

УДК 504.064.47  
UDC 504.064.47

### ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ПРИ ПОВОДЖЕННІ З ВІДПРАЦЬОВАНИМИ ШИНАМИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Хрутьба В.О., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна.  
Нікітченко Ю.С., кандидат технічних наук, Київський національний університет  
імені Тараса Шевченка, Київ, Україна.

### ENVIRONMENTAL SAFETY OF SCRAP TIRES MANAGEMENT

Khrutba V.O., Doctor of Technical Science, National Transport University, Kyiv, Ukraine.  
Nikitchenko Yu.S., Ph.D in Technical Science, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv,  
Ukraine.

### ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ОБРАЩЕНИИ С ОТРАБОТАННЫМИ ШИНАМИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Хрутьба В.А., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина.  
Никитченко Ю.С., кандидат технических наук, Киевский национальный университет имени Тараса  
Шевченко, Киев, Украина.

**Постановка проблеми.** Відпрацьовані шини транспортних засобів – великогабаритні та крупнотонажні відходи транспортного комплексу, прогресуюче й неконтрольоване накопичення яких загострює екологічні проблеми в усьому світі. Висока стійкість складових компонентів шини до впливу зовнішніх факторів (наприклад, сонячного світла, кисню, озону, мікроорганізмів) зумовлює тривалий період їх біодеградації в природних умовах, що, в свою чергу, призводить до забруднення атмосферного повітря, водних об'єктів, засмічення й деградації ґрунтів. Небажані деструктивні зміни в природних екосистемах ведуть до зменшення біорізноманіття, зниження рівня екологічної безпеки, погіршення умов життєдіяльності й здоров'я людини. Екологічна небезпечність відпрацьованих шин перетворює їх на загрозливий фактор забруднення навколишнього природного середовища по всій території України, тому зменшення їх негативного впливу як забруднювачів – першорядне завдання охорони довкілля, підвищення екологічної безпеки та раціонального природокористування в країні.

Ключовою перевагою відпрацьованих шин у порівнянні з іншими видами відходів споживання є те, що на післяексплуатаційному етапі життєвого циклу вони можуть бути перероблені на 95–98%. Використання шин як джерела вторинного сирцю створює потужний сировинний резерв для багатьох галузей промислового виробництва, а ресурсоорієнтована їх утилізація дозволяє знизити залежність від первинних природних ресурсів на державному та/чи регіональному рівні, а також зменшити антропогенне навантаження на довкілля, підвищити безпечність середовища існування людини.

Разом з цим, практичне вирішення питання поводження з цими відходами та їх промислової переробки пов'язане зі значними капіталовкладеннями. На практиці вибір методів й технологій серед доступних альтернатив здійснюється, виходячи із техніко-економічних показників результатів їх впровадження. Оцінка впливу на довкілля й здоров'я людини зводиться до співставлення екологічних показників з допустимими нормами по викидам й скидам, отримання відповідних ліцензій; а питання фактичних екологічних впливів та потенційних екологічних ризиків практично не розглядаються.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій. Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Теоретичні й практичні аспекти проблеми неконтрольованого накопичення відпрацьованих шин, питання відновлення вторинної сировини та її практичного застосування у виробництві досліджено у роботах багатьох вітчизняних й іноземних дослідників. Серед сучасників найбільш відомі Валері Шульман [1], Курт Решнер [2], Майкл Блюменталь, Марія Сікора [3], В.П. Передерій [4], Т.В. Петренко, Ю.А. Новічков, Е.І. Позднякова, В.В. Хазіпов [5]. При цьому питання підвищення й забезпечення екологічної безпеки при поводженні з відпрацьованими шинами, в тому числі під час утилізації/переробки, вивчені недостатньо, відрізняються фрагментарним характером. При цьому в умовах підвищення вимог й посилення нормативів екологічної безпеки особливої значності набуває проблема забезпечення екологічної безпеки в системі поводження з відпрацьованими шинами транспортних засобів. Це відповідає принципам сталого розвитку, коли

економічні, технічні й екологічні аспекти є рівнозначними, без вираженого пріоритету одного над іншим.

З огляду це постає необхідність оцінювання екологічної безпеки при поводженні з відпрацьованими шинами, що дозволить розробити сучасну для України модель екологічно безпечної системи поводження з відпрацьованими шинами як відходами з урахуванням ресурсної цінності отримуваної вторинної сировини.

**Метою цього дослідження** оцінка факторів впливу на екологічну безпеку на кожному етапі системи поводження з відпрацьованими шинами та визначення ключових принципів екологічно безпечного та ресурсоефективного управління відходами.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** На відміну від суб'єктів господарювання, в Україні не існує системного обліку та обов'язкового збирання відпрацьованих шин від населення та інших фізичних осіб, тому повна достовірна інформація щодо обсягів утворення й накопичення цих відходів відсутня. Доступні дані відрізняються фрагментарним характером та випадковістю; більшість із них розраховуються, виходячи з кількості зареєстрованих транспортних засобів у країні чи певному регіоні без врахування таких показників як інтенсивність й частота використання транспортних засобів, кількість ремонтів й заміні, людський фактор (наприклад, дотримання правил експлуатації) тощо. Практика показала, що заміна шин відбувається не тільки по причині їх зношення, і не тільки тому, що через певний час закінчується термін їх експлуатації.

У щорічних звітах Державної служби статистики України [6] шини обліковують у складі гумових відходів. Так, у 2013 р. гумових відходів утворилося 29,8 тис. т; у 2012 р. – 30,9 тис. т; а у 2011 р. – 32,8 тис. т. В проекті наказу «Про затвердження Порядку збирання, заготівлі та утилізації зношених шин і здійснення відповідного контролю» зазначено, що кожного року в Україні утворюється понад 180 тис. т шин [7]. В інших джерелах інформації [8, 9] зустрічаються дані про річний обсяг утворення від 180 тис. т до 400–450 тис. т.

