

УДК 623.438

**ШЛЯХИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРОБЛЕМИ ПЕРЕРОБКИ ВІДПРАЦЬОВАНИХ ШИН****Крещенецький В.Л., Капітула В.Я.****WAYS OF DECISION OF PROBLEM OF PROCESSING OF EXHAUST TIRES****Kreschenetskiy V., Kapitula V.**

*Проведена робота щодо аналізу проблемного та небезпечного для довкілля питання про утилізацію та вторинну переробку зношених автомобільних шин, а також інших гумотехнічних виробів, що вийшли з експлуатації. Представлено аналіз та огляд способів і технологій утилізації автомобільних шин у світі та напрями використання відходів у вигляді дисперсних матеріалів. Розглянуто сучасні переробні технології, що дозволяють розкладати відпрацьовані автомобільні шини на корисні сполуки, які можна використати для виробництва корисних людству речей.*

**Ключові слова:** автомобільні шини, вторинна переробка шин, піроліз.

**Постановка проблеми.** Наразі у світовій практиці активно ведуться новітні розробки щодо проблеми утилізації відпрацьованих шин та подрібнених відходів з гуми. Дуже часто на звалищах можна побачити величезні купи відпрацьованих шин, які є серйозними забруднювачами нашої екології. В цих, нікому не потрібних шинах, є оксиди сірки та різноманітні сполуки цинку й інших шкідливих речовин, що при згорянні виділяються із гуми.

Кількість автомобілів невпинно росте, а з ними і кількість відпрацьованої гуми, що змушує світових лідерів серйозно замислитися над проблемою утилізації та переробки такого виду відходів. Згідно із даними, наданими Європейською Асоціацією (ETRA), лише в Європі щорічно на звалище викидається понад 2 млн т зношених шин. На жаль, методом подрібнення утилізують приблизно 10% шин, 20% йде як паливний матеріал.

В Україні це питання стоїть ще гостріше. За даними Міністерства екології, проблема відпрацьованих шин сягнула в Україні досить широких масштабів: щорічно в країні автомобілістами викидається близько 180 тис. т використаних автомобільних шин. Разом з тим на спеціалізованих підприємствах переробляється тільки мізерна частка цього матеріалу – до 14 тис. т, або не більше 8%. Вся справа в тому, що утилізацією шин займається досить невелика кількість підприємств: з економічної точки зору, за-

вод з переробки шин є не надто вигідною інвестицією. Хоча так лише в Україні, через те що в промисловості не впроваджуються сучасні технології, орієнтовані на безвідходне виробництво. Зате за кордоном попит на продукцію шинопереробних заводів досить високий.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Зношені шини є потужним джерелом забруднення нашої атмосфери і не тільки автомобільні шини не можуть природним чином розкладатися; шини не є вогнетривкими, а при загорянні виділяють в повітря шкідливі канцерогени.

Проте у відпрацьованих шинах можна знайти і позитивні сторони – це набір корисного для переробки матеріалу: метал, каучук, а також текстильний корд.

Сьогодні проблема із відпрацьованими шинами є надто актуальною, адже переробка цього на перший погляд «сміття» має у собі великий екологічний і економічний потенціал. Звертаючи увагу на те, що ціни на нафту ростуть, використання вторинних матеріалів – це вимушена дія всіх розвинених країн світу.

Вже досить давно провідні компанії світу ведуть розробки та дослідження в галузі переробки відпрацьованих шин. Сьогодні нам доступні технології, що дозволяють отримувати із шин енергію (спалюючи їх) та подрібнений порошок для подальшого застосування, наприклад, будівництві автомобільних доріг.

**Мета.** Метою даного дослідження є вирішення проблеми з утилізацією та переробкою відпрацьованих шин, а також можливі методи для досягнення цієї мети.

**Основна частина.** Зношені шини використовуються для побудови штучних рифів, що можуть стати місцем проживання різних морських організмів. Фірмою «Гудер», наприклад, недалеко від берегів Австралії був побудований такий риф. На його монтування пішло 15 тис. шин. В Німеччині створено таким чином аж 200 нерестовищ для риби. Відп-

рацьовані шини слугують захистом від селей та обвалів ґрунту. Для цього схили покривають шинами, засипають ґрунтом і засівають травою.

Останньою розробкою німецької компанії «Органік» є новітня технологія конструкції звукоізолюючих огорож на автомагістралях. В шинах вирізають одну із сторін, потім ці сторони з'єднують і заповнюють ґрунтом. В результаті утворюється похилий спуск, який можна озеленити. Така схема не розповсюджує звук і вимагає 5 тис. відпрацьованих шин на 100 м довжини бар'єру. Одночасно конструкція слугує ще одним засобом безпеки.

