

Хмельницький національний університет
Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра

Галузь знань: 27 «Транспорт»

Спеціальність: 274 «Автомобільний транспорт»

Освітньо-професійна програма: «Автомобільний транспорт»

на тему: «Відновлення працездатності зношених шин автомобілів»

Шифр: КРБАТ 25.22124.000. ПЗ

Виконав: студент 3 курсу, група АТс -22-1 Д.С.Кравченко Д.С.Кравченко

Керівник В.О. Дитинюк д-р філософ. В.О. Дитинюк

До захисту допускаю:
Зав. кафедри ТАМ Диха О.В.
3 06 2025_р.

Хмельницький, 2025 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр
Галузь знань: 27 «Транспорт»
Спеціальність: 274 «Автомобільний транспорт»
Спеціалізація: «Автомобільний транспорт»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав.кафедрою ТАМ

Диха О.В.

" 10 "квітня 2025 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Кравченко Дмитро Сергійович

1. Тема проекту:

«Відновлення працездатності зношених шин автомобілів»

керівник проекту: Диха Олександр Володимирович, д.т.н., проф.

Затверджено наказом університету від 7 лютого 2025р. № 26

2. Строк подання студентом проекту на кафедру: 10.06.2025 р.

3. Вихідні дані до проекту:

- 1) *Технічні умови на технологію виробництва і ремонту автомобільних шин.*
- 2) *Технологічний процес переробки гумових матеріалів.*
- 3) *Результати літературного огляду і патентного пошуку.*

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. *Характеристика шинного виробництва*
2. *Основні методи переробки та утилізації вулканізованих гумовмісних відходів та відпрацьованих автопокришок*
3. *Інженерно-технічні заходи щодо зниження негативного впливу відпрацьованих автопокришок на довкілля*
4. *Технологія холодного відновлення вантажних шин*

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

6. Дата видачі завдання: 10 квітня 2025р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Характеристика шинного виробництва	1.05.2025	
2	Основні методи переробки та утилізації вулканізованих гумовмісних відходів та відпрацьованих автопокришок	15.05.2025	
3	Інженерно-технічні заходи щодо зниження негативного впливу відпрацьованих автопокришок на довкілля	25.05.2025	
4	Технологія холодного відновлення вантажних шин	5.06.2025	
5	Оформлення пояснювальної записки і презентації	10.06.2025	

Студент

 Кравченко Д.С.

Керівник роботи

 Дитинюк В.О.

РЕФЕРАТ

Обсяг пояснювальної записки – 80 сторінок, кількість рисунків – 22, таблиць – 11, додатків – 1, кількість джерел згідно із переліком посилань – 14.

Студент гр. АТс-22-2 Кравченко Д.С.

Тема «Відновлення працездатності зношених шин автомобілів»

Наведені в роботі способи відновлення шин продовжують термін служби та використання шин, зменшує витрати і немає необхідності в подальшій утилізації шини. Так як відновлювати легкові шини через особливості будови легкової покришки та її швидкісних характеристик дуже затратно і не безпечно, найкращим застосуванням даних технології знайшлися у відновленні вантажних шин.

Мета роботи: розробка ефективного методу переробки та відновлення відпрацьованих шин з врахуванням екологічної проблематики забруднення навколишнього середовища.

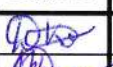
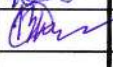


Завдання роботи:

1. Вивчення питання забруднення автошинами навколишнього середовища.
2. Аналіз основних методів переробки та утилізації вулканізованих гумовмісних відходів та відпрацьованих автопокришок.
3. Розробка інженерно-технічних заходів щодо зниження негативного впливу відпрацьованих автопокришок на довкілля.
4. Розробка технології холодного відновлення вантажних шин

Перелік ключових слів: автомобільні шини, забруднення навколишнього середовища, утилізація, технологічний процес відновлення шин

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Характеристика шинного виробництва.....	8
1.1 Моніторинг виробництва шин у Україні та за кордоном.....	8
1.2 Автопокришки як джерело забруднення довкілля.....	15
Найменування групи	17
2 Основні методи переробки та утилізації вулканізованих гумовмісних відходів та відпрацьованих автопокришок	21
2.1 Хімічні методи переробки	22
2.1.1 Спалювання відпрацьованих автопокришок та РТІ	22
2.1.2 Піроліз	23
2.2 Фізико-хімічні методи (регенерація)	28
2.2.1 Паровий метод	29
2.2.2 Водонейтральний метод	30
2.2.3 Термомеханічний метод.....	31
2.2.4 Метод диспергування гуми.....	33
2.3 Фізичні методи переробки	35
2.3.1 Переробка зношених шин за низької температури	35
2.3.2 Переробка зношених шин за нормальної температури	39

					КРБАТ 25.22124.000. ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Відновлення працездатності зношених шин автомобілів	Літ.	Аркуш	Аркушів	
Розроб.	Кравченко						4	80	
Перевір.	Дитинюк								
Н.контр.	Бабак								
Затвер	Диха								
						ХНУ, гр. АТс-22-2			

3 Інженерно-технічні заходи щодо зниження негативного впливу відпрацьованих автопокришок на довкілля	46
3.1 Пропонований метод переробки автопокришок	46
3.2 Опис технологічного процесу утилізації відпрацьованих автопокришок	48
4 Технологія холодного відновлення вантажних шин (НАВАРКА ШИН)	53
Висновок.....	72
Список використаної літератури та джерел.....	76
Додатки	

ВСТУП

Щорічний обсяг утворення зношених автомобільних покришок в Україні за різними оцінками становить близько 0,7 мільйона тонн. Шини, що вивозяться на полігони або розсіяні на навколишніх територіях, тривалий час забруднюють навколишнє природне середовище через їх високу стійкість до впливу зовнішніх факторів, таких як сонячне світло, кисень, озон і мікробіологічні впливи.

Відпрацьовані автомобільні покришки відносяться до IV класу небезпеки і підлягають обов'язковій утилізації або переробці. Крім того, велике скупчення шин має високий ступінь пожежонебезпеки, а продукти їх неконтрольованого спалювання мають дуже шкідливий вплив на навколишнє середовище.

Проблема утилізації відпрацьованих автомобільних покришок залишається актуальною. Відпрацьовані автопокришки, в тому числі гумовотехнічні вироби, в основному вивозяться на спеціалізовані полігони. Однак шини – це цінна полімерна сировина, яка може бути повторно використана для виробництва палива, гумотехнічних виробів та матеріалів будівельного призначення.

Також гострою залишається проблема старого звалища гумотехнічних відходів, що становить велику екологічну небезпеку для навколишнього природного середовища.

Тому питання про розробку ефективного методу переробки відпрацьованих покришок, який зможе знешкодити вже наявну кількість відходів і утилізувати об'єм, що знову утворився, стає найбільш актуальним.

Способів переробки зношеної гуми досить багато, в даний час виділено п'ять основних напрямків утилізації шин:

1. Переробка на крихту. Є найпростішим і найдешевшим методом утилізації автопокришок. Залежно від чистоти і розміру гумової крихти, вторинна сировина має численні і перспективні області подальшого

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

практичного застосування, починаючи як добавка до полімерних сумішей і закінчуючи виготовленням масивних гумових плит.

2. Піроліз. Кінцевими продуктами цього методу утилізації є піролізне масло, сталь (металокорд) та сажа.

3. Спалювання. Використання автопокришок як заміна основного палива на різного роду котелень, а також отримання теплової енергії.

4. Відновлення шин. Цей метод дозволить заощаджувати на первинних ресурсах. Практично доведено, що для виготовлення нової шини потрібно 35 літрів сирої нафти, тоді як на відновлення старої – лише 5 літрів.

Кожен із запропонованих методів має свої переваги та недоліки. У цій роботі найбільш докладно описані існуючі методи переробки відпрацьованої гуми. Розглянуто найпопулярніші технологічні лінії переробки.

Для вирішення виділених екологічних проблем пропонується механічний метод переробки відпрацьованих автопокришок у гумову крихту, яка використовується надалі як вторинний ресурс для виготовлення товару народного споживання – нову автопокришку.

Мета роботи: розробка ефективного методу переробки та відновлення відпрацьованих шин з врахуванням екологічної проблематики забруднення навколишнього середовища.

Завдання роботи:

1. Вивчення питання забруднення автошинами навколишнього середовища.
2. Аналіз основних методів переробки та утилізації вулканізованих гумовмісних відходів та відпрацьованих автопокришок.
3. Розробка інженерно-технічних заходів щодо зниження негативного впливу відпрацьованих автопокришок на довкілля.
4. Розробка технології холодного відновлення вантажних шин.

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

1 Характеристика шинного виробництва

1.1 Моніторинг виробництва шин в Україні та за кордоном

Щодня понад 2 млн нових шин виробляється світовою шинною промисловістю. Понад 4 млрд шин одночасно перебувають в експлуатації. Структура шинного ринку зазвичай відбиває структуру автомобільного транспорту у тому чи іншому регіоні. Для розвинених країн характерно переважання шин для легкових і комерційних автомобілів: 75—85%, близько 15% ринку — вантажні шини. Вся ця величезна маса шин потрапляє на споживчий ринок двома основними каналами: через постачання на конвеєр автомобільних заводів, так званий промисловий сектор ринку, і через роздрібний продаж — споживчий сектор ринку. У свою чергу, споживчий сектор шин складається з нових та відновлених шин.

Шини, якими автовиробники комплектують нові автомобілі, зазвичай розробляються паралельно з розробкою автомобіля, проходять весь комплекс приймальних випробувань разом з автомобілем, стають його невід'ємною частиною та їх характеристики якнайкраще поєднуються з характеристиками машини. Такі шини часто не потрапляють у роздрібний продаж та поставляються виключно на конвеєр. Цей сектор ринку є надзвичайно конкурентним, і шинним фірмам постійно доводиться доводити право на постачання своїх шин для комплектації нових автомобілів, а самі такі шини є предметом гордості та свого роду.

«візитною карткою» їх розробників та виробників. У той же час для кінцевого споживача - покупця транспортного засобу (від мотоцикла і автомобіля до літака) характеристики шин цього сегмента шинного ринку, хоч би як хороші вони були, навіть бренд виробника і ціна шин сприймаються як частина іміджу і властивостей машини в цілому і не є значущими факторами покупки. Це найбільш істотна їхня відмінність від шин споживчого ринку.

Споживчий ринок пневматичних шин забезпечує потреби у шинах

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

експлуатаційних транспортних підприємств та інших власників автомобілів. Ці шини мають більш універсальні властивості, оскільки вони не прив'язані до конструктивних особливостей певного автомобіля чи іншого транспортного засобу. Щоб залучити покупця, поряд із високим рівнем комплексу експлуатаційних властивостей така шина має бути

"гарною", виглядати "сучасно", коштувати недорого і т.д. Звичайно, при заміні моделі шин, з якими новий автомобіль продали, на інші шини з вторинного ринку існує ризик зниження деяких характеристик автомобіля. Але зазвичай ці погіршення відносно не суттєві і «простий автомобіліст» їх, швидше за все, просто не помітить. До того ж, необхідність у першій заміні шин виникає зазвичай при зносі.

Рисунок протектора. До цього часу і сам автомобіль починає втрачати деякі свої властивості. Для споживача цього сегменту ринку шин дизайн протектора, низька ціна, переваги якогось бренду виробника перед іншими, інші об'єктивні та суб'єктивні переваги можуть мати визначальне значення.

Тому на вторинному сегменті ринку виявилися потрібними шини, повернуті в експлуатацію після відновлювального ремонту, тобто. шини, у яких після зносу малюнка відновлюється протектор, оновлюються за необхідності інші покривні гуми, а решта конструкція зберігається оригінальною. Високі характеристики міцності конструкції і матеріалів шин у поєднанні з надійною, добре відпрацьованою технологією відновлення дозволяють відновлювати протектор від 3 до 5 разів, роблячи терміни «життя» шини порівнянними з терміном експлуатації автомобіля. Відновлені шини відвойовують у нових шин частину ринку, який вони займають, доводячи свою конкурентоспроможність високою якістю. За даними Бюро інформації про Відновлення та Ремонт Шин США (TRIB), порівняльні випробування нових та відновлених шин, а також аналіз дорожньо-транспортних пригод, пов'язаних з шинами, показує, що відновлені шини за основними техніко-економічними показниками, включаючи надійність та безпеку, не поступаються новим. З 2004 року всі відновлені шини

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

у Великій Британії регулюються тими самими правилами та стандартами, що й нові шини, та повинні відповідати тим самим вимогам по всьому комплексу властивостей. З вересня 2006 року у країнах Євросоюзу також запроваджено єдиний стандарт для відновлених шин. У ще в жовтні 1993 року було прийнято акт, що дозволяє застосування відновлених шин усім урядових автомобілях, що стало визнанням переваг відновлених шин і створило додаткові стимули у країні їхнього виробництва. У той самий час високі вимоги до якості відновлення неминуче призводять до його подорожчання. Вартість відновленої легкової шини можна порівняти з новою, що позбавляє «приватника» важливого стимулу для їх придбання і робить їх виробництво малорентабельним. Як результат, ринок відновлених легкових шин, наприклад, у США, за останні 8 років скоротився більш ніж на 55%. Аналогічна картина спостерігається у країнах Західної Європи. Однак навіть у цих умовах відновлені легкові та комерційні шини залишаються привабливими для таксомоторних компаній, станцій автомобілів «швидкої допомоги» та інших подібних підприємств, оскільки в середньому у бюджеті автомобільної компанії на Заході витрати на шини займають третю позицію після заробітної плати та оплати за паливо. Вартість відновлених вантажних шин зазвичай нижча за вартість нових шин на 30—50%, що визначає зростання їх споживання на вантажному автотранспорті, а також в авіації, на військовій техніці, пожежними та ін. Понад 900 компаній у США займаються шиноремонтним бізнесом. Вже наприкінці 90-х років минулого століття з 27 млн. проданих споживачам вантажних шин у Північній Америці 16 млн. мали відновлений Рисунок протектора і лише 11 млн. були новими. А у 2006 році там було продано вже близько 18,6 млн.

відновлених шин на загальну суму близько 3 млрд доларів. Характерною тенденцією цього сегмента ринку шин останнього часу стало зближення інтересів виробників нових та відновлених шин. Це проявляється у відкритті провідними шинними компаніями, такими як Goodyear, Michelin, Bridgestone, та

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

деякими іншими власними відділеннями з відновного ремонту своїх шин. У конструкцію та матеріали нових шин вже на стадії їх проектування закладається можливість багаторазового відновлення. Величезний потенціал науково-дослідних центрів цих компаній поширюється на розробку нових матеріалів і технологій шиноремонта. Можливо, це дозволить у найближчому майбутньому створити високорентабельну технологію відновлення легкових шин нарівні з вантажними та підвищити відбір шин, придатних до відновлювального ремонту.

Крім прямої зацікавленості споживача, відновлення шин має й інші переваги, здатні принести вже в недалекому майбутньому значний економічний ефект. По-перше, відновлення шин — надзвичайно дружньо довікллю. Щорічно тільки в США списується з експлуатації 235 млн легкових шин, 42 млн вантажних та 3 млн авіаційних та інших шин. Якщо припустити можливість відновлення хоча б 40% з них, то це буквально очистить землю від майже 11 млн шин, що забруднюють її. По-друге, при використанні відновленої легкової шини економиться в середньому 17 літрів сирої нафти, які мають бути витрачені на виробництво нової шини. Для вантажних шин економія становить понад 52 літри сирої нафти.