Відпрацьовані шини утворюються як у фізичних осіб, яким належать транспортні засоби, так і на підприємствах, в установах і організаціях, що мають на балансі автотранспорт. Значна частина шин, які накопичуються після завершення експлуатації, ремонту й технічного обслуговування транспортних засобів, залишаються без контролю за безпечним зберіганням та подальшим рухом на підприємствах автомобільного сервісу, у гаражах автовласників, на автостоянках тощо. Все частіше трапляються випадки скидання непридатних шин у довкілля, особливо фізичними особами.

Відповідно до ДСанПіН 2.2.7.029-99 «Гігієнічні вимоги поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення» [10], відпрацьовані шини класифікують як відходи IV класу небезпеки: їх вплив на довкілля несуттєвий, а при складуванні на звалищах чи полігонах екологічні системи зазнають малозначимого негативного впливу; самовідновлення триватиме не більше трьох років. При цьому численні дослідження провідних вчених [1-5, 11, 18] доводять протилежне. Невідповідність між розрахунковим класом небезпеки та екологічними ризиками, які можуть виникати в результаті накопичення, неправильного зберігання та переробки, пояснюється, в першу чергу, тим, що оцінка класу небезпеки проводиться з урахуванням токсичності основних складників шини (гуми, металічного корду й текстилю) і не враховує фізико-хімічних властивостей цього продукту та взаємодії складових компонентів кожного складника з факторами навколишнього природного середовища.

Результати досліджень А.Я. Хесіна, О.Б. Трет'якова, В.А. Корнєва, Л.В. Кривошеєва [12] доводять, що екологічну небезпеку шин обумовлюють, з одного боку, токсичні властивості застосовуваних при їх виготовленні матеріалів і домішок, а з іншого боку – властивості більше ста видів хімічних речовин, що виділяються удокілля при експлуатації, обслуговуванні, ремонті та зберіганні шин. Лінда Чолкер-Скот [13] під час вивчення питання про біологічну деградацію шин в природних умовах встановила, що добавки, які додають до шин при виробництві, пригнічують діяльність мікроорганізмів, здатних трансформувати каучуки у прості складники, що значено впливає на терміни їх розкладання. Валері Шультман та Дж. Хорнер [1, 14] визначили, що навколо шинних звалищ змінюється рельєф місцевості, режим і склад ґрунтових і поверхневих вод, склад ґрунтів, забруднюється повітряний басейн. Наприклад, у ґрунтах під звалищем шин, яке розташоване неподалік від Лондону, встановили перевищення норм концентрації таких металів як цинк, кадмій і свинець, а саме: вміст кадмію 31 мг/кг (ГДК=3 мг/кг), свинцю – 163 мг/кг (ГДК=20 мг/кг) та цинку – 174 мг/кг (ГДК=85 мг/кг). Доведено, що при тривалому контакті шин із морською/річковою водою із них вививаються важкі метали та органічні речовини у кількості, що перевищує ГДК для питної води. Також у пустотах шин накопчуються атмосферні осадки, які у товщі звалища формують техногенний водоносний горизонт. Цей техногенний горизонт, просочуючись через ґрунти, забруднює ґрунтові

води та наземні водойми, що знаходяться в межах звалища.

Отже, неконтрольоване накопичення відпрацьованих шин у довкіллі знижує екологічну безпеку навколишнього природного середовища в результаті підвищених екологічних ризиків забруднення атмосфери канцерогенними й токсичними речовинами (особливо під час пожеж чи спалювання шин); деградації та забруднення ґрунтів важкими металами, органічними та неорганічними сполуками, ущільнення ґрунтів, деструктивних змін в екосистемах; забруднення підземних та наземних вод органічними та іншими хімічними сполуками, важкими металами, що проникають у водоносні горизонти; зростання небезпеки для здоров'я населення (поширення інфекційних хвороб). Тенденція зниження екологічної безпеки та підвищення екологічних ризиків має постійний характер, якщо ці відходи не переробляються; та тимчасовий – у разі зберігання шин до моменту їх утилізації та/чи переробки [15].

Незважаючи на зниження екологічної безпеки та перспективи диверсифікації джерел сировини для багатьох галузей промисловості за рахунок шинних відходів, проблема неконтрольованого накопичення шин все ще залишається маловирішеною для багатьох країн світу, в тому числі й для України. При цьому деякі розвинуті країни показують успішний практичний досвід переходу від полігонного поховання відпрацьованих шин до їх промислової переробки як результат впровадження ефективної системи поводження з відпрацьованими шинами [16, 17]. Так, лідерами в даній галузі є Фінляндія, де рівень переробки становить 110%: переробляються шини, які утворюються щорічно (100%), й ті, що накопичилися за попередні роки (+10%), та Японія (99%), де переробка всіх видів твердих відходів споживання є необхідністю через обмеженість територіальних ресурсів та високу заселеність території. У США та Європі сьогодні переробляється не менше 80% шин із тенденцією до збільшення. У 2013 році у 18 країнах Європейського Союзу, а також у Норвегії та Швейцарії рівень переробки непридатних до використання шин досягнув відмітки 90%: в 15 країнах із 18 було перероблено та утилізовано 100 % відпрацьованих шин, що утворилися протягом 2009 р., ще в 6 країнах цей показник коливається в межах від 70% до 90% [16–18]. Шинопереробна галузь у ЄС конкурує з такими галузями як переробка макулатури (69%) та пластику (58%). При цьому в Україні, подібно до Молдови, Білорусі, Росії рівень переробки цих гумовмісних відходів надзвичайно низький – 5–8% [19].

Обсяг переробки відпрацьованих шин є ключовим показником ефективності відходопереробної галузі в цілому, який відображає рівень ефективності організації та реалізації системи збору й переробки відходів; визначається як співвідношення обсягу перероблених відходів до обсягу їх утворення за певний проміжок часу. Найкращим вважається той результат, при якому різниця між переробленими й утвореними відходами мінімальна й прагне до 1.

