

УДК 625.08

Розробка технології відновлення хвостової частини корпусу різця дорожньої фрези

Олександр Тіхонов¹, Іван Рибалко², Олександр Гончаренко³, Роман Івченко⁴

^{1,2} Державний біотехнологічний університет, вул. Алчевських 44, Харків, Україна, 61002,

³ Полтавський державний аграрний університет, вул. Сковороди 1/3, Полтава, Україна, 36003,

⁴ Товариство з обмеженою відповідальністю «Шляхоремонтне підприємство «ПІВДЕНЬ»», вул. Плеханова 60, Південне, Україна, 62461

¹ 1956tiho@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7209-8375>,

² irybalko.ua@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3663-019X>,

³ alex-goncharenko@i.ua, <https://orcid.org/0000-0002-4325-2705>

⁴ kafedraTSRP@i.ua

Received: 24.02.2024; Accepted: 07.05.2024

<https://doi.org/10.32347/gbdmm.2024.103.0401>

Анотація. В роботі проведено аналіз зносу різців та виявлено, що більшість з них придатна для використання, так як форма твердосплавного наконечника не дуже змінилась та може використовуватися для подрібнення асфальтобетонної суміші. Була розроблена та запропонована методика відновлення хвостової частини корпусу різців. Маршрут відновлення наступний: 1. Очищення різця. 2. Нагрівання пропаново-кисневим полум'ям хвостової частини різця. 3. Пластичне деформування корпусу різця у штампі. 4. Охолодження на повітрі. 5. Контрольне вимірювання зміни розмірів. Рекомендована температура термообробки під пластичну деформацію залежить від концентрації вуглецю і легуючих елементів сталі та знаходиться в діапазоні температур від 800 до 1280°C, час нагріву 1,33 хв. Попередньо перед деформацією, корпус різця нагрівали за допомогою пропаново-кисневого полум'я. Осадку проводили в закритому штампі за допомогою спеціального пуансона. В матриці розміщували головку різця, на яку встановлювалась направляюча з пуансоном. Відпрацьована технологія відновлення хвостової частини різця роздаванням. За запропонованою технологією відбувається роздавлювання хвостової частини корпусу різця від 0,04 мм до 0,73 мм на сторону.

Таким чином відновлюються різці дорожніх фрез майже до розмірів нової деталі, що дає змогу повторного використання.

Ключові слова: дорожня фреза, різець, роздавання, технологія, відновлення.

ВСТУП

Аналіз чинників, які впливають на інтенсивність зношування обертових різців дорожньої фрези, показав, що зносостійкість інструмента визначається геометрією робочого органу, характером взаємодії з абразивом, властивостями матеріалу, зовнішніми умовами зношування, а також режимами фрезерування. Зважаючи на той факт, що інтенсивність спрацьовування різця визначається зносостійкістю його наконечника та корпусу, більшість дослідників намагались підвищити термін служби робочого органу лише за рахунок поліпшення матеріалу наконечника. При цьому, згідно з одержаними результатами, застосування дорогих твердосплавних матеріалів, які містять дефіцитні елементи, не забезпечує значного підвищення строку експлуатації різців [1].

Пропонується розглядати механізм фрезерування асфальтобетонного покриття, як процес руйнування робочим органом дорожньої фрези монолітного шару зі звільненням гранітних часток із бітумної зв'язки [2]. При цьому завдяки обертовому руху барабана та поступовому руху фрези змінюється траєкторія переміщення різця відносно поверхні асфальтобетону, зменшується кут нахилу наконечника до оброблюваної поверхні, а отже корпус різця бере

активну участь у процесі фрезерування [3, 4].

Попадання абразивних частинок між різцетримачем і різцем обумовлює неможливість його повороту, що викликає нерівномірний розмір корпусу в одній площині і відколювання наконечника [5, 6]. Такому характеру руйнування піддається не більше ніж 13% досліджуваних деталей. Застосування відновлювального наплавлення корпусу для різців, які не мають значних пошкоджень в одній площині, не зігнуті, а також наконечник яких пошкоджений не більше ніж на 20%, дозволить збільшити термін їх служби. Тому використання відновлювального наплавлення забезпечує можливість повторного застосування до 20 - 25% оброблених різців.

Виходячи з цього, можна отримати підвищення терміну виконання служби різання, як для нових деталей – за рахунок застосування попереднього зміцнюючого наплавлення, так і для зношених – у випадку, якщо наконечник різання має практично первісну геометричну форму і його розмір становить не більше 20% за рахунок відновлювального наплавлення [7, 8].

МЕТА РОБОТИ

Метою даної роботи є вивчення закономірностей зносу та розробка технології відновлення хвостової частини корпусу різця дорожньої фрези.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Для проведення дослідження зношування була розроблена методика вимірювання (Рис. 1) та результати заносились до таблиці карти мікрометражу корпусу різця.

Перевірку зміни розмірів різця до та після напрацювання [9] проводили на основі вимірювань. Знос визначали, як різницю розмірів нового різця і зношеного.

Згідно розробленої методики було перевірено 80 відпрацьованих різців дорожніх фрез. Середні значення розмірів представлені на Рис. 2-3.

