

## РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ ЗА РАХУНОК ПОВТОРНОГО ВИКОРИСТАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ШИН

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Проаналізовані способи переробки відпрацьованих шин та можливі варіанти повторного використання шин для впровадження ресурсозбереження за рахунок повторного використання автомобільних шин.*

**Ключові слова:** автомобіль, шина, ресурсозбереження, рециклінг, піроліз, переробка, відновлення, подрібнення гуми.

### *Abstract*

*Analyzed ways of recycling waste tires and the possible reuse of tires for the implementation resource conservation by reusing tire.*

**Keywords:** car, tire, resource conservation, recycling, pyrolysis, recycling, recovery, shredding rubber.

### Вступ

Безперервний ріст парку автомобілів у всіх розвинених країнах призводить до постійного збільшення кількості зношених автомобільних шин. Проблема переробки зношених автомобільних шин і гумовотехнічних виробів, що вийшли з експлуатації, має велике екологічне й економічне значення.

В свою чергу шини є споживчим товаром необхідним для економіки кожної країни, проте неналежна утилізація шин може впливати на навколишнє середовище та здоров'я людини. Оскільки утворення відходів неминуче, важливо застосовувати обґрунтовані системи ресурсозбереження для зведення до мінімуму утворення відходів, а також для максимально широкого застосування повторного використання та утилізації зношених шин. Загальносвітові запаси зношених автомобільних шин оцінюються в 25 млн. т. при щорічному прирості не менш 7 млн. т. На європейські країни припадає 3 млрд. шт. зношених автомобільних шин (близько 2 млн. т.).

У більшості індустріальних країн є методи і програми, спрямовані на підтримку зберігання і переробки відпрацьованих покришок. Але із загальної кількості тільки 23% зношених покришок знаходять застосування (експорт в інші країни, спалювання з метою одержання енергії, механічне роздрібнювання для покриття доріг тощо). Інші 77% використаних автомобільних покришок ніяк не застосовуються через відсутність рентабельного способу їх утилізації. В Україні щорічний обсяг автомобільних покришок, що викидаються, становить більш 150 тис. т. За прогнозами Конференції ООН з навколишнього середовища і розвитку, обсяг зношених автомобільних шин до 2025 р. зросте в 3 – 4 рази. [1-2].

Тому метою роботи є дослідження можливих варіантів ресурсозбереження за рахунок повторного використання автомобільних шин.

### Результати дослідження

Специфіка переробки зношених покришок визначається тим, що вони містять елементи, виконані з різних типів гуми, значну кількість металевго дроту (до 15 % ваги) і синтетичного корду. Тому, з метою ефективної утилізації покришок, доводиться ретельно відокремлювати гуму від синтетичного корду і металокорду. Наприклад, при одержанні вторинних гум із використанням відходів шинної гуми вміст металевих часток у вторинному продукті не повинен перевищувати 0,01 – 0,03 % ваги. Видалення металокорду призводить до ускладнення технологічного обладнання та здорожчання процесу переробки. Тому переробка і вторинне використання шин, що вийшли з експлуатації, надзвичайно актуальна для України, як і для більшості індустріально розвинутих країн, має велике екологічне й економічне значення.

Слід також зазначити, що значний вплив на ступінь зношеності шин чинять режими експлуатації автомобіля та режими гальмування [3], контроль тиску в шинах, кутів розвалу та сходження коліс, балансування коліс, перевантаження і т. д. В свою чергу шини не піддаються біологічному розкладанню, оскільки термін їх розкладання не піддається визначенню. Використані шини являють собою відходи, які займають великий фізичний простір, а їх ущільнення, збір і утилізація пов'язані з труднощами [1-2].

Виникаючи в результаті довготривалого зберігання шин під відкритим небом пожежі генерують викиди чорного диму, двоокису вуглецю, летючих органічних сполук і небезпечних забруднювачів повітря, таких як поліциклічні ароматичні вуглеводні, діоксини, фурани, хлороводень, бензол, поліхлордифеніли, миш'як, кадмій, нікель, цинк, ртуть, хром і ванадій.

За експертними оцінками в Україні тільки за останні п'ять років ринок автомобільних шин склав 4 – 6 млн. штук за рік, в результаті чого щорічно утворюється понад 180 тис. тонн цих відходів. На діючих потужностях утилізуються лише близько 14 тис. тонн на рік зношених шин, що складає менше 10% від потреби. В Україні взагалі відсутні потужності, що використовують новітні технології утилізації зношених шин. Наведемо варіанти повторного використання шин [4-5]:

- в спорудах для захисту узбережжя морів та річок від ерозії, штучних берегів водоймищ, хвилерізів, дамб;

- покриття невеликих діаметрів застосовуються в конструкції стрічкових транспортерів замість несучих металевих роликів;

- здатність покриттів зм'якшувати удари використовується для запобігання ушкоджень бічних частин судів від ударів при швартуванні;

- шини використовуються як основа при розвантаженні вантажів або як фундамент для кріплення установок, що створюють вібрацію в процесі роботи;