Спалювання відпрацьованих шин сприймається зовсім неоднозначно представниками екології. Внаслідок горіння шин виділяється оксид сірки, а також деякі сполуки цинку. Яскравим прикладом горіння великої кількості відпрацьованих шин є серйозна пожежа, що сталася на одному складі в Канаді (14 млн шин). В димі над пожежею експертами було виявлено деякі канцерогенні субстанції і трішки шкідливого діоксиду. Слід зазначити, що пожежу гасили цілих 17 днів. Внаслідок викиду отруйних димів довелося евакуювати населення.

Однак вчені зазначають, що продукти спалювання шин у печах можуть не забруднювати атмосферу і в технічному відношенні немає проблем в організації повного і безпечного згорання шин в існуючих печах, слід лише обладнати печі спеціальними фільтрами очищення викидів. Проте побудова печей і очисних конструкцій для вилову шкідливих газів і сполук важких металів потребує серйозних матеріальних затрат. Існує інформація, що використання шин в якості палива вимагає витрат близько 20-25 або навіть 30-35 доларів США на тонну. Такий вид спалювання шин є не дуже перспективним, також і з енергетичної точки зору: з урахуванням ККД при спалюванні невеликої шини кількість енергії приблизно дорівнює отриманій від спалювання 3 л нафти. За даними енергетичних компаній, енергія, накопичена в шині, дорівнює енергії, що отримується при спалюванні 27...30 л нафти (21 л витрачається на виготовлення сировини і 6 л на процес переробки).

У Великобританії працює піч для спалювання шин фірми «Гудер» і «Ейвон», а фірма «Оксфорд енерджі» розпочала побудову заводу з отримання електроенергії завдяки спалюванню шин за технологією компанії «Гумма Майер» (Німеччина).

Фірмою «Елм Енерджі і Рісайклінг ЛТД» отримано дозволи та асигнування на будівництво заводу по спалюванню 90 тис. т зношених шин (12 млн шт.) в окрузі Волверхемптон з метою виробництва 25 МВт електроенергії на рік.

Італійськими майстрами з відомої компанії «Марангоні», ще з далекого 1982 року, використовуються дві печі для утилізації відпрацьованих шин. Фірма утилізує близько 10 тис. т шин на рік. Внаслідок спалювання шин утворюється корисна пара, що є досить екологічним і дружним до довкілля рішенням.

Завдяки спалюванню 8000 т шин економиться майже 6000 т палива.

В Північній Америці, штат Каліфорнія, м. Оксфорд, в 1987 р. розпочав свою роботу завод фірми «Оксфорд Енерджиустлі» з отримання енергії при спалюванні зношених шин. Він має потужність – 5 млн шин на рік. Після того, як завод почав працювати на повну потужність, став приносити непоганий дохід своїм власникам. На протязі 3 років заводом утилізовано 15 млн шин. Одержуваний під час згорання сталевий шлак використовується в цементній промисловості або при будівництві доріг. Зола, що вміщує окис цинку, відловлюється, очищається і відправляється на переробку для отримання цинку. Отриману сірку перемішують з вапном. Потім з цієї суміші виготовляють гіпс, який може бути використаний як добриво або як будівельний матеріал.

Вартість 1 кВт/год виробленої електроенергії при спалюванні зношених шин становить 8,5 цента. Для порівняння приблизно 9 центів США у разі застосування альтернативних видів енергії (вітру і сонця). Однак електроенергія, яку отримують при спалюванні газу і нафти, значно дешевше.

Головною причиною того, що в багатьох країнах використовують метод спалювання, є те, що у них недостатньо розвинені технології для ефективною утилізації відпрацьованих шин.

Сьогодні одна із сучасних технологій американської компанії «Бриджстоун Файрстоун» досить успішно застосовується в Японії ще з далеких 1980-х. Суть технології в тому, що цілі або шматки шин засипаються в обертову піч, де зазвичай температура вихідних газів доходить до 1200...2800 °С. Завдяки правильній переробці відновлений металокорд використовують у випуску будівельного цементу. За словами американських технологів, перехід на даний тип переробки шин буде коштувати десь 100-500 тис. доларів США, причому окупиться проєкт за рік.

Застосування зношених шин у цементній промисловості дозволяє заощаджувати 1...2% основного виду палива. Ще в 1982 році німецькою фірмою «Рорбахцемент» була запущена спеціальна піч для одержання цементу високої якості, в якій в якості палива частково виступали спалені шини. Проте існує й інша сторона медалі. Так, у Швейцарії компанія «Джурацемент Уоркс» в 1989 р. припинила спалення шин у цементних печах через забруднення навколишнього природного середовища продуктами згорання.

