

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ГЕОМЕТРІЇ ТА МАТЕРІАЛУ РІЖУЧОГО ІНСТРУМЕНТУ НА СИЛИ РІЗАННЯ ПРИ ПОПЕРЕДНЬОМУ ПОДРІБНЕННІ ЗНОШЕНИХ ПНЕВМАТИЧНИХ ШИН

Проведено експериментальні дослідження впливу геометрії та матеріалу ріжучого інструменту на сили різання при розрізанні пневматичних шин навпіл під час їх утилізації. Визначена ефективна геометрія, матеріал ріжучого інструменту та режими різання при попередньому подрібненні зношених шин.

Ключові слова: утилізація, пневматична шина, ріжучий інструмент, сили різання.

Проведены экспериментальные исследования влияние геометрии и материала режущего инструмента на силы резания при разрезании пневматических шин пополам во время их утилизации. Определена эффективная геометрия, материал режущего инструмента и режимы резания при предварительном измельчении изношенных шин.

Ключевые слова: утилизация, пневматическая шина, режущий инструмент, силы резания.

Experimental studies of geometry influence and cutting tool material on cutting forces when cutting pneumatic tires in half during their recovery are held. The effectiveness geometry, cutting tool material and cutting process at preliminary grinding of used tires is defined. The wrong choice of cutting tool geometry and cutting processes causes the increased wear of cutting tool, and sometimes its breakage and energy costs are raised.

Key words: recovery, pneumatic tire, cutting tool, cutting forces.

Постановка проблеми. Попереднє подрібнення зношених шин складається з двох операцій: розрізання шин навпіл вздовж бігової доріжки та вирізання бортових кілець [1]. Механічне подрібнення різанням зношених автомобільних шин з різною жорсткістю гуми, при розрізанні шини навпіл та при вирізанні бортових кілець пов'язане з відомими труднощами [2], обумовленими пружними властивостями гуми, а також багаточастотністю з різних матеріалів: гума, текстильний та металокард. У процесі подрібнення різанням матеріали шини піддаються різноманітним статичним і динамічним деформаціям: розтягування, стиснення, вигину і т.д. Неправильний вибір геометрії ріжучого інструменту і режимів різання спричиняє підвищений знос ріжучого інструменту, а іноді і його поломку та підвищуються енергетичні витрати. Для подолання цих труднощів потрібно провести експериментальні дослідження особливостей технологічних процесів подрібнення різанням зношених шин, а саме вплив матеріалу, геометрії і форми ріжучого інструменту на сили різання. Це необхідне ще і тому, що з публікацій, присвячених цьому питанню, не можна зробити однозначного висновку про необхідну геометрію, форму та матеріал ріжучого інструменту та режими різання.

Аналіз основних досліджень і публікацій. В багатьох роботах розглядаються проблеми переробки зношених пневматичних шин, а саме М.М. Касаткіна, Е.С. Скорнякова, О.М. Коробочки, О.О. Сасова, В. Б. Рудасьова [3-6]. Роботи Е.М. Соловйова, Н.Д. Захарова, В.М. Макарова, [7] присвячені способам переробки та використання продуктів відходів шинної промисловості. Роботи Е.М. Соколова, Б.Н. Оладова, Н.І. Володіна, Н.Г. Бекіна, Е.А. Пучина та інших [8,9] присвячені способам та обладнанню для переробки шин. Роботи В.В. Постнікова, Б.У. Шаріпова, Л. Ш. Шустера присвячені дослідженням процесів зносу ріжучого інструменту [10,11].

Метою роботи є дослідження процесів подрібнення різанням пневматичних шин під час їх утилізації для визначення впливу матеріалу, геометрії і форми ріжучого інструменту та режимів різання на сили різання.

Матеріали досліджень. Матеріал та геометричні параметри різальної частини різця суттєво впливають на процес різання. Від вибору різця залежать сили різання та спрацювання інструменту. Подрібнення різанням пневматичних шин являється складним і не дослідженим процесом так як на нього впливає велика кількість факторів. В практиці доводиться мати справу з різними комбінаціями цих факторів. Встановлення оптимальної геометрії та матеріалу з якого виготовлено ріжучий інструмент представляє собою складну задачу досліджень. Кожний параметр впливає на роботу різця не тільки сам по собі, але також і в комбінації його з іншими параметрами.

