

МЕХАНІЧНЕ РОЗРІЗАННЯ СПРАЦЬОВАНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ШИН НА ЕЛЕМЕНТИ, ЯК СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЇХ ТРАНСПОРТУВАННЯ І ПЕРЕРОБКИ

Рублюк О.В. (ІФДТУНГ, м. Івано-Франківськ, Україна)

In the article there are given the ways of increasing the effectiveness of transportation and worn tyres processing using their mechanical cutting into unitized unites. There are determined the products which could be obtained by mechanical cutting of the worn tyres.

Вступ. Сучасні тенденції світової економіки полягають у більш раціональному використанні вторинної сировини і покращенні екологічного стану навколишнього середовища. Тому розробка технологічних методів, які одночасно вирішують ці дві проблеми на сьогодні є актуальними і пріоритетними.

Як відомо, капіталовкладення у переробку вторинної сировини, щонайменше, дають ефект у 4 рази більший, ніж порівнювальні капіталовкладення у виробництво первинної сировини. Однією з найбільш привабливих щодо ефективної переробки є вторинна сировина у вигляді спрацьованих автотракторних шин, які містять 45-55% гуми (каучук), 25-35% технічного вуглецю, 10-15% високоякісного металу. Зараз у світі існує стійка тенденція зростання уваги з боку суспільства до проблем переробки відпрацьованих шин, оскільки безконтрольне поводження з цим видом твердих відходів шкідливо відбивається на екологічному стані довкілля, особливо у промислових мегаполісах. В більшості країн Заходу діють спеціальні програми на державному рівні, які стимулюють пошук нових шляхів переробки цього цінного виду вторинної сировини. За відомостями ETRA (Європейська асоціація переробників шин) Європейським Союзом (ЄС) ухвалено рішення щодо заборони поховання цілих шин з 2003 року, а з 2006 р. – рішення одо заборони поховання шин, розділених на шматки. Рада Європи 2 квітня 1999 року прийняла спеціальну Директиву "Про смітники", за якою з 2003 р. вводиться заборона на їхнє спалювання. Окрім цього, у державах ЄС та в США існує відповідна законодавча база, згідно з якою у собівартість автомобільних шин закладають певні кошти для цільового фінансування утилізації шин (від 2-х до 4-х доларів США на одну шину в залежності від її типу).

В таблиці 1 наведені дані про об'єми утворення відпрацьованих шин в різних країнах світу [1]. Рівень переробки і використання спрацьованих шин коливається в досить широких межах. В Японії він складає до 87%, в США і більшості країн Європи — до 60-70%.

Для України ця проблема теж є вельми актуальною, оскільки щороку об'єм утворення спрацьованих шин орієнтовно складає 150 ÷ 180 тис. тон, з яких лише менше третини поступає на вторинну переробку. За цією причиною в Україні накопичились сотні тисяч тон спрацьованих автомобільних шин, з яких біля 70 % від загальної їх кількості є такі, що армовані металевим кордом. Відсутність належного порядку в накопиченні і зберіганні спрацьованих шин призводить до неконтрольованого їх знищення шляхом спалювання і поховання на смітниках, стихійного захаращення узбіч доріг, ярів, тощо, що врешті решт призводить до неприпустимого забруднення довкілля. В місцях же масового накопичення спрацьованих шин, зокрема, на звалищах, які не охороняються, у випадку пожежі виникає реальна небезпека екологічної катастрофи.

Таблиця 1. Об'єми утворення спрацьованих шин в різних країнах світу

Країна	Кількість, тис. т/рік	Країна	Кількість, тис. т/рік	Країна	Кількість, тис. т/рік
США	16000-18000	Англія	400	Німеччина	460-510
Японія	600-750	Швейцарія	50	Австрія	40-46
Канада	220	Данія	30-77	Іспанія	160
Голландія	45-60	Норвегія	26	Росія	15000
Франція	420	Швеція	50		
Італія	250	Фінляндія	30-35		

Оскільки гума відноситься до високомолекулярних матеріалів, які не можуть, на відміну від термопластів, переплавлятися, наприклад, в автоклавах під дією відповідної температури, при її вторинному використанні виникають певні технологічні труднощі. Не дивно, що утилізація спрацьованих шин, особливо таких, що армовані металевим кордом, є однією із наболілих екологічних проблем нашого часу.

