

ЩЕНКО В. А., к.т.н., доц.; БЕРЕЗЮК А. П., студ.  
Вінницький національний технічний університет

## ХІМІЧНІ ПЕРЕТВОРЕННЯ ЗНОШЕНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ШИН У ДОВКІЛЛІ

*Проаналізовані можливі теоретичні екологічні впливи процесів перетворення зношених автомобільних шин у довкіллі, в першу чергу, внаслідок їх горіння у місцях несанкціонованого зберігання. Виявлено, що продукти горіння шин, крім того, що самі являють собою небезпечні речовини, також здатні взаємодіяти з іншими речовинами у довкіллі. Проаналізовані хімічні реакції, які при цьому відбуваються, з утворенням великої кількості інших шкідливих речовин (сульфіди, хлориди і сульфати металів, газоподібні сполуки сірки, оксиди вуглецю і азоту та інші).*

**Ключові слова:** зношені автомобільні шини, горіння, екологічний вплив, небезпечні речовини.

© Іщенко В. А., Березюк А. П., 2014.

**Постановка проблеми.** Під час експлуатації транспортних засобів утворюється велика кількість відходів. Одними з найнебезпечніших із них є зношені автомобільні шини, що складно збирати та утилізувати. Тому актуальним є вивчення способів поводження з ними та оцінювання впливу цих відходів на навколишнє середовище.

**Аналіз попередніх досліджень.** Висока екологічна небезпека зношених шин обумовлена, з одного боку, токсичними властивостями матеріалів, з яких їх виготовлено, з іншого – властивостями понад ста хімічних речовин, що виділяються в навколишнє середовище під час експлуатації, обслуговування, ремонту та зберігання шин [1, 2]. У найбільших кількостях виділяються: продукти розкладання каучуків (мономери), реакційноздатні й токсичні хімічні сполуки (ароматичні вуглеводні – бензол, ксилол, стирол, толуол), попередники канцерогенів (аліфатичні аміни), канцерогени (сірковуглець, формальдегід, феноли). У повітря також надходять сполуки хлору, сірки та азоту, оксиди металів [3].

**Метою статті** є аналіз можливих впливів на навколишнє середовище перетворень зношених шин.

**Виклад основного матеріалу.** Основним способом поводження зі зношеними шинами є їхнє спалювання. Значно меншу частину шин переробляють піролізом або механічним обробленням, які потребують більших затрат. Більшість процесів спалювання відбуваються несанкціоновано – громадянами чи організаціями, щоб позбутися відходів або для отримання теплоти (енергії). Підприємства, які спалюють відпрацьовані шини легально, часто не мають належних ресурсів для забезпечення необхідних рівнів очищення газових викидів. Окрім цього, частка шин потрапляє на сміттєзвалища, де часто відбувається самоzapalювання.

Горіння зношених автомобільних шин несе загрозу для навколишнього середовища, оскільки внаслідок цього процесу утворюються речовини першого-третього класів небезпеки – біфеніл, антрацен, флуорентан, пірен, бенз(а)пірен та інші [2]. Біфеніл і бенз(а)пірен є найсильнішими канцерогенами, тому їхня наявність свідчить про серйозну загрозу навколишньому середовищу та здоров'ю людини. У найбільших кількостях утворюються оксиди сірки (один із найпоширеніших забрудників повітря) та цинку (небезпека полягає у його каталітичній активності).

Під час горіння шин із них також виділяється сірка, яка в подальшому може взаємодіяти з іншими речовинами, що може призвести до утворення небезпечних сполук. Є дані, що сірка самодовільно виділяється із шин [5]. Враховуючи, що місця накопичення та спалювання відпрацьованих шин часто містять багато інших речовин, наприклад, сполук металів, та й самі шини, безперечно, забруднені пилом металів, а сполуки цинку, наприклад, використовують як наповнювачі при виробництві шин, то сірка може взаємодіяти з металами та їх сполуками.

Так, змішування порошоків сірки і заліза навіть за невеликого нагрівання веде до реакції  $Fe + S = FeS$ . Після підпалу бурхливо реагує суміш порошоків сірки та цинку:  $Zn + S = ZnS$ . За звичайних умов сірка може взаємодіяти із ртуттю:  $Hg + S = HgS$ . Утворені сульфідні сполуки можуть вступати в подальші хімічні взаємодії. Так, сульфід заліза  $FeS$  може самозайматися на повітрі за нормальної температури. Сульфід цинку  $ZnS$  у вологому повітрі окислюється до сульфату, а при нагріванні в повітрі відбувається реакція  $ZnS + O_2 = ZnO + SO_2$ . Останній компонент є однією із причин утворення кислотних дощів.

Сульфід ртуті  $HgS$  є сильним фунгіцидом, а сульфід заліза здатний взаємодіяти з концентрованими хлоридною й нітратною кислотами:  $FeS + 2HCl = FeCl_2 + H_2S$ ,  $FeS + 12HNO_3 = Fe(NO_3)_3 + H_2SO_4 + 9NO_2 + 5H_2O$ . Кислоти наявні в навколишньому середовищі досить часто – внаслідок кислотних опадів і промислових викидів. Особливо часто концентровані кислоти можуть надходити у довкілля в останньому випадку.

Сірководень, який при цьому утворюється, належить до третього класу небезпеки. Доволі часто модливе отруєння газоподібним  $H_2S$ . Вже при 0,1 % (об.) сірководню виникають важкі отруєння, причому небезпека зростає через те, що після легкого отруєння запах сірководню вже не відчувається. Отруйна дія сірководню

пояснюється його здатністю взаємодіяти з гемоглобіном крові. Вдихання сірководню, що виділився з води в повітря, може привести до погіршення пам'яті, катару верхніх дихальних шляхів, бронхіту, фурункульозу та кон'юнктивіту. Присутність в повітрі 0,8 мг/л сірководню може стати причиною отруєння з фатальним наслідком.