Для визначення оптимального матеріалу, геометрії ріжучого інструменту та вибору режимів подрібнення різанням пневматичних шин використовувався комплекс вимірювального обладнання, яке складається з вимірювальної головки УДМ-100, міліамперметра та підсилювача ТА-5, та експериментальна установка на базі токарно-гвинторізного верстата 16К20 [12].

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

Сили різання визначалися під час розрізання навпіл картингових шин Bridgestone розміром 7.1/11.0-5 та Vega розміром 11x7.10-5 діаметром 260 мм та товщиною 7 мм з текстильним кордом. Межа міцності при розтягуванні зразка матеріалу шини Vega складає $\sigma_p = 4$ МПа, а Bridgestone $\sigma_p = 4,6$ МПа.

В якості ріжучого інструменту використовували різці з матеріалу Р6М5 та ВК8 в формі: відрізного, різьбового різця, а також відрізного ножа. Під час подрібнення різанням змінювалися кути на ріжучому інструменті: α - 15, 24 та 30 град.; γ - 0, 8 та -60 град. (рисунк 1а) та β - 10, 30 та 60 град. (рисунк 1б) та режими різання: число обертів шпинделя n - 250, 500, 650 та 1000 хв^{-1} ; поперечна подача ріжучого інструменту S_p - 0,1, 0,25 та 0,5 мм/об.

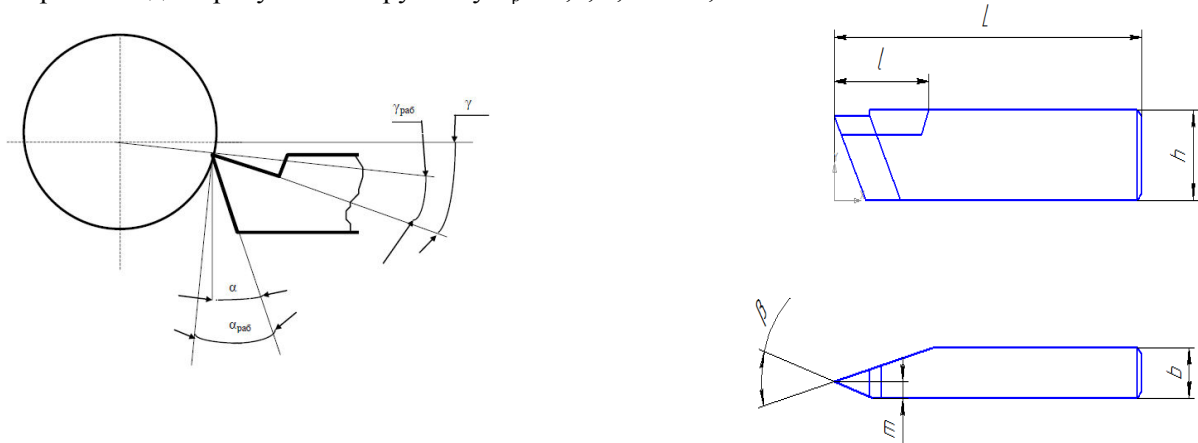


Рис. 1. а) схема кутів на відрізному різці б) схема кутів на різьбовому різці та відрізному ножі

За результатом отриманих експериментальних даних були побудовані залежності сили різання при різних формах ріжучого інструменту з матеріалу Р6М5 та ВК8 від швидкості обертання шпинделя (рис. 2-3).

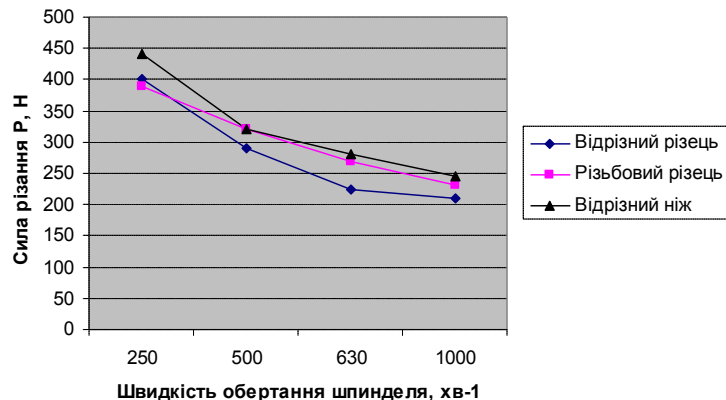


Рис. 2. Залежність сили різання при різних формах ріжучого інструменту з матеріалу Р6М5 від швидкості обертання шпинделя під час розрізання пневматичних шин навпіл