Відомо декілька основних технологій переробки спрацьованих автомобільних шин [1]. До них відносяться:

- використання цілих шин з різною метою (створення штучних рифів, які служать місцем нересту для риби, захист схилів від ерозії і зсувів, створення звукопоглинаючих огорож вздовж автострад);
- спалювання шин, у тому числі в цементних печах, з метою одержання теплової енергії;
- заміна (при виготовленні полімерних та гумово-бітумних композицій і будівельних матеріалів) натурального і синтетичного каучуку регенератом у вигляді гумових крихти і порошку, які отримані або шляхом шерехавання протекторної частини шини, або подрібненням матриці матеріалу шини, яка попередньо була піддана дії низьких температур;
- піроліз шин для одержання технічного вуглецю, рідких продуктів (томлива) і коксу (адсорбенту);

Аналіз патентної та науково-технічної літератури свідчить, що поряд з широковідомими вищезгаданими шляхами переробки спрацьованих шин за останній час з'явилося багато нових технологічних рішень з використанням ультразвука, кріогенної технології, енергії вибуху, тощо, які дозволяють одержувати з шин нові продукти та підвищувати ефективність традиційних процесів переробки.

На підставі сказаного вище, найбільш привабливими слід вважати методи утилізації спрацьованих шин, які не пов'язані зі зміною їх фізико-хімічних властивостей, зокрема, методи переробки, які для одержання кондиційних виробів передбачають лише механічне розрізання шин. Дана концепція викладена в роботах автора [2, 3].

Слід прийняти до уваги, що матриця матеріалу шини конструктивно складається з шарів гуми і металевих або тканого корду, що надає такому матеріалу унікальних властивостей – високої пружності, міцності, зносостійкості, а також високих демпфіруючих, теплоізоляційних, звукопоглинаючих властивостей. Це обумовлює потенційно високий попит на ринку на вироби, які складені з елементів, які одержані шляхом механічного розрізання шин.

Метою даної роботи є обґрунтування шляхів підвищення ефективності транспортування і переробки спрацьованих автомобільних шин з застосуванням механічного розрізання їх на уніфіковані елементи, з яких у подальшому складають різноманітні вироби, які користуються активним попитом на ринку.

Необхідність механічного розрізання шин виникає вже на стадії їх транспортування від місця накопичення до місця переробки. Справа в тому, що кількість спеціалізованих переробних підприємств в Україні вельми обмежена, а автопідприємства, на яких в основному накопичуються спрацьовані шини, сильно розосереджені навіть у межах одного регіону, тому при організації переробки виникає необхідність масового транспортування спрацьованих шин на значні відстані. При цьому треба також враховувати, що великий об'єм в конструкції автомобільних шин займає напівзакрита порожнина, що заповнена повітрям, через що транспортування шин є вкрай невідповідним.

Слід очікувати, що у найближчій перспективі кількість спрацьованих шин, які будуть піддаватись утилізації за різноманітними технологіями, буде невпинно зростати. При цьому, цілком природно, питання зниження витрат на транспортування спрацьованих шин буде набувати все більшої актуальності. Успішне вирішення цієї проблеми лежить на поверхні, а саме, треба зробити попереднє механічне розрізання спрацьованих шин з незначними енерговитратами, при якому від шин відрізають бічні сторони (боковини) і смуги протекторної частини, що дозволяє в ту ж саму транспортну ємність укласти за вагою в 3,0–3,5 рази більше гумової сировини, ніж при вкладанні цілих нерозрізаних шин [4]. Зрозуміло, що при такому підході кратно зменшуються і транспортні витрати.

Найбільш характерні приклади виробів, які можуть складатись з уніфікованих елементів, наведені нижче.