Узагальнення вітчизняного і світового досвіду поводження з відпрацьованими шинами як відходами засвідчило, що досягнути високих результатів переробки стало можливим за рахунок налагодження ефективної системи поводження з відходами відповідно до поточних потреб. У сформованій практиці, дії, які спрямовані на запобігання утворенню відходів, їх збирання, перевезення, сортування, зберігання, оброблення, перероблення, утилізацію, видалення, знешкодження і захоронення, включаючи контроль за цими операціями та нагляд за місцями видалення, називаються терміном «поводження з відходами» [16, 17, 20]. При цьому поводження з відпрацьованими шинами як відходами – це комплекс заходів, що включає збір, транспортування, переробку, вторинне використання та утилізацію відходів при одночасному контролі всіх етапів цього процесу (рис. 1).

На основі аналізу різних підходів організації системи поводження з відпрацьованими шинами у розвинутих країнах встановлено, що головними причинами занадто низьких показників переробки в Україні є недосконалість нормативно-правової бази, неефективність та обмеженість економічних механізмів й інструментів, недосконалість ринкових механізмів функціонування системи збирання, заготівлі та утилізації відходів, незадовільне фінансування заходів поводження з відходами, застаріла організація системи поводження з відходами (це стосується більшості видів відходів), низька екологічна свідомість й культура населення. Наприклад, в Японії діє система законів, які зобов'язують кожного громадянина самостійно доставляти зношені шини на пункти збору, а виробників шин приймати на себе відповідальність за збір та утилізацію шин [18]. Висока екологічна культура та розуміння потенційних наслідків неконтрольованого скидання шин у довкілля стимулюють як фізичних, так і юридичних осіб відповідально ставитися до своїх обов'язків як утворювачів відходів.

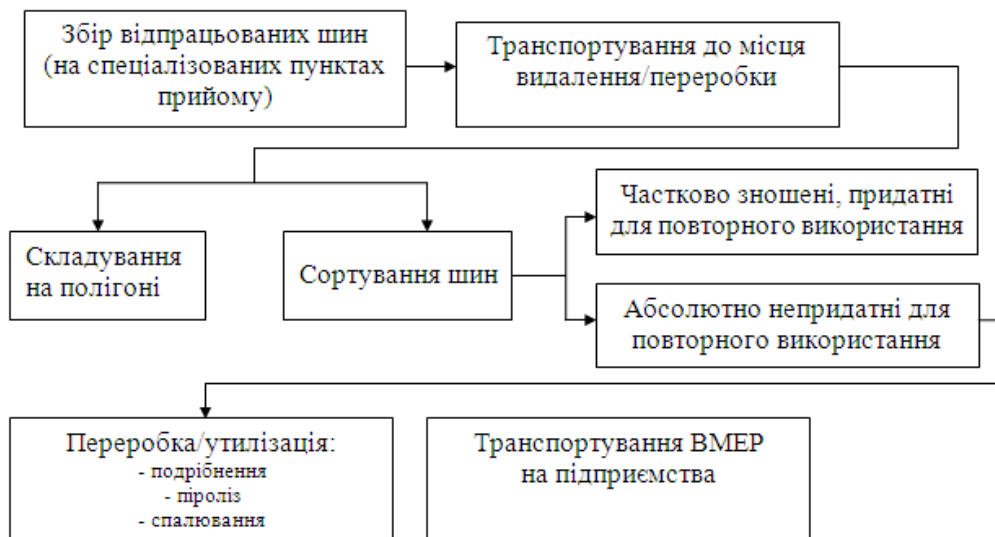


Рисунок 1 – Узагальнена схема поводження з відпрацьованими шинами транспортних засобів

На території Європейського Союзу діє три моделі поводження з відпрацьованими шинами [18]:

1. Відповідальність виробника: виробники несуть повну відповідальність за збір відходів, сплачують за утилізацію й переробку шин;
2. Система податків: запропоновано різні податкові ставки залежно від груп споживачів, а отримані кошти витрачаються на цільове фінансування системи поводження з відпрацьованими шинами;
3. Система вільного ринку: передбачає систему вільного підприємництва в сфері поводження з відпрацьованими шинами.

Незалежно від того, що кожна із трьох моделей кардинально відрізняються одна від одної, загальні результати є зразковими у порівнянні з Україною. Запорукою забезпечення довгострокового ефекту екологічної безпеки при поводженні з відпрацьованими шинами є усвідомлення необхідності зміни принципів організації системи збору й переробки шин з обов'язковим переходом від неконтрольованого чи полігонного їх акумулювання до промислової переробки.

Проте оцінка ефективності системи поводження з відпрацьованими шинами як відходами не повинна базуватися тільки на показниках обсягів переробки шин до обсягів їх утворення. Відповідно до основних положень концепції сталого розвитку [11] система поводження з відходами, в тому числі з відпрацьованими шинами має забезпечувати мінімізацію сукупних збитків, що виникають в результаті поводження з відпрацьованими шинами, відносно збитків при неконтрольованому зберіганні цих відходів на звалищах й полігонах, тобто:

$$R_{nu} < R_{nu} \rightarrow 0,$$

де  $R_{nu}$  – екологічні ризики, що виникають в результаті переробки відпрацьованих шин;

$R_{nu}$  – екологічні ризики, що виникають в результаті їх неконтрольованого накопичення на звалищах чи полігонах.

Таким чином, ефективність системи поводження з відпрацьованими шинами базується не тільки на врахуванні техніко-економічних показників (наприклад, потужність виробничої лінії, капіталовкладення, кількісно-якісні параметри вторинної продукції), а й на передбаченні потенційного рівня забруднення навколишнього природного середовища, тобто підтримку належної екологічної безпеки в системі поводження з відпрацьованими шинами.

