

ЕКОНОМІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ З ПЕРЕРОБКИ ГУМОВИХ ВІДХОДІВ

ДВНЗ «Український державний хіміко-технологічний університет», м. Дніпропетровськ

Проаналізовано технологічні, екологічні та економічні аспекти проблеми накопичення гумових відходів. Показано, що на противагу європейським країнам, де питання про способи утилізації неопрацьованих гумових відходів (автопокришок) поступово вирішуються, в нашій країні ця проблема загострюється. Аналіз різних методів переробки гумових відходів показав, що піроліз – це найбільш екологічно безпечний спосіб, який дозволяє додатково одержати такі продукти: пресований металокорд, синтетичну нафту, вуглець технічний, газ і теплову енергію. В якості типової розглянуто технологічну схему піролізу гумових відходів на обладнанні «FORTAN». З'ясовано, що реально діюче підприємство Y з переробки гумових відходів методом середньотемпературного піролізу, є економічно ефективним. Розрахована рентабельність його операційної діяльності складає 69%, що набагато вище у порівнянні з іншими промисловими підприємствами України. Тим не менш, існують певні проблемні аспекти господарської діяльності таких підприємств, це – потреба в значних фінансових ресурсах, проблеми з реалізацією продуктів піролізу та великі труднощі з офіційним оформленням дозвільних документів.

Ключові слова: гумові відходи, піроліз, продукти переробки гуми, технологія, економічна ефективність.

Вступ

Питання екології і зменшення наслідків техногенної діяльності людини набувають особливо великого значення в сучасній економіці, що знаходить безпосереднє відображення в концепції сталого економічного розвитку. Всебічне врахування екологічних проблем спонукає оптимально використовувати природні ресурси, впроваджувати енерго- і матеріалоощадні технології. Окремим гострим питанням постає нерегулярна і немасова переробка гумових відходів через їх шкідливий вплив на людину і навколишнє середовище. Проблеми переробки гумових відходів є предметом дослідження не тільки вчених з хімії, технології, екології, а й фахівців з економіки. Особливу актуальність цій проблемі додали нещодавні соціально-політичні події – масове спалювання не утилізованих покришок у великих містах, що завдало сильної шкоди навколишньому середовищу, здоров'ю людей і призвело до матеріальних збитків. Взагалі проблему переробки та утилізації гумових відходів треба розглядати не тільки з боку практично-технологічної реалізації, а й враховувати багато соціально-економічних аспектів.

Соціальні проблеми накопичення автопокришок розкрито в [1]: через відсутність дієвих

механізмів захисту навколишнього середовища, низьку підприємницьку активність та елементарну культуру ресурсовикористання в Україні загострюється проблема утилізації гумових відходів. Відомо, що до їх складу входить величезна кількість шкідливих хімічних речовин, багато з яких є сильними канцерогенами, а при горінні автопокришки виділяють отруйні сполуки – діоксин і фуран [2]. Шинний пил, який утворюється при зношуванні протектора, при попаданні в легені викликає алергічні реакції, бронхіальну астму, а при контакті зі слизовою оболонкою і шкіряним покривом – кон'юнктивіт, риніт, кропив'янку. Незважаючи на те, що в автопарках міського транспорту автопокришки повинні регулярно оновлюватися, часто цього не відбувається. Однією з причин є примусова заміна мікроавтобусів на автобуси: багато власників маршрутних таксі навмисно не міняють гуму на мікроавтобусах, щоб не нести додаткових витрат, якщо їх все ж змусять купувати більш великі автобуси. Наслідком цього є аварійні ситуації взимку через те, що гума зношена, а на дорогах ожеледиця.

Можливість переробки гумових відходів (автомобільних шин) методом низькотемпературного піролізу вивчали О.В. Булавін та

В.М. Пашкевіч [3], ними була розроблена відповідна технологічна установка. Ю.А. Новачків та ін. [4] досліджували властивості і економічну доцільність вилучення продуктів переробки автомобільних шин. Вказані роботи містять пропозиції щодо застосування продуктів піролізу в інших галузях економіки, наприклад, можливість використання твердого залишку низькотемпературного піролізу автомобільних шин в якості сорбенту для видалення деяких органічних забруднень та для очищення стічних вод.