Так наприклад, ряд регіонів України періодично потерпає від руйнівних наслідків повеней та зсувів. Для запобігання цих негативних явищ за участю автора був розроблений проект [5], який передбачає використання спеціальних засипних контейнерів, які виготовляються з вищезгаданих уніфікованих елементів. Оскільки уніфіковані елементи, а значить і контейнери в цілому, виконані з армованої металічним кордом міцної гуми, вони не піддаються корозії, біологічно не розкладаються і здатні зберігати високі механічні властивості впродовж практично необмеженого терміну, особливо у воді та мокрому ґрунті. Гумометалокордні контейнери, у свою чергу, можна об'єднувати у великогабаритні високоміцні і довговічні арматурні системи типу бджолиних щільників, які заповнюють або скелястим ґрунтом, або піском, глиною, щебенем тощо, а при необхідності — засипкою регламентованого гранулометричного складу. В результаті утворюються потужні дамби, протизсувні пояси, підпірні стінки тощо. Розроблена технологія може бути з успіхом застосована для надійного захисту від повеней і зсувів небезпечних регіонів, а також для зміцнення берегів річок і захищення опор мостів, підвищення стійкості діляниць автошляхів, залізниць, магістральних газопроводів та електромереж, які побудовані на нестійкому ґрунті. Розривне зусилля окремих елементів контейнерів досягає (7-20)т, завдяки чому засипні гумометалокордні контейнери та системи на їх основі можуть витримувати величезні навантаження і навіть здатні поглинати можливі просідання ґрунту без руйнування самої споруди.

При закладанні контейнерних конструкцій скелястим ґрунтом не потрібні додаткові витрати на утворення дренажних систем, оскільки в цьому випадку, власне, самі контейнерні конструкції мають високу дренажну здібність, що, у свою чергу, виключає виникнення гідростатичних навантажень на споруду. При відсутності скелястого ґрунту контейнери можуть бути заповнені щільним ґрунтом. Дренаж у цьому випадку забезпечується конструкцією самої системи, яка при складанні передбачає утворення спеціальних шпар, які в конструкції споруди різко змінюють

направлення, в результаті чого має місце непряме просмоктування рідини, що відвертає замулювання дренажної системи.

Таким чином, фактично гумометалокордний контейнер — це уніфікований модуль, на основі якого можна створювати різноманітні за функціональним призначенням геомеханічні споруди.

В гірничо-видобувній промисловості є широкі можливості для використання виробів із спрацьованих шин. Це, насамперед, футеровки циліндричних поверхонь різноманітних роликів опор (футеровки роликів шахтних похилих і вертикальних підйомних установок барабанного типу, роликів стрічкових конвеєрів тощо), футеровки канатних напрямних шківів підйомно-транспортних машин (ПТМ) різноманітного призначення. Відомо, що застосування футеровки (2) в ободі канатного шків (3) різко підвищує довговічність як шків, так і каната (1), який контактує з ним, що забезпечує підвищення ефективності роботи ПТМ в цілому (рис. 1). За участю автора цієї статті запропонована футеровка канатних напрямних шківів [6], яка представляє собою смугу, що вирізана за гвинтовою лінією із протекторної частини вибравованої автомобільної шини, на якій виконана канавка під канат.

Спрацьовані автомобільні шини можуть з успіхом використовуватись для облаштування бар'єрних огорож сучасних автомагістралей. Авторами [7] запропонована конструкція, яка передбачає виготовлення бар'єрного дорожнього огородження автомагістралей із протекторних частин спрацьованих автомобільних шин. Конструкція складається із вертикальних стійок і закріпленої до них поздовжньої

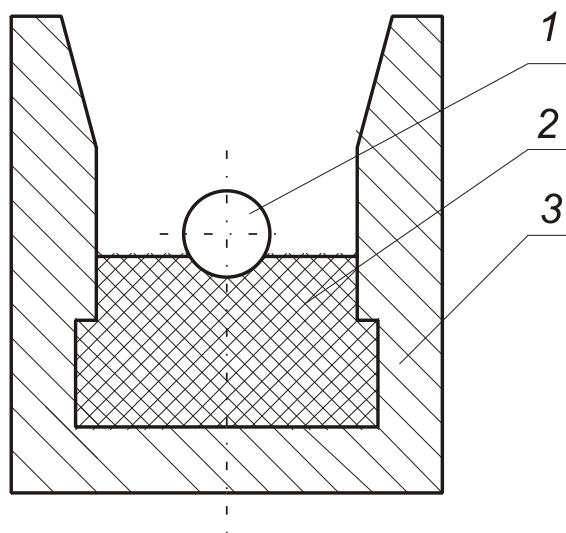


Рис.1. Футеровка відхиляючого шків

балки, яка виконана із розгорнутих у смуги протекторних частин, які повернуті тильною стороною назовні і нерухомо закріплених одна до одної. При цьому смуги протекторних частин вирізані із спрацьованих шин вантажного автотранспорту з металевим кордом (рис. 2). Таке бар'єрне дорожнє огородження забезпечує запобігання травматизму водія і пасажирів при наїзді автомобіля на огородження за рахунок високої здатності матеріалу шин до деформацій і поглинання енергії удару. Крім того, воно легко покривається антифрикційним покриттям і фарбується, не піддається атмосферній корозії, є надійним і довговічним. Слід також підкреслити,