Забезпечення екологічної безпеки при поводженні з відпрацьованими шинами – складне багатоваріантне завдання, вирішення якого залежить, головним чином, не від підвищення вимог екологічних стандартів й впровадження нових технологій, а від ефективного управління параметрами процесу поводження з цими відходами на кожному етапі. Незалежно від існуючих варіантів й доступних альтернатив, екологічно безпечна та ресурсоорієнтована система має бути побудована таким чином, щоб продукувати цільові продукти в умовах, безпечних для людини та навколишнього

природного середовища. Це ключові завдання охорони навколишнього природного середовища та раціонального природокористування в системі управління гумовмісними відходами.

Для дослідження факторів впливу на довкілля та екологічну безпеку декомонуємо систему поводження з відпрацьованими шинами, яка графічно представлена на рис. 1, на системні складові (табл. 1).

Таблиця 1 – Параметричний аналіз системи поводження з відпрацьованими шинами

Назва етапу	Мета функціонування підсистеми	Параметри підсистеми	Фактори впливу на екологічну безпеку
Збір й сортування відпрацьованих шин	Діяльність, пов'язана з накопиченням, сортуванням і тимчасовим розміщенням зношених шин на спеціально відведених площах чи об'єктах.	Обсяг використання енергоресурсів, води та землі для збирання/сортування/зберігання шин. Показники санітарно-епідеміологічного стану.	Споживання енергетичних ресурсів. Споживання водних та земельних ресурсів. Забруднення атмосфери, ґрунтів, водних об'єктів.
Транспортування до місця видалення/переробки	Перевезення шин від місць накопичення й зберігання до місць відновлення та/чи переробки/утилізації (чи накопичення).	Обсяги транспортованих шин. Кількість транспортних засобів для перевезення шин. Обсяги спожитого палива.	Споживання енергетичних ресурсів. Забруднення атмосфери.
Складування полігоні/звалищі	Неконтрольоване накопичення без подальшої утилізації/переробки.	Обсяги накопичених шин. Площа розміщення відходів.	Забруднення атмосфери, ґрунтів, водних об'єктів. Розмноження комах, гризунів, інших тварин. Утворення вторинних відходів.
Сортування відпрацьованих шин:			
Частково зношені, придатні для повторного використання	Відновлення пошкоджених/зношених ділянок шин для повторного використання за їх функціональним призначенням.	Обсяг повторно використаних і повернутих у експлуатацію шин. Використані технології. Обсяг використання енергоресурсів, та інших ресурсів (вода, сировинні матеріали).	Споживання енергетичних ресурсів; Споживання водних та інших природних ресурсів; Забруднення атмосфери, ґрунтів, водних об'єктів.
Абсолютно непридатні для повторного використання	Перевезення шин від місць накопичення й зберігання до місць переробки/утилізації (чи накопичення).	Обсяги транспортованих шин. Кількість транспортних засобів для перевезення шин. Обсяги спожитого палива.	Споживання енергетичних ресурсів. Забруднення атмосфери. Утворення вторинних відходів.
Переробка / утилізація відпрацьованих шин	Здійснення технологічних операцій, пов'язаних із зміною фізичних та хімічних властивостей шин з отриманням вторинних матеріальних чи енергетичних ресурсів.	Обсяги видалених шин. Використані технології. Обсяг використання енергоресурсів, та інших ресурсів (вода, сировинні матеріали).	Споживання енергетичних ресурсів; Споживання водних та інших природних ресурсів; Забруднення атмосфери, ґрунтів, водних об'єктів.
Транспортування вторинних продуктів на підприємства (реалізація)	Постачання отриманих чи трансформованих в результаті додаткової обробки вторинних ресурсів кінцевим споживачам.	Обсяги вироблених вторинних продуктів. Обсяги реалізованих продуктів кінцевим споживачам. Використані технології.	Споживання енергетичних ресурсів; Забруднення атмосфери.

На основі виконаного декомпонування встановлено, що на кожному окремому етапі цієї системи має місцевзаємодія компонентів системи поводження з відпрацьованими шинами із доквіллям, які в різній мірі впливають на рівень екологічної безпеки. До ключових факторів впливу на навколишнє природне середовище належать: споживання природних та енергетичних ресурсів; забруднення атмосфери, ґрунтів, водних об'єктів, утворення вторинних відходів. Управління визначеними факторами дозволяє впливати на рівень екологічної безпеки при поводженні з відходами та управляти продуктами переробки як вторинними ресурсами. Тому система поводження з відпрацьованими шинами має бути організована таким чином, щоб забезпечувати запобігання негативного впливу техногенних факторів на природні екосистеми, раціонально використовувати природні ресурси, зводити до мінімуму потенційні й фактичні шкідливі впливи на природне середовище прилеглих територій, формованих інженерними спорудами та конструкціями. Рівень екологічної безпеки систем поводження з відпрацьованими шинами повинен відображає ступінь прогресивності та раціональності застосовуваних підходів, методів, технологій.

Сформулюємо основні вимоги екологічно безпечного поводження з відпрацьованими шинами:

- порушення і забруднення природного середовища, що формуються й зумовлені інженерними спорудами та конструкціями технології, відсутні або є мінімально можливими при існуючих технологіях і сучасних вимогах народного господарства;
- створені умови, що забезпечують мінімально можливий вплив на навколишнє природне середовище при поводженні з відпрацьованими шинами на території шинопереробного підприємства;
- відсутній або зведений до мінімуму антропогенний вплив на доквілля;
- раціональне споживання природних ресурсів для забезпечення технологічних потреб;
- використання сучасного обладнання й екологічно безпечних технологій у виробничих процесах;
- скорочення об'ємів утворення вторинних відходів, викидів та скидів забруднюючих речовин у НПС;
- відновлення ресурсоцінної вторинної матеріально–енергетичної сировини.

