

МАШИНОЗНАВСТВО ТА АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ

УДК 62-665.9.002.68

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ УТИЛІЗАЦІЇ АВТОМОБІЛЬНИХ ШИН З
ВИКОРИСТАННЯМ ПНЕВМОКЛАСИФІКАЦІЇ**

К. А. Гнесь

студентка 4 курсу, група АТ-41, навчально-науковий механічний інститут
Науковий керівник – к.т.н., асистент О. С. Стадник

*Національний університет водного господарства та природокористування,
м. Рівне, Україна*

У технологічній схемі утилізації шин, що включає видалення бокових кілець, нарізання шматків гуми, подрібнення, видалення металевого та текстильного корду, запропоновано виконувати класифікацію на пневмокласифікаторах типу «Зиг-заг».

Ключові слова: автомобільна шина, утилізація, пневмокласифікація.

В технологической схеме утилизации шин, включающей удаление боковых колец, нарезку кусков резины, измельчение, удаление металлического и текстильного корда, предложено выполнять классификацию на пневмокласификаторах типа «Зиг-заг».

Ключевые слова: автомобильная шина, утилизация, пневмокласификация.

In the technological scheme of tires recycling, which include the removal of the side rings, cutting pieces of rubber tires, grinding, removal the metal and textile cord, performance classification in the zig-zag air classifier was proposed.

Keywords: automobile tire, utilization, pneumatic classification.

Зношені автомобільні шини є потенційно небезпечними відходами автомобільного господарства. При зберіганні зношених шин на звалищах відбувається виділення з гуми шкідливих та токсичних речовин, що призводить до забруднення ними повітря, ґрунту та ґрунтових вод. Також ряд шкідливих та токсичних речовин виділяється при спалюванні чи піролізі цих гумотехнічних виробів. Більш безпечним способом утилізації зношених автомобільних шин є їх подрібнення та наступне використання у виробництві гумотехнічних виробів, в тому числі й нових шин.

Існує кілька технологій утилізації зношених шин, які передбачають їх використання в цілому вигляді, термічну (хімічну) переробку, фізико-хімічну переробку та механічну (подрібнення) переробку.

Використання зношених автомобільних шин у цілому вигляді передбачає їх відновлення нарощуванням додаткового протектору, використання в будівництві для створення клумб, оснащення дитячих майданчиків та інші. Існують технології спалювання цілих зношених шин для отримання теплової енергії. Раніше була поширена практика захоронення зношених автомобільних шин та сьогодні це забороняє законодавство як України, так і Європейського Союзу.

До термічних способів переробки відносяться вже згадане спалювання автомобільних шин у цілому чи подрібненому вигляді, а також піроліз. В результаті піролізу утворюється вуглець, рідке паливо, леткі речовини у вигляді суміші різних газів та металокорд.

Фізико-хімічна переробка – це виробництво регенерату з подрібненої гуми, який здатний під впливом температури вулканізуватися. Утворений регенерат повторно застосовують для виробництва гумових виробів.

Основним продуктом після утилізації зношених автомобільних шин є гума крихта, яку отримують у результаті подрібнення та застосовують у виробництві гумових виробів. Гума крихта може бути застосована, як у вигляді регенерату, так і як наповнювач гуми. При цьому утворюється так званий композиційний матеріал «полімер у полімері». Для цього використовують дрібні фракції гумової крихти менші 1 мм [1].

Виробництво гумової крихти складається з таких технологічних операцій:

1. Очистка зношених автомобільних шин від бруду та негумових шипів.
2. Видалення бортових кілець.
3. Нарізання гуми шматками 200x200 мм на різальних валках.
4. Грубе подрібнення нарізаних шматків гуми.
5. Тонке подрібнення продукту грубого подрібнення.
6. Видалення металокорду магнітними сепараторами.
7. Виділення текстильного корду на віброситах та його вилучення повітряним потоком.
8. Класифікація гумової крихти на віброситах.

Вартість гумової крихти становить від 2,5 тис. грн/т і більше – залежно від крупності частинок. Найдорожчою є гума крихта з крупністю частинок меншою 1 мм. Тобто, гума крихта є товарним продуктом, який економічно доцільно транспортувати на великі відстані. Крім гумової крихти, товарним продуктом від утилізації зношених автомобільних шин є металокорд. У середньому автомобільна шина на 75% складається з гуми, 15% – з металокорду та 10% – текстильного корду.

