення
	до модернізації	після модернізації	
1. Електроенергія, опалення, вода	25344	25344	0
2. Фонд зарплати з відрахуваннями	53932	236856	-182924
3. Амортизація обладнання	17520	19680	-2160
4. Запасні частини, матеріали та інструмент	36450	160080	-123630
5. Накладні витрати	14610	54804	-40194
Разом	147856	496764	-348908

Затрати на утилізацію шин:

$$D_{\text{ол}} = C_y \cdot N_{\text{ш}}, \quad (5.13)$$

де C_y – ціна утилізації однієї шини, грн;

$N_{\text{ш}}$ – виробнича програма з утилізації стороннім організаціям, од.

$$D_{\text{ол}} = 46 \cdot 13438 = 618148 \text{ грн.}$$

5.3 Оцінка впливу проектних рішень на економічний результат діяльності дільниці

Для оцінки впливу розроблених в кваліфікаційній роботі заходів на загальні витрати підприємства необхідно розподілити отримані витрати за статтями.

Оцінка впливу на прибуток підприємства

$$P_{\text{но}} = D_{\text{після}} - Z_{\text{після}} - H_o \quad (5.14)$$

$$D_{\text{після}} = 2242205,74 + 6181,48 = 2248387,22 \text{ грн.}$$

після модернізації $P_{\text{но}} = 2248387,22 - 1783017,44 - 30201,20 = 435168,58 \text{ грн.}$

$$P_{\text{чист}} = P_{\text{но}} - H_n \quad (5.15)$$

після модернізації $P_{\text{чистий}} = 435168,58 - 870337,2 = 3481348,6 \text{ грн.}$

$$\Delta P = P_{\text{після}} - P_{\text{до мод}} \quad (5.16)$$

$$\Delta P = 3481348,6 - 3459809,4 = 21539,2 \text{ грн.}$$

Строк окупності капітальних вкладень

$$T_{ок} = \frac{KB}{\Delta\Pi}. \quad (5.17)$$

$$T_{ок} = \frac{18000}{21539,2} = 0,8 \text{ року.}$$

Висновки

Наведені вище розрахунки показали, що впровадження стенда для різання шин дозволить скоротити витрати на придбання шин для власного рухомого складу і отримати додатковий дохід від утилізації шин стороннім організаціям. Строк окупності капітальних вкладень менше року.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна робота присвячений проектуванню дільниці з переробки автомобільних шин.

У першому розділі кваліфікаційної роботи виконано техніко-економічне обґрунтування розробки методу утилізації автомобільних шин, узагальнено відомості про автомобільні шини, характерні їх несправності.

У другому розділі, розроблена бародеструкційна технологія переробки автомобільних шин у крихту, наведено опис та перелік робіт, що виконуються на посту з переробки шин.

У третьому розділі проаналізовано стенди для різання автомобільних шин на фрагменти, розроблений стенд для різання шин. Описана робота гідравлічної системи стенда.

У розділі охорони праці проведено аналіз небезпечних і шкідливих факторів та запропоновано заходи щодо їх ліквідації. Виконаний розрахунок освітлення. У економічній частині представлені результати впливу проектних рішень на економічні показники роботи підприємства:

Термін окупності капітальних вкладень складає 0,8 року.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андрусенко С. І., Білецький В.О., Бортницький П.І. Технологічне проектування автотранспортних підприємств: навч. посіб. Київ: Каравела, 2009. 247 с.
2. Біліченко В. В., Крещенецький В. Л., Романюк С. О. Виробничо-технічна база підприємства автомобільного транспорту: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2013. 182 с.
3. Верлан Т. Л., Мартиненко А. П. Обладнання для переробки зношених шин. Київ: КНТУ, 2010. 158 с.
4. Гевко І. Б., Рогатинський Р. М., Ляшук О. Л. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 544 с.
5. Захарчук Б. В., Кулинич В. П., Маліновський С. О. Організація ремонту та технічного обслуговування автомобілів: навч. посібник. Київ: Видавничий дім «Альтернативи», 2018. 346 с.
6. Іщенко В. А., Березюк А. П. Хімічні перетворення зношених автомобільних шин у доквіллі. *Вісник НТУ України: Київський політехнічний інститут*, 2014. № 2(13). С. 52-54.
7. Коваль І.Р., Білецький В.О. Автомобільні шини: обслуговування та ремонт. Київ: Мотор-Прес, 2012. 320 с.
8. Крещенецький В. Л., Капітула В. Я. Шляхи розв'язання проблеми переробки відпрацьованих шин. *Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля*. №5(194). 2013. С. 85–88.
9. Лехман С. Д., Рубльов В. І., Рябцев Б.І. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві. Київ: Урожай, 1993. 272 с.
10. Несміян М.О., Бабушкіна Р.О. Дослідження утилізації відпрацьованих автомобільних шин в Україні. *Роль наук про Землю в народному господарстві: стан і перспективи*: зб. матеріалів II-ї Міжнародної науково-практичної конференції. Херсон: ХДАЕУ, 2020. С. 154-157.
11. Нестеренко М.М., Дураченко Г.Ф., Лук'янець М.В. Хімічні методи

переробки шин. *Створення, експлуатація і ремонт автомобільного транспорту та будівельної техніки* : матеріали V Всеукр. наук.-техн. конференції (22 квіт. 2021 р., м. Полтава). Полтава: Національний університет імені Юрія Кондратюка, 2021. С. 68-69.

12. Нікітченко Ю. Економіко-екологічна оцінка технологій переробки автомобільних зношених шин. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Економіка*. 142, 2012. С. 58-62.

13. Новицький А. В., Бистрий О. М., Леоненко С. І. Аналіз факторів, що формують працездатність шин. *Сучасні проблеми землеробської механіки*: матеріали XX Міжнародної наукової конференції, присвяченої 119-й річниці з дня народження академіка П. М. Василенка. Миколаїв: МНАУ, 2019. С. 25–27.

14. Пістун І.П., Хом'як Й.В., Хом'як В.В. Охорона праці на автотранспорті: навч. посіб. Київ: Університетська книга, 2015. 256 с.

15. Сасов О. О. Аналіз способів переробки зношених автомобільних пневматичних шин. *Вісник ТНТУ*. Тернопіль: ТНТУ, 2015. Том 77/1. С. 161-167.

16. Скорняков Е.С., Сасов О.О., Коржавін Ю.А. Дослідження особливостей подрібнення різанням пневматичних шин при утилізації. *Перспективні технології та прилади*. Луцьк: ЛНТУ. Вип. 6. 2015. С. 83–87.

17. Способи утилізації шин. URL: <https://eurokoleso.com.ua/ua/sposobi-utilizacii-shin>. (Дата звернення 20.05.2024 р.)

18. Сукач О.М., Миронюк О.С., Паславський Р.І., Шевчук В.В. Методичні рекомендації для виконання кваліфікаційних робіт здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт». Львів: ЛНУП, 2023. 50 с.

19. Утилізація зношених шин колісних транспортних засобів. URL: <https://eurokoleso.com.ua/ua/sposobi-utilizacii-shin>. (Дата звернення 21.05.24 р.)

20. Чеберячко С., Дерюгін О., Третьяк О. Оцінка ергономічних ризиків здоров'ю працівників автосервісу. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*. №2(15). 2020. С. 136–145.