Отже, виходячи із вищевикладеного матеріалу, сформуємо ключові принципи екологічної безпеки при поводженні з відпрацьованими шинами як відходами:

1. Визначення екологічної безпеки як пріоритетної складової організації й впровадження системи поводження з відпрацьованими шинами, сталого збалансованого розвитку відходопереробної галузі в цілому;
2. Безпечність методів, підходів й технологій, що використовуються для практичної реалізації поводження з відходами, адекватно впливам на навколишнє середовище, здоров'я населення. Заміна чи трансформація екологічно небезпечних моделей виробництва, технологій;
3. Захист біосфери; попередження забруднення атмосферного середовища, водних об'єктів, ґрунтів. Екологізація всіх функцій управління системи;
4. Зменшення кількості відходів, що утворюються й накопичуються у доквіллі, за рахунок збільшення терміну експлуатації шин та/чи повторного використання, та/чи їх утилізації/переробки;
5. Мінімізація або повне усунення негативного впливу на доквілля на кожному етапі системи поводження з відпрацьованими шинами. Видалення побічних продуктів переробки шин з мінімально можливими ризиками для доквілля й здоров'я людини;
6. Обов'язковість повної компенсації завданої шкоди виникнення екологічної небезпеки незалежно від етапу системи, реалізація принципу «забруднювач платить»;
7. Ресурсоорієнтована переробка відпрацьованих шин та поширення застосування вторинних ресурсів, що отримують в процесі переробки шин, в різних галузях промисловості.

**Висновки.** Проведене дослідження доводить, що забезпечення екологічної безпеки має бути одним із основних пріоритетів при поводженні з відпрацьованими шинами як відходами, поряд з економічними й технічними показниками. Рівнозначність цих пріоритетів (екологічних, економічних та технічних) відповідає принципам концепції сталого розвитку як нової парадигми розвитку сучасного суспільства. Ефективність управління екологічною безпекою залежить від оцінки умов й чинників формування небезпеки на кожному етапі системи.

Система поводження з відпрацьованими шинами має бути організована таким чином, щоб забезпечувати запобігання негативного впливу техногенних факторів на природні екосистеми, раціональне природокористування, створювати мінімум шкідливих впливів і забруднень природного середовища прилеглих територій. Отримані результати можуть бути впровадженні при розробці сучасної для України моделі екологічно безпечної системи поводження з відпрацьованими шинами як відходами з урахуванням ресурсної цінності отримуваної вторинної сировини.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Shulman, V. L. Tire Recycling / V. L. Shulman. – European Tire Recycling Association (ETRA). Rapra Publishing, 2004. – 144 p.
2. Reschner, K. Scrap Tire Recycling: A summary of Prevalent Disposal and Recycling Methods [Web Resource] / Kurt Reschner // European Tyre and Rubber Manufacturers Association, 2008. – Access point: [http://www.entireengineering.de/Scrap\\_Tire\\_Recycling.pdf](http://www.entireengineering.de/Scrap_Tire_Recycling.pdf). – Topic From the Screen.
3. Blumenthal, M. Scrap Tires: Handbook on Recycling Applications and Management for the U.S. and Mexico / Sikora M., Arreola J., Brunner J., Newman C. – The U.S. Environmental Protection Agency, 2010. – 134 p.
4. Передерий, В. П. Устройство автомобиля / В. П. Передерий. — М.: Форум, 2008. — 288 с.
5. Утилізація відпрацьованих автомобільних шин / Петренко Т. В., Новичков Ю. А., Позднякова Е. И., Хазипова В. В. – Д. : «Цифрова типографія», 2007. – 110 с.
6. Утворення та утилізація відходів за категоріями матеріалів у 2013 році [Електронний ресурс] / Державна служба статистики України, 2013. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>. — Назва з екрана.
7. Про затвердження порядку збирання, заготівлі та утилізації зношених шин і здійснення відповідного контролю [Електронний ресурс] : проект спільного наказу Міністерства Екології та Природних Ресурсів, Міністерства Економічного Розвитку і Торгівлі, Міністерства Доходів і Зборів від 21.03.2013 р. — Режим доступу :<http://www.menr.gov.ua/index.php/normbaza/regulatory/554-proekty-rehuliatornykh-aktiv>. — Назва з екрана.
8. Кривоконь, О. Г. Проблеми утилізації та відновлення автотракторних шин в контексті екологічного розвитку України / О. Г. Кривоконь // Східно-Європейський журнал передових технологій, 2011. – № 3/11 ( 51 ). – С. 8–10.
9. Крещенецький, В. Л. Шляхи розв’язання проблеми переробки відпрацьованих шин / В. Л. Крещенецький, В. Я. Капітула // Вісник СНУ ім. В. Даля. – №5 (194). – Ч.1. – С. 85–88.
10. Гігієнічні вимоги щодо поводження з промисловими відходами та визначення їх класу небезпеки для здоров'я населення : ДСанПіН 2.2.7.029–99 [Електронний ресурс] : [Затверджено Постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01.07.1999 № 29] . — Режим доступу : <http://www.dsesu.gov.ua/ua/normativna-pravova-baza/sanitarni-pravyla-i-normy/file/71-3170-84?start=40>. — Назва з екрану.
11. Хрутьба, В. О. Основи управління проектами і програмами поводження з відходами в транспортно-дорожньому комплексі. Монографія. / В. О. Хрутьба — К.: НТУ, 2013. — 192 с.
12. Хесина, А. Я. Исследование содержания химических канцерогенных веществ в шинных резинах / А. Я. Хесина, Л. В. Кривошеева, О. Б. Третьяков, В. А. Корнев, С. Л. Реутов, Н. И. Ободовская // Тезисы докладов V Российской научно-практической конференции резинщиков (Москва, 15–19 мая 1998 г.). – М.: 1998. – С. 441–443.
13. The Myth of Rubberized Landscapes: Recycled Rubber Mulch Is an Environmentally Friendly, Non-Toxic Choice for Landscapes [Web Resource] / Linda Chalker-Scott // Puyallup Research and Extension Center, Washington State University. – Access point: <http://puyallup.wsu.edu/~linda%20chalker-scott/>. – Topic From Screen.
14. Horner, J. M. Environmental Health Implications of Heavy Metals Pollution From Car Tyres. Reviews on Environmental Health / J. M. Horner // Rev. Environ. Health Journal. – 1999. – № 11(4). – P. 175–178.
15. Нікітченко, Ю. С. Оцінка екологічних ризиків при складуванні зношених автомобільних шин на звалищах [Текст] / Ю. С. Нікітченко, О. І. Запорожець // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2013. – №2/11(62). – С.19–24.
16. Trends in the Global Tire Industry // Supplier Business. – IHS Global Limited, 2013. — 279 p.
17. End-of-LifeTires. A Framework For Effective Management Systems // World Business Council for Sustainable Development. – USA : The Tire Industry Project, 2010. – 19 p.
18. Tyre Industry of Japan // The Japan Automobile Tyre Manufacturers Association. – Japan : JATMA, 2013. – 32 p.
19. Никитченко, Ю. С. Экологическая безопасность и экономическая эффективность технологий переработки изношенных шин транспортных средств [Текст] / Ю. С. Никитченко // Научный журнал «Апробация». – 2014. – №8(23). – С.9–12.