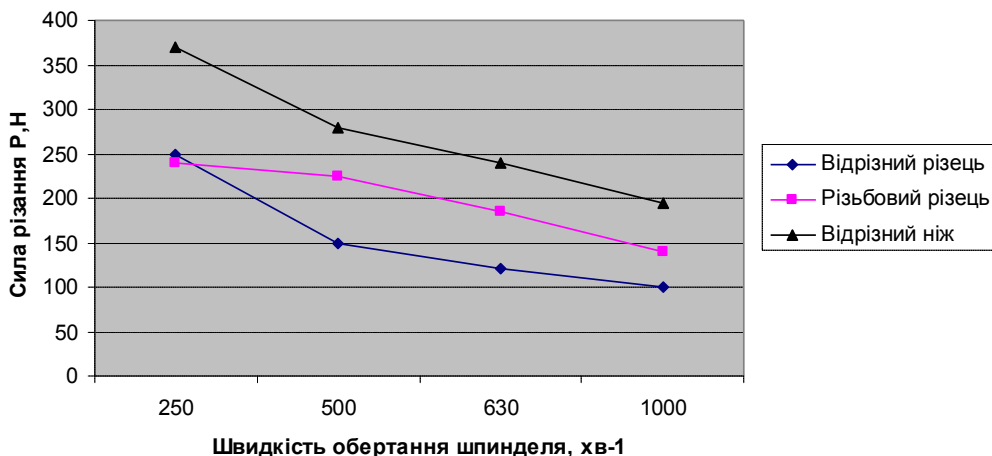


Рис. 3. Залежність сили різання при різних формах ріжучого інструменту з матеріалу ВК8 від швидкості обертання шпинделя під час розрізання пневматичних шин навпіл

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

Сила різання зменшується на 44 % від зростання швидкості обертання шпинделя верстата від 250 хв^{-1} до 1000 хв^{-1} при використанні ріжучого інструменту з матеріалу Р6М5 у вигляді відрізного ножа, на 41% при використанні ріжучого інструменту у вигляді різьбового різця та на 48% при використанні ріжучого інструменту у вигляді відрізного різця.

Сила різання зменшується на 48 % від зростання швидкості обертання шпинделя верстата від 250 хв^{-1} до 1000 хв^{-1} при використанні ріжучого інструменту з матеріалу ВК8 у вигляді відрізного ножа, на 42% при використанні ріжучого інструменту у вигляді різьбового різця та на 47% при використанні ріжучого інструменту у вигляді відрізного різця.

Залежності сили різання при різних формах ріжучого інструменту з матеріалу Р6М5 та ВК8 від поперечної подачі ріжучого інструменту приведена рис. 4-5.

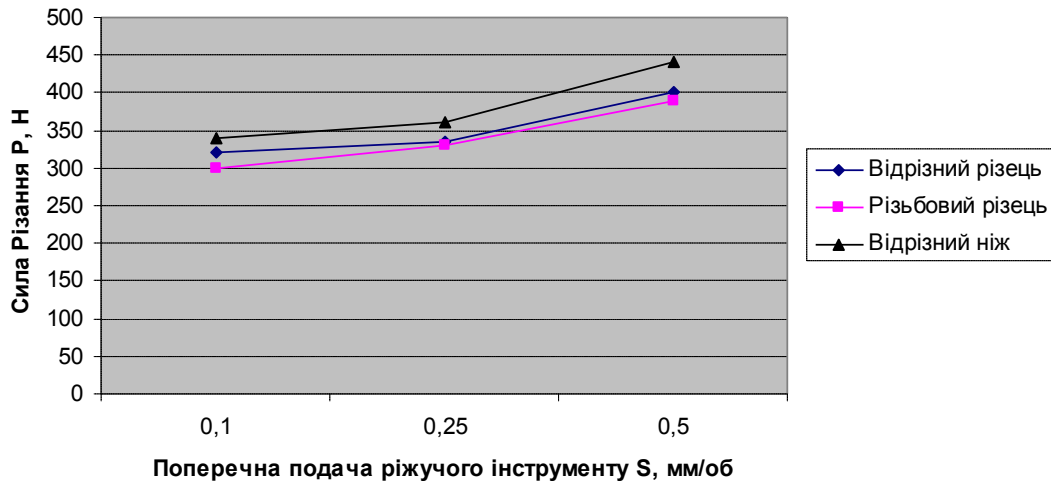


Рис. 4. Залежність сили різання при різних формах ріжучого інструменту з матеріалу Р6М5 від поперечної подачі ріжучого інструменту під час розрізання пневматичних шин навпіл