Метою даної роботи є оцінювання соціальної (екологічної) ефективності діяльності підприємств з переробки гумових відходів методом середньотемпературного піролізу та економічне обґрунтування здійснення природоохоронних заходів суб'єктами підприємництва.

Результати дослідження та їх обговорення

Проблема зберігання й утилізації старих автомобільних покришок гостро стоїть у всьому світі. Загальносвітові запаси зношених автошин оцінюються в 25 млн. т при щорічному прирості не менше 7 млн. т [5]. На європейські країни припадає 3 млрд. шт. зношених автопокришок (близько 2 млн. т). З цієї кількості тільки 23% покришок знаходять своє застосування – експортуються в інші країни, спалюються з метою отримання енергії, механічно подрібнюються для покриття доріг, та ін. У зв'язку із заборонаю в Європі на складування старих покришок і відсутністю достатнього місця для їх зберігання, питання про способи утилізації автопокришок поступово вирішуються. Так, у Франції 18% шин спалюють, 21% подрібнюють в крихту, 11% використовують в парках, портах і тд., а для 46% знаходять можливість відновлення. Зношені шини зберігаються легально і нелегально, як на звалищах, призначених виключно для використання автопокришок, так і на змішаних звалищах з різними відходами. Це несе в собі велику небезпеку, бо на подібних звалищах виникають пожежі, які важко загасити через великий ступінь займистості гумових виробів. Шкоду завдану людині, що вдихнула хоча б кілька разів дим від палаючих покришок, важко переоцінити.

В Україні, за експертними оцінюваннями [1], тільки за останні п'ять років ринок зношених автомобільних шин становить 4–6 млн штук на рік. У результаті цього щорічно утворюється понад 180 тис. т відпрацьованих шин. Протягом останніх 4–5 років щорічний обсяг переробки такого виду відходів досягав близько 14 тис. т, тобто менше 10%. Частина відпрацьованих автомобільних шин продовжують своє життя на дитячих майданчиках і стадіонах в якості перешкод для бігу або пісочниць, але це – лише невелика частина від загальної кількості. Інші ж непридатні покришки так і залишаються в

експлуатації, або опиняються на стихійних звалищах.

Основними методами переробки гуми є переробка в крихту, спалювання та піроліз [6]. Піроліз – технологія переробки, альтернативна спалюванню. Це – екологічно безпечна технологія утилізації старих автопокришок. Вона заснована на процесі розкладання гуми на складові компоненти. Для цього використовуються методи низькотемпературного піролізу (деполімеризації) і термолізу – розкладання гуми в інертному середовищі перегрітої пари. Шини завантажують в реактор і під впливом температури піддають піролізу з утворенням парогазу, технічного вуглецю і виокремленням металокорду. При повітряному охолодженні парогаз конденсується в рідку фракцію продуктів піролізу. Основна перевага цієї технології – отримання більш ліквідних, порівняно з гумовою крихтою, продуктів, а саме [1]:

- пресованого металокорду – до 10–20 мас.%; який використовується в металургійній промисловості без додаткового очищення;

- синтетичної нафти – 40–45 мас.%; яка за своїми властивостями має переваги над деякими нафтопродуктами. Рідка вуглеводнева фракція є аналогом суміші нафтових палив. Розділяється на високооктанову присадку в бензини і пічне паливо;

- вуглецю технічного – 25–35 мас.%; який придатний для використання в гумотехнічних сумішах різного призначення: у металургії, виробництві лакофарбових і будівельних матеріалів, паливних брикетів. На його основі можливе виробництво сорбентів для очищення води та газу, збору нафтових плям з водних і ґрунтових поверхонь;

- газу – 5–10 мас.%; який є аналогом природного газу;

- теплової енергії.