що на сучасному етапі у більшості бар'єрних огорожень автомагістралей поздовжні металеві балки виконані з дорогого металевого хвильового профілю. В той же час заміна дорогих металоємних елементів конструкцій бар'єрних огорожень на елементи з дешевої вторинної гумокордної сировини дозволяє значно скоротити витрати на облаштування автомагістралей і одержати суттєву економію в державному масштабі.

У США при будівництві швидкісних автомобільних трас спрацьовані шини, які розділені на елементи, з успіхом використовують для зміцнення схилів і нестійких ґрунтів, для будівництва звукопоглинаючих бар'єрів, для облаштування термоізоляційного шару з метою запобігання промерзанню ґрунта під автобаном [8].

Широкі можливості відкриваються для використання виробів із спрацьованих шин в агропромисловому комплексі. Надійним і довговічним є захисне покриття для земляних підлог, яке виконане із зістикованих відрізків протекторних смуг [9]. Таке покриття може бути використане в будівництві різноманітних сільськогосподарських об'єктів. В результаті можна отримати недоступні для вологи й гризунів склади, зерносховища, гармани тощо. Відомо, що в зв'язку з наявністю в складі гуми, з якої виготовляють автомобільні шини, спеціальної добавки, що відлякує гризунів, гума автомобільних шин для гризунів недоступна. До речі, ця добавка перебуває в гумі шин у зв'язаному стані і є безпечною для людини

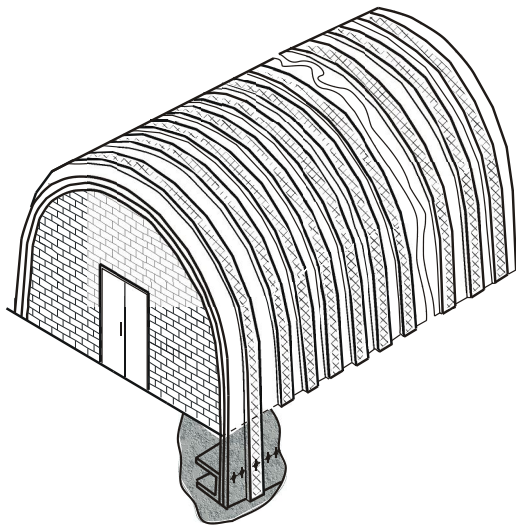


Рис. 3. Аркова споруда

протягом усього терміну експлуатації шин. Таким чином, таке захисне покриття для підлоги забезпечує підвищення надійності захисту сільськогосподарських об'єктів від вологи й гризунів.

Ще одне цікаве рішення по використанню шин при будівництві сільськогосподарських об'єктів запропоноване авторами [10]. Зокрема, вирізані із спрацьованих шин протекторні смуги, сполучені між собою, запропоновано використовувати як будівельний елемент при побудові аркових споруд (Рис.3). Кожний елемент аркової конструкції має високу несучу спроможність, достатню жорсткість і міцність за рахунок того, що протекторна смуга вигинається тильною стороною назовні, тобто у протилежному до її природного стану напрямку. Такі аркові конструкції можуть використовуватись при будівництві складів, зерносховищ, гарманів, ангарів, ремонтних майстерень, гаражів, критих автостоянок тощо.

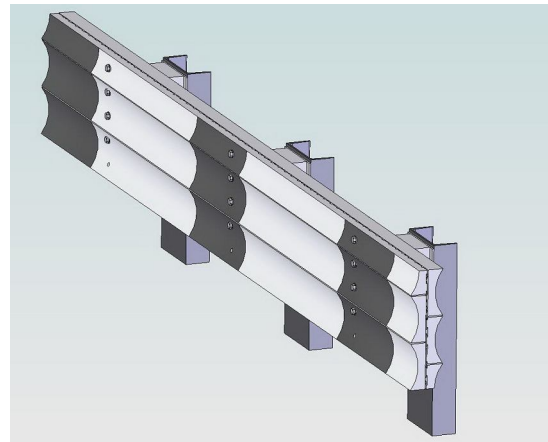


Рис. 2. Бар'єрне дорожнє огородження автомагістралей

Авторами [11] запропонована конструкція дрена галерейного типу, яка складається з протекторної смуги і її відрізків, вирізаних із утилізованих автомобільних шин з металокордом. Така дрена може працювати в дренажних системах у безпосередньому контакті з фільтруючою засипкою, забезпечуючи високу ефективність дренажу. На відміну від дрена у вигляді асбесто-цементних труб з дискретно виконаними по довжині труб отворами, які традиційно широко застосовуються на

