

УДК 628.91.678

**Анатолій Матвійчук**

## **ОСОБЛИВОСТІ ПОРІЗКИ АВТОТРАКТОРНИХ ШИН ТА ПРОБЛЕМИ ЇХ ПЕРЕРОБКИ**

*В роботі описано способи отримання та використання вторинної сировини з автотракторних шин. Проаналізовано відповідні методи механічної обробки. Розглянуто вплив основних факторів на ефективність різання.*

За даними комісії при ООН у світі щорічно накопичується понад 8 млн. т зношених шин та інших відходів гуми, причому 87% — у загальній кількості утилізованої гуми, що збирається. Основна концепція полягає у виготовленні готових виробів на основі механічного розрізування. Найширші перспективи в цьому плані відкриваються при виготовленні з вторинної полімерної сировини з тканинним і металевим кордом готових деталей. При цьому маємо можливість виготовляти різні деталі, які можуть мати широке використання. До них відносяться:

- ободи коліс і привідних шківів транспортних засобів та для подрібнення зерна, соломи;
- бичі для очищення гички буряків;
- футерування канатних шківів, футерівок циліндричних поверхонь роликів опор;
- вібраційні подушки амортизаторів технологічного обладнання й оснащення;
- елементи завісів дверей тваринницьких ферм;
- в якості еластичних очисних елементів;
- для багатьох технологічних цілей.

Вторинна сировина з автотракторних шин може широко використовуватися в якості:

- суміші з різними складниками для замашування покриттів, встановлення транспортних переїздів, тротуарного й іншого покриття;
- ізоляційних матеріалів у технологічних комплексах для звукових цілей;

– в якості різних добавок до будівельних матеріалів при виготовленні бітумних матеріалів, мастик, лаків, антикорозійних покриттів та інше;

– енергоносіїв.

Іншими словами, чим коротший виробничий цикл переробки, чим скоріше виходить готовий виріб, тим ефективніший даний спосіб переробки.

В основу способу використання вторинної сировини покладено концепцію отримання готових виробів на основі механічної обробки.

Методи механічної переробки, судячи з огляду патентної літератури, можуть бути реалізовані не тільки в АПК, а й у гірничій промисловості для виготовлення різних вузлів гірничого обладнання, яке працює у важких умовах за наявності абразивного середовища.

Значне місце в цій проблемі займають питання вторинного використання полімерних матеріалів з металевим і тканинним кордами, які широко розповсюджені в техніці у вигляді автотракторних шин, конвеєрних стрічок, шлангів, віброізолюючих пристроїв та ін.

Слід також відзначити, що механічна обробка займає велику питому вагу при виконанні трудомістких операцій, пов'язаних із розкרוюванням і подрібненням вторинної сировини.

У зв'язку з сказаним вище, проблема розробки виробів із вторинної полімерної сировини із металічним кордом є актуальною.

Таким чином, процес виходу з ладу шин і конвеєрних стрічок, з одного боку, і недостатність ефективних методів переробки відходів, що утворюються, з іншого, призводять до неухильного нагромадження цього виду вторинної сировини у величезних масштабах, що загрожують порушенню екологічної рівноваги. За останні роки у науково-технічній літературі спостерігається значне збільшення інформації з переробки й використання зношених полімерних виробів, в основному автотракторних шин. Найбільший рівень переробки цього виду вторинної сировини досягнуто в Японії де переробляється близько 90% усіх автопокришок, що вийшли з ладу, в Німеччині — близько 70% піддається вторинній переробці.

На багатьох автопідприємствах країни утворилися величезні шинні цвинтарі, що займають великі площі. Водночас, поховання шин на смітниках не є вирішенням проблеми. Найчастіше проблема ліквідації величезної кількості шин, що зібралася, проходить шляхом спалювання їх на смітниках, або при використанні як енергоносіїв для опалювання в зимовий час різних виробничих приміщень. Таке непродуктивне використання відходів неприпустиме з погляду забруднення навколишнього середовища шкідливими речовинами.

Звідси очевидно, що проблема вторинного використання автотракторних шин і відходів гумово-технічної промисловості шляхом їхньої переробки винятково актуальна.