Всі ці продукти переробки не містять високотоксичних речовин, також виключена можливість попадання в атмосферу продуктів розкладання гуми. Найбільш важливі переваги низькотемпературного піролізу [3]:

1. Низька потреба в електроенергії (приблизно 50 кВт на добу, у той же час на підприємствах дроблення гумових відходів це складає 200 кВт на добу), замкнутість циклу і економічність, можливість використання для технологічних потреб різного виду палива: рідкого, твердого, газоподібного.

2. Одержання високоліквідної продукції, включаючи енергоносії. Установка з переробки шин дозволяє вирішити проблему утилізації не тільки з точки зору екології, а й дає можливість перетворити переробку шин в економічно високоефективне виробництво, що в даний час не

дозволяє зробити жодна інша технологія.

Вказані переваги і особливості притаманні технології середньотемпературного піролізу. У якості суб'єкта здійснення природоохоронних заходів розглянемо діюче товариство У, яке розташоване в Індустріальному районі м. Дніпропетровська. Підприємство знаходиться в оточенні промислової зони, найближча житлова забудова розташована на відстані 1,5 км. У складі виробництва знаходяться: склад і ділянка підготовки сировини, ділянка розвантаження реторт, ділянка остигання реторт, ділянка поділу і упаковки твердих відходів, резервуарний парк рідкого палива і піролізної води, ремонтна ділянка. Ділянка переробки вторинної сировини призначена для переробки наступних видів відходів: гумових виробів; відходів шинної промисловості; зношених автотранспортних та інших покришок з текстильним каркасом і металокордом. Виробництво працює в 3 зміни по 8 год 330 діб на рік. Вихідні техніко-економічні показники аналізованого підприємства приведено у табл. 1.

Таблиця 1

Техніко-економічні показники виробничого процесу підприємства У

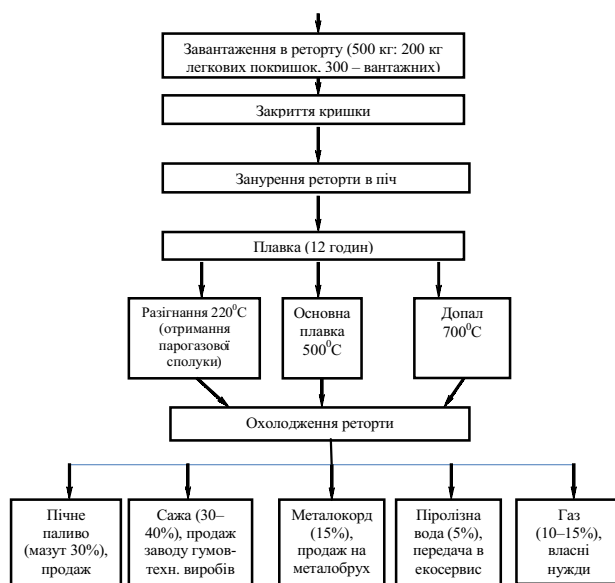
Показник	Одиниці виміру	Значення
Кількість робочих днів на рік	діб	330
Кількість змін		3
Сировина (відпрацьовані автопокришки)	кг/добу	500
Споживана електроенергія	кВт/добу	70
Витрата піролізного газу для роботи установки	кг/год	6,25
Потреба в трудових ресурсах	чол/зм	2
Умовний час піролізу	год	12

Річний обсяг переробки сировини – 1650 т. Устаткуванням для переробки вторинної сировини є дві установки піролізу: FORTAN-2 і FORTAN-4 виробництва ТОВ «Біодизель Крим». Сировина для виробництва надходить на підприємство автомобільним транспортом (самоскидом), і зберігається на складі сировини. Сировиною забезпечують різні підприємства, на балансі яких перебуває автотранспорт, у тому числі автопарки маршрутних таксі по договору. Також співробітники розглянутого підприємства регулярно вивозять зношені покришки з шиномонтажів міста та області (це є найбільшим джерелом постачання сировини: до 4 т на добу).