Два мільярди шин, присутні на звалищах США, еквівалентні 20 млн т вугілля і гарантують цементному виробництву постачання дешевого палива протягом тривалого часу.

Наразі в Штатах з 200 існуючих установок лише 12 спалюють відпрацьовані шини, незважаючи на те, що витрати на заміну вугілля зношеними шинами незначні.

Перспективними серед більшості розвинених країн (США, Японії, Німеччини, Швейцарії та ін.)

вже досить тривалий час вважаються дослідно-промислові заводи з піролізу шин потужністю 7...15 тис. т на рік.

Процес промислового піролізу відбувається у вакуумі за допомогою різних каталізаторів в спеціальних реакторах постійної і короткої дії.

Системи піролізу, популярні в 70-і рр. минулого століття, виявилися незручними в експлуатації протягом тривалого часу. Сьогодні цей напрямок не виправдав сподівань, які на нього покладались. Велика частина таких установок працювала в періодичному режимі. Одержувані продукти вимагали додаткового очищення перед застосуванням, а витрати не покривалися вартістю одержуваних матеріалів. Фахівці вважають, що проблема піролізу старих шин практично вичерпана через високі витрати і низьку якість одержуваних продуктів.

Однак фірма «Енержі Рисерч Інтернейшнл» США удосконалила технологію піролізу на своїй установці «Реактор». Установа може переробляти 1 млн легкових шин щорічно, отримуючи з 1 т шин 160 галонів дизельного масла, 500 фунтів високосортного технічного вуглецю і 300...400 фунтів сталевго дроту.

Американська компанія «Америкен Тайррекламейшн» запатентувала новітній економічний одноступінчатий процес піролізу використаних шин, особливість якого полягає в поліпшенні якості залишкового технічного вуглецю завдяки очищенню його від домішок.

У Японії на фірмі «Хебенрісайклер» діє завод з піролізу шин періодичним методом. Слід зазначити, що найбільш ефективний піроліз цілих шин – подрібнення, вимагає значних витрат, а отриманий матеріал важко обробляється в реакторах.

Подрібнення шин вважається найбільш привабливим методом їх переробки, оскільки він дозволяє максимально зберегти фізичні властивості гуми в продуктах переробки. Методи подрібнення прийнято розділяти на подрібнення при позитивних температурах і криогенне подрібнення.

У США в 1990 р. було вироблено гумові крихти методом дроблення зношених шин: при позитивних температурах 80...90 млн фунтів; криогенним методом 30...35 млн фунтів.

Перша установка з отримання гумової крихти криогенним методом в США почала функціонувати в компанії «Мідвест Еластомерікс» в штаті Огайо в 1979 р.

У Великобританії фірмою «Мірен Інвестмент Корпорейшн» мають бути побудовані три заводи з подрібнення шин, на яких буде перероблятися 12 млн штук щорічно. Заводи будуть забезпечуватися сировиною через пункти збору та сортування шин.

Японською компанією «Осана газ енджінірінг» в 1977 р. був розроблений криогенний спосіб дроблення шин. Недоліком способу вважаються великі експлуатаційні витрати на рідкий азот. Експлуата-

ційні витрати при дробленні і позитивних температурах невеликі, але вартість обладнання вища, ніж при використанні низькотемпературного дроблення. У зв'язку з цим фірма пізніше розробила комбінований спосіб: грубе дроблення при позитивних температурах, а подальше подрібнення в порошок при низьких температурах і побудувала відповідну компактну і повністю автоматизовану установку з річною продуктивністю 7000 т.

У Японії виробляють гумову крихту з шин (при звичайних і низьких температурах). Якість крихти регламентується стандартом Японського наукового товариства, відповідно до якого визначаються фракційний склад, щільність, вміст золи, а їх величини залежать від вимог споживачів.

В колишньому СРСР також проводилися розробки, адже саме там інженери винайшли та впровадили цілий ряд установок, що уміли переробляти зношені шини, щоправда тільки з текстильним кордом. До 1990 р. функціонувало понад 10 заводів з виробництва регенерату з відпрацьованих шин, при цьому кожен завод мав у своєму складі лінію подрібнення. Для переробки шин використовували технологію подрібнення при позитивних температурах на валковому і млиновому обладнанні.

**Висновки.** Слід зазначити, що із проблемою утилізації відпрацьованих шин досить успішно борються світові автовиробники, а також заводи виробники нових шин. Сьогодні існує цілий список методів та способів переробки зношених шин. Звичайно, в деяких із наведених вище методів є свої переваги та недоліки, проте у будь-якому разі ці технології допомагають людству боротися за збереження нашої екології.