Недоліком відомої технології утилізації зношених автомобільних шин є використання вібраційної класифікації для отримання однорідних за крупністю фракцій, оскільки гума має пружні властивості, що приводять до забивання чарунок сит. Це знижує їх експлуатаційну надійність. На думку автора, зробити цю операцію більш експлуатаційно надійною та дешевою можливо шляхом використання пневматичної класифікації. Це також підтверджується дослідженнями авторів [2].

Метою статті є удосконалення технології утилізації зношених автомобільних шин з використанням пневматичної класифікації в сепараторі типу «Зиг-заг».

Розрахункова маса зношених автомобільних шин, що підлягають утилізації на Рівненщині становить 1367,1 т/рік гуми, 273,4 т/рік металокорду та 182,3 т/рік текстильного корду, які можна залучити в подальшій переробці. Тому для області доцільно запустити одну технологічну лінію з утилізації автомобільних шин продуктивністю 0,5 т/год з урахуванням двохзмінної роботи. Вартість таких технологічних ліній становить від 10 до 43 тис \$ США, залежно від виробника за даними [3] та [4]. Установку доцільно будувати на одній з найбільших станцій технічного обслуговування Рівненщини.

Для вдосконалення технологічної схеми утилізації автомобільних шин було запропоновано частково замінити просіювання на віброситах на пневмокласифікацію. Повністю відмовитися від просіювання на ситах складно, оскільки на першій стадії виділяється текстильний корд. Отже, в першу чергу потрібно розрахувати параметри пневматичних класифікаторів для розділення за крупністю частинок 0,5 мм та 1 мм. Для пневматичної сепарації гумової крихти використаємо пневматичний сепаратор типу «Зиг-заг», який є найбільш розповсюдженим серед виробників. Підвищення ефективності розділення частинок можна досягти шляхом використання більш рівномірного поля швидкості в робочому об'ємі пневмокласифікатора, яке досягається встановленням перегородок [2].

Для розділення частинок гуми за крупністю 0,5 мм був розрахований відповідно до продуктивності робочий переріз пневмосепаратора типу «Зиг-заг» 150x200 мм, а для розділення частинок гуми за крупністю 1 мм робочий переріз становив 100x150 мм. Робоча швидкість потоку розраховувалася за формулою Смишляєва Г. К. становила 2,47 м/с та 4,93 м/с для розділення частинок 0,5 мм та 1 мм відповідно.

Зменшити нерівномірність поля швидкості без додаткових витрат на виготовлення експериментальних зразків дозволяє використання моделювання потоку газу в робочому об'ємі пневмокласифікатора. Моделювання потоку виконаємо у програмному забезпеченні FlowVision 2.5.4. Результати моделювання в вигляді графіків розподілу швидкості представлені на рис. 1 і 2.

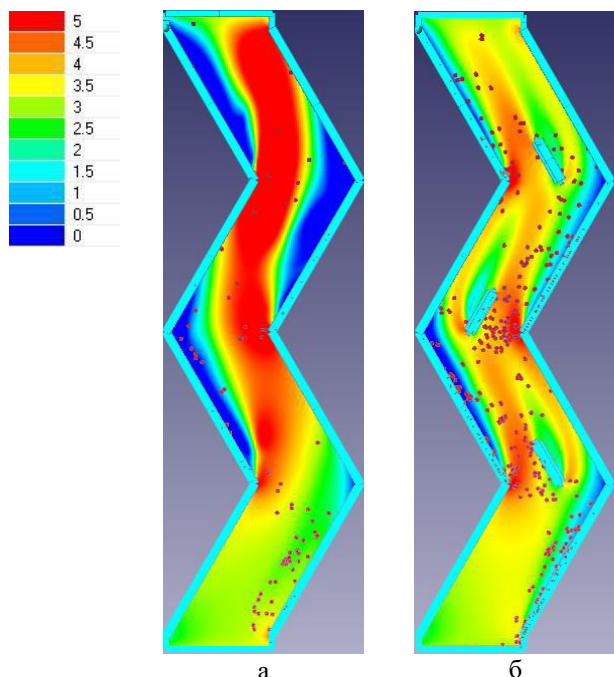


Рис. 1. Графік розподілу швидкості в центральній вертикальній площині пневмокласифікатора типу «Зиг-заг» з перерізом 150x200 мм і середньою швидкістю потоку 2,47 м/с: а – без перегородки; б – з перегородкою