Це означає також, що буде значно менше спалено шин (найпоширеніша практика «утилізації» списаних шин) і відповідно зменшиться забруднення навколишнього середовища шкідливими продуктами горіння гуми. Отже, відновлена шина по праву може називатися «зеленою» шиною. Враховуючи глобальну значущість економії паливних ресурсів та захисту навколишнього середовища, можлива підтримка малорентабельного бізнесу з відновлення легкових шин урядами зацікавлених держав.

Ринок шин - одне з найважливіших товарних ринків як хімічного комплексу України, а й у всій економіці нашої країни. Український ринок шин мав досить стабільну тенденцію до зростання, чому сприяло поліпшення стану економіки загалом. Загалом обсяг продажів легкових шин у 2013 році зріс на

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

10,3%.

Незважаючи на очевидну нестабільність вітчизняної шинної промисловості, у її розвитку простежуються кілька основних тенденцій. По-перше, відбувається перерозподіл структури парку шин у бік значного збільшення легкових шин. Загальна кількість автомобілістів за останні роки зросла у країні в десятки разів. За даними Pricewaterhouse Coopers, тільки в 2006 році продажі легкових автомобілів в Україні зросли майже на 20%.

Інша тенденція полягає у розширенні прямої конкуренції українських та західних шинних компаній на вітчизняному ринку. Шини майже будь-якого західного виробника у широкому асортименті типорозмірів та цін доступні сьогодні повсюдно. Провідні зарубіжні компанії виробляють шини біля країни самостійно чи рамках спільних підприємств.

Поряд із позитивним ефектом збільшення на Українському ринку кількості високоефективних сучасних шин зростає інтерес до застосування на транспорті відновлених шин. Ефективність відновлених вантажних шин визначається тими самими закономірностями в Україні, що на Заході.

1.2 Автопокришки як джерело забруднення навколишнього середовища

Зношені автомобільні покришки - це великотоннажний джерело забруднення навколишнього середовища, практично не схильний до природного розкладання. Проблема утилізації автопокришок в нашій країні торкається багатьох підприємств промислового та сільськогосподарського призначення, а також автосервісів та шиномонтажних майстерень.

Довгий час практично для всіх країн гаразд було те, що після закінчення терміну експлуатації, шини викидалися на звалище. Число використаних шин, переданих на сміттєзвалище після їх виходу з ладу, суттєво скорочувалося в міру того, як підвищувалося усвідомлення суспільством екологічних проблем

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

та необхідності створення цілої низки рециркуляційних підприємств. Доцільно мати повний комплекс взаємопов'язаних дій щодо забезпечення належного збору, сортування, декомплектації, переробки, відновлення та утилізації вживаних промислових відходів, у тому числі й шин.

Парламенти ряду країн світу обговорюють або вже ухвалили закони, що регламентують практику збору, а також утилізації промислових та побутових відходів. У цих законодавчих актах визначається ступінь економічної та соціальної відповідальності фірм та компаній-виробників продукції після використання її в експлуатації чи споживанні. До такої продукції належать і шини, що становлять небезпеку для навколишнього середовища.

Першою країною ЄС, у якій 4 роки тому було ухвалено відповідний національний закон, стала Голландія. Прийняття таких законів ставить перед компаніями-виробниками проблему створення екологічно орієнтованих елементів, вирішення якої передбачає здешевлення та полегшення монтажних та розбиральних операцій, використання легко утилізованих матеріалів та компонентів.

Нині США 75 % елементної бази зношених чи пошкоджених автомобілів (за загальною масою) піддається утилізації, а 25 % - Знищення. За прогнозами до 2015 року це співвідношення буде 95 і 5% відповідно. Необхідно відзначити, що раціональне рішення збору та утилізації відходів потребує значних витрат, які можуть перевищити вигоди, які отримуються при утилізації відходів. Однак завжди слід враховувати одержуваний при цьому екологічний ефект.

Фахівці в області шин встановили, що до кінця тепер уже минулого століття у провідних автомобільних країнах кількість використаних і потім викинутих шин становила менше 5%.

Ці гумові відходи природа неспроможна включити у свій одвічний кругообіг. Викидаючи мільйони тонн зношених шин, підприємства не лише забруднюють довкілля. Марно витрачаються мільйони тонн енергетичних та

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

сировинних ресурсів, які могли б бути використані для корисних цілей.

З відходів шин навчилися одержувати порошок, який є частинками вулканізаційної гуми, яка отримується дробленням. Гумовий порошок має широке коло застосування, починаючи від повернення його у виробництво і до виготовлення ряду предметів, що не вимагають високої якості, наприклад магазинні візки, сміттєві баки, тачки і т.д.

Однак основними джерелами забруднень є шинний пил та газоподібні продукти, що виділяються з шин. На деяких магістралях Європи щорічно маса гумового пилу сягає 250 кг на кожний кілометр дороги, а ґрунт у придорожніх смугах містить близько 2 % гумових частинок. Екологічна небезпека посилюється тим, що кількість шинного пилу, що виділяється в навколишнє середовище, постійно зростає зі збільшенням кількості автотранспорту. При русі автомобіля асфальтовим або цементобетонним покриттям від шини відокремлюються дуже маленькі частинки, які переносяться повітрям. Фахівці на основі даних, отриманих у ході нових досліджень і опублікованих у 1995 році, дійшли висновку, що близько 60% фрагментів шин (шинного пилу) настільки малі, що вони можуть глибоко проникати в легені людини, де латексна гума, що міститься в шинному пилу, може викликати алергічні реакції.

Алергічні реакції на шинний пил можуть поширюватися з багатьох причин. Протягом останніх 20 років зростала кількість шин, зростала пропорція латексу в шинах, а діагональна конструкція шин змінилася радіальною. Пил, що утворюється від радіальних шин, дрібніший і тому легше проникає в дихальні шляхи і, отже, глибоко в легені. За оцінками американських вчених-шинників, внаслідок зносу шин у середньому утворюється велика кілограма пилу на рік від кожної шини.

На відміну від діагональних, радіальні шини є джерелом дрібніших, легко проникають у дихальні шляхи частинок, а відсоткове відношення радіальних шин зросло з 2% в 1970 р. до 95% в 2000 р. Таким чином, шинний пил, що

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

викидається в даний час, більш активно проникає в легені. Імовірно, це частково є поясненням зростання випадків захворювання на астму.

Величезна кількість пилу від зносу шин, що осідає на поверхні магістральних доріг і придорожніх зон, згубно впливає як на водіїв, так і на все населення. Більшою мірою на здоров'я негативно впливають продукти стирання шин на дорогах у містах та приміській зоні, де в результаті зносу протектора шин в атмосферу потрапляє велика кількість пилоподібних продуктів, що містять канцерогенні поліароматичні вуглеводні (ПАВ), N-нітромазини та інші шкідливі для організму речовини (нітропохідні). У таблиці 1 наведено групи хімічних сполук, що виділяються із шин.

Таблиця 1 - Забруднюючі речовини, що виділяються з автопокришок.

Найменування групи	Число речовин	Клас небезпеки
Бензопірени	14-15	1-3
N-нітрозаміни	3-4	1-3
Аміни аліфатичні та ароматичні	5-8	2-3
Вуглеводні алкілароматичні	20-25	2-3
Вуглеводні сірковмісні	5-8	2-3
Вуглеводні галогеновмісні	3-5	2-3
Феноли	1-3	2
Альдегіди та кетони аліфатичні	10-15	2-4
Спирти та кислоти аліфатичні	3-6	2-4
Ефіри алкілароматичні	3-6	2-4
Олігоміри	1-3	2-4
Вуглеводні аліфатичні ненасичені	15-18	3-4
Вуглеводні аліфатичні насичені	25-30	4
Інші	5-10	2-4

У таблиці 2 представлені відносні концентрації ПАВ шинних протекторних гум у порівнянні з профілями цих речовин у вихлопі карбюраторних та дизельних двигунів. Видно, що профіль ПАВ шин має

характерні відмінності від профілів ПАВ вихлопу дизельного двигуна та бензинового двигуна, хоча відносні концентрації окремих речовин, профілів шин ПАР та вихлопу збігаються.

Таблиця 2 – Відносні концентрації ПАР, %.

Речовина	Клас небезпеки	Шини	Вихлоп карбюраторний двигуна	Вихлоп дизельного двигуна
Фенантрен	III	22,22-44,42	-	35,8
Флуорантен	III	8,89 – 44,42	9,9 - 75,6	23,3
Пірен	III	2,13 – 4,44	13,8 – 14,3	22,5
Перілен	III	0,20 – 1,06	0,3	0,2
Бенз(а)антрацен	IIA	0,36 – 1,11	1,1 - 7,4	0,9 – 4,0
Хризен	III	2,26 – 3,11	4,4 – 15,2	2,6
Бенз(к)флуорантен	IIIB	0,93 – 1,35	9,1	1,0-1,1
Бенз(б)флуорантен	IIIB	2,41 – 7,89	1,4-7,4	-
Бенз(а)пірен	III	1,17 – 2,13	1,5 – 2,6	4,9
Дібенз(а,h)антрацен	IIA	0,14 – 0,35	0,6	0,6
Дібенз(а,с)антрацен	III	0,28 – 1,28	-	-
Коронен	III	0,14 – 0,38	1,0	0,1
Антрацен	III	-	-	0,1 - 1,5

Як показують результати хімічного аналізу та розрахунки, внесок шин у виділення ПАВ навіть більш значний (55-60%), ніж вихлопних газів. ПАВ не відрізняються високою леткістю або розчинністю у воді, але їх міграція в навколишнє середовище полегшується під впливом підвищених температур, що виникають у матеріалах шини при експлуатації, а також внаслідок зносу.

Встановлено, що висока екологічна небезпека шин обумовлена, з одного боку, токсичними властивостями застосовуваних при їх виготовленні матеріалів і домішок, що містяться в них, з іншого боку – властивостями більше ста видів хімічних речовин, що утворюються в процесі вулканізації гум і виділяються в навколишнє середовище при експлуатації, обслуговуванні та зберіганні шин. Всі вони мають токсичні властивості, але найбільш небезпечні

канцерогени, що виділяються з шин: бенз(а)пірен та інші поліароматичні вуглеводні (у шинах виявлено 15 сполук цього класу з 18 відомих) а також N-нітрозаміни (виявлено 4 види цих речовин з 12 відомих). Всі ці речовини входять до списку найсильніших токсикантів, затвердженого Міжнародною організацією дослідження раку (IARC) та Агентством з охорони навколишнього середовища.

Таким чином, вплив канцерогенних речовин піддається широкий контингент населення, а не тільки персонал, безпосередньо зайнятий у виробництві, обслуговуванні та ремонті шин. У зв'язку з цим виникає ціле коло питань, що відносяться до захисту від подібних впливів як у робочій зоні виробничих і ремонтних підприємств, так і від викидів канцерогенних речовин у повітрі населених пунктів. Особливу увагу у зв'язку з цим слід приділяти проблемі оцінки та підвищення екологічної безпеки шин, що надходять на комплектацію автомобілів, у торговельну мережу та шин, що знаходяться в експлуатації.

За останні роки західні компанії та державні структури досягли якісного поліпшення у вирішенні проблеми – Шини та екологія. Англія, Німеччина, Голландія, Данія, Канада, США, Швейцарія запровадили національні норми змісту N - нітрозамінів у гумових виробах.

У всіх західних країнах створені розгалужені мережі сервісного обслуговування шин для зменшення інтенсивності їхнього зносу та забруднення міст та придорожніх смуг, зниження аварійності та продовження терміну служби (тим самим зменшення шинних звалищ).

Динамічний зростання парку автомобілів у всіх розвинених країнах світу призводить до постійного накопичення зношених шин. Шини, що виходять з експлуатації, є одним із наймасовіших полімерних відходів споживання.

Щорічно зростаюча кількість зношених шин змусила в рамках Європейського Співтовариства розробити програму, відповідно до якої вирішуються такі завдання:

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

- знизити на 10% розрахункову кількість шин;
- збільшити частку шин із відновленим протектором до 25-30%;
- збільшити частку перероблених шин із отриманням гумової крихти до 60%;
- припинити вивіз шин на звалища.

Зношені шини, що вийшли з експлуатації, є джерелом тривалого забруднення навколишнього середовища:

- шини не піддаються біологічному розкладу;
- вони вогнебезпечні і у разі займання, погасити їх досить важко, а при горінні у повітря викидаються шкідливі продукти згоряння і в тому числі канцерогени;
- при складуванні вони служать ідеальним місцем для розмноження гризунів і комах, що кровососають, переносників інфекційних захворювань.

Утилізація відпрацьованих покришок – одна з найбільш наболілих екологічних проблем нашого часу. При спалюванні шин утворюється широка гама токсичних сполук, що представлена і табл. 4. крім того утворюються такі шкідливі речовини, як монооксид і діоксид вуглецю, оксиди сірки та сажа.

Викинуті на звалище чи закопані шини розкладаються у природних умовах щонайменше сто років. Контакт покришок з дощовими осадками та ґрунтовими водами призводить до вимивання цілого ряду токсичних органічних сполук: дифеніламіну, дибутилфталату, фенантрону та інших канцерогенних сполук.

З багатомільйонної кількості зношених шин лише 23% покришок знаходять застосування спалювання з метою одержання енергії, механічне подрібнення для покриття доріг тощо. Інші 77% використаних автопокришок не утилізуються, зважаючи на відсутність рентабельного способу утилізації. Зношені шини утворюються та накопичуються в автогосподарствах, промислових підприємствах, підприємствах шиномонтажу та автосервісу, а також у приватному секторі. У багатьох індустриальних країнах є методи та

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

програми, націлені на підтримку збору та переробки відпрацьованих покришок. Утилізацією гуми, у тому числі шин, займаються відколи почали її використовувати в промисловості. У 1910 році натуральний каучук стійл стільки ж скільки срібло, що сприяло багаторазовому використанню цього матеріалу у нових виробках. Тоді вміст вторинного каучуку в гумових виробках становило понад 50%. У 60-х роках вміст переробленої гуми у промислових виробках знизився до 20%. В останнє десятиліття дешевий імпорт нафти сприяв поширенню недорогих синтетичних каучуків. Також все більшого поширення набули шини зі сталевим радіальним кордом. Обидві ці обставини призвели до зниження рівня рестайлінгу шин. Не можна не відзначити, що амортизована шина є цінною вторинною сировиною, що містить гуму, технічний вуглець і високоякісний метал. Економічно ефективна переробка автошин дозволить як вирішити екологічні проблеми, а й забезпечити високу рентабельність переробних виробництв.

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

2 Основні методи переробки та утилізації вулканізованих гумовмісних відходів та відпрацьованих автопокришок

Основні способи переробки вулканізованих гумовмісних відходів можна розділити на хімічні, фізико-хімічні та фізичні (рисунок 1).

Хімічні методи переробки призводять до незворотних хімічних змін як гуми, а й речовин, її складових (каучуків, пом'якшувачів тощо.). Ці методи здійснюються за високої температури, внаслідок чого відбувається деструктивне руйнування матеріалу. До таких методів відносяться спалювання та піроліз.