Сучасні переробні технології дозволяють розкладати відпрацьовані автомобільні шини та інші гумові предмети на корисні сполуки, які можна з користю використати у виробництві, наприклад, цементу, дорожнього покриття та інших корисних для людства речей. Що стосується конкретно ситуації в Україні, то тут звичайно наша країна не дуже розвинена, адже лише одиниці наважаться вкладати гроші в не дуже прибутковий бізнес. Звичайно, хотілося б, щоб цим питанням займалася наша держава і виділялися кошти на будівництво нових заводів, які б допомогли зберегти нашу природу в чистоті.

#### Л і т е р а т у р а

1. Тарасова Т.Ф., Чапалда Д.І. Екологічне значення і вирішення проблеми переробки зношених автошин // Вісник Оренбурзького державного університету. – 2006. – Т. 2. – № 2. – С. 130-135.
2. Hammer Ch., Gray T.A. Управління комплексного поводження з відходами: штат Каліфорнія: реферат 10 // Ресурсозберігаючі технології. Експрес-інформація. ВІНІТІ. – 2008. – № 3. – С. 14-31.
3. Вещев А.А., Вещев А.А., Проворов А.В. Утилізація зношених покришок пневматичних шин // Каучук і гума. – 2009. – № 4. – С. 37-40.

4. Луговий Ю.В., Косівці Ю.Ю., Сульман Е.М. Каталітичний піроліз полімерного корду зношених автомобільних шин у присутності хлоридів металів підгрупи заліза // Хімія і хімічна технологія. – 2008. – Т. 51. – Вип. 12. – С. 73-76.

#### References

1. Tarasova T.F., Chapalda D.I. Ekologichne znachennja i virishennja problemi pererobki znošenih avtoshin // Visnik Orenburz'kogo derzhavnogo universitetu. – 2006. – Т. 2. – № 2. – Р. 130-135.
2. Hammer Ch., Gray T.A. Upravlinnja kompleksnogo povodzhennja z vidhodami: shtat Kalifornija: referat 10 // Resursozberigajuchi tehnologii. Ekspres-informacija. VINITI. – 2008. – № 3. – Р. 14-31.
3. Veshhev A.A., Veshhev A.A., Provorov A.V. Utilizacija znošenih pokrishok pnevmatichnih shin // Kauchuk i guma. – 2009. – № 4. – Р. 37-40.
4. Lugovij Ju.V., Kosivci Ju.Ju., Sul'man E.M. Katalitichnij piroliz polimernogo kordu znošenih avtomobil'nih shin u prisutnosti hloridiv metaliv pidgrupi zaliza // Izvestija vuziv. Himija i himichna tehnologija. – 2008. – Т. 51. – Вип. 12. – Р. 73-76.

#### **Крещенецький В.Л., Капітула В.Я. Пути решения проблемы переработки отработанных шин**

*Проведена робота по аналізу проблемного і небезпечного для оточуючої середовища питання утилізації і повторної переробки зношених автомобільних шин, а також інших резино-технічних виробів, які завершили свою експлуатацію. Представлено аналіз і огляд способів і технологій утилізації автомобільних шин в світі і напрямки використання відходів в*

*виде дисперсных материалов. Рассмотрены современные перерабатывающие технологии, позволяющие разделять отработанные автомобильные шины на полезные соединения, которые можно использовать для производства полезных человечеству вещей.*

**Ключевые слова:** автомобильные шины, повторная переработка шин, пиролиз.

#### **Kreschenetskiy V., Kapitula V. Ways of decision of problem of processing of exhaust tires**

*Conducted work, in relation to the analysis of problem and dangerous for an environment question about utilization and secondary processing of threadbare motor-car tires, and also other rubber technical wares that went out from exploitation. An analysis and review of methods and technologies of utilization of motor-car tires in the world and directions of utilization of wastes are presented as dispersible materials. Modern processing technologies, that allow to lay out exhaust motor-car tires on useful connections, that can be used for the production of useful to humanity things, are considered.*

**Keywords:** motor-car tires, secondary processing of tires, pyrolysis.

**Крещенецький В.Л.** – к.т.н., доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, ВНТУ, м. Вінниця, Україна, e-mail: gozrah@ukr.net.

**Капітула В.Я.** – студент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, ВНТУ, м. Вінниця, Україна, e-mail: atm-vntu@ukr.net.

Рецензент: Нечаєв Г.І., д.т.н., проф.

Стаття подана 10.04.2013