- з покриттів створюються бар'єри й огороження автомобільних доріг, вони застосовуються при будівництві доріг, аеродромів, злітних площадок;

- ефективним рішенням є використання утильних покриттів як будівельних блоків для стін гаражів, майстерень, складів і т. п.;

- армовані металокордом зношені покриття використовуються як паливо в обертових цементних печах. Теплотворна здатність покриттів складає 33...35 Мдж (8600 ккал/кг) проти 27...30 Мдж (7300 ккал/кг) для вугілля. Спалювання шин відбувається в першу чергу в цементній промисловості і на теплоелектроцентралях. Шини використовуються тут як матеріал-замінник вугілля і мазуту. Головним недоліком переробки спалюванням є знищення хімічно дорогіших речовин і негативний вплив на навколишнє середовище;

- покриття для підлоги одержані з крихти переробленої гуми можуть витримувати суворі умови експлуатації, наприклад в таких місцях, як: спортивні зали, гаражі, склади, дитячі майданчики і т. д.

Наведемо варіанти застосування подрібненої гуми:

- порошкова гума з розмірами частинок від 0,2 до 0,45 мм використовується в якості добавки (5 ... 20%) в гумові суміші для виготовлення нових автомобільних покриттів, масивних шин та інших гумотехнічних виробів. Застосування гумового порошку з високорозвиненою питомою поверхнею частинок, яка одержується при його механічному подрібненні, підвищує стійкість шин до згинальних впливів і ударів, збільшуючи термін їх експлуатації;

- порошкова гума з розмірами частинок до 0,6 мм використовується в якості добавки (до 50 ... 70%) при виготовленні гумового взуття та інших гумотехнічних виробів. При цьому властивості таких гум (міцність, деформованість) практично не відрізняються від властивостей звичайної гуми, виготовленої з сирих каучуків;

- порошкова гума з розмірами частинок до 1,0 мм можна застосовувати для виготовлення композиційних покривельних матеріалів (рулонної покривлі і гумового шиферу), підкладок під рейки, гумово-бітумних мастик, вулканізованих і не вулканізованих рулонних гідроізоляційних матеріалів;

- порошкова гума з розмірами частинок від 0,5 до 1,0 мм застосовується в якості добавки для модифікації нафтового бітуму в асфальтобетонних сумішах.

Проаналізуємо можливі способи переробки відпрацьованих шин:

- відновний ремонт накладенням нового протектора;

- регенерація гуми;

- піроліз в умовах відносно низьких температур з отриманням легкого дистилляту, твердого палива, близького за властивостями до деревного вугілля, і металу;

- переробка на гумову крихту і порошок, що використовуються для заміни натурального і синтетичного каучуку при виготовленні полімерних сумішей і будматеріалів.

Отже технології переробки зношених автомобільних покришок можна розділити на п'ять груп:

- використання цілих шин для різних цілей;
- спалювання відпрацьованих шин із одержанням енергії;
- подрібнення шин із метою одержання гумової крихти і порошку;
- виробництво регенованого промислового матеріалу;
- піроліз автомобільних покришок.

Розглянемо переваги і недоліки технології переробки зношених автомобільних покришок [4-6].

1. На сьогоднішній день стосовно спалювання шин змінилися умови, особливо в області захисту навколишнього середовища, усвідомлення необхідності раціонального поводження з природними ресурсами, а також створення інноваційних технологій з переробки використаних шин, все це вимагає нового, критичного підходу до даного методу переробки.

У зв'язку з необхідністю захисту довкілля та згідно з відповідними правовими актами, установки зі спалювання шин повинні бути забезпечені дорогим очисним обладнанням, яке б обмежувало викид шкідливих речовин в атмосферу.

Потрібні для цього великі капіталовкладення знижують економічну цінність автопокришки як енергоносія. Таким чином, втрачається економічна перевага від використання покришок у вигляді дешевого палива по відношенню до інших методів переробки.

2. Для отримання палива, при вторинній переробці шин, сьогодні використовується метод піролізу. Він являє собою процес термічного розкладання органічних сполук що містяться в шинах, без доступу кисню. Піроліз шин сьогодні є найбільш економічним і екологічно чистим методом їх утилізації, оскільки він не тільки вирішує питання переробки шин, але і дозволяє отримувати паливо буквально зі сміття. З однієї тонни гуми виходять наступні продукти:

- технічний вуглець, який використовується в якості наповнювача у виробництві невідповідальних гум, транспортерних стрічок і т. д. Так само він є пігментом для виробництва фарб. Технічний вуглець більш низької якості широко використовується в будівництві (з нього робиться тротуарна плитка, бетонні вироби і цегла);

- термолізний газ, який є аналогом природного газу. Даний газ досить чистий, і може вільно використовуватися для міні-котелень, для отримання теплової і електричної енергії;

- пресований металокорд, використовується для потреб металургійної промисловості. Він може реалізовуватися як металобрухт, як в'язальний дріт (за умови його додаткового відпалу);

- синтетична нафта, яка за своїм складом практично ідентична природній. За умови її очищення вона здатна замінити багато нафтопродуктів.