20. Про відходи. Закон України №187/98–ВР чинний від 05.03.1998 р. станом на 21 січ. 2010 р. [Електронний ресурс]. // Верховна Рада України [сайт]. — Режим доступу: <http://www.customs.com.ua/php/document.php?ISN=5492>. — Заголовок з екрану.

21. Хрутьба, В. О. Огляд стандартів управління проектами для програм поводження з відходами в транспортно-дорожньому комплексі / В. О. Хрутьба // Вісник Національного транспортного університету. - 2010. - № 20. - С. 81-86. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vntu\\_2010\\_20\\_17.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vntu_2010_20_17.pdf). — Назва з екрану.

## REFERENCES

1. Shulman V. L., *Tire Recycling*. European Tire Recycling Association (ETRA), 2004. 144 p.
2. Reschner K. *Scrap Tire Recycling: A summary of Prevalent Disposal and Recycling Methods*. Available at: [http://www.entireengineering.de/Scrap\\_Tire\\_Recycling.pdf](http://www.entireengineering.de/Scrap_Tire_Recycling.pdf) (Accessed 20 March 2015).
3. Blumenthal M., Sikora M., Arreola J., Brunner J., Newman C. *Scrap Tires: Handbook on Recycling Applications and Management for the U.S. and Mexico*. The U.S. Environmental Protection Agency, 2010. 134 p.
4. Perederiy V. P. *Ustroystvo avtomobylya* [Arrangement of the Car]. Moscow, Forum Publication, 2008. 288 p.
5. Petrenko T. V., Novychkov Y. A., Pozdnyakov E. I., Hazypova V. V. *Utylizatsiya vidpratsovanykh avtomobilnykh shyn* [Recycling of Scrap Tires]. Dnipropetrovsk, Digital Typography, 2007. 110 p.
6. *Utvorennya ta utylizatsiya vidkhodiv za katehoriyamy materialiv u 2013* [Formation and Recycling of Waste By Categories in 2013]. State Statistics Service of Ukraine. Available at: <http://www.ukrstat.gov.ua/>. (Accessed 21 April 2015).
7. Pro zatverdzhennya porядku zbyrannya, zahotivli ta utylizatsiyi znoshenykh shyn i zdiysnennya vidpovidnoho kontrolyu [On Approval Of The Gathering, Storage And Disposal Of Used Tires And Implementing Appropriate Control]. Draft of the Joint Order Of The Ministry Of Ecology And Natural Resources, Ministry Of Economic Development And Trade, Ministry Of Income And Fees From 21.03.2013. Available at: <http://www.menr.gov.ua/index.php/normbaza/regulatory/554-proekty-rehuliatornykh-aktiv>. (Accessed 20 April 2015).
8. Kryvokon A. G. *Problemy utylizatsiyi ta vidnovlennya avtotraktornykh shyn v konteksti ekolohichnoho rozvytku Ukrayiny* [Problems of recycling and recovery of automotive tires in the context of environmental development Ukraine]. *Skhidno-Yevropeyskyy Zhurnal Peredovykh Tekhnolohiy* [Eastern European Journal of Advanced Technologies], 2011, issue 3/11(51), pp. 8-10.
9. Kreshchenetsky V. L., Kapitula V. Y. *Shlyakhy rozvyazannya problemy pererobky vidprats'ovanykh shyn* [Ways Of Solving The Problem Of Recycling Waste Tires]. *Visnyk SNU imeni V. Dalya* [Bulletin of SNU named after V. Dal], 2012, issue 5(194), pp. 85-88.
10. *Hihiyenichni vymohy shchodo povodzhennya z promyslovymy vidkhodamy ta vyznachennya yikh klasu nebezpeky dlya zdorovya naseleння: DSANPIN 2.2.7.029–99* [Hygienic Requirements For Industrial Waste Management And Determination Of Their Class Of Danger To Public Health: STATE STANDARDS 2.2.7.029-99]. Zatverdzheno Postanovoyu Holovnoho Derzhavnoho Sanitarnoho Likarya Ukrayiny vid 01.07.1999 №29 [Approved by the Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of Ukraine of 01.07.1999 #29]. Available at: <http://www.dsesu.gov.ua/ua/normativna-pravova-baza/sanitarni-pravyla-i-normy/file/71-3170-84?start=40>. (Accessed 29 April 2015).
11. Khrutba V. O. *Osnovy upravlinnya proektamy i prohramamy povodzhennya z vidkhodamy v transportno-dorozhnomu kompleksi* [Fundamentals Of Projects And Programs Of Waste Management In The Transport System], Kyiv, National Transport University, 2013. 192 p.
12. Khesyna A. Ya, Kryvosheeva L. V., Tretyakov O. B., Kornev V. A., Reutov S. L., Obodovskaya N. Y. *Issledovanye sodержaniya khymicheskyykh kantserohennykh veshchestv v shynnykh rezynakh* [The Study of Chemical Carcinogens in Tire Rubber]. *Tezisy dokladov V Rossyyskoy nauchno-praktycheskoy konferentsyy rezynshchykov (15-19.05.1998)* [Proc. of the 5<sup>th</sup> Int. Scientific and Practical Conf. of Rubber Producers. Moscow, 1998, p. 441-443.
13. Linda Chalker-Scott *The Myth of Rubberized Landscapes: Recycled Rubber Mulch Is an Environmentally Friendly, Non-Toxic Choice for Landscapes*. Puyallup Research and Extension Center, Washington State University. Available at: <http://puyallup.wsu.edu/~linda%20chalker-scott/>. (Accessed 20 April 2015).
14. Horner J. M. *Environmental Health Implications of Heavy Metals Pollution From Car Tyres*. Rev.