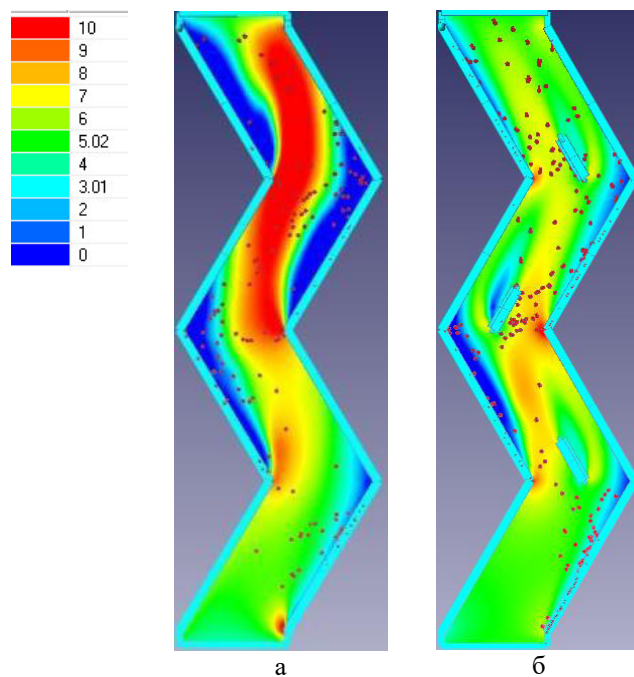


Рис. 2. Графік розподілу швидкості в центральній вертикальній площині пневмокласифікатора типу «Зиг-заг» з перерізом 100x150 мм і середньою швидкістю потоку 4,93 м/с: а – без перегородки; б – з перегородкою



Рис. 3. Дослідна установка для пневмокласифікації: 1 – пневмокласифікатор типу «Зиг-заг»; 2 – пилюсмок; 3 – трубопровід

Отже, відповідно до результатів моделювання встановлення перегородок у робочому каналі пневмосепаратора типу «Зиг-заг» дозволяє отримати більш рівномірне поле швидкості, що дозволить підвищити ефективність розділення частинок гумової крихти.

Лабораторні дослідження виконувалися на лабораторній установці, зображеній на рис. 3. Експериментальні дослідження виконувалися за такою методикою:

1. Зразок подрібненої гуми був добре перемішаний та відібраний контрольний зразок методом квартування. Решта зразка була розділена на 8 частин.

2. Враховуючи розраховані швидкості повітряного потоку в робочому каналі пневмокласифікатора, для експериментів були підбрані такі значення: 1,5, 2, 2,5 та 3 м/с – для виділення класу крупності 0–0,5 мм (серія дослідів 1) та 4, 4,5, 5, 5,5 м/с – для виділення класу крупності 0–1 мм (серія дослідів 2). Тобто, кожен з восьми зразків був розкласифікований на пневмокласифікаторі з отриманням важкої та легкої фракції. Швидкість потоку визначалася за допомогою термоанемометра АИСТ-4.

3. Продуктивність у кожному досліді регулювалася розміром щілини в бункері пневмокласифікатора.

4. Отримані у кожному досліді важкі та легкі фракції були зважені на лабораторних вагах та визначені їх масові виходи.

5. Для кожної з отриманих важких та легких фракцій визначався гранулометричний склад з використанням рекомендацій [5]. При цьому використовувалися сита з розмірами чарунок сит 0,5 та 1 мм. Вилучення класу крупності 0–0,5 мм (у серії дослідів 1) та 0–1 мм (у серії дослідів 2) до легкої фракції пневмокласифікації визначалося за формулою [5].

6. За отриманими результатами були побудовані графіки залежності масового виходу вмісту класу крупності 0,5 мм чи 1 мм та вилучення цього класу від швидкості повітряного потоку в робочому каналі пневмокласифікатора.

Результати експериментальних досліджень представлені у вигляді графіків (рис. 4 та 5).