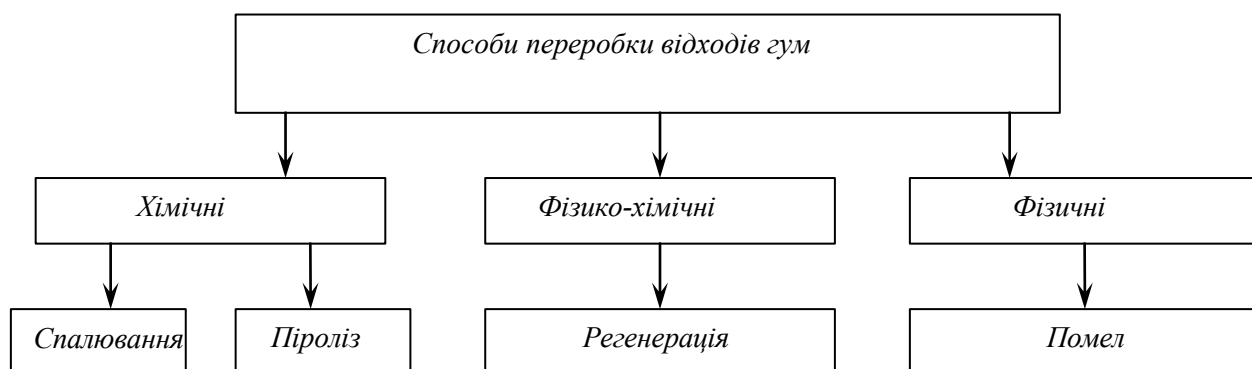


Рисунок 1 – Класифікація способів утилізації відходів гум

Незважаючи на те, що хімічні методи переробки гумових відходів дозволяють отримати цінні продукти, така утилізація недостатньо ефективна, оскільки дозволяє зберегти вихідні полімерні матеріали.

Фізико-хімічні методи переробки відходів або регенерація, що здійснюється різними способами, дозволяють зберегти структуру сировини, використаної у процесі виробництва гуми. При регенерації руйнується просторова вулканізаційна сітка за рахунок теплового, механічного та хімічного впливу на гуму. Отримуваний продукт - регенерат - має пластичні властивості і використовується при виготовленні гумових сумішей з метою заміни каучуку.

Фізичні методи переробки гумових відходів є різними способами їх

подрібнення з метою отримання гумової крихти (муки), що найбільш повно зберігає властивості гуми.

Детально ці методи будуть розглянуті в наступних розділах.

2.1 Хімічні методи переробки

2.1.1 Спалювання відпрацьованих автопокришок та РТІ

При спалюванні автопокришок відбувається повне руйнування вихідних продуктів з виділенням значної кількості теплової енергії, т.к. гумові відходи є висококалорійним продуктом. По енергетичному потенціалу автопокришка можна порівняти з високоякісним вугіллям: її теплотворна здатність становить 30 МДж/кг.

У Японії з метою одержання теплової енергії спалюють 200 тисяч тонн шин щорічно.

У Великобританії для спалювання покришок використовується вертикальна циклонна піч з внутрішнім діаметром 1,8 м, що відрізняється безперервною подачею шин в нерухому топку, високою температурою спалювання 1900 - 2100С, а також грануляцією рідкого шлаку. Продуктивність такої печі не менше 1 т/година, час перебування шини в печі 2-5 хв, номінальна паропроductивність утилізатора котла – 13,6 тисяч т/рік.

Автопокришки використовуються як альтернативне паливо в цементних печах. Розроблено автоматизовані системи завантаження в піч зношених покришок без подрібнення. Процес здійснюється за допомогою роликового конвеєра із застосуванням вагового дозатора, що визначає масу кожної покришки, що необхідно для правильного дозування повітря та основного палива, яке здійснюється автоматично за допомогою ЕОМ. Використання автопокришок у кількості до 25% від маси основного палива дозволяє організувати процес горіння практично без виділення чадного газу та забезпечити повне згорання шин. Металокорд, що міститься в покришках, оплавляється, окислюється і переходить у вигляді оксидів у вироблений клінкер

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(напівфабрикат цементу), що покращує властивості кінцевого продукту.

Старі шини можуть бути спалені, щоб виробити електрику. Паливо, що одержується з шин, може зменшувати емісію сірки на електростанціях і може покращувати ефективність згоряння, регулюючи належну стехіометрію в комбінації з різним вугіллям, дерев'яними відходами і домашнім сміттям. Для отримання палива в США у 2001 році було використано 115 мл старих шин. Однак, при спалюванні гуми як паливо, губляться цінні гумові матеріали. Фактично для виготовлення одного фунта синтетичного каучуку потрібно 60 000 кВт/год енергії. Навпаки, калорійність шин при спалюванні становить від 13000 до 16000 кВт/год, тобто. не набагато вища, ніж калорійність горіння вугілля, що набагато дешевше. Ряд недоліків спалювання шин лежить у самій природі цього методу. Температурні коливання у процесі горіння ведуть до неповного згоряння шини. При цьому при температурі нижче 1100°C утворюються отруйні речовини, як хлорований діоксин і фуран. Всім відомий і незаперечний той факт, що подібні процеси сприяють посиленню тепличного ефекту. Так, у процесі горіння утворюється близько 3700 кг CO₂ на тонну шин. Для того, щоб такі переробні потужності відповідали санітарним нормам і не перевищували норми викидів в атмосферу, потрібне оснащення дорогим фільтрувальним обладнанням. Це зводить нанівець економічну вигоду від такого дешевого енергоносія, як шини.

Варто зазначити, що у виробництві цементу кількість шин, що використовуються як паливо, технологічно обмежена. Застосування у цьому виробництві великої кількості старих автопокришок негативно б'є по якості цементу, т.к. сталь, що міститься в них, проявляється в цементі як оксид заліза, який забарвлює матеріал. Водночас актуальним є питання пошуку альтернативних варіантів отримання палива та електроенергії. При цьому паливо, технічний вуглець та горючий газ можна отримати практично з нічого – з використаних автопокришок. Такий метод переробки, як спалювання автомобільних шин, можна назвати вчорашнім днем переробних технологій.

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зношені покоришки 1 після миття надходять у різальну машину 2, де розрізаються на шматки розміром 100 - 400 мм і в такому вигляді подаються в бункер, а звідти - в завантажувальний пристрій 3, яким забезпечений реактор 4. Існують технологічні схеми, за якими автопокоришки завантажуються в реактор. Однак, оскільки щільність укладання не подрібнених шин не перевищує 150 кг/м³, при їх завантаженні в реактор потрапляє значна кількість повітря, і процес піролізу відбувається неефективно. Завантажувальний пристрій є шлюзовою камерою з двома затворами, що запобігають попаданню в реактор надлишкової кількості повітря. Завантаження шматків покоришок у реактор відбувається циклічно. Реактор забезпечений топкою 5, в якій для початку процесу спалюється природний газ, а потім після стабілізації процесу піролізу в неї подається піролізний газ, що утворюється. У нижній частині реактора є розвантажувальний пристрій для вивантаження металокорду і коксу, що утворюється.

Дисперсні продукти піролізу виносяться з реактора потоком утворюється піролізного газу циклон 6, де газ відокремлюється від твердих частинок сажі. З циклону газоподібна фракція потрапляє до холодильника 7, який охолоджується проточною водою. У ньому відбувається конденсація смоли; утворена газоконденсатна суміш стікає на поділ у дистиляційну колону 8, де вона поділяється на фракції з різною температурою кипіння, які збираються в конденсатозбірник. Нижня частина дистиляційної колони обігривається гарячою водою, що надходить з холодильника теплообмінник 10. Піролізний газ, що виходить з дистиляційної колони, за допомогою компресора 11 надходить на спалювання реактор. Надлишковий піролізний газ подається зовнішнім споживачам, зокрема для спалювання з метою отримання гарячої води та пари.

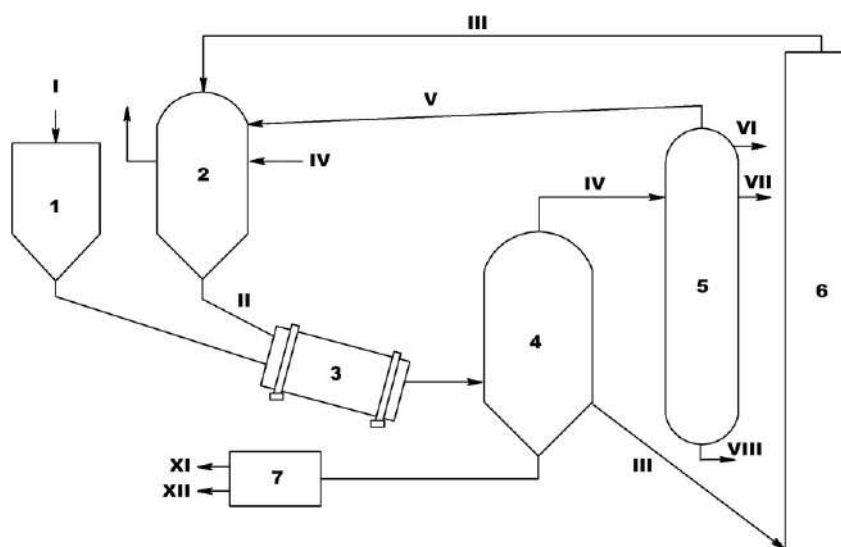
Тверда фаза у вигляді суміші коксу і металокорду після вивантаження з реактора надходить у валкову дробарку 12 і розділяється магнітним сепаратором 13. Металокорд поставляється зовнішньому споживачеві для

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

подальшого переплаву. Подрібнений дисперсний кокс, що пройшов гуркіт, гранулюється з метою отримання активного вугілля.

Американські фірми здійснюють піроліз брухту за технологією термічної переробки горючих сланців. На малюнку 2 показана схема установки для піролізу подрібнених шин у суміші з твердим теплоносієм, в якості якого використовують керамічні кулі діаметром близько 1,3 см. Шматочки шин надходять у горизонтальну піч, що обертається, де змішуються з нагрітими кулями і піддаються піролізу при 650°C. Суміш твердого залишку піролізу та кульок розділяється на барабанному гуркоті. Парогазова суміш надходить у фракціонуючу колону. Піролізний газ використовується для нагрівання куль.

Слід зазначити, що застосування керамічних куль як теплоносія дозволяє значно зменшити спікання піролізованого матеріалу.

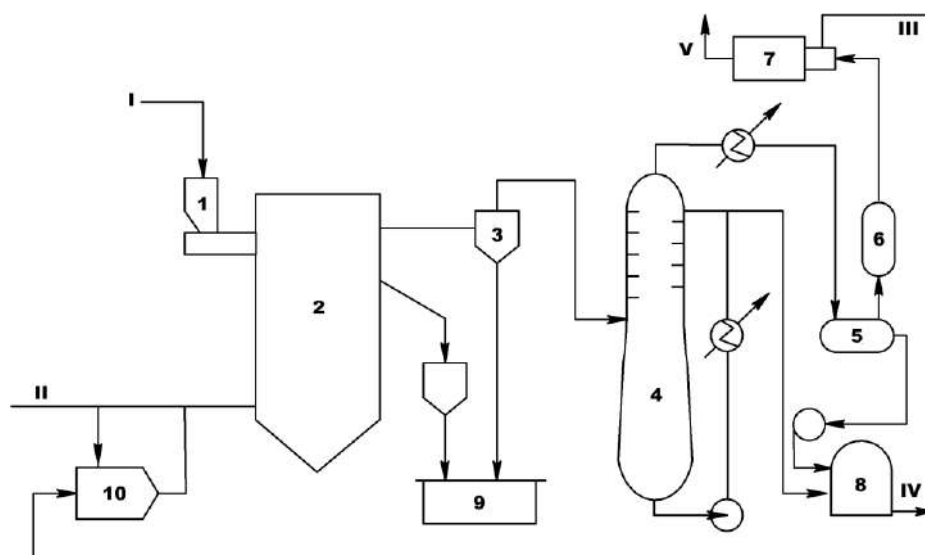


I – подрібнені шини; II – гарячі кулі; III – кулі; IV – парогазова суміш; V – газ піролізу; VI – нафта; VII – газойль; VIII – мазут; IX – повітря; X – димові гази на промивання та викид; XI – сталевий корд; XII - вуглецевий продукт; 1 – бункер; 2 – нагрівач керамічних куль; 3 - піч, що обертається; 4 – сепаратор із гуркотом; 5 – колона; 6 – підйомник куль; 7 – сепаратор для відокремлення твердого залишку.

Рисунок 5 – Схема установки для піролізу зношених шин з твердим теплоносієм.

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

За методом, впровадженим у промисловість японськими компаніями, зношені шини піддаються двоступеневому дробленню, в результаті якого сталевий корд практично повністю відокремлюється від гуми і потім уловлюється магнітним сепаратором. Шматки шин розміром 20 - 30 мм подаються шнековим живильником реактор установки піролізу (рисунок 3). Реактор попередньо розігрівають, подаючи в шар завантаження негріте в спеціальній печі повітря. Потім, коли починається процес розкладання, подачу палива впіч припиняють, і процес здійснюється за рахунок часткового згорання гуми (близько 2% при 450°C), причому теплоносієм служить вуглеводний осад, що утворюється. Для запобігання агломерації частинок псевдозрідженого шару та місцевих перегрівів запропоновано організувати механічне перемішування шару спеціальною мішалкою.



I – подрібнені шини; II – повітря; III – газ піролізу; IV – смоли; V – димові гази; 1 – живильник; 2 – реактор; 3 – циклон; 4 – гартовий апарат; 5 – сепаратор; 6 – десульфуратор; 7 – камера спалювання; 8 – збірка смоли; 9 – збірка твердого залишку; 10 - піч попереднього нагріву.

Рисунок 6 – Схема установки для піролізу зношених шин у псевдозрідженому шарі.

Характеристики процесу піролізу шин за різних температур наведені в таблиці 3.

Таблиця 3 - Вихід та теплота згоряння продуктів піролізу шин.

Продукти, теплота згоряння	Температура піролізу, С°		
	500	700	800
Тверді, % мас.	60,5	52,0	44,0
Рідкі, % мас.	30,3	27,9	17,7
Газоподібні, % мас.	6,8	18,2	26,2
Втрати, % мас.	2,4	1,9	2,1
Витрата енергії, МДж/кг	4,2	5,7	4,6

Готовий. продукцією. установок. по. термічною. переробціавтопокришок є:

- синтетичне рідке паливо;
- твердий обуглероженный залишок (технічний вуглець), який може знайти застосування як сорбенту (активованого вугілля), у виробництві високочистого вуглецю, наповнювача для заводів, що виготовляють гумотехнічну продукцію, висококалорійного палива;
- високоякісний метал у вигляді металокорду, що розрізає на шматки (здається на підприємства, що приймають металобрухт).
- піролізний газ.

Характеристика одержуваних під час переробки продуктів наведено у таблиці 4.

Таблиця 4 – Характеристика вироблених товарів.

Найменування	Характеристика продукту	Аналог
Піролізнерідке паливо	Щільність = 985 кг/м ³ Теплота згоряння = 49,5 МДж/кг Вміст сірки = 0,5% В'язкість = 6,97 сСт	Мазут М 100

Вуглецевий твердий залишок	Щільність = 430 кг/м ³ Теплота згорання = 27,25 МДж/кг Зольність = 15% Міцність = 94% Вологість = не більше 24%	Паливні брикети з відходів деревини. Вугілля активоване марки АГ, БАУ, КАД
Піролізний газ	Щільність = 0,8 кг/м ³ Теплота згорання = 8250 кДж/кг Склад газу: Азот = 32-40% Водень = 18-25% Окис вуглецю = 15-18% Двоокис вуглецю = 10-18% Метан = 4-7% Гази С ₂ -С ₄ = 2,5-5% Кисень = 0,5-0,7% Волога = 20%	Піролізні гази
Металобрухт		Металобрухт

Продукція, що отримується при піролізі, має високі техніко-економічні показники. Напрями застосування продукції дуже великі. У таблиці 5 наведено основні напрями застосування одержуваної при піролізі продукції.