практиці, запропонована гумокордна дрена забезпечує високу надійність функціонування навіть в умовах значних зсувів ґрунту.

Висновки: При сьогоденних тенденціях забруднення навколишнього середовища відходами у вигляді спрацьованих автотракторних шин розробка раціональних, економних і екологічних технологічних методів їх переробки є актуальною і набуває пріоритетного значення. Оскільки метод механічного розрізання найбільше відповідає поставленим вимогам, то для його широкого впровадження є необхідним:

1. Признати, що найбільш раціональним напрямком переробки вторинної сировини у вигляді спрацьованих автомобільних шин є їх переробка шляхом механічного розрізання на уніфіковані елементи з подальшим складанням останніх у вироби масового застосування. Для чого необхідно продовжити розробку конструкцій таких виробів, які будуть користуватися активним попитом на ринку;

2. Дослідити процеси механічного розрізання спрацьованих автомобільних шин з металокордом з метою розробки ефективної технології їх порізки.

Список літератури: 1. Демина Л. А. Вулкан на обочине [Текст] / Л. А. Демина // Энергия: экономика, техника, экология. — 2002. — № 1. — С. 42–45. 2. Рублюк О. В. Разработка технологии получения изделий из вторичного полимерного сырья: дис. ... канд. техн. наук : 05.02.08; 05.03.01 / Рублюк Ольга Валерьевна. — Ивано-Франковск, 1994. — 290 с. 3. Рублюк О. В. Порівнювальна багатокритеріальна оцінка технологічних методів переробки спрацьованих шин / О. В. Рублюк // Вісник національного університету водного господарства та природокористування. — 2008. — № 1(41). — С. 63–71. 4. Патент України 75794, МПК⁶ B65B 25/00, Спосіб підготовки до транспортування відпрацьованих автомобільних шин, Іванов В. А., Малий В. С., Хохлов Л. Т., Кураченков В. А., №20040806386 ; опубл. 15.05.06, Бюл. № 5. 5. Булат А.Ф., Іванов В.А., Рублюк О.В. Новые подходы к решению проблемы утилизации изношенных шин. Третий Международный симпозиум „Безопасность жизнедеятельности в XXI веке”, Всеукраинский научно-технический журн. «Технополис», г. Днепропетровск, 2003 г. —С. 39–40. 6. А. с. 1791360 СССР, МКИ³ В 66 D 1/30, Способ изготовления футеровки канатного шкива / Ю. Д. Петрина, О. В. Рублюк. Опубл. 1993, Бюл. №4. 7. Пат. 2324041 Российская Федерация, МПК⁶ E 04 H 17/16. Элемент конструкции (варианты) и способ его изготовления (варианты) / Іванов В. А., Малий В. С., Хохлов Л. Т., Кураченков В. А. — № 2004122045; опубл. 10.05.08, Бюл. № 13. 8. Designing Building Products Made With Recycled Tires, June, 2004. — Режим доступу : <http://www.ciwmb.ca.gov/Publications/#433-04-008>. 9. Заявка на патент України a200807847, Захисне покриття від вологи і гризунів, 10.06.08, Рублюк О. В., Іванов В. А., Хохлов Л. Т., Мухін І. Н., Ємельянов Ю. В. 10. Заявка на патент України a200710075, Аркова конструкція, 10.09.2007, Рублюк О. В., Хохлов Л. Т., Мухін І. Н., Кураченкова В. В. 11. Пат. 60388 Україна, МПК⁷ E 02 B 11/00. Дрена (Варіанти) / Булат А. Ф., Іванов В. А., Малий В. С., Кураченков В. О. (RU). — № 2001063862 ; опубл. 15.10.03, Бюл. №10.

Сдано в редакцию 30.01.09