

Keywords: adsorption, nanopowder, ions of heavy metals.

References

1. Kupchyk L. A., Nikolaichuk A. A., Borovitskyi N. Yu. Osoblyvosti sorbtsii yoniv vazhkykh metaliv iz sol'ovykh rozchyniv lihnotseliuloznymy sorbentamy [Features sorption of heavy metal ions from salt solutions lihnotselyuloznymy sorbents] // Visnyk NTUU «KPI». – 2010. – # 2. – P. 60-63.
 2. Vegera A. I., Elyshin A. I., Volkov V. K., Zharkova O. N. Sravnitel'nyj analiz otechestvennyh i zarubezhnyh fil'tromaterialov [Comparative analysis of domestic and foreign filtering materials] // Vesti PGU ; Prikladnye nauki. – 2000. – S. 69-74.
 3. Antonenko L. P., Chuchulina N. V., Khokhotva O. P., Demyshok T. I., Bozhenko O. M. Ochyschennia vody vid ioniv midi nanoparoshkamy almazu [Water purification of copper ions nanoparoshkamy diamond] // Visnyk NTUU «KPI». 2011. # 1(7), P. 80-83.
 4. Lur'e Ju. Ju. Analiticheskaja himija promyshlennyh stochnyh vod [Analytical chemistry of industrial waste water]. M. : Himija, 1984.
-

УДК 504.054

ІЩЕНКО 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: зношенні 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 зношенні автомобільні шини, що складно збирати та утилізувати. Тому актуальним є вивчення способів поводження з ними та оцінювання впливу цих відходів на навколошине 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 навколошине 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 вуглєводні – бензол, ксиол, 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 навколошине 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 самозапалювання.

Горіння зношених автомобільних шин несе загрозу для навколошиного 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 навколошньому 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 привести 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 порошків сірки і заліза навіть за невеликого нагрівання веде до реакції $\text{Fe} + \text{S} = \text{FeS}$. Після підпалу бурхливо реагує суміш порошків сірки та цинку: $\text{Zn} + \text{S} = \text{ZnS}$. За звичайних умов сірка може взаємодіяти із ртуттю: $\text{Hg} + \text{S} = \text{HgS}$. Утворені сульфіди можуть вступати в подальші хімічні взаємодії. Так, сульфід заліза FeS може самозайматися на повітрі за нормальнюю температурою. Сульфід цинку ZnS у водогуму повітря окислюється до сульфату, а при нагріванні в повітрі відбувається реакція $\text{ZnS} + \text{O}_2 = \text{ZnO} + \text{SO}_2$. 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: $\text{FeS} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{S}$, $\text{FeS} + 12\text{HNO}_3 = \text{Fe}(\text{NO})_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 + 9\text{NO}_2 + 5\text{H}_2\text{O}$. Кислоти наявні в навколошньому 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 модливі 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'юктивіту. 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, пари яких має токсичний вплив, насамперед, на дихальні шляхи та слизові оболонки.

Особливу увагу варто приділити сульфіду ртуті HgS , що легко утворюється за нормальнюю температурою. Він може окислюватися з утворенням небажаного SO_2 : $\text{HgS} + \text{O}_2 = \text{Hg} + \text{SO}_2$. Сульфід ртуті також може вступати в реакцію з 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 речовою.

Також може відбуватися розчинення 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 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 (на прикладі Каптакса чи 2-меркаптобензтіазола): $2\text{C}_7\text{H}_5\text{NS}_2 + 24,5\text{O}_2 = 14\text{CO}_2 + 2\text{NO}_2 + 4\text{SO}_3 + 5\text{H}_2\text{O}$. 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 NO_2 і 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 привести 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 сульфіди, 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 навколошнього 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 значение 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 навколошне 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.
5. Сергієнко М. І. Проблема утилізації автомобільних шин та шляхи її вирішення / М. І. Сергієнко, А. І. Васильченко, М. П. Веременко // Зб. наук. пр. наук.-техн. конф. «Енергетика. Екологія. Людина» ; розд. «Інженерна екологія» – К., 2009. – С. 338-341.

Надійшла до редакції 09.09.2014

Ishchenko V. A., Bereziuk A. P.

THE CHEMICAL TRANSFORMATIONS OF WORN TIRES IN THE ENVIRONMENT

The theoretical potential environmental impact of the processes of waste tires transformation in the environment is analyzed, primarily due to their combustion in unauthorized places of storage. It was revealed that products of tires combustion are hazardous substances themselves and also are able to interact with other substances in the environment. The analyzed chemical reactions occurred at the same time form a large number of other harmful substances (sulphides, chlorides and sulphates of metals, gaseous sulphur compounds and nitrogen oxides, carbon oxides, etc.).

Keywords: waste tires, combustion, environmental impact, hazardous substances.

References

1. Tret'jakov O. B. Vozdejstvye shyn na okruzhajushchju sredu y cheloveka [The impact of tires on the environment and human] / O. B. Tret'jakov, V. A. Kornev, L. V. Kryvosheeva. – M.: Neftehimprom, 2006. – 154 s.
2. Tarasova T. F. Ekologicheskoe znachenija y reshenye problemy pererabotki yznoshennih avtoshyn [Environmental values and solution processing of worn tires] / T. F. Tarasova, D. Y. Chapalda // Vestnyk OGU. – T. 2. Estestvennye y tehnicheskiye nauky. – 2006. – № 2. – S. 130–135.
3. Samojlenko A. Ju. Poluchenye sul'fogydryl'nih katyonytov na osnove yzmel'chennoj protektornoj rezinyi [Getting sulfhydryl cation exchangers based on milled tread rubber] / A. Ju. Samojlenko, O. Y. Tuzhykov // Povolzhskij ekologicheskij vestnyk. – 2000.– Vip. 7. – S. 69–71.
4. Petruk V. Gh. Ocinka vplyvu na navkolyshne seredovyshe shynnoji promyslovosti [Evaluation of environmental impact tire industry] / V. Gh. Petruk, V. O. Prokopenko, P. M. Turchyk // Zbirnyk materialiv II-oho Vseukrajins'kogho z'jizdu ekologiv z mizhnarodnoju uchastju. – Vinnycja, 2009. – S. 73–76.
5. Serghijenko M. I. Problema utylizaciji avtomobilnykh shyn ta shljakhy jiji vyrihennja [The problem of recycling tires and its solving] / M. I. Serghijenko, A. I. Vasyljchenko, M. P. Veremenko // Zbirnyk naukovykh prac NTK «Energhetyka. Ekologija. Ljudyna», rozdil «Inzhenerna ekologija» – K. , 2009. – S. 338–341.