Таблиця 5 – Основні напрями використання товарів, одержуваних при піролізі.

Найменування продукту	Призначення продукції
Піролізне рідке паливо	Застосовується як рідке паливо для котлів, заміник мазуту. Можлива розгін на фракції з метою отримання різних нафтопродуктів (бензин, дизельне паливо, олії, смоли та ін).
Вуглецевмісний твердий залишок	Застосовується як тверде паливо, а також можливе використання для приготування модифікованого рідкого палива, як сорбент, заміник активованого вугілля, як наповнювач при виготовленні нових гумотехнічних виробів.
Піролізний газ	Використовується частково 30-50% для роботи установки, решта частина спалюється у теплогенераторах (власні потреби).
Металобрухт (металокорд)	Має у своєму складі високоякісну сталь. Застосовується для подальшої переробки на метал.

Газоподібні продукти піролізу містять 48-52% водню, 25-27% метану і мають високу теплоту згоряння (34-44 МДж/кг). Вони використовують як джерело енергії. Тверді продукти піролізу (так званий шинний кокс) використовують для очищення стічних вод від іонів важких металів, фенолу, нафтопродуктів. Технічний вуглець (сажа), одержуваний при піролізі, використовується як активний наповнювач у виробництві гумових сумішей і пластмас, в лакофарбовій промисловості. Рідка фракція продуктів піролізу гумових відходів також є високоякісним паливом, але може використовуватися і у складі гумової суміші, виконуючи роль пластифікатора.

Існуючі промислові установки для утилізації шин методом піролізу мають високу продуктивність 30 - 50 тис. Тонн відходів на рік.

Однак, за результатами досліджень, що проводяться у 1960 та 1970 роках, було виявлено, що процес піролізу гуми супроводжується виділенням токсичних газів. Крім того, досі існує проблема реалізації піролізної продукції на ринку вторинної сировини.

2.2 Фізико-хімічні методи (регенерація)

Одним із напрямків утилізації гумовмісних відходів, зокрема зношених шин, є отримання регенерату – пластичного матеріалу, здатного вулканізуватися при додаванні до нього вулканізуючих агентів та частково замінити каучук у складі гумових сумішей.

Регенерація гуми – фізико-хімічний процес, у результаті вона перетворюється на пластичний продукт – регенерат. Існують різні способи отримання регенерату, що відрізняються характером і інтенсивністю впливу на гуму, а також природою та кількістю регенерації гуми речовин, що беруть участь. При регенерації гуми відбуваються такі: деструкція вуглеводневих ланцюгів; структурування новоутворених молекулярних ланцюгів; зменшення

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

змісту вільної сірки, використаної для вулканізації гуми, деструкція сірчаних, полісульфідних зв'язків, модифікація молекулярних ланцюгів каучуку; зміна вуглеводневих ланцюгів, утворених сажею, що міститься у гумі. Це свідчить про складність фізико-хімічних процесів, що у основі регенерації гуми.

При отриманні регенерату застосовуються різні хімічні речовини: пом'якшувачі, активатори, модифікатори, емульгатори та ін. Як пом'якшувачі використовуються продукти переробки нафти, вугілля, сланців та лісохімічного виробництва. Зміст пом'якшувачів залежить від способу виробництва регенерату.

Активатори дозволяють скоротити тривалість та знизити температуру процесу, покращити властивості кінцевого продукту. Як активатори найбільше застосування знайшли сірковмісні органічні сполуки.

Модифікатори дозволяють надати регенерату та гумі на його основі деякі спеціальні властивості – міцність, масло-, бензостійкість, блиск та ін. Для модифікації регенерату використовуються як мономері (малеїновий ангідрид, малеїнова і лимонна кислоти та ін), а так і полімери (полістирол, полівін. Емульгатори застосовують у технологічних цілях – для стабілізації водних дисперсій подрібнених гумових відходів.

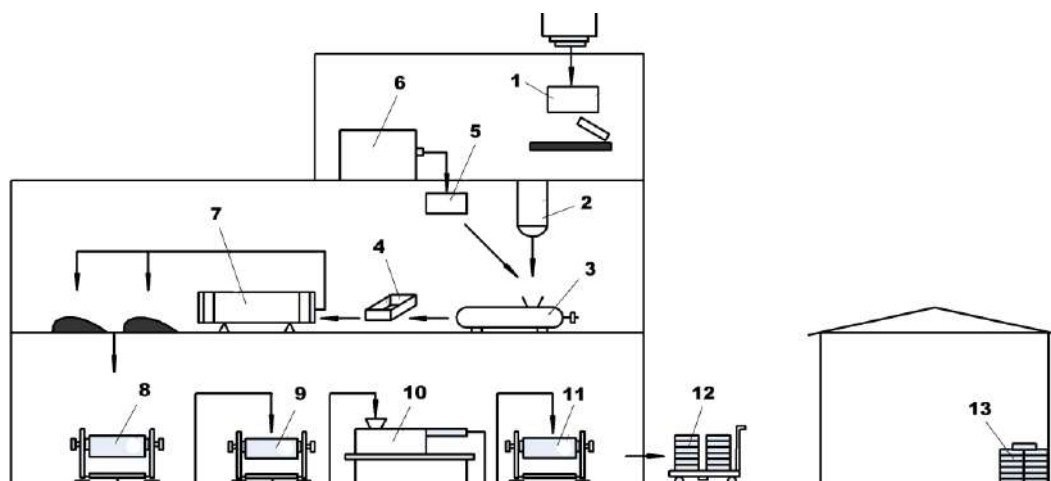
Початкова стадія отримання регенерату будь-яким із існуючих способів – подрібнення гумових відходів. Розмір частинок, які необхідно отримати при подрібненні, визначається способом подальшої регенерації, а також властивостями гуми, що піддається регенерації, та вимогами до регенерату. Чим менші розміри частинок гуми, тим швидше і рівномірно вони набухають у пом'якшувачах, в результаті чого підвищується продуктивність обладнання та покращується якість регенерату. Однак зменшення гумової крихти пов'язане зі збільшенням витрат на її отримання, тому розмір часток завжди більше 0,5 мм.

Відомо дуже багато методів отримання регенерату. В даний час у вітчизняній промисловій практиці регенерат отримують паровим (~15%), водонейтральним (~40%) та термохімічним (~45%) методами.

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2.1 Паровий метод

При паровому методі (рисунок 1) дозовані порції знетканеної гумової крихти змішують з пом'якшувачами і завантажують девулканізаційний котел, де обробляють гострим паром під тиском 0,8-1,0 МПа при температурі 175-185°C протягом 7-8 годин.



1 – автоматичні ваги; 2 – бункер-дозатор; 3 – змішувач; 4 – лист; 5 – мірник; 6 – ємність для пом'якшувачів; 7 - девулканізаційний котел; 8 – регенеративно-змішувальні вальці; 9 - підготовчі рафінувальні вальці; 10 – черв'ячний фільтр-прес; 11 - випускні рафінувальні вальці; 12 – готовий продукт; 13 – склад регенерату.

Рисунок 7 – Виробництво регенерату паровим способом.

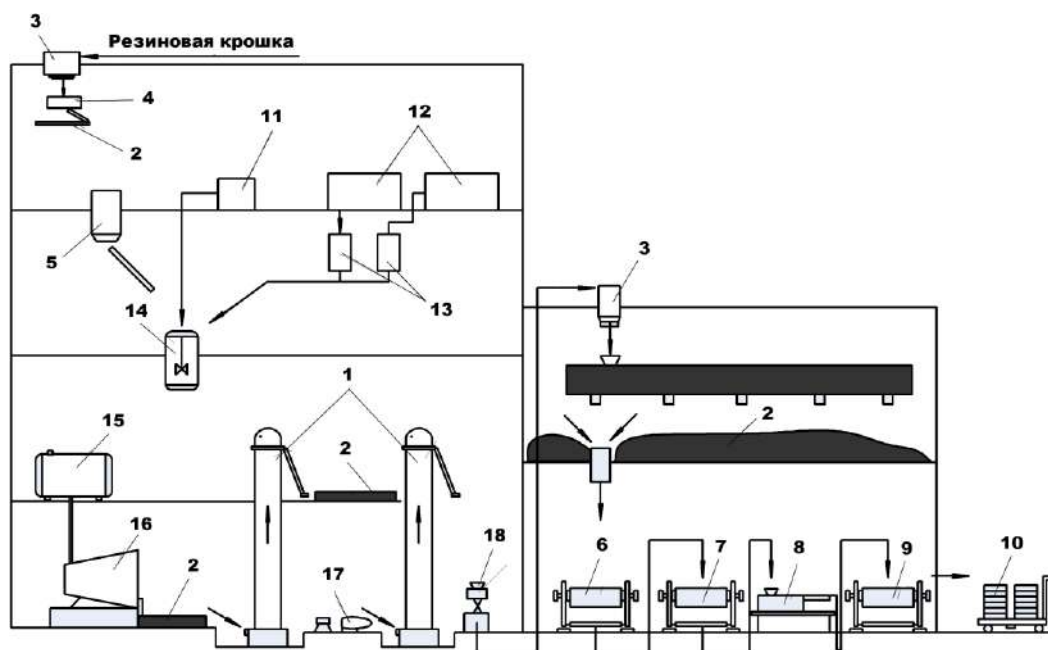
Отриманий шляхом такої обробки девулканізаційний матеріал з метою гомогенізації та пластифікації суміші послідовно переробляють на вальцях (регенеративно-змішувальних та підготовчих рафінувальних) і пропускають через черв'ячний фільтр-прес (стрейнер). Остаточну обробку гумової маси з видачею готового продукту (регенерату) наводять на випускних рафінувальних вальцях.

Основним недоліком парового методу є відсутність перемішування девулканізованої маси, що є причиною отримання неоднорідного за рівнем пластичності регенерату. Значно якісніший регенерат отримують водонейтральним методом.

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

2.2.2 Водонейтральний метод

Процес девулканізації знетканеної гуми за водонейтральним методом (рисунок 1) проводять у забезпечених мішалками вертикальних автоклавах в середовищі водної емульсії пом'якшувачів при 180-185°C протягом 5-8 ч. Гріючий пар подають у сорочку автоклава при надлишковому тиску 1,2МПа і температурі 191°C. Після закінчення процесу девулканізації вміст під невеликим тиском передають у буферну ємність, звідки воно надходить у сітчастий барабан для відокремлення від девулканізату основної маси води. Більш повне зневоднення девулканізату (до залишкової вологості 15-18%) проводять у прес-шнеках. Його сушіння можна проводити у вакуумних або стрічкових сушарках. Подальшу механічну обробку девулканізату з отриманням регенерату проводять аналогічно обробці паровим методом.



1 – елеватор; 2 – шнековий транспортер; 3 – циклон; 4 – автоматичні ваги; 5 – бункер-дозатор; 6 – регенеративно-змішувальні вальці; 7 – підготовчі рафінувальні вальці; 8 – черв'ячний фільтр-прес; 9 – випускні рафінувальні вальці; 10 – готовий продукт; 11 – бак для підігріву води; 12 – баки для пом'якшувачів; 13 – мірники; 14 – автоклав; 15 – буферна ємність; 16 – сітчастий барабан; 17 – прес-шнек; 18 – розпушувач.

Рисунок 8 – Виробництво регенерату водонейтральним методом.

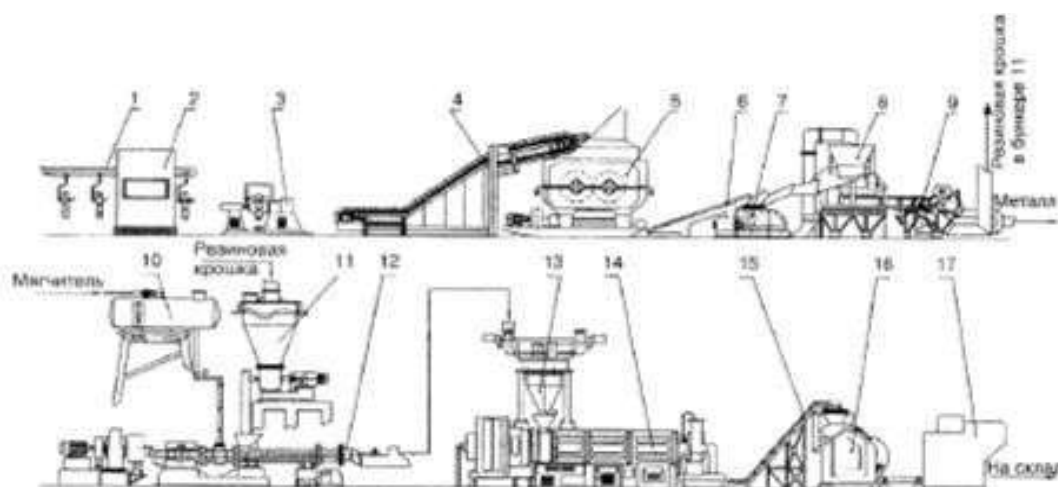
					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

При регенерації гуми за водонейтральним методом безперервне перемішування сприяє її кращому набуханню в пом'якшувачах. Крім того, при використанні як пом'якшувачів смол хвойних порід деревини водорозчинні кислоти, що містяться в них, руйнують залишки текстильного волокна (аналогічний ефект досягається при додаванні хлоридів цинку і кальцію). Все це позитивно позначається як регенерат.

2.2.3 Термомеханічний метод

Технічно найбільш досконалим методом регенерації гуми є термомеханічний метод, що дозволяє значно прискорити технологічний процес, зробивши його безперервним, та забезпечити зниження собівартості регенерату за рахунок максимальної механізації та автоматизації виробництва.

При отриманні регенерату термомеханічним способом використовується крихта розміром не більше 0,8 мм при вмісті текстильних волокон трохи більше 5% за масою.



1 – підвісний конвеєр; 2 – мийна машина; 3 – борторізання; 4 – завантажувальний конвеєр; 5 – ножова дробарка; 6 – міжопераційний конвеєр; 7 – двовальовий дробарка; 8 – інерційний гуркіт; 9 - магнітний залізовідділювач; 10 - ємність з пом'якшувачем; 11 – бункер; 12 – черв'ячний змішувач; 13 – бункер-дозатор; 14 - черв'ячний девулканізатор; 15 - шнековий конвеєр; 16 - вальці рафінуючі; 17 - заковувальна машина.

Рисунок 9 – Виробництво регенерату термомеханічним методом.

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

По этой технологии автопокрышка с помощью конвейера 1 подается на моечную машину 2 и далее в борторезку 3. Затем с помощью конвейеров 4 и 6 куски покрышки последовательно попадают в дробилки 5 и 7. Измельченный продукт просеивается в грохоте 8. Полученная крошка заданного размера вместе с металлокордом проходит через магнитный сепаратор 9, где отделяется от металлокорда. Металл брикетуется та передається на переплавлення в металургійне виробництво. Гумова крихта після магнітного сепаратора накопичується в бункері 11.