Переробці піддаються автотракторні шини, у яких видаляють борти, що містять металеві кільця, а протекторну частину подрібнюють з метою відділення гуми від ниток корду шляхом просівання. Надалі подрібнену гуму переробляють і застосовують для виробництва гідроізоляційних будівельних матеріалів. Кордні відходи містять 16–22% домішок гуми; їх найчастіше використовують замість азбесту в якості наповнювача в низькосортних покрівельних виробках.

Варто наголосити, що в літературі, яка стосується переробки вторинної полімерної армованої сировини, практично немає даних про використання методів механічної обробки для отримання з цього виду сировини готових виробів.

У науково-технічній літературі увага приділена і спеціальним методам переробки шин. Наприклад, фірма BRC Environmental (Великобританія) розробила мікрохвильовий метод переробки. Було встановлено, що, використовуючи мікрохвильову енергію як джерело нагрівання, можна швидко й ефективно здійснювати піроліз зношених шин. Іншим оригінальним напрямком комплексної переробки зношених шин є їхнє розчинення в спеціальному розчиннику. Після розчинення шини одержують будівельні асфальти поліпшеної якості, мастики, бітумні лаки й антикорозійні покриття.

Для створення різання обрешинених кордів і тканин у шинній промисловості використовують дискові зубчасті ножі. Найбільш розповсюджений на практиці так названий російський ніж — цен-

тробіжна пила зі сталі У8А з крупними зубами, направленими в один бік. Такий ніж простий у виготовленні й не потребує спеціальних приладів для заточування. Досить ефективно дискові пили використовують для різання металів. Основні переваги такої обробки: висока продуктивність, економічність, надійність процесу можуть бути перенесені також і на різання полімерних матеріалів, армованих кордом. Але використання таких інструментів для різання вторинного полімерного матеріалу з тканинним кордом у вигляді зношених конвеєрних стрічок, утилізованих і бракованих шин стримується утворенням у процесі різання диму і дрібнодисперсної гарячої стружки, що неприпустимо з точки зору пожежобезпеки і гігієни праці.

В ряді робіт досліджений процес різання обрешиненого текстильного корду ножем типу «різак». При цьому основними параметрами процесу різання є: швидкість подачі каретки  $V_n$ , кут закрою матеріалу  $\alpha_n$  (цей параметр характеризує процес закрою в шинному виробництві), кут нахилу різальної кромки ножа до площини матеріалу  $\beta_n$ . Процес різання виконується шляхом переміщення каретки з закріпленим на ній ножем по направляючій за допомогою пневмоелектромагнітного привода. Конструкція підвіски ножа дозволяє використовувати змінні леза, що дає можливість змінювати кут нахилу різальної кромки ножа до площини матеріалу  $\beta_n$ .

Плоскі ножі широко використовують на підприємствах шинної галузі для розкрою обрешинених тканин.

У пристрої попередньо надривають кромку корду, а в надрив вводять нагрітий ніж, який є металевою пластиною з різальними кромками, які утворюють кут  $150^\circ$ – $155^\circ$ . Якщо більш полого передня кромка не встигає перерізати кромку корда, то корд в кінці ріжеться задньою кромкою, в результаті чого кромка корда не зминається. Ніж виготовляють у вигляді пластини з симетрично розміщеними під кутом різальними кромками, які мають центральні ребра по бокових площинах, що переходять за межами різальних кромок у пилоподібний виступ, який попередньо проколює корд. Фірма «Герберт» (Німеччина) пропонує різати прорезинений корд плоским ножем від середини до країв матеріалу.

При всій різноманітності розглядуваних вище конструкцій ножів останні мають досить обмежені області застосування і не можуть бути використані для механічної обробки вторинної полімерної армованої сировини.

Таким чином, для розкрою прорезиненого текстильного корда в шинній промисловості в основному застосовують плоскі різальні інструменти ножового типу, а також дискові фрези. Застосування таких інструментів для розкрою металокордного полотна не доцільно. Відзначається, що при використанні для різання фрези спостерігається інтенсивне теплоутворення і обгорання резини в зоні різі; при цьому інструмент швидко виходить з ладу.