3. Подрібнення відходів гуми визнається найпростішим і раціональним способом переробки, оскільки дозволяє максимально зберегти фізико-механічні та хімічні властивості матеріалу.

Відомо багато способів використання гумової крихти, наприклад:

- дорожнє покриття (спеціальна суміш, яка використовується при асфальтоукладальних роботах;

- шумопоглинальні пластини, що використовуються на залізницях;

- покриття для будівельних майданчиків, дитячих майданчиків;

- доріжки, що знаходяться поруч з басейнами і т. п.;

- підлога для торгових павільйонів та інших місць, оскільки гумове покриття володіє багатьма позитивними характеристиками, такими як шумоізоляція, теплоізоляція, амортизуючі властивості.

4. Відновлення шини – це її капітальний ремонт, при якому відновлюється або протектор шини, або протектор і боковина, з метою продовження терміну експлуатації автомобільної покришки.

Відновлення є екологічним способом, при якому може бути підвищений термін експлуатації шини. З одного боку, це призведе до зменшення кількості відходів, з іншого – до економії ресурсів, тому що для відновлення шини необхідно в середньому близько 5 л сирової нафти, а для виробництва нової автомобільної шини – 35 л.

5. За останній час з'явилася технологія подрібнення зношених шин (криогенна). За цією технологією шини спочатку заморожують, потім руйнують. За рахунок замороження процес руйнування і відокремлення металокорду спрощується. Ця технологія розповсюджена в США, а добутий таким способом порошок гуми має назву криогуми.

6. Інша технологія передбачає різання шини струменем води під великим тиском. При цьому утворюється велика кількість стічних вод і постає проблема висушування крихти. Загальним недоліком методів є низька активність крихти по причині слабо розвиненої поверхні частинок.

Подрібнення гуми па дробарках ударно-ріжучої дії не продуктивне. Наявність гострих ріжучих поверхонь вимагає їх частого заточування.

### Висновки

Однією з найбільш проблемних сфер людської діяльності є автомобільний транспорт, відходи якого є особливо агресивними по відношенню до навколишнього середовища, і хоча в даний час активно досліджуються різні шляхи переробки цих відходів, радикального вирішення проблеми поки не існує. Для успішного вирішення проблеми вторинного використання та переробки зношених шин в Україні необхідно визначити області можливого використання подрібненої гуми і створити ринок виробів і матеріалів, що виготовляються з одержуваної крихти при переробці вторинної сировини, особливо в зв'язку з прогнозованим збільшенням обсягів переробки зношених шин. Частка відновлених шин в різних країнах неоднакова. Так, наприклад, в США відновлення фактично не грає ніякої ролі, в Японії відновлюється лише кожна десята шина, у Німеччині – кожна п'ята, у Нідерландах – кожна третя. Також слід зазначити, що використання вторинних матеріальних ресурсів з відходів переробки зношених автомобільних шин дозволяє істотно скоротити обсяги виробництва і використання спеціальних промислових матеріалів, знизити техногенне навантаження на навколишнє природне середовище.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пальгунов П. П. Утилизация промышленных отходов / П. П. Пальгунов, М. В. Сумароков. – М. : Стройиздат, 2010. – 352 с.
2. Кужель В. П. Екологія та ресурсозбереження на автомобільному транспорті / В. П. Кужель, С. М. Севостьянов. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 105 с.
3. Кашканов А. А. Комплексна програма оцінювання експлуатаційних гальмових властивостей автомобілів при експертизі ДТП / А. А. Кашканов, В. П. Кужель, О. Г. Грисюк // Вісник СХУ ім. Володимира Даля. – 2011. – № 12(149). – С. 118 – 122.
4. Кім К. К. Новий метод утилізації автомобільних шин з металокордом / К.К. Кім, І.М. Карпова // Безпека життєдіяльності. – 2012. – №7. – С. 24 – 27.
5. Технології утилізації та переробки шин – [Електроний ресурс]. Режим доступу: <http://ecogreenline.com.ua/ua/articles/21> (дата звернення 08.02.2016). – Назва з екрана.
6. Кужель В. П. Наслідки шкідливого впливу автомобільного транспорту на навколишнє середовище / В. П. Кужель, О. Ф. Ковальов // Матеріали VIII міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 19–21 жовтня, 2015 р.: Збірник наукових праць / Міністерство освіти і науки України, Вінницький національний технічний університет [та інш.]. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – С. 130 – 132.

**Кужель Володимир Петрович**, канд. техн. наук, доцент кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kuzhel-2004@rambler.ru

**Мотолов Сергій Валентинович** – студент групи 1АТ-15м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: sergiy666sergiy@mail.ru

**Kuzhel Volodimir P.**, Ph.D., associate professor of automobiles and transportation management department, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: kuzhel-2004@rambler.ru

**Motolov Serhiy V.** – student of 1AT-15sp, Faculty for Machine Building and Transport, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: sergiy666sergiy@mail.ru