Підготовлений до регенерації матеріал разом з іншими компонентами подається в черв'ячний змішувач 12 охолоджується водою. Під впливом механічних впливів і температури в змішувачі в тонкому зазорі між шнеком і корпусом відбувається набухання та часткова девулканізація гуми за рахунок тепла, що виділяється при деформації гуми, та впливу кисню, пом'якшувача та інших добавок. Середня тривалість перебування гуми в змішувачі не перевищує 7 хв, осьове посилення, що розвивається шнеком, становить 1000 кН. Температура продукту, що виходить з головки змішувача, не повинна перевищувати 190С, для чого його корпус охолоджується водою. При подальшому проходженні через черв'ячний девулканізатор 14 відбувається остаточне руйнування гуми, продукт охолоджується до 70-80°С і в такому вигляді надходить на рафінуючі вальці 16 і заковувальну машину 17, де йому надається товарний вигляд (плівка або згорнута в рулон наподібно). При цьому на вальцях відбувається гомогенізація регенерату та очищення від сторонніх включень та недостатньо деструктованих частинок гуми.

2.2.4 Метод диспергування гуми

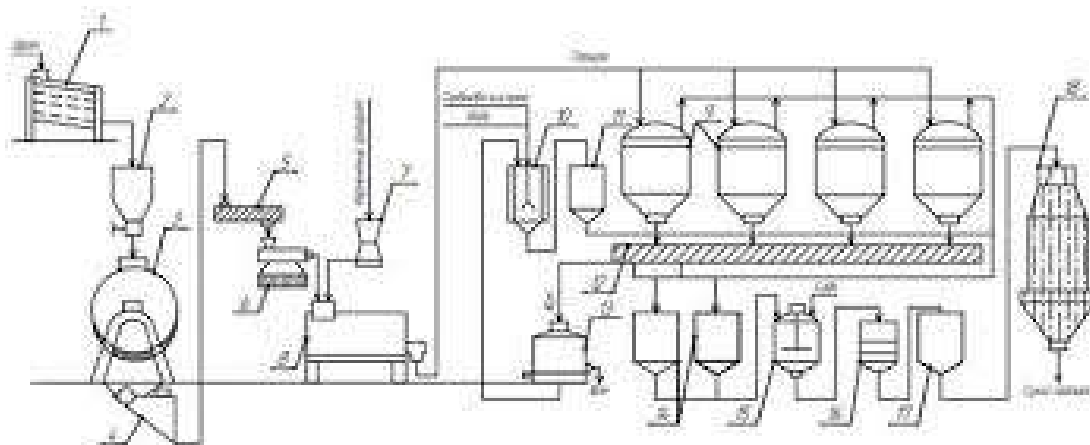
Сутність методу полягає в диспергуванні гуми у водному середовищі під впливом інтенсивних механічних впливів у присутності ПАР (поверхнево

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

активні речовини), що утворюється в результаті омилення введеного в гуму розчинного в ній емульгатора, і активатора регенерації та подальшому виділенні регенерату з водної дисперсії гуми методом диспергування гуми може здійснюватися на вальцях або двох черв'ячних змішувачах безперервної дії.

Ефективність процесу диспергування гуми залежить за інших рівних умов від ступеня механічного впливу, типу й вмісту емульгатора, концентрації і режиму введення розчину омиляючого агента, природи і кількості активатора регенерації гуми.

Принципова технологічна схема отримання регенерату методом диспергування наведена малюнку 1.



1 – дозатор подрібненої гуми; 2 – дозатор емульгатора; 3 – дозатор активатора; 4 – дозатор розчину луку; 5 – змішувач-пластикатор; 6 – змішувач-диспергатор; 7 – змішувач – гомогенізатор; 8 – дозатор води; 9 – центрифуга; 10 - сушарка; 11 – пакувальний агрегат; 12 – склад готової продукції, що перешкоджає їх злипанню (тобто коагуляції). Захисна оболонка перешкоджає рекомбінації радикалів і відновленню вторинних зв'язків.

Рисунок 10 – Схема виробництва дисперсійного порошкового регенерату (диспора).

У двох черв'ячний змішувач-пластикатор, з сорочкою, безперервно подається дозаторами гумова крихта і 5-10 % (мас.) емульгатора або розчину (суспензії) активатора (1-1,5 ч. на 100 ч. (мас.) гуми) в емульгаторі. У цьому апараті відбуваються змішування компонентів суміші та пластикація гуми внаслідок деструкції вулканізаційної сітки під впливом

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

механічних впливів.

Від ступеня деструкції (пластичності) гуми залежить подальша швидкість поглинання нею водного розчину лугу та середній радіус частинок дисперсії, що отримується.

Пластикований матеріал, що виходить із змішувача-пластикатора, надходить у перший змішувач-диспергатор, в якому під впливом механічних впливів відбувається впровадження в гуму поступово вводиться (у декількох зонах по довжині робочої камери) водного (5-7 %) розчину лугу, забезпечується достатній контакт емульгатора і лугу. В результаті цього змішувача утворюється емульсія води в гумі.

У другому змішувачі-диспергаторі, що працює аналогічно першому, завершується процес омилення емульгатора лугом, відбувається звернення фаз і утворюється дисперсія гуми у воді.

У процесі диспергування при взаємодії лугу зі смоляними та (або) жирними кислотами, що містяться в емульгаторі, утворюються ПАР, що адсорбуються на міжфазній поверхні та знижують рівень поверхневої енергії. Це призводить до зниження міцності та полегшення деформації гуми. ПАВ, що утворюються, надають одночасно стабілізуючу дію на водну дисперсію гуми. Гідрофобна поверхня гуми адсорбує з водного розчину аніон (його неполярною, вуглеводневою частиною), внаслідок чого поверхня гуми набуває негативного заряду і біля нього утворюється подвійний електричний шар. В результаті при зближенні частинок гуми виникає електростатичне відштовхування.

Отримана у другому змішувачі-диспергаторі водна дисперсія гуми надходить у змішувач-гомогенізатор, в якому здійснюється гомогенізація дисперсії та її поступове розведення пом'якшеною водою до концентрації 50 ± 5 % (за масою сухого залишку), що забезпечує хорошу стійкість дисперсії.

У водній дисперсії гуми можуть бути частинки діаметром більше 100 мкм, а також механічні домішки.

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для видалення таких частинок і домішок водна дисперсія гуми піддається поділу в центрифугі безперервної дії на рідку фракцію, що згущує.

З фракції, що згущує, після сушіння у вальцеленточной установці безперервної дії виходить низькосортний регенерат марки РСД.

З рідкої фракції дисперсії шляхом електролітичної коагуляції може бути отриманий дисперсійний регенерат як брикетів, а шляхом термічної сушіння – як порошку.

Висушений матеріал подається на лінію формування та упаковки, де він упаковується в поліетиленову плівку.

2.3 Фізичні методи переробки

Специфіка переробки зношених покришок визначається тим, що вони містять елементи, виконані з різних типів гуми, і, поряд з цим, значна кількість металевих дроту (до 15 ваг.%) та синтетичного корду (до 15 ваг.%). Тому з метою ефективною утилізації покришок доводиться, перш за все, ретельно відокремлювати гуму від синтетичного корду та металокорду. Наприклад, при отриманні вторинних гум з використанням відходів гумової шини вміст металевих частинок не повинен перевищувати у вторинному продукті 0,01-0,03 вага.%. Можливо, що в майбутньому буде розроблено також методи поділу шинних відходів за сортами гум з метою їх індивідуального вторинного використання. Проте зараз у цьому напрямі проводяться лише пошукові дослідження.

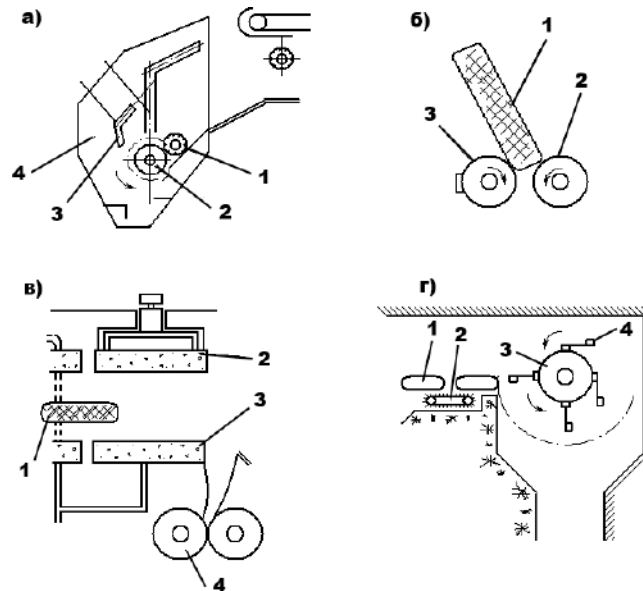
В даний час у світі використовується значна кількість різних технологічних ліній з переробки зношених покришок. Розглянемо ці лінії в наступній послідовності: а) лінії переробки при низькій температурі; б) лінії переробки при нормальній і підвищеній температурі; і в) лінії переробки при високій температурі. Такий поділ ліній, звичайно, дуже умовний, оскільки будь-яка переробка автопокришок складається з декількох операцій, що виконуються при різних значеннях температури. І все ж таки поділ ліній за

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

температурою переробки автопокришок і, насамперед, за температурою переробки на етапі тонкого подрібнення гуми має певні переваги і цілком виправдано.

2.3.1 Переробка зношених шин за низької температури

При криогенному подрібненні покриття охолоджуються протягом 25 хв в пристроях барабанного типу, витрата рідкого азоту становить 0,25-1,2 кг на 1 кг матеріалу, що подрібнюється. Охолоджена покриття подрібнюється різного типу дробарках (рисунок 1).



а – ударно-відбивна дробарка (1 – покриття, 2 – валок, 3,4 – відбивні плити); б – валкова дробарка (1 – покриття, 2, 3 – рухливий та нерухомий валки); в – молот (1 – покриття, 2, 3 – теплоізовані матриця, пуансон, 4 – валкова дробарка); г – молоткова дробарка (1 – покриття, 2 – транспортер, 3 – ротор, 4 – молоток).

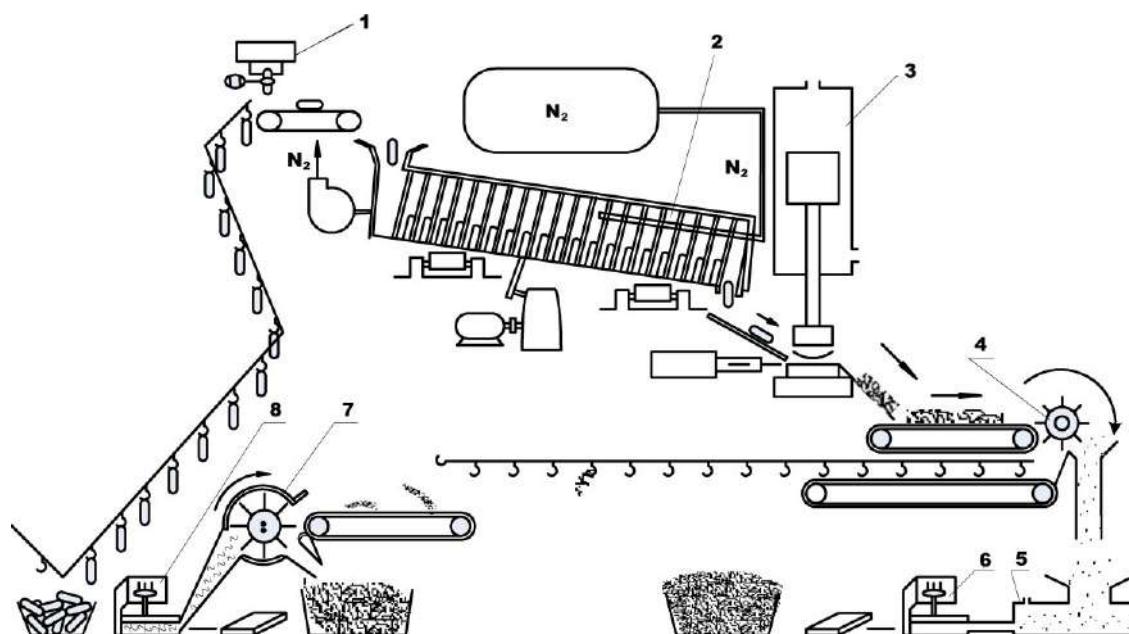
Рисунок 11 - Механізми для криогенного дроблення покриття з металокордом.

Найефективніше застосування устаткування, зображеного малюнку 10, в. Первинне криогенне дроблення здійснюється за допомогою молота, а потім, після відділення корду, проводиться доподрібнення гумової крихти до

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

необхідної дисперсності на валковій дробарці. Отримана в результаті подрібнення крихта має розміри від 0,15 до 20 мм. Вартість рідкого азоту становить 2/3 від усіх витрат за експлуатацію установки.

Технологічна схема криогенного подрібнення покришок представлена малюнку 2. При підготовці покришок до криогенного подрібнення їх миють, сортують і відправляють на борторізку 1 для видалення бортових кілець. Далі покришка надходить в камеру, що охолоджує 2, куди подається рідкий азот. Як обладнання для охолодження може бути використана після деякої модифікації сушильна піч барабанного типу. Покришки охолоджуються до -120°C (температура склування практично будь-яких гум не нижче -70°C).



1 - борторізання; 2 – камера, що охолоджує; 3 – молот; 4 – шківний залізовідділювач; 5 – випалювальна піч; 6 – пакетувальний прес; 7 – роторний подрібнювач; 8 – пакетувальний прес.

Рисунок 12 – Схема криогенного дроблення зношених покришок.

Наявний запас охолодження покришки необхідний для компенсації теплопритоків до неї під час переміщення з камери охолодження до молота 3, а також для компенсації тепловиділень при ударі молота, що відбуваються внаслідок перетворення кінетичної енергії молота в теплову. Молот має профільовані пуансон та матрицю, на яких відбувається розбивання

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

склоподібної покритишки. Енергія удару становить 38 кДж, хід пуансону 700 мм, маса пуансону 800 кг. Подрібнена покритишка після молота транспортером подається на шківний залізевідділювач 4 де відбувається відділення гуми, текстилю і металу. Гумова крихта надходить на сепарацію, фракціонування та доподрібнення на стандартних дробильних та розмелювальних вальцях.

Металокорд подається в випалювальну піч 5 для випалювання залишків гуми на дроті і далі - на пакетувальний прес 6, текстильний корд - на подрібнення в роторний подрібнювач 7 (типу ППР) і потім на пакетувальний прес 8.

Внаслідок криогенного руйнування за один удар у крихту переходить до 75% гуми, що міститься в покритищі, причому 57% крихти має розміри 1,25 – 20 мм та 24% – від 0,14 до 1,25 мм. Це дозволяє істотно скоротити витрати на подрібнення гумової крихти звичайними методами.

Ударні витрати енергії на руйнування покритишки в захищеному вигляді в 1,8 рази менше, ніж в еластичному.

Основна перевага таких ліній полягає в тому, що за низьких температур можна легко відокремити гуму від корда. Часто згадують, що іншою перевагою цих ліній є зниження енерговитрат, оскільки зі зниженням температури знижується робота на руйнування та подрібнення гуми. Однак цей висновок не зовсім точний. Робота на руйнування гуми дійсно знижується в 2-2,5 рази при зниженні температури до -100С . Але, для цього потрібна значна кількість хладоагенту, а енерговитрати на виробництво хладоагенту, (0,4? 3,0 кг рідкого азоту на один кг отриманої гумової крихти), як правило, перебивають і іноді дуже значно ту економію, яку дає зниження енерговитрат на руйнування гуми.