Уся сировина сортується за типорозмірами і перед завантаженням у знімну реторту зв'язується. Після завантаження, реторта закривається кришкою і може встановлюватися, як в

гарячу піч, так і в холодну. Внутрішній простір печі герметично закривається. Потім реторту розміщують в піролізній печі і нагрівають без доступу кисню. Інтенсифікація горіння і переміщення топкових газів досягається повітряним вдуванням. Паливом є дрова і газ. Процес піролізу вважається завершеним, коли кількість газу, що виділяється, стає не достатнім для роботи пальника або тиск газу зменшується до 0,01 атм. Принципова технологічна схема процесу переробки гумових відходів методом середньотемпературного піролізу надана на рисунку. Для піролізу використовується жаростійка нержавіюча сталь, середня температура в установці FORTAN 800°C.

Установка працює максимально ефективно, в неї завантажується гума різного виду, приблизно з однаковою температурою плавлення і за рахунок різних розмірів компактно вкладається. Якщо ж спробувати збільшити продуктивність обладнання шляхом збільшення температури в печах до максимуму і вище, це не призведе до позитивного результату: реторти швидко вийдуть з ладу, до того ж збільшиться час їх охолодження. Модернізація печей високотемпературних установок під цю технологію теж не призведе до позитивних результатів у зв'язку з величезними капітальними витратами на реконструкцію обладнання та складністю процедури офіційного оформлення дозвільних документів і технічної документації.



Технологічна схема піролізу резини на обладнанні «FORTAN»

Матеріальний баланс технологічного процесу перероблення гумових відходів наданий у табл. 2. З цих даних видно, що основним про-

Матеріальний баланс процесу піролізу гумових відходів (на 1 технологічний цикл)

Речовина	Прибуткова частина	Витратна частина		
	т, кг	т, кг	мас. %	Напрями використання речовини
Сировина (відпрацьовані автопокришки)	500	–	–	
Піролізне паливо	–	125	25	Використовується як котельне паливо
Технічний вуглець	–	175	35	У якості твердого палива (близький до кокс)
Піролізна вода	–	50	10	Джерело хімічних сполук
Піролізний газ	–	75	15	Використовується для роботи самої установи
Металокорд	–	75	15	Металобрухт, вторинне перероблення
Σ	500	500	100	

дуктом піролізної переробки гумових відходів є технічний вуглець, піролізне рідке паливо та металобрухт. Після закінчення роботи витягується вуглець та залишок з металокордом, які відправляються на додаткове подрібнення на кульовому млині. Сажа є утилізованим продуктом. Вуглець технічний піролізний пакується в тару і щодня вивозиться споживачеві. Металобрухт переноситься на майданчик зберігання металобрухту.

Основні витрати і доходи досліджуваного підприємства з переробки гумових відходів зведено до табл. 3.

Як впливає з наведених даних, в операцій-

них витратах товариства домінують витрати по заробітній платі (46,1%) та амортизаційні відрахування (24%). В операційних доходах підприємства переважає реалізація піролізного палива (48,9%) і оплата за переробку відходів (34,1%). Згідно Українського законодавства за утилізацію автопокришок зобов'язані платити власники автотранспорту. Для самостійної утилізації (захоронення) автопокришок необхідна ліцензія, оскільки автопокришки включено до переліку відходів вторинної сировини, збір і заготівля яких підлягають ліцензуванню (затвердженого постановою КМУ від 28.02.2001 р. № 1831). Якщо такої ліцензії немає [7], доцільно укласти договір про збирання та заготівлю зношених автопокришок зі спеціалізованими підприємствами, які мають ліцензію на цей вид діяльності. Значну частину доходів досліджуваного суб'єкта підприємництва (64 тис. грн/міс.) формують саме такі доходи за господарськими договорами за переробку автопокришок.