Інший продукт взаємодії – сульфід цинку – здатний окислюватися:  $2\text{ZnS} + 3\text{O}_2 = 2\text{ZnO} + 2\text{SO}_2$ . Ця реакція може відбуватися за умови горіння шин на полігонах твердих побутових відходів. Оксид цинку, в свою чергу, взаємодіє при нагріванні з вуглецем:  $\text{ZnO} + \text{C} = \text{Zn} + \text{CO}$ . Таким чином, під час цих реакцій утворюються небажані речовини – діоксид сірки та чадний газ.

Сульфід цинку також може взаємодіяти з неорганічними розведеними кислотами з утворенням токсичних сірководню та двооксиду азоту:  $\text{ZnS} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{ZnS} + 8\text{HNO}_3 = \text{ZnSO}_4 + 8\text{NO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ . Крім того, утворюються хлорид та сульфат цинку, пара яких має токсичний вплив, насамперед, на дихальні шляхи та слизові оболонки.

Особливу увагу варто приділити сульфиду руті  $\text{HgS}$ , що легко утворюється за нормальної температури. Він може окислюватися з утворенням небажаного  $\text{SO}_2$ :  $\text{HgS} + \text{O}_2 = \text{Hg} + \text{SO}_2$ . Сульфід руті також може вступати в реакцію з  $\text{CaO}$ , що міститься в будівельних матеріалах, залишках мінеральних добрив та інших відходах:  $4\text{HgS} + 4\text{CaO} = 4\text{Hg} + 3\text{CaS} + \text{CaSO}_4$ . Внаслідок наведених реакцій утворюється металічна ртуть, що належить до першого класу небезпеки і є надзвичайно токсичною речовиною.

Також може відбуватися розчинення  $\text{HgS}$  в суміші кислот:  $3\text{HgS} + 12\text{HCl} + 2\text{HNO}_3 \rightarrow 3\text{S} + 3\text{H}_2[\text{HgCl}_4] + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$ . Одним із продуктів є шкідливий газ  $\text{NO}$ .

Коли горить автомобільна шина, відбуваються хімічні перетворення каучуку й наповнювача. До складу шин найчастіше входить ізопреновий каучук, що належить до четвертого класу небезпеки і під час горіння виділяє такі продукти:  $\text{C}_5\text{H}_8 + 7\text{O}_2 = 5\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ . Паралельно відбувається горіння наповнювача (наприкладі Каптакса чи 2-меркаптобензтіазола):  $2\text{C}_7\text{H}_7\text{NS}_2 + 24,5\text{O}_2 = 14\text{CO}_2 + 2\text{NO}_2 + 4\text{SO}_3 + 5\text{H}_2\text{O}$ . Крім екологічної небезпеки самого Каптаксу (спостерігається збудження, порушення координації рухів, судоми, зміна вмісту еритроцитів у крові, порушення екскреторної функції печінки і функції щитовидної залози), утворюються  $\text{NO}_2$  і  $\text{SO}_3$ . Останній через свою активність і високу гігроскопічність відразу взаємодіє з водою повітря з утворенням сульфатної кислоти [4, 5].

**Висновки.** Найнебезпечнішими речовинами, що утворюються під час горіння зношених автомобільних шин, є біфеніл, антрацен, флуорентан, пірен, бенз(а)пірен, більшість з яких є канцерогенами. Сірка, що виділяється під час горіння, може взаємодіяти з іншими речовинами, що може призвести до утворення небезпечних сполук. Особливу небезпеку становить зберігання шин на несанкціонованих сміттєзвалищах, де у складі твердих побутових відходів міститься велика кількість інших небезпечних речовин. Внаслідок таких взаємодій утворюються сульфіді, хлориди й сульфати металів, газоподібні сполуки сірки, оксиди вуглецю та азоту. З огляду на значну небезпеку впливу зношених автомобільних шин на довкілля, варто суворо контролювати їхнє зберігання та утилізацію, а також здійснювати моніторинг навколишнього середовища.

#### Список використаної літератури

1. *Третьяков О. Б.* Воздействие шин на окружающую среду и человека / О. Б. Третьяков, В. А. Корнев, Л. В. Кривошеева. – М. : Нефтехимпром, 2006. – 154 с.
2. *Тарасова Т. Ф.* Экологическое значения и решение проблемы переработки изношенных автошин / Т. Ф. Тарасова, Д. И. Чапалда // Вестник ОГУ. – Т. 2. Естественные и технические науки. – 2006. – № 2. – С. 130-135.
3. *Самойленко А. Ю.* Получение сульфогидрильных катионитов на основе измельченной протекторной резины / А. Ю. Самойленко, О. И. Тужиков // Поволжский экологический вестник. – 2000. – Вып. 7. – С. 69-71.
4. *Петрук В. Г.* Оцінка впливу на навколишнє середовище шинної промисловості / В. Г. Петрук, В. О. Прокопенко, П. М. Турчик // Зб. матер. II-го Всеукр. з'їзду екологів за міжнар. участю. – Вінниця, 2009. – С. 73-76.

*Сергієнко М. І.* Проблема утилізації автомобільних шин та шляхи її вирішення / М. І. Сергієнко, А. І. Васильченко, М. П. Веремєнко // Зб. наук. пр. наук.-техн. конф. «Енергетика. Екологія. Людина» ; розд. «Інженерна екологія» – К., 2009. – С. 338-341.