З урахуванням останньої обставини використання криогенних технологій при переробці зношених автопокритишок можна визнати доцільним лише в тих країнах (США, Німеччина та деякі інші), де:

- є великі потужності отримання рідкого азоту;

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- продаж рідкого азоту фірмам, що займаються переробкою зношених покришок та інших гумо-полімерних відходів, здійснюють за зниженими цінами;

- є обладнання, що забезпечує подрібнення гуми при низькій витраті рідкого азоту (наприклад, установки фірми INTEC, Німеччина; фірми WIRTECH Швейцарія та інші, у яких витрата рідкого азоту становить 0,5-0,8 кг на кг одержуваного порошку).

Необхідно враховувати також, що при криогенному подрібненні одержують порошок з гладкою поверхнею частинок і що в силу цього потрібна додаткова хімічна або фізична модифікація порошку, яка призведе до збільшення питомих енерговитрат ще на 100-400 кВт·г/т. Мабуть, найбільш ефективною є модифікація криогенної гумової крихти шляхом переробки її в роторному диспергаторі. Як було показано в спільній роботі ЗАТ «РОДАН» (Москва) з фірмою «Gaja Internatinal» (Іллінойс, США) переробка в диспергаторі криогенної крихти з розміром 0,4 мм дозволяє знизити розмір крихти в 1,5 рази і збільшити її питому поверхню майже в 5-10 разів за питомих.

Найбільш виправданим є використання турбодетандерів, за допомогою яких зношені покришки або шинну гуму охолоджують у процесі переробки холодним повітряним потоком до температури -100-130С.

На першому етапі переробки на цій лінії з шин вирізують бортові кільця, роблять поперечні розрізи і згортають кожну покришку в спіраль, утворюючи з неї невелику котушку діаметром 20-25 см. Для цього використовується спеціальний верстат компактування (на схемі не показаний), який виготовляють або стаціонарним або змонтованим на автомобільному шасі. Такі компактні шини зручні для перевезення з місць збору, зі звалищ і т.д. З декількох компактних покришок виготовляють циліндричний пакет довжиною близько одного метра з центральним каналом, у якому розміщують заряд вибухової речовини з аміачної селітри та дизельного

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

палива.

Після охолодження пакета до -120°C за допомогою турбодетандера та поміщення його в камеру вибухоциркулятора руйнують пакет вибухом заряду ВР.

При вибуху утворюється ударна хвиля, що циркулює по замкнутому контуру. Якщо в момент вибуху температура пакета становить менше -70°C , то відбувається відшарування гуми від корда і повне руйнування гуми до розміру частинок $0,5-5$ мм. Гумові частинки мають монолітну структуру, приповерхневий шар частинок частково девулканізований. Після магнітної та вібросепарації від залишків корду гумові частинки перетворюються на активний дискретно девулканізований порошок за допомогою роторного диспергатора. Характерною особливістю лінії є наявність системи фільтрації газів, що утворюються у вибухоциркуляторі під час вибуху, тобто. системи очищення газів від токсичних продуктів

Загальні питомі енерговитрати отримання кінцевого продукту становлять такий лінії $200-300$ кВт·ч/т. Технологія запатентована у США, Канаді, Японії, Німеччині та інших країнах.

При переробці покришок охолодження матеріалу, що переробляється до -80°C здійснюють за допомогою турбодетандера не на першій стадії, а на стадії тонкого подрібнення гуми. На виході лінії одержують гумову монолітну крихту з гладкою поверхнею частинок розміром від $0,2$ мм до 5 мм. Питомі енерговитрати отримання кінцевого продукту становлять близько 400 кВт·ч./т. Продуктивність лінії – $500-1000$ кг/годину; потужність виробництва – 3000 т/рік.

2.3.2 Переробка зношених шин за нормальної температури

Найбільшого поширення набула технологія подрібнення шин у високоеластичному стані при помірних швидкостях, незважаючи на значно більшу витрату енергії порівняно з криогенною технологією.

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

За цією технологією переробка покришок ведеться в такій послідовності: миття, вирізка бортів, попереднє дроблення, грубе дроблення, дрібне дроблення, сепарація та помел.

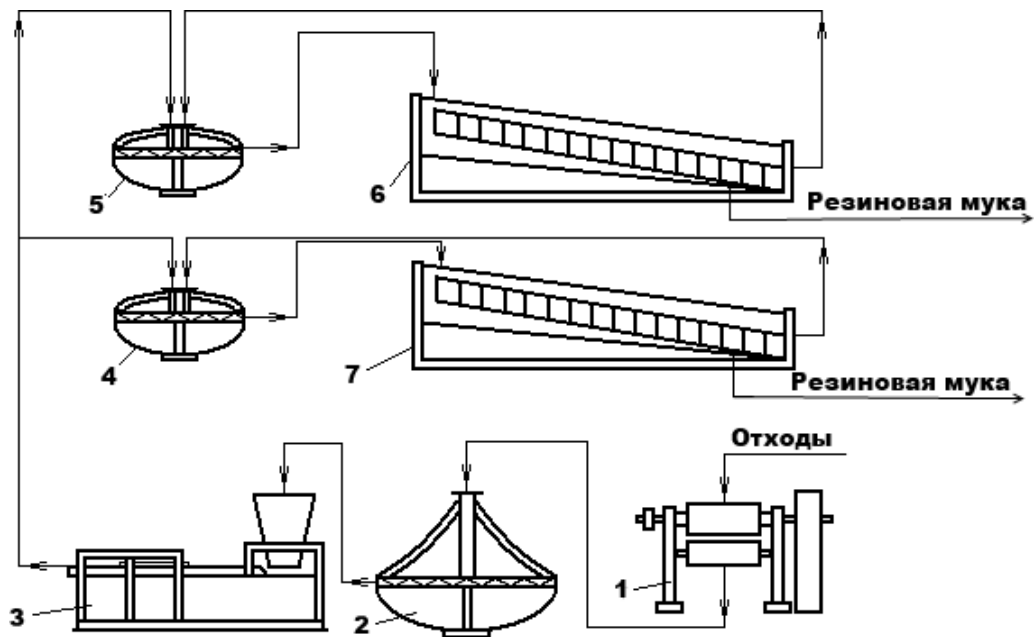
На стадії попереднього дроблення використовуються борторізка, механічні ножиці та шиноріз, на наступних стадіях – дробильні та помольні вальці, сепаратор для вилучення металевих частинок та вібросито.

В даний час розроблено багато різних видів обладнання для подрібнення гумових покришок, які різняться за характером та швидкістю навантаження, конструкції робочого органу тощо. Для цих цілей застосовують абразивні стрічки та круги, гільйотини, борторізки, дискові ножі, преси, вальці, роторно-ножеві дробарки та інше обладнання.

Традиційно застосовуване в Україні обладнання для дроблення гумових відходів – вальці. За кордоном частіше застосовують дискові та роторні подрібнювачі. Однак схема, заснована на застосуванні вальців, є більш продуктивною і менш енергоємною.

Найбільш проста технологія подрібнення відходів гуми, які містять металевих елементів, представлені малюнку 1.

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43



1 – дробильні вальці; 2 – млин грубого помелу; 3 – магнітний сепаратор; 4, 5 – млини тонкого помелу; 6, 7 - вібросіту.

Рисунок 13 – Технологічна схема подрібнення гумових відходів.

Великі відходи гуми надходять на дробильні вальці 1, потім на млин грубого помелу 2. Дрібні відходи (різні гумотехнічні вироби) відразу надходять на млин грубого помелу 2. Подрібнені в млині відходи транспортером подаються до 0,3 –

5мм. Необхідність поділу потоку після млина грубого помелу викликана великою тривалістю процесу подрібнення гумових частинок до дрібнодисперсного стану та поверненням відсіву після проходження подрібнених відходів через вібросіти 6 і 7. Розмір осередків вібросіт становить 1 мм, і все, що не проходить через них, повертається на подрібнення в млини тонкого помелу.

Продуктивність такої лінії 300-350 кг/год гумової муки з розміром частинок до 1 мм. Більше половини частинок мають розмір менше ніж 0,5 мм.

Характеристики обладнання, що використовується для реалізації такої технології, наведено у таблиці 6.

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Таблиця 6 - Основні характеристики використовуваного обладнання

Технологічний процес	Використовуване обладнання	
	Параметр	Значення
Дроблення відходів	Дробильні вальці Др-800	
	Одноразове завантаження	. 25-25 кг
	Час дроблення	До 5 хв
	Зазор між валками	. 2-. 2..5 мм
	Температура валків: переднього заднього	50-60°C 60-70°C
	Діаметр валків: переднього заднього	490 мм 6. 20 мм
	Робоча довжина валків	800 мм
	Частота обертання валків: переднього заднього	. 26..6. 2 хв-. 2 33..2 хв-. 2
	Фрікція	. 2:2..54
	Потужність електродвигуна	. 2. 20 кВт
	Просівання подрібнених відходів	Вібраційне сито М . 2. 245 □ 2445
Кут нахилу сита		43 град
Частота коливань сита		200 хв-. 2
Габарити		3... 222 □ . 2..6. 2. 2 □ 0..857 м
Додаткове подрібнення	Тарілчасті млини Д-800; . 20802-РЗ	
	Продуктивність	200 кг/год
	Частота обертання	533 хв-. 2
Просівши крихти	Вібраційне сито М . 2485 □ . 22. 25	
	Кут нахилу	6°
	Частота коливань сита	365 хв-. 2
	Габарити	2... 235 □ 0..700 □ 0..550 м

Покришки з металокордом за описаною технологією подрібнювати не можна. Для цього використовується інше, потужніше обладнання, що передбачає попереднє вирізання з покришки бортових кілець і нарізку покришок на шматки.

Для подрібнення покришок використовують потужніші вальці моделі Др-

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

800 710/710 продуктивністю 3500 кг/год з потужністю електродвигуна.

353 кВт. Габарити таких вальців 6695x4469x1880 мм, а маса 50,6 т.

Нижче наведено технології дроблення зношених шин, запропоновані вітчизняними та зарубіжними виробниками.

Фірмою Herman Verstorff Maschinenbau (Німеччина) розроблено лінію з переробки зношених шин, що складається з шинного дезінтегратора, що подрібнює валкового каландру, на якій отримують ІВ з частками розміром 50-500 мкм.

Фірма Cumberland Engineering виробляє установки для переробки зношених шин 9,0 та 4,5 тонн шин/год. У машині грубого дроблення отримують шматки гуми розміром 50 × 50 мм, які потім надходять на подрібнювач, де на першій стадії отримують ВВ з розмірами 16 мм і видаляють 70-75% сталі; на другій стадії одержують ІВ з розмірами частинок 5.3-6.3 мм; на третій стадії частки розмірами 1.65, 0.83 та 0.51 мм. На другій та третій стадіях видаляють метал та текстиль.

Фірмою SIMP (Англія) розроблений економічний метод забруднення докільця, що не забруднює навколишнє середовище, з використаних шин. На першій стадії отримують ІВ з розміром частинок 14 мм у двох високошвидкісних грануляторах з ножами, що знаходяться на барабанах. Після магнітної сепарації суміш гуми з текстилем надходить у швидкодіючі гранулятори. ВЕРБ (3-5 мм) очищається від волокон вібраційно-повітряною сепарацією. Продуктивність установки 300-350 шин/год (~ 2 т/год). Потреба енергії при цьому становить – 192 кВт, установку обслуговують дві людини.

Використовуються також мобільні установки, що дозволяють подрібнювати шини при звичайних температурах і з використанням рідкого азоту безпосередньо в місцях їх зберігання, звалища і т.д.

Першою фірмою у Великобританії, що має мобільну ріжучу установку, є фірма Pounton West. Установка складається з гідравлічного подрібнювача і крана з виносною стрілою 6.1 м з ковшем, змонтованим на трайлері довжиною

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12.2 м. Запропоновано спосіб отримання ІВ шляхом регенерації його через одну або кілька послідовно розташованих зон подрібнення при 80-280 С з метою збільшення виходу ІВ з заданим розміром. Покришку, що обертається, з металокордом руйнують під тиском 120-200 МПа струменями рідини, сформованими в пучки і розташованими по периметру покришки. Частинки гуми відокремлюють від металу.

З метою відділення металокорду та подрібнення порожнистої оболонки пропонується наносити на поверхню покришки шар вибухових речовин. Камеру перед вибухом вакуумують.

Покришки обробляють струмами високої чистоти (далі – ТВЧ), для індукційного нагрівання металокорду використовують струми промислової частоти. Перед руйнуванням шини за допомогою вибуху в замкненій кільцевій системі з утворенням спрямованого потоку, що циркулює, їх охолоджують. Для додаткового подрібнення шини проводять повторну обробку вибухом фрагментів зношених шин, отриманих внаслідок вибухового руйнування шин. Для підвищення ефективності дроблення і зниження витрати вибухового матеріалу фрагменти шин перед дробленням можуть бути охолоджені до температури від -90 до -180 З рідким азотом.

Руйнування зношених шин ТВЧ докладно описано в патенті № 2010709 Сутність запропонованого способу руйнування армованих виробів полягає в тому, що при одночасному іскровому розряді, що здійснюється високовольтним імпульсом напруги з тривалістю не перевищує більш ніж в 1,75 рази відношення товщини виробу до швидкості звуку в матеріалі виробу, в перпендикулярних до поверхонь виробу циліндричних каналах, заповнених ділянкою більш ніж у 2,5 рази товщину виробу, в останньому збуджуються циліндричні (стосовно каналів) ударні хвилі. У момент зіткнення ударних хвиль, що поширюються від сусідніх каналів, в областях, розташованих симетрично щодо зазначених каналів, утворюються зони циліндричної кумуляції, в яких виникають хвилі стиснення, що розповсюджуються у

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

протилежних напрямках, перпендикулярно до поверхонь виробу. Після відбиття хвиль стиснення від вільних поверхонь виробу виникають хвилі розвантаження, які взаємодіють із хвилями стиснення. В результаті в площинах, паралельних поверхням виробу, виникають імпульсні впливи, що розтягують, зі швидкістю наростання напруги і величиною напруги, що забезпечують режим відкольного (Гопкінсона) руйнування матеріалу виробу.

При використанні в якості діелектричної рідини зрідженого газу високий ступінь відокремлення матеріалу виробу від арматури, згідно винаходу, забезпечується безконтактним нагріванням матеріалу арматури до температури 230-300 До перед впливом на виріб ударними хвилями.

Запропоновано спосіб пошарового зняття вулканізаційної гуми з автопокришки. Перед першою стадією подрібнення на поверхню шини наносять сітку паралельних надрізів у вертикальній і горизонтальній площинах з відстанню між ними і глибиною рівною розміру гумової крихти, при цьому першу стадію подрібнення виробляють зняттям механічним шляхом частини вулканізованого шару при збереженні форми шини. шини на заготовки і нанесення аналогічної сітки паралельних надрізів на кожну заготовку, при цьому другу стадію подрібнення здійснюють шляхом зняття частини вулканізованого шару, що залишився, з кожної заготовки до оголення корда і збереження міцності заготовки.

Сортування на групи необхідне для того, щоб визначити, яку шину можна використовувати під ту чи іншу заготовку (конструкцію).

Після сортування шин здійснюють первинне зняття вулканізованого шару гуми до збереження початкової форми шини. Для того щоб гумову крихту отримувати запрограмованого (заданого) розміру, вулканізовану поверхню шини механічним шляхом покривають сіткою паралельних надрізів у вертикальній та горизонтальній площинах, з відстанню між паралельними надрізами, що дорівнює заданому розміру крихти. Глибина надрізу також дорівнює необхідному розміру гумової крихти за товщиною. Зняття

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вулканізованого шару з нанесеними надрізами здійснюються механічним шляхом, однією з можливих операцій: струганням, гострінням, фрезеруванням і т.д. Для нанесення надрізів різальний інструмент розміщується у двох взаємно перпендикулярних площинах. Система надрізів забезпечує кожному елементу гумової крихти із заданими розмірами вільну поверхню із п'яти сторін. Тому відокремлення елемента від шини механічним шляхом здійснюється з меншими енерговитратами.