Щодо рентабельності операційної діяльності аналізованого підприємства, то розрахунки показують дуже оптимістичне значення 69%. Порівнюючи цю величину з рентабельністю українських промислових підприємств [8], можна зробити висновок про високу ефективність та економічну доцільність функціонування підприємств з переробки гумових відходів. Тим не менш, у цьому питанні існують кілька підводних каменів:

– практика показує, що за рік переробляється близько 1250–1300 т виробів з гуми, тобто коефіцієнт використання потужності устаткування на 20–25% виявляється менше запланованої величини;

– відносно невеликі значення фондовіддачі (порядку 1,5 грн/грн) зменшують інвестиційну привабливість подібних заходів;

– не вдається відразу реалізувати всі продукти піролізу. Наприклад, сажа може тривалий час лежати на складі та не приносити вчасно належного прибутку. Це пов'язано з тим, що купівельний попит на неї зростає в теплу пору

Таблиця 3

Фінансові результати діяльності підприємства У

Фінансово-економічний показник	Значення	
	(тис. грн)/місяць	%
Витрати, у тч:	104	100
Електроенергія	5	4,8
Заробітна платня	48	46,1
Амортизаційні відрахування	25	24,0
Оренда	10	9,6
Піролізна вода	1	1,0
Інші	15	14,4
Доходи, у тч.:	187,9	100
Оплата за переробку шин	64	34,1
Піролізне паливо (мазут)	92	48,9
Металобрухт	14,4	7,7
Сажа	17,5	9,3
Податки	12	
Показники економічної ефективності		
Чистий прибуток	71,9 тис. грн/місяць	
Рентабельність операційної діяльності	69%	
Продуктивність праці	93,9 т/(чол×добу)	
Фондовіддача	1,5 грн/грн	
Строк окупності капіталовкладень	2 роки	
Витрати на 1 грн товарної продукції	0,7 грн/грн	

року, тому що сажу використовують при виготовленні цегли, попит на яку, відповідно, теж збільшується в теплу пору року;

– є великі складності з офіційним оформленням дозвільних документів. Незважаючи на безперечну важливість природоохоронних проєктів, наша держава ніяк не розвиває дану галузь. В Україні дуже мало таких підприємств, які працюють офіційно з повним пакетом документів. А замість того щоб підтримувати такі бізнес-проєкти, уряд, на думку фахівців-практиків, тільки додає перешкод. Держава і місцева влада не сприяють розвитку, а тільки перепиняють шлях, не дають розширюватися бізнесу у цій сфері. Так, для реєстрації досліджуваного підприємства знадобилося 3 роки і велика сума грошей. На його виробничій базі планувалася утилізація автомобілів, були зібрані всі документи, але підприємству відмовили в даному виді діяльності без пояснення причин. Зі зміною влади змінюються закони, але ж корисні для суспільства природоохоронні законопроекти так і не доводяться до кінця та не втілюються на практиці. Підприємці налаштовані на отримання швидкого прибутку, і в тривалі суспільнозначущі екологічні проєкти бізнес не вкладає ні сили, ні кошти. На противагу цим обставинам, здійснене дослідження і розрахунок економічних показників (табл. 3) доводять економічну доцільність здійснення природоохоронних заходів з переробки гумових відходів суб'єктами підприємництва.