Сила різання збільшується на 22 % від збільшення поперечної подачі ріжучого інструменту від 0,1 мм/об до 0,5 мм/об при використанні ріжучого інструменту з матеріалу Р6М5 у вигляді відрізного ножа, на 23% при використанні ріжучого інструменту у вигляді різьбового різця та на 20 % при використанні ріжучого інструменту у вигляді відрізного різця.

Сила різання збільшується на 19 % від збільшення поперечної подачі ріжучого інструменту від 0,1 мм/об до 0,5 мм/об при використанні ріжучого інструменту з матеріалу ВК8 у вигляді відрізного ножа, на 30% при використанні ріжучого інструменту у вигляді різьбового різця та на 24 % при використанні ріжучого інструменту у вигляді відрізного різця.

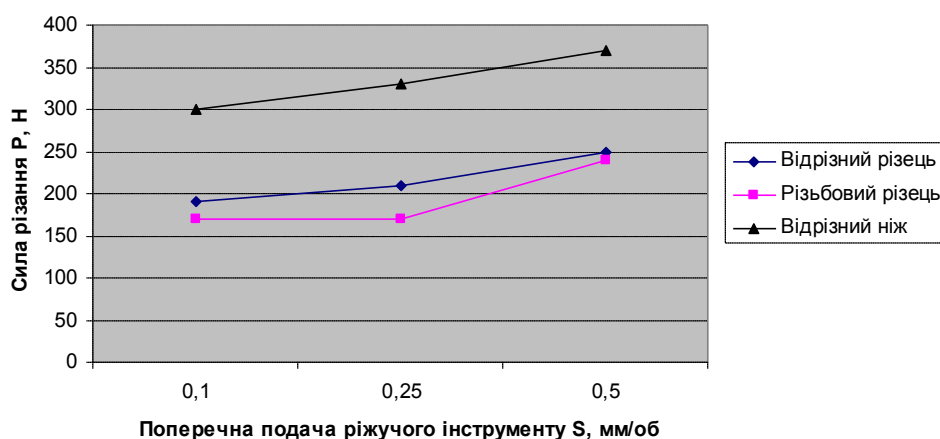


Рис. 5. Залежність сили різання при різних формах ріжучого інструменту з матеріалу ВК8 від поперечної подачі ріжучого інструменту під час розрізання пневматичних шин навпіл

Графік зміни сили різання від форми ріжучого інструменту з матеріалу Р6М5 та ВК8 під час розрізання зношених шин навпіл приведено на рис. 6.

Сила різання зменшується на 38 % при використанні ріжучого інструменту у формі відрізного та різьбового різця з матеріалу ВК8 та на 16 % у формі відрізного ножа під час розрізання зношених шин навпіл.

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ПРИЛАДИ

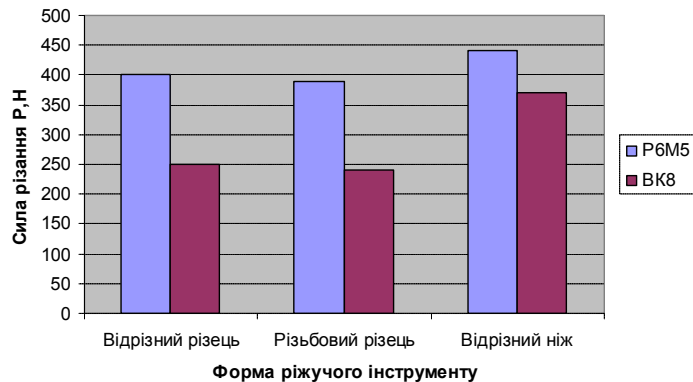


Рис. 6. Зміна сили різання від форми ріжучого інструменту з матеріалу Р6М5 та ВК8 під час розрізання зношених шин навпіл