Після первинного зняття вулканізованого шару з шини здійснюється, залежно від типу зносу (тобто групи шин), розмітка шин на заготовки (конструкції, елементи) для отримання чаші, обічайки, кільця, що обгороджує, днища, кільця, тротуарної плитки, поліпшеної тротуарної плити, тротуарної плити, поліпшеної тротуарної плити.

Розмічені шини механічним шляхом розчленовують на зазначені вище заготовки. Причому чаші можуть виготовлятися із двох груп:

- не мають поривів;
- мають пориви в одній торцевій частині (поверхні).

Отримавши шляхом розчленування шин заготовки для перерахованих вище виробів, їх обробляють до необхідних розмірів шляхом подальшого (вторинного) зняття вулканізованого шару механічним шляхом. Для цього на вулканізований шар (поверхня) заготовок наноситься сітка надрізів. Після цього механічним шляхом з вулканізованого шару заготовок відокремлюється гумова крихта із заданими розмірами. При вторинному знятті вулканізованого шару зберігають корд і запобіжний шар гуми, що забезпечує міцність (жорсткість) та довговічність виробу. За рахунок зняття вулканізованого шару заготівля доводиться до заданих розмірів та значно зменшується за масою. Для отримання товарного вигляду робоча (лицьова) поверхня деталей може бути оброблена наждачним каменем або фігурним інструментом.

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 Інженерно-технічні заходи щодо зниження негативного впливу відпрацьованих автопокришок на довкілля

3.1 Пропонований метод переробки автопокришок

Використання покришок як альтернативне паливо було популярним протягом багатьох років. Це пояснювалося тим, що даний метод утилізував великі обсяги покришок, що утворювалися. Проте з розвитком екології спалювання було визнано неефективним і екологічно небезпечним методом утилізації. При спалюванні покришок в атмосферу виділяється велика кількість шкідливих забруднюючих речовин, небезпечних для навколишнього природного середовища та здоров'я людини. Ще одним Недоліком цього є втрата цінного вторинного ресурсу – гуми. Практичне використання цього методу показало, що його використання в кінцевому рахунку не виправдано.

В результаті піролізу покришок отримують широкий перелік продуктів переробки:

- піролізне рідке паливо;
- обуглерожений твердий осад;
- металобрухт;
- піролізний газ.

Отримані продукти надалі можуть бути використані на технічні потреби підприємств або, у разі металобрухту, перероблені.

Однак за результатами досліджень було виявлено, що процес піролізу гуми супроводжується виділенням токсичних газів. Крім того, досі існує проблема реалізації піролізної продукції на ринку вторинної сировини.

Використання гуми для одержання регенерату проводиться лише після механічної переробки відпрацьованих автопокришок. Набуття регенерату процес складний. Досягнення необхідної якості регенерату використовують

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

різні хімічні речовини – пом'якшувачі, активатори, модифікатори, емульгатори тощо. Так само високі вимоги до основної сировини – гумової крихти.

Таким чином, з усіх розглянутих методів утилізації відпрацьованих автопокришок, найкращим є механічний метод переробки. При використанні даного методу виходить гума крихта, а також металевий корд (у вигляді металобрухту) та залишків тканини. Способів отримання гумової крихти велика кількість, найбільшого поширення набув спосіб криогенного дроблення та дроблення при нормальній температурі.

При криогенному методі виходить тонкодисперсна крихта з високим ступенем чистоти, проте подібна установка потребує великих капітальних вкладень та спеціально обладнаного приміщення. Переробка при нормальній температурі найбільш доступна і не вимагає великих енергетичних витрат, при цьому існує можливість подрібнення покришок з частинками різних розмірів, що надалі дозволить використовувати гумову крихту в різних областях застосування.

3.2 Опис технологічного процесу утилізації відпрацьованих автопокришок

Відпрацьовані автомобільні шини складаються на спеціальному майданчику біля виробничої будівлі. Потім автотранспортувачі доставляють автопокришки до головних воріт виробничо-побутової будівлі, в якій вже встановлена лінія верстатів та обладнання з переробки відпрацьованих шин.

Технологічний процес з переробки відпрацьованих шин у крихту складається з двох етапів переробки.

На першому етапі проводиться підготовка шин до дроблення. Шини проходять візуальний огляд на предмет сторонніх включень (цвяхи, уламки, каміння, шипи тощо). Потім передаються на гідравлічний верстат для видалення товстого бортового дроту з посадкових кілець вантажних та

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

легкових шин. Вантажна покришка робітникам вручну або за допомогою підйомного механізму встановлюється на верстат для витягування бортового дроту. Витягнутий бортовий дріт складається для пресування або вивезення.

На виході виходить чистий бортовий дріт та гумова складова шини. Продуктивність такого верстата становить 15 – 40 покришок на годину.

Після видалення металевго включення гумова складова передається на гідравлічні ножиці, де розрізається на 3 - 4 частини. Продуктивність – 1000 кг/година. При цьому шини зменшуються в об'ємі 5 - 7 разів. Це робить матеріал транспортабельним та зручним у переробці. Верстат може переробляти шини з товстим бортовим дротом.

Далі шини передаються на двосторонній роздільник для обробки гуми на частини розміром 200x250 мм, з продуктивністю до 1000 кг/год.

Підготовлені фрагменти шин транспортером подаються на другий етап виробництва - дроблення до кінцевих фракцій і видалення сторонніх домішок. На другому етапі відбувається поетапне подрібнення шматків шин у гумову крихту, а також видалення текстилю та металу, поділ крихти на фракції.

Подрібнення чіпсів 200x250 мм проводиться шредером первинного подрібнення до розмірів 50x50 мм. Після чіпси доставляють горизонтальним стрічковим конвеєром до другого шредера, де чіпси подрібнюються до розмірів 15x15 мм. Паралельно з другим шредером відбувається відділення металокорду магнітними сепараторами. Отримані чіпси транспортують у два подрібнювачі із системою фільтрації (по 18,5 кВт) для подальшого подрібнення.

У подрібнювачах №1 та №2 гумові чіпси подрібнюють до розміру гумової крихти до 0,7 мм. У цьому технологічному етапі відбувається часткове відділення текстильного корда, і навіть видалення металевих включень.

Отримана гумова крихта поставляється в подрібнювач №3, де крихта подрібнюється до розміру частинок 0,4 мм, звідки горизонтальним стрічковим конвеєром подається на вібростол №1 грубої очистки від текстилю. Після первинного очищення гумова крихта подається на вібростол №2, де

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відбувається очищення від текстилю та поділ крихти на дві фракції – 0,2 та 0,4 мм.

Таблиця 7 – Склад лінії з переробки відпрацьованих автопокришок у гумову крихту.

Найменування обладнання	Потужність	Кількість одиниць
Контрольний пульт керування лінією		1
Гідравлічний витягувач металевий бортовий дроту із шин	11 кВт	2
Гідравлічні ножиці	7,5 кВт	1
Двосторонній роздільник шин на частини	8 кВт	1
Транспортер подачі сировини до лінії	1,1 кВт	1
Шредер	44 кВт	1
Транспортер	0,75 кВт	1
Магнітний сепаратор №1	0,75 кВт	1
Транспортер відведення металевих включень	0,75 кВт	1
Транспортери подачі чіпсів у подрібнювачі чіпсів у крихту	0,75 кВт	2
Подрібнювачі із системою фільтрації	18 кВт	2
Транспортер	0,75 кВт	1
Магнітний сепаратор №2	0,75 кВт	1
Транспортер відведення металевих включень	0,75 кВт	1
Вібростол грубої очистки від текстильних включень	2,2 кВт	1
Вібростол для поділу крихти на фракції та додаткового очищення від текстильних включень	2,2 кВт	1

Після поділу на фракції крихта розміром 0,2 мм подається на вібросистему №1, а крихта розміром 0,4 мм на вібросистему №2. На цьому етапі відбувається остаточне очищення від залишків текстильного корду, після чого очищена гумова крихта подається на складування в мішки і автотранспортом доставляється на склад готової продукції, звідки вивозиться власним автотранспортом підприємства і використовується в

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

подальшому для виготовлення нових автомобільних шин.

Лінія з переробки шин автоматична, призначена для подрібнення зношених автомобільних шин із металевим та тканинним кордом у гумову крихту. Необхідні технічні вимоги подано у таблиці 8.

Таблиця 8 – Технічні вимоги лінії з переробки зношених автопокришок гумову крихту.

Найменування параметра	Значення
Установча (загальна) електрична потужність	250 кВт
Середній рівень електроспоживання	150 кВт/год
Продуктивність лінії на вході	1000 кг сировини/година
Продуктивність лінії на виході (середня залежить від складу сировини)	до 700 кг крихти/година
Кількість персоналу за зміну	6 осіб
Вимоги до приміщення:	
Займана площа (без урахування складських площ)	450 кв.м
Висота	4 м
Ширина	15 м
Довжина	30 м
Температурний режим	від +5 до +30°

У результаті роботи установки по утилізації шин виходять такі продукти:

- металевий корд у вигляді металобрухту;
- текстиль;
- гумова крихта, розміром 0,2 та 0,4 мм.

З позитивних якостей даної лінії можна виділити таке:

- Комплексний, безвідходний підхід до переробки шин;
- Технологічна можливість переробки не лише автомобільних шин, а й відходів гумотехнічних виробів, що збільшує можливих постачальників та доступність сировини;
- низькі питомі енерговитрати на тонну сировини;

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

- отримання стандартизованих, затребуваних продуктів;
- Багатоступінчаста система сепарації крихти від текстильного та металевго корду. На виході чиста крихта без включень металу та текстилю;
- Поетапне подрібнення шин до необхідних фракцій. При ступінчастому подрібненні не відбувається перегрівання та перепалювання крихти, що дозволяє зберегти всі її технологічні властивості та уникнути появи сажі в готовій продукції;
- Невеликі габарити. Можливість розміщувати лінію у різних комбінаціях, відповідно до планування наявної будівлі;
- Невелика кількість працюючого персоналу (в 2-3 рази, ніж у аналогів);
- Для подачі фрагментів шин у процесі переробки використовується пневмотраса, що дозволяє проводити охолодження обладнання та матеріалу без використання води, відмовитись від енерговитратних транспортерів;
- Виробництво не шкідливе для персоналу по запиленості, рівню вібрації та шуму.

Лінія дозволяє переробляти до 6000 тонн автопокришок на рік, одержуючи при цьому до 4200 тонн гумової крихти. Продуктивність устаткування за різних умов роботи лінії представлена таблиці 9.

Таблиця 9 - Продуктивність лінії.

Продуктивність	2 зміни 8 годин (22 робочих дня), кг	2 зміни 10 годин (22 робочих дня), кг	2 зміни 10 годин (25 робочих днів), кг
Сировина на вході: відпрацьовані автопокришки			
За годину	1000	1000	1000
За зміну	8000	10000	10000
У день	16000	20000	20000
на місяць	352000	440000	500000
на рік	4224000	5280000	6000000

З даних, наведених у таблиці 9, випливає, що дана лінія здатна впоратися як з обсягом відпрацьованих автопокришок, що накопичився, так і з знову утвореними відходами.

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вплив технології на довкілля:

- Не потрібне підведення води для охолодження лінії;
- Немає транспортерів, для передачі матеріалів використовуються пневмотраси. Отже, немає джерела викидів у повітря. Відсутня завись з дрібного гумового пилу, що є надзвичайно вибухонебезпечною субстанцією;
- Пневмотраса є системою аспірації. Весь пил осідає в пилозбірник.
- Низький рівень шуму (допустимий рівень 70 дБ). Значення менше ПДК, проте, оператору необхідно працювати в бірушах.

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

4 Технологія холодного відновлення вантажних шин

Наварка шин - процес відновлення протектора покришок, що набуває все більшої популярності серед автовласників.

Причиною підвищеного попиту є можливість збільшити ресурс гуми і зменшити витрати на придбання нового комплекту, що зростає в ціні.

Головна перевага наварювання – можливість відновлення без зміни конструкції каркасу.

У процесі експлуатації автомобільна гума має зношуватися, що призводить до зниження її ефективності на дорозі.



Рисунок – 14. Процес наварювання шини.

Завдяки застосуванню сучасного обладнання вдається відновити покришку без особливих витрат часу та сил. При цьому відомо, що найактивніше стирається лише зовнішні кілька міліметрів, а сам каркас не страждає.

Наварювання шин дозволяє відновити виріб до первинного стану та продовжити його експлуатацію.

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Цей процес набув найбільшого поширення в секторі вантажного транспорту. Причина полягає у високій вартості гуми, часта купівля якої не завжди є можливим.

Відновлення покришки виглядає привабливішим, адже так вдається заощадити до 40% вартості нового виробу.



Рисунок -15. Кількість шин на відрядному тягачі.

Більше того, застосування сучасних матеріалів дозволяє не тільки повернути початковий протектор, а й покращити якість гуми, підвищити її ресурс та зносостійкість.

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58



Рисунок -16. Процес наварювання шини.

Є ще одна причина, чому наварювання шин застосовується саме щодо вантажних авто — найкраща ремонтпридатність такої гуми.

Покришки великовантажних машин відрізняються більшим і жорсткішим кордом, який схильний до повільнішого зносу і легше наварюється.

Що стосується шин легкових автомобілів, процес наварювання доступний і тут, але кінцева ефективність робіт залежить від багатьох параметрів - маси машини, категорії гуми та інших.

При цьому наварювання шин для таких випадків доступне лише один раз, після чого не уникнути покупки нового комплекту.

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

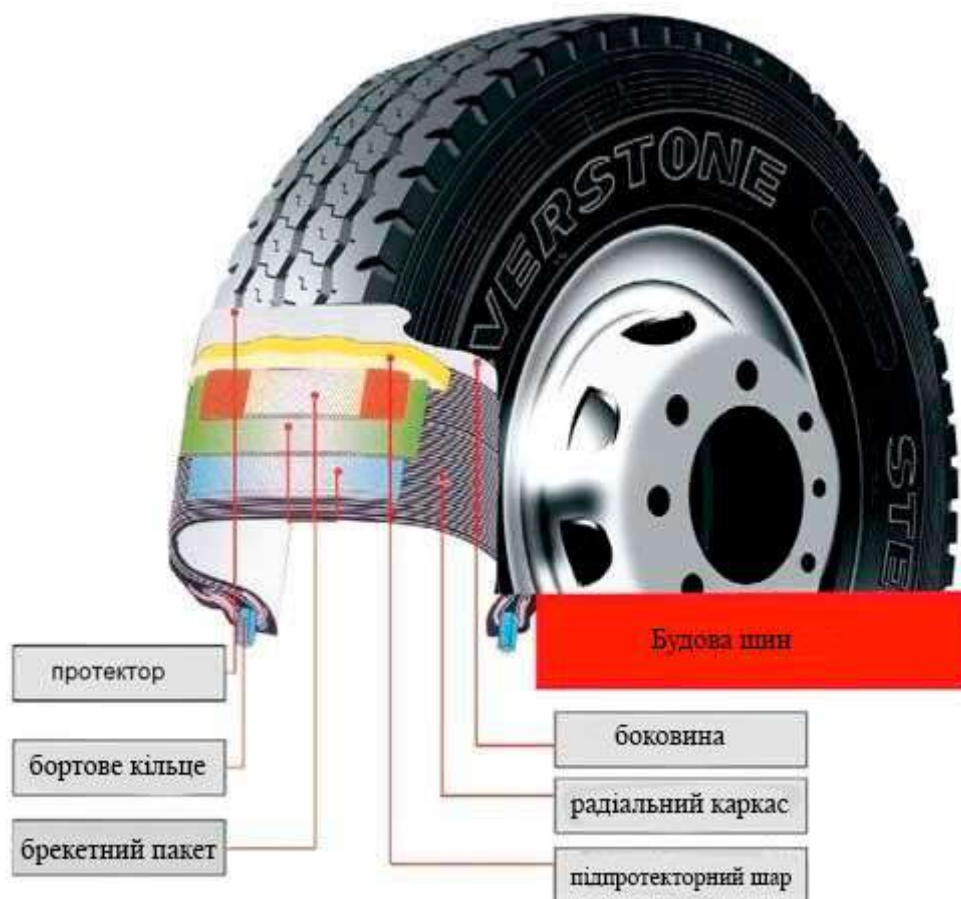


Рисунок – 17. Будова шин. Переваги та
недоліки наварювання шин

Процес відновлення гуми затребуваний з кількох причин:

Універсальність – головна перевага наварювання шин. За бажання можна відновити майже будь-яку зношену гуму, незалежно від типу. Єдине, що відрізнятиметься, то це вартість роботи.