Висновки

В роботі доведено, що існує наростаюча проблема накопичення неопрацьованих гумових відходів. В нашій країні ця проблема просто критична, тому проєкти, спрямовані на утилізацію промислових відходів, надзвичайно важливі. Аналіз різних методів переробки гумових відходів показав, що піроліз – це найбільш екологічно безпечний спосіб. З'ясовано, що реально діюче товариство У з переробки гумових відходів методом середньотемпературного піролізу, є економічно ефективним, рентабельність його операційної діяльності 69%, що набагато вище у порівнянні з іншими промисловими підприємствами України. Тим не менш, існує декілька проблемних аспектів, які можуть зупинити початківців-підприємців від капіталовкладень в подібні проєкти, це – великі труднощі з офіційним оформленням дозвільних документів, потреба в значних фінансових ресурсах та труднощі з реалізацією продуктів піролізу через сезонність попиту на них.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Утилизация покрышек методом пиролиза [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.brasco-oil.ru
2. Мальцев А.И., Помогайло А.С. Анализ резин. – М.: Химия, 1977. – 232 с.
3. Булавін О.В., Пашкевич В.М. Применение низкотемпературного пиролиза для переработки автомобильных шин // Экологические проблемы индустриальных мегаполисов: Матер. междунар. научно-практ. конф. – т2. – Донецк: ООО „Лебедь”, 2004. – С.103-108.
4. Новачків Ю.А., Хазінов В.А., Петренко тВ. Високоякісний вуглець сорбент - продукт переробки автомобільних шин [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://cyberleninka.ru/article/n/vysokokachestvennyu-uglerodnyu-sorbent-produkt-pererabotki-avtomobilnyh-shin>
5. Матеріали VI Междунар. еколог. форуму «Природа без границ» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.naturewithoutborders.ru
6. Белозеров Н.В. Технология резины. – М.: Химия, 1979. – 472 с.
7. Бухгалтерская система баланс [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.balance.dp.ua/forums/list.php?FID=7>
8. Рентабельність операційної діяльності підприємств за видами промислової діяльності [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ukrstat.gov.ua/>

Надійшла до редакції 20.11.2014
Рецензент: д.е.н., проф. О.А. Паршина

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ОТХОДОВ РЕЗИНЫ

Музыка Н.Н., Иванова М.В.

Проанализированы технологические, экологические и экономические аспекты проблемы накопления резиновых отходов. Показано, что в отличие от европейских стран, где вопросы утилизации отработанных резиновых отходов (автопокрышек) постепенно решаются, в нашей стране эта проблема обостряется. Анализ различных методов переработки резиновых отходов показал, что пиролиз – это наиболее экологически безопасный способ, который позволяет дополнительно получить следующие продукты: прессованный металлокорд, синтетическую нефть, технический углерод, газ и тепловую энергию. В качестве типовой рассмотрена технологическая схема пиролиза резиновых отходов на оборудовании «FORTAN». Выяснено, что реально действующее предприятие У по переработке резиновых отходов методом среднетемпературного пиролиза, является экономически эффективным. Рассчитана рентабельность его операционной деятельности (69%), что намного выше по сравнению с другими промышленными предприятиями Украины. Тем не менее, существуют определенные проблемные аспекты хозяйственной деятельности таких предприятий, это – потребность в значительных финансовых ресурсах, проблемы с реализацией продуктов пиролиза и большие трудности с официальным оформлением разрешительных документов.

Ключевые слова: отходы резины, пиролиз, продукты переработки резины, технология, экономическая эффективность.

**ECONOMIC AND ECOLOGICAL ASPECTS OF ACTIVITY
OF THE ENTERPRISES FOR PROCESSING OF WASTES
OF RUBBER**

Musica N.N., Ivanova M.V.

Analyzed technological, environmental and economic aspects of the problem of accumulation of waste rubber. It is shown that in contrast to European countries, where the issues of utilization of waste rubber waste (tires) are gradually being solved, in our country this problem is exacerbated. Analysis of various methods of processing waste rubber showed that pyrolysis is the most ecological way of processing. It allows you to get these products: pressed steel cord, synthetic oil, carbon black, gas and thermal energy. The paper discusses the technological scheme of waste rubber pyrolysis equipment FORTAN». Found that real and effective establishment Y for processing waste rubber by the method of medium temperature pyrolysis, is economic effective. The calculated profitability of its operating activities (69%), which is much higher compared to other industrial enterprises of Ukraine. However, there are some problematic aspects of economic activity of such enterprises, it is the need for significant financial resources, problems with the implementation of pyrolysis products and great difficulties with official permits.

Keywords: waste rubber, pyrolysis products rubber processing, technology, economic efficiency.