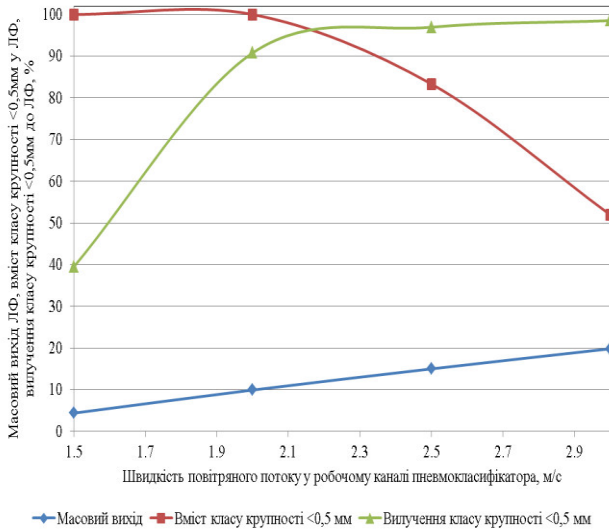


Рис. 4. Графіки залежності масового виходу ЛФ, вмісту класу крупності <0,5 мм у ЛФ та вилучення класу крупності <0,5 мм до ЛФ від швидкості повітряного потоку в робочому каналі пневмокласифікатора

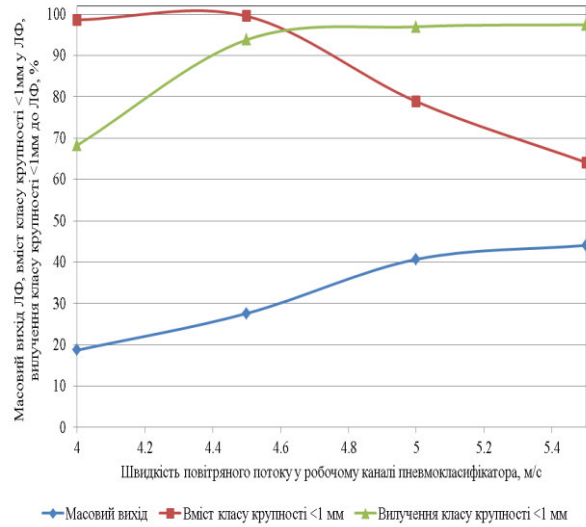


Рис. 5. Графіки залежності масового виходу ЛФ, вмісту класу крупності <1 мм у ЛФ та вилучення класу крупності <1 мм до ЛФ від швидкості повітряного потоку в робочому каналі пневмокласифікатора

За результатами експериментальних досліджень встановлено, що за допомогою пневмокласифікації на пневмокласифікаторах типу «Зиг-заг» можна отримати гумову крихту марки РК-0,5 з вмістом класу крупності 0–0,5 мм 85%, масовим виходом 14%, вилученням класу крупності 0–0,5 мм 97%, при робочій швидкості повітряного потоку 2,45 м/с та марки РК-1,0 з вмістом класу крупності 0–1 мм 95%, масовим виходом 31%, вилученням класу крупності 0–1 мм 96%, при робочій швидкості повітряного потоку 4,65 м/с.

Отже, пневмокласифікація на пневмокласифікаторах типу «Зиг-заг» придатна для використання в технології утилізації зношених автомобільних шин замість віброкласифікації.

Список використаних джерел:

1. Бобович Б. Б. Утилизация автомобилей и автокомпонентов: учебное пособие / Б. Б. Бобович. – М.: МГИУ, 2010. – 176 с. 2. Сантов В. Е. Актуальность разработки пневмосепаратора для разделения фракций резиновой крошки / В. Е. Сантов, В. Г. Фарафонов, А. Н. Суворов // Modern High Technologies, 2013. – № 11. – С. 116–118. 3. Торгово-экспортная компания «Универсал». Оборудование для переработки шин в крошку [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://86007machine.prom.ua/p66789464-oborudovanie-dlya-pererabotki.html>. 4. Линия для переработки шин в крошку [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://prom.ua/p131282844-liniya-pererabotke-shin.html>. 5. Смирнов В. О. Переработка корисних копалин / В. О. Смирнов, В. С. Білецький, Р. О. Шолдра. – Донецьк : Східний видавничий дім, 2013. – 600 с.