Висновки. 1. Сила різання під час розрізання зношених шин навпіл зменшується на 48% при зростанні швидкості обертання шпинделя верстата від 250 хв^{-1} до 1000 хв^{-1} при використанні ріжучого інструменту з матеріалу Р6М5 у вигляді відрізного різця та з матеріалу ВК8 у вигляді відрізного ножа. 2. Сила різання зменшується на 23% при зміні поперечної подачі ріжучого інструменту від $0,5 \text{ мм/об}$ до $0,1 \text{ мм/об}$ при використанні ріжучого інструменту з матеріалу Р6М5 у вигляді різьбового різця та на 30% з матеріалу ВК8 у вигляді різьбового різця. 3. Сила різання зменшується на 38% при використанні ріжучого інструменту у формі відрізного та різьбового різця з матеріалу ВК8 у порівнянні з ріжучим інструментом з матеріалу Р6М5. 4. Мінімальна сила різання при розрізанні шин Bridgestone розміром 7.1/11.0-5 та Vega розміром 11x7.10-5 навпіл виникає при використанні ріжучого інструменту у формі відрізного різця ВК8 з наступними геометричними параметрами: ширина ріжучої кромки $a=1,05 \text{ мм}$, кути $\gamma=0^\circ$, $\alpha=30^\circ$. При частоті обертання шпинделя 1000 хв^{-1} і подачі $0,1 \text{ мм/об}$.

1. Пат. № 56698 України. Спосіб переробки зношених шин загального призначення та великогабаритних автомобільних шин [Текст] / Е.С. Скорняков, О.М. Коробочка, О.О. Сасов, В.С. Авер'янов; власник – Дніпродзержинський державний технічний університет. – № у 2010 08087; заяв. 29.06.2010; публ. 25.01.2011, Бюл. №2.

2. Постников В.В. и др. Процессы на контактных поверхностях, износ режущего инструмента, свойства обработанной поверхности/ Постников В.В., Шарипов Б.У., Шустер Л.Ш. - Свердловск.: Изд-во Уральского университета, 1988. - 224 с.

3. Касаткин, М.М. Проблемы переработки амортизированных автомобильных шин и резино-технических изделий [Текст] / М.М. Касаткин. – М., 1998. – 64 с.

4. Скорняков, Е.С. Проблемы переробки зношених автомобільних шин [Текст] / Е.С. Скорняков, О.М. Коробочка, О.О. Сасов // Математичні проблеми технічної механіки-2009. Міжнародна наукова конференція 20–23 квітня. – Дніпродзержинськ-Дніпропетровськ – 2009 – С.185–187.

5. Перспективы развития в Украине технологии переработки изношенных автомобильных и тракторных шин [Текст] / А.А. Сасов, Э.С. Скорняков, А.Н. Коробочка, В.Б. Рудасев // Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту. – 2009. – №4. – С.122–126.

6. Сасов, О.О. Дослідження обсягу виникнення і вторинного використання зношених автомобільних шин [Текст] / О.О. Сасов, О.М. Коробочка, Е.С. Скорняков // Вісник Східноукраїнського національного університету імені В. Даля. – 2010. – №6(148). – С.20–24.

7. Соловьёв, Е.М. Переработка и использование отходов шинной промышленности: тем. обзор. [Текст] / Е.М. Соловьёв, Н.Д. Захаров. – М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1983. – 66 с.

8. Переработка изношенных шин [Текст] / Э.М. Соколов, Б.Н. Оладов, Н.И. Володин, В.А. Тимофеев, Н.М. Качурин, В.А. Иваницкий. – Тула: Тульск. ГУ, 1999. – 115 с.

9. Переработка изношенных шин: монография [Текст] / Э.М. Соколов и др. – 1999. - 134 с.

10. Аршинов В.А., Алексеев Г.А. Різання металів та ріжучий інструмент Посібник для машинобудівних технікумів. М. «Машинобудування», 1976 ст 99.

11. Резание материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие / авт. :Ю. И. Гордеев, Е. Г. Зеленкова ; ст -17.

12. Скорняков Е.С. Дослідження особливостей подрібнення різанням пневматичних шин при утилізації [Текст] /Е.С. Скорняков, О.О Сасов, Ю.А. Коржавін, С.В. Калініченко, Я.В. Яковенко і др.// Збірник наукових праць «Перспективні технології та прилади»//м.Луцьк травень 2015 р. – Луцьк: Луцький НТУ, 2015. – С.83-87.