Environ. Health Journal, 1999, issue 11(4), pp. 175-178.

15. Nikitchenko Yu. S., Zaporozhets O. I. *Otsinka ekolohichnykh ryzykiv pry skladuvanni znoshenykh avtomobilnykh shyn na zvalyshchakh* [Evaluation of environmental risks at the storage of scrap tires in landfills]. *Skhidno-yevropeyskyi zhurnal peredovykh tekhnolohiy* [Eastern-European advanced technology magazine], 2013, issue 2/11(62), pp. 19–24.

16. *Trends in the Global Tire Industry*. Supplier Business. IHS Global Limited, 2013. 279 p.

17. *End-of-Life Tires. A Framework For Effective Management Systems*. World Business Council for Sustainable Development. The Tire Industry Project, 2010, 19 p.

18. *Tyre Industry of Japan*. The Japan Automobile Tyre Manufacturers Association. JATMA, 2013. 32 p.

19. Nikitchenko Yu. S. *Ekologicheskaya bezopasnost i ekonomicheskaya effektivnost tehnologiy pererabotki iznoshennykh shin transportnih sredstv* [Environmental safety and economic efficiency of technologies for recycling of used vehicle tires]. *Nauchnyy zhurnal «Aprobatsiya»* [Scientific Journal “Approbation”], 2014, issue 8(23), pp. 9-12.

20. *Pro vidkhody: zakon Ukrayiny* [About Wastes: Ukrainian Law]. Available at: <http://www.customs.com.ua/php/document.php?ISN=5492>. (Accessed 15 April 2015).

21. Khrutba V. O. *Ohlyad standartiv upravlinnya proektamy dlya prohramm povodzhennya z vidkhodamy v transportno-dorozhnomu kompleksy* [Overview of project management standards for waste management programs in the transport system]. *Visnyk Natsionalnoho transportnoho universytetu* [Bulletin of the National Transport University], 2010, issue 20, pp. 81-86. Available at: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vntu\\_2010\\_20\\_17.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vntu_2010_20_17.pdf). (Accessed 20 April 2015).

## РЕФЕРАТ

Хрутьба В.О. Екологічна безпека при поводженні з відпрацьованими шинами транспортних засобів / В.О. Хрутьба, Ю.С. Нікітченко // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2015. - Вип. 2 (32).

В статті визначено фактори екологічної небезпеки при неконтрольованому накопиченні відпрацьованих шин та сформульовані ключові принципи екологічної безпеки при поводженні з відпрацьованими шинами як відходами.

Об’єкт дослідження - відпрацьовані шини транспортних засобів.

Мета роботи - оцінка факторів впливу на екологічну безпеку на кожному етапі системи поводження з відпрацьованими шинами та визначення ключових принципів екологічно безпечної та ресурсоефективного управління відходами.

Методи дослідження – аналіз, спостереження, узагальнення, порівняння, моделювання, формалізація.

Стрімке збільшення кількості автотранспортних засобів протягом останніх десятиліть призвело до утворення й накопичення значних обсягів відпрацьованих шин. Встановлено, що неконтрольоване складування відпрацьованих шин у довкіллі призводить до зниження екологічної безпеки навколишнього природного середовища в результаті підвищених екологічних ризиків забруднення атмосфери, деградації та забруднення ґрунтів, забруднення підземних та наземних вод, підвищення небезпеки для здоров’я населення; показано, що ефективність системи поводження з відпрацьованими шинами залежить як від техніко-економічних показників, так і показників екологічної безпеки; зазначено, що система поводження з відходами має забезпечувати, в першу чергу, мінімізацію сукупних збитків, що виникають в результаті поводження з відпрацьованими шинами, відносно збитків при неконтрольованому зберіганні цих відходів на звалищах й полігонах; ідентифіковано фактори, які впливають на рівень екологічної безпеки на всіх етапах системи поводження з відпрацьованими шинами; визначено ключові принципи екологічної безпеки при поводженні з відпрацьованими шинами.

Результати статті можуть бути впроваджені при розробці сучасної для України моделі екологічно безпечної системи поводження з відпрацьованими шинами як відходами з урахуванням ресурсної цінності отримуваної вторинної сировини.

Прогнозні припущення щодо розвитку об’єкта дослідження – розробка ефективної екологічно безпечної системи поводження з відпрацьованими шинами транспортних засобів.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ВІДПРАЦЬОВАНІ ШИНИ, ВІДХОДИ, ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА, ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ, ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ.

## ABSTRACT

Khrutba V.A., Nikitchenko Y.S. Environmental safety of scrap tires management. Visnyk National Transport University. Series "Technical sciences". Scientific and Technical Collection. - Kyiv. National Transport University, 2015. - Issue 2 (32).