Аналіз науково-технічної і патентної літератури свідчить, що механічна обробка з використанням вібраційного руху різального інструмента широко і успішно застосовується в техніці.

Великий інтерес викликає обробка металів вібраційними різцями. Незважаючи на те, що вібрація в звичайній практиці металообробки є небажаним і шкідливим явищем, у відповідних умовах вона може бути дуже ефективно використана. В процесах чистої обробки — суперфінішуванні, хонінгуванні, притирці — використовують вібраційний рух інструменту. Застосування різання з вібрацією на оптимальних режимах дозволяє вирішити багато актуальних проблем, які стоять перед промисловістю: подрібнення стружки, підвищення оброблюваності матеріалів різанням, підвищення ефективності дії МОР та ін. фізичними особливостями в порівнянні з умовами його різання без вібрацій.

Для різання шин на смуги автор використовує спеціальні дискові фрези. Залежно від конструктивних елементів інструмента розраховують різальний інструмент таким чином, щоб допустимі для нього режими різання забезпечували найбільшу продуктивність.

Для різання автотракторних шин можна використовувати дискові фрези як з одностороннім, так і з двостороннім заточуванням. Кожне з них має свої особливості, але може застосовуватись не в усіх випадках. Через ряд суттєвих недоліків дискової фрези з одностороннім заточуванням рекомендують використовувати дискові

фрези з двостороннім заточуванням, найважливішою перевагою якого є відсутність прогину в радіальному напрямку, що покращує точність обробки. Додатковий прогин зменшує міцність і довговічність різака в кілька разів.

При цьому досліджувався вплив двох основних факторів на сили різання: глибини різання та кута заточування інструмента. В ході розрахунків і дослідів встановлено, що глибина різання має набагато більший вплив на сили різання, ніж кут заточування. При збільшенні глибини різання всі сили зростають більшою мірою, ніж при збільшенні кута заточування. Тому для різака з одностороннім заточуванням глибина різання повинна бути не більшою  $0,3R$ , при куті заточування не більшому від  $200$ , щоб забезпечити точність обробки (в такому випадку допустимий прогин не перевищує третини допуску). У зв'язку з відсутністю додаткової осьової сили дискові фрези з двостороннім заточуванням практично не мають обмежень у використанні. Тому для великих глибин різання потрібно використовувати інструмент саме з двостороннім заточуванням.

Проте кут заточування інструмента має теж важливе значення. В ході розрахунків було встановлено, що великий кут заточування робити небажано, адже зростають при цьому сили різання. Тому кут потрібно робити мінімально можливим, але не меншим  $0,1$  рад  $\approx 6^\circ$ . Мінімальний кут заточування лімітується міцністю інструмента. При збільшенні кута збільшуються всі сили. З іншого боку, при збільшенні кута заточування збільшується сила тертя і, відповідно, сила подачі. Тому, зменшуючи кут заточування, потрібно враховувати силу подачі і якщо вона не достатня, спроектувати додатковий механізм подачі.

Потужність різання при розрізуванні шин з кордом визначаємо за формулою:

$$N_{\text{різ}} = \left( F_{\text{тер}} \cdot \left( R - \frac{2}{3} h \right) + P_p \cdot R \right) \cdot \omega$$

де  $F_{\text{тер}}$  — величина сили тертя;

$R$  — радіус інструменту;

$h$  — глибина різання;

$\omega$  — величина кутової швидкості;

$P_p = 2nkF \sin \beta$  — характеристика дроту і сила його розриву з боку різального інструмента.

Використання дискових фрез дозволяє значно пришвидшити процес переробки автотракторних шин механічним способом, що має важливе практичне значення.

**Anatoliy Matviychuk**

### **PECULIARITIES OF CUTTING AND PROBLEMS OF RECYCLING OF AUTOCAR TIRES**

*Peculiarities of cutting tires with metal and textile cord using the mechanic method have been studied. Special attention to the cutting tool preparation has been paid, range of the angle of the grinding tool has been specified, capacity of cutting tires with cord has been determined.*

*Key words: peculiarities of cutting, tire, rubber, mechanical cutting, recyclable materials.*