Можливість багаторазового відновлення. Якщо корд виробу має жорстку конструкцію (як на шинах вантажних авто), наварювання може виконуватися до двох-трьох разів без втрати експлуатаційних якостей шин. Відповідно, і ресурс шини також зростає в рази.

Поліпшення кінцевих характеристик шини. Завдяки застосуванню сучасних матеріалів відновлений виріб стає більш зносостійким, а термін його служби збільшується.

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60



Рисунок – 18.

Доступна ціна. Одним із головних плюсів наварювання шин вважається низька вартість послуги (порівняно з покупкою нового комплекту). Пояснити це легко, адже конструкція корду не торкається, а відновленню підлягає лише робоча частина гуми (протектор). У результаті витрачається небагато матеріалу. Вигода найпомітніша щодо шин вантажних автомобілів, виробництво яких вважається найбільш витратним.

Пробіг. Після відновлення гуми можна проїхати ще 120–150 тисяч кілометрів. Така особливість – великий плюс при щоденній експлуатації автомобілів. При цьому ефективність шин не знижується і залишається на такому ж рівні, як і у нових авто.

За сказаним вище можна судити, що наварювання шин має безліч переваг. Незважаючи на це, у багатьох автовласників вона не має великого попиту.

Причин тут кілька:

Наваренню підлягають в повному обсязі види автомобільної гуми. Насамперед обмеження стосуються покриттів для легкових автомобілів.

Після відновлення не можна бути впевненим у повній безпеці, а особливо якщо наваркою займалися люди з невеликим досвідом. У разі порушення

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

технології або застосування неякісних матеріалів їздити на відновлених шинах небезпечно. Ось чому рекомендується не економити на цій процедурі і віддавати перевагу лише кваліфікованим майстрам.

Способи наварювання та відновлення шин (холодний та гарячий)

Холодне нарощування

Такий спосіб доступний для покришок, що мають певний тип каркасу (з огляду на його стан). Спочатку проводиться огляд гуми з аналізом поточних ушкоджень. Важливо, щоб бічні та внутрішні частини шини не мали серйозних порізів або розривів. Інакше холодне нарощування неможливе. Якщо шина підлягає наварюванню, видаляється старий протектор, після чого виріб поміщається у спеціальний апарат. На ньому проводиться накачування шини повітрям та видалення зовнішнього шару гуми.



Рисунок -18. Зняття старого шару протектора із подальшим холодним нарощуванням.

По завершенні процесу проводиться шорсткування, у якому визначається

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

рівень зносу та можливість нарощування.

Сутність холодного способу полягає у застосуванні рідкої гуми, завдяки якій вдається приховати наявні пошкодження та забезпечити якісний контакт каркасу та протектора.

Далі колесо ґрунтується за допомогою екструдера і на підготовлене полотно укладається протектор із необхідним візерунком.



Рисунок – 19. Укладання протектора.

Після завершення робіт шина накачується, а зайва гума обрізається. Завершальний етап наварювання шини – вулканізація та діагностика, після чого майстри видають талон гарантії на 100 тисяч пробігу.

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63



Рисунок – 20. Діагностика шин після відновлення.

Перевага холодного нарощування - можливість відновлення гуми великого діаметра, що застосовується на вантажних машинах, позашляховиках та великої техніки.



Рисунок – 21. Укладання протекторного шару.

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Гаряче наварювання.

Має багато спільного з технологією, що описана вище. Зокрема, тут проводиться первинна перевірка, шорсткування, основний ремонт та накладання нового шару.

Різниця в тому, що підходи до організації цих процесів відрізняються.

Принцип відновлення полягає у накладанні на гуму додаткового шару, який не піддавався вулканізації.

При цьому нанесення нового протектора проводиться на етапі вулканізування, із застосуванням спеціальних форм та під впливом температури 140 градусів Цельсія.

Сьогодні такий спосіб відновлення майже не застосовується. Він характерний для покришок легкових машин та мікроавтобусів, що мають гуму діаметром 13-16 дюймів.

Етапи роботи обладнання, що застосовується

Нижче докладніше розглянемо етапи наварювання шин та обладнання, що застосовується.

Відновлення проводиться у кілька етапів:

Огляд шини – найважливіша складова робіт. Тут проводиться детальний огляд каркасу з подальшим визначенням можливості його відновлення. Оцінки піддаються коронки, бічні частини та борти. Усі дефекти зазначаються, після чого оформляється спеціальна картка покришки. Якщо, на думку майстра, відновити гуму не можна, то вона утилізується.

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок – 22. Огляд шини.

Шерехування - процес видалення (зрізання) залишків старого протектора. Тут застосовуються можливості спеціального верстата, на якому надається розмір, каркас та текстура виробу. «Очищення» шини проводиться за допомогою спеціальної коронки обдирки.



Рисунок – 23. Процес шорсткування.

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Ремонт. На цьому етапі майстер усуває знайдені дефекти (проколи та порізи), якщо є можливість їх відновлення. Робота провадиться на спеціальному верстаті, де пошкоджені ділянки зачищаються, і проводиться армування пошкоджень за допомогою латок.



Рисунок – 24. Ремонт.

Підготовка до вулканізації. Наступним етапом гума обробляється із застосуванням сирової гуми, після чого дається 15-25 хвилин на висихання нанесеного шару. Після цього зовнішні пошкодження заповнюються сировою гумою, а на каркасну частину наноситься спеціальна стрічка (також із сирової гуми), яка виконує роль прошарку між протектором та каркасом.

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

каркаса завершено, проводиться його фіксація у верстаті з надяганням на виріб спеціального конверта. У внутрішню частину каркаса вкладається обід камери (для ефективного викачування зайвого повітря та забезпечення контакту між протектором та каркасом). Далі каркас міститься на спеціальний транспортер, який переправляє виріб до наступного етапу обробки.



Рисунок – 27. Упаковка в конверт та встановлення обода.

Вулканізація. Ця процедура проводиться із застосуванням автоклаву. При цьому майстер повинен контролювати одразу три параметри – температурний режим, тиск та час. Далі каркаси прямують у люк автоклава та підключаються до вакуумного насоса. Після за рахунок створення високого тиску (до шести бар) відбувається якісне зчеплення протектора та каркасу. Завдяки дії високої температури ефективність роботи зростає. Відбувається вулканізація сирої гуми та "зливання" нового протектора з каркасом.

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69



Рисунок – 28. Вулканізація.

Зняття обода та конверта. На завершальному етапі проводиться вивантаження покриток з автоклаву, після чого закладається нова гумова партія для вулканізації. Готові вироби направляються для демонтажу камери, обода та конверта. На завершальному етапі проводиться контрольна перевірка. Якщо є дефекти, вони одразу виявляються.

Виробничий цикл наварювання шин показаний на схемі нижче.

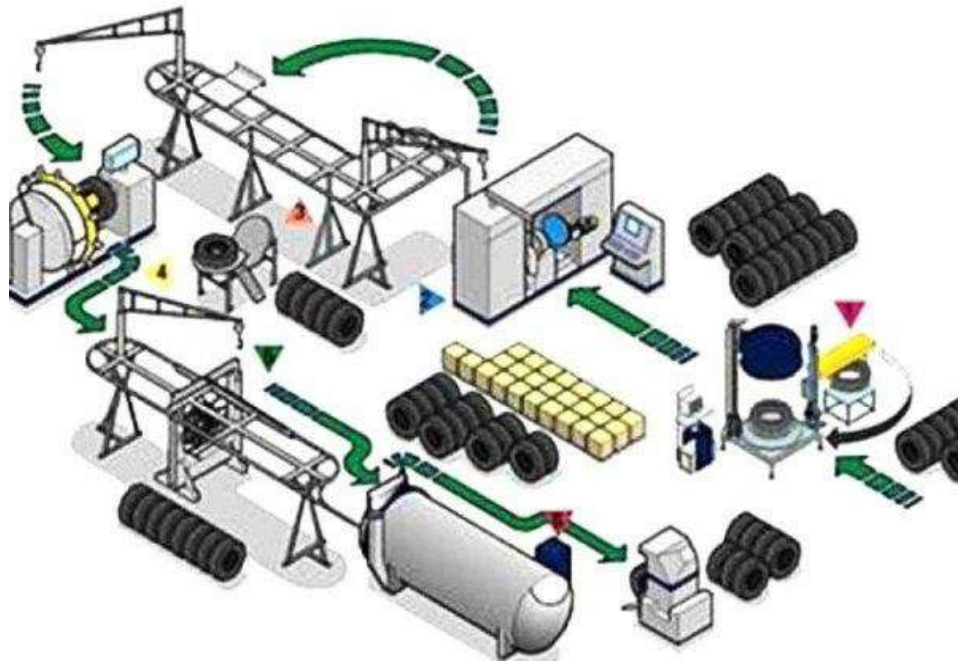


Рисунок – 29.

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

Таким чином, для відновлення шин застосовуються наступні верстати:



Рисунок – 30. Для мікропористого огляду;



Рисунок – 31. Для інспекції під тиском;

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71



Рисунок – 32. З ЧПУ для шорсткування



Рисунок – 33. Автоматичний (ручний) верстат для накладання стрічки протектора;

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72



Рисунок – 34. Для екструдування та накладання клею;



Рисунок – 35. Автоклав.

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73



Рисунок – 36. Екструдер та інше обладнання.



Рисунок – 37. Зняття верхнього шару на спеціальному верстаті.

Самостійне наварювання шин доступне лише за наявності певних навичок та спеціального обладнання. В іншому випадку цей процес краще доручити майстрам. Що стосується процесу відновлення, він схожий на те, що вже описаний вище:

Візуальний огляд з виявлення дефектів та визначенням можливості відновлення;

Знімає верхній шар на спеціальному верстаті. Робота виконується доти, доки товщина виробу не буде рівномірною. Шліфування. Якщо після виконання

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

робіт на поверхні залишаються вм'ятини, проводиться обробка із застосуванням спеціальної замазки (продається в автомагазинах);



Рисунок –328. Шліфування

Нанесення шару протекторної стрічки (остання має клейову основу, що спрощує монтаж);



Рисунок – 39. Нанесення шару протекторної стрічки

Упаковка шини, шляхом вставки камер всередину та назовні колеса

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

Розміщення виробу в автоклав із підключенням кисневих шлангів.
Усередині автоклава проводиться спаювання шини та стрічки протектора.



Рисунок. - . 40. Приміщення.вироби в автоклав з підключенням кисневих шлангів.

Огляд готового виробу.

Наварені покриття, незважаючи на підвищену міцність, рекомендується ставити задню вісь.

Завдяки такій передбачливості вдається уникнути випадкового розриву шини у процесі руху.

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

1. Шина є однією з важливих запчастин автомобіля. Кожна шина повинна бути здатна витримувати вагу транспортного засобу, а також передавати якомога більшу силу приводу, гальмування та бічні навантаження. Шини не можуть триматися вічно, вони зношуються. Їхня довговічність, задана конструктивно, обмежена, з одного боку, старінням шин, і, з іншого боку, режимом експлуатації.

2. Загалом довговічність шин визначається стилем водіння, навантаженням автомобіля, умовами дорожнього руху та доглядом (тиск повітря) Проблема утилізації автомобільних покришок вже не перший рік залишається актуальною проблемою для розвинутих країн. Це пов'язано зі збільшенням утворення відпрацьованих автопокришок, які потрібно кудись подіти.

3. Відомі кілька основних способів переробки автомобільних покришок, основними з яких є: - Спалювання (іноді використовують для отримання енергії); - піроліз гуми (отримання рідкого палива, мазуту); - відновлення шин (гаряче та холодне наварювання); - подрібнення (отримання гумової крихти). Кожен із цих способів має свої переваги та недоліки, і розроблений для певної мети, яка легко проглядається в їхній суті – це отримання гумової крихти (муки) чи палива.

4. Наведені в роботі способи відновлення шин продовжують термін служби та використання шин, зменшує витрати і немає необхідності в подальшій утилізації шини. Так як відновлювати легкові шини через особливості будови легкової покришки та її швидкісних характеристик дуже затратно і не безпечно, найкращим застосуванням даних технології знайшлися у відновленні вантажних шин.

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури та джерел

1. Кисликов В. Ф., Луцик В. В. Будова й експлуатація автомобілів. – Київ: Либідь, 1999. – 400 с.
2. Сирота В. І. Основи конструкції автомобілів: навчальний посібник. – Київ: Арістей, 2005. – 280 с.
3. Кошарний М. Ф. Основи механіки та енергетики автомобіля: навчальний посібник. – Київ: Вища школа, 1992. – 200 с.
4. Основенко М. Ю., Сахно В. П. Автомобілі: навчальний посібник. – Київ: НМК ВО, 1992. – 344 с.
5. Сахно В. П., Безбородова Г. Б., Маяк М. М., Шарай С. М. Автомобілі. Тягово-швидкісні властивості та паливна економічність: навчальний посібник. – Київ: КВІЦ, 2004. – 174 с.
6. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: підручник. – Київ: Знання-Прес, 2003. – 511 с.
7. Чабанний В. Я. Ремонт автомобілів: навчальний посібник. – Кіровоград: Друкарня, 2007. – 720 с.
8. Сідашенко О. І. Ремонт машин та обладнання: підручник. – Київ: Агроосвіта, 2014. – 665 с.
9. Марчук Р. М. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Правила дорожнього руху». – Рівне: НУВГП, 2016. – 50 с.
10. Основи керування автомобілем та безпека дорожнього руху: навчальний посібник для ВНЗ. – Київ: ВІКНУ, 2011. – 368 с.
11. Кашканов А. А., Грисяк О. Г. Безпека руху автомобільного транспорту: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 58 с.
12. Біліченко В. В., Зелінський В. Й., Севостьянов С. М. Основи конструкції автомобілів. Ходова частина: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2007. – 59 с.
13. Біліченко В. В., Варчук В. В., Вдовиченко О. В. Менеджмент технічних служб на автотранспортних підприємствах: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2007. – 117 с.
14. Буренніков Ю. А., Кашканов А. А., Ребедайло В. М. Рухомий склад автомобільного транспорту: робочі процеси та елементи розрахунку: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2009.

					КРБАТ 25.22126.000. ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		