The paper identifies factors of environmental hazard in time of uncontrolled accumulation of scrap tires and sets out the key principles of environmental safety for scrap tires management.

Object of the study – scrap tires.

Purpose of the study – to evaluate impact factors for the environmental safety at every stage of the rubber waste management system; and to identify key principles of environmental safety and resource effective scrap tires management system.

Methods of the study - analysis, observation, generalization, comparison, modeling, formalization.

The rapid increase of transport vehicles amount in recent decades has led to the formation and accumulation of significant volumes of scrap tires. In this article defined that uncontrolled storage of scrap tires in the environment reduces the environmental safety as a result of increased environmental risks of air pollution, degradation of soils, pollution of groundwater and surface water, increasing the danger to public health; showed that the effectiveness of scrap tires management depends on technical and economic indicators as well as indicators of environmental safety; stated that the system of waste management has to provide, first of all, minimization the total losses resulting from the scrap tires management, in comparison with losses in case of uncontrolled storage of these wastes in landfills; identified factors that affect the level of environmental safety at all stages of the scrap tires management system; listed the key principles of environmental safety for scrap tires management system.

The results of the article can be used for the development of contemporary Ukrainian model of environmentally safe scrap tires management system taking into account a resources value of produced secondary raw materials.

Forecast assumptions about the object of study - the development of an effective and environmentally safety scrap tires management system.

**KEY WORDS: SCRAP TIRES, WASTE, ENVIRONMENTAL SAFETY, ENVIRONMENTAL RISKS, WASTE MANAGEMENT.**

## РЕФЕРАТ

Хрутьба В.А. Экологическая безопасность при обращении с отработанными шинами транспортных средств / В.А. Хрутьба, Ю.С. Никитченко // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2015. - Вып. 2 (32).

В статье идентифицированы факторы экологической опасности при неконтролируемом накоплении изношенных шин и сформулированы ключевые принципы экологической безопасности при обращении с отработанными шинами как отходами.

Объект исследования - изношенные шины транспортных средств.

Цель работы – оценка факторов влияния на экологическую безопасность на каждом этапе системы обращения с отработанными шинами и определение ключевых принципов экологически безопасного и ресурсоэффективного управления отходами.

Методы исследования - анализ, наблюдение, обобщение, сравнение, моделирование, формализация.

Стремительное увеличение количества автотранспортных средств в течение последних десятилетий привело к образованию и накоплению значительных объемов изношенных шин. Установлено, что неконтролируемое складирования шин на свалках или полигонах приводит к снижению уровня экологической безопасности окружающей природной среды в результате повышения экологических рисков загрязнения атмосферы, деградации и загрязнения почв, загрязнения подземных и наземных вод, повышения опасности для здоровья населения; показано, что эффективность системы обращения с отработанными шинами зависит как от технико-экономических показателей, так и показателей экологической безопасности; указано, что система обращения с отходами должна обеспечивать, в первую очередь, минимизацию совокупных убытков, возникающих в результате обращения с отработанными шинами, относительно убытков при неконтролируемом хранении этих отходов на свалках и полигонах; идентифицированы факторы, влияющие на уровень

экологической безопасности на всех этапах системы обращения с отработанными шинами; определены ключевые принципы экологической безопасности при обращении с отработанными шинами.

Результаты статьи могут быть внедрены при разработке современной для Украины модели экологически безопасной системы обращения с изношенными шинами как отходами с учетом ресурсной ценности получаемого вторичного сырья.

Прогнозные предположения по развитию объекта исследования - разработка эффективной экологически безопасной системы обращения с изношенными шинами транспортных средств.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ИЗНОШЕННЫЕ ШИНЫ, ОТХОДЫ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ, УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ.

#### **АВТОРИ**

Хрутьба Вікторія Олександрівна, доктор технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, в.о. завідувача кафедри екології та безпеки життєдіяльності, e-mail: [hurutba@mail.ru](mailto:hurutba@mail.ru), тел. +380935372915, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, к. 01.

Нікітченко Юлія Станіславівна, кандидат технічних наук, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, асистент кафедри екологічного менеджменту та підприємництва, e-mail: [julia\\_n\\_s@ukr.net](mailto:julia_n_s@ukr.net), тел. +380632988465, Україна, 03022, м. Київ, вул. Васильківська, 90а, ауд. 207/2.

#### **AUTHORS:**

Khrutba Victoria A., Doctor of Technical Science, National Transport University, Head of the Department of Ecology and Safety of Vital Functions, e-mail: [hurutba@mail.ru](mailto:hurutba@mail.ru), tel. +380935372915, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str., 1, of. 01.

Nikitchenko Julia S., Ph.D in Technical Science, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Assistant Lecturer of the Department of Environmental Management and Entrepreneurship, e-mail: [julia\\_n\\_s@ukr.net](mailto:julia_n_s@ukr.net), tel. +380632988465, Ukraine, 03022, Kyiv, Vasylykivska str., 90a, of. 207/2.

#### **АВТОРЫ**

Хрутьба Виктория Александровна, доктор технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, и.о. заведующей кафедрой экологии и безопасности жизнедеятельности, e-mail: [hurutba@mail.ru](mailto:hurutba@mail.ru), тел. +380935372915, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к. 01.

Никитченко Юлия Станиславовна, кандидат технических наук, Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко, ассистент кафедры экологического менеджмента и предпринимательства, e-mail: [julia\\_n\\_s@ukr.net](mailto:julia_n_s@ukr.net), тел. +380632988465, Украина, 03022, г. Киев, ул. Васильковская, 90а, ауд. 207/2.

#### **РЕЦЕНЗЕНТИ:**

Купалова Г.І., доктор економічних наук, професор, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, завідувач кафедри екологічного менеджменту та підприємництва, Київ Україна.

#### **REVIEWERS:**

Kupalova Galyna I., Doctor of Economics, Professor, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Head of the Department of Environmental Management and Entrepreneurship, Kyiv Ukraine.