Провели аналіз зносу різців та виявили, що більшість з них придатна для викорис-

тання, так як форма твердосплавного наконечника не дуже змінилась та може ще використовуватись для подрібнення асфальто-бетонної суміші. Але вони мають знос хвостової частини корпусу різця, що спричиняє випадання різців з різцетримача. Розроблена та запропонована методика відновлення хвостової частини корпусу різців [10].

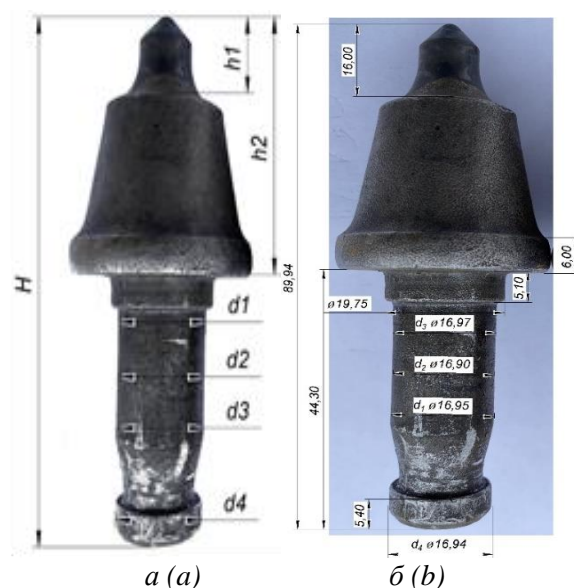


Рис. 1. Перерізи (а) та контролюємі розміри (б) при вимірювання зміни різців дорожньої фрези

Fig. 1. Sections (a) and controllable dimensions (b) when measuring the change of cutters of a road cutter

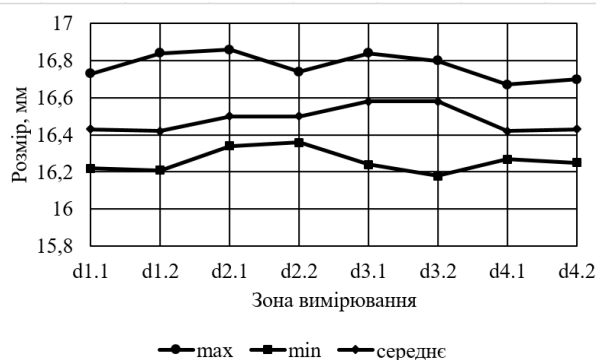


Рис. 2. Значення розмірів зношеної хвостової частини корпусу різця

Fig. 2. Value of the dimensions of the worn tail part of the cutter body

Маршрут відновлення наступний [10-12]:

1. Очищення різця.

2. Нагрівання пропаново-кисневим полум'ям хвостової частини різця.
3. Пластичне деформування корпусу різця у штампі
4. Охолодження на повітрі
5. Контрольне вимірювання зміни розмірів.

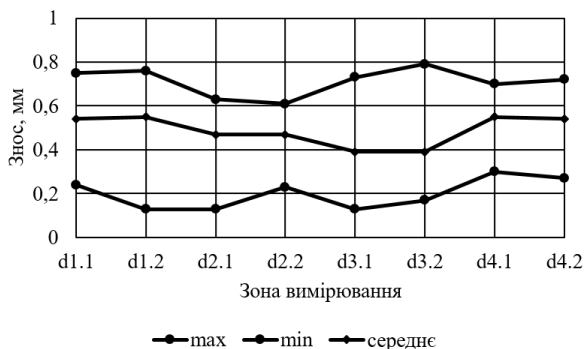


Рис. 3. Значення зносів хвостової частини корпусу різця

Fig. 3. Value of wear of the tail part of the cutter body

Рекомендована температура термообробки під пластичну деформацію залежить від концентрації вуглецю і легуючих елементів сталі, і лежить в діапазоні температур від 800 до 1280°C [13], час нагріву 1,33 хв.

Експериментально перевірено технологію відновлення хвостової частини корпусу різця за допомогою роздавання. Спершу різці піддавалися очищенню механічним способом. Після цього, різці піддавали нагріванню пропаново-кисневим полум'ям до 1100°C впродовж 1 хвилини, а саме гріли зону роздавання [14, 15].

Осадку проводили в закритому штампі (рис. 4) за допомогою спеціального пуансона (рис. 5). В матриці розміщували головку різця, на яку встановлювалась направляюча з пуансоном.

Зусилля осаджування з прошивкою хвостової частини корпусу різця запропоновано розраховувати за методикою Качанова Л.М. та Добряка В.Д. До пуансона приклали зусилля 15 тон на гідравлічному пресі.

Проводили вимірювання розмірів до та після роздавання хвостової частини корпусу різця (Рис. 6).

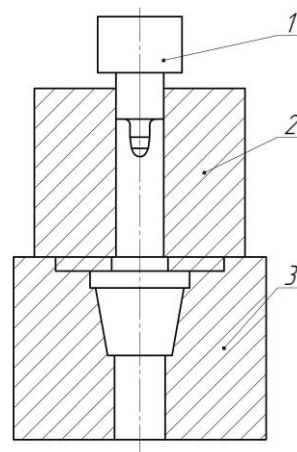


Рис. 4. Пристосування для відновлення роздаванням хвостової частини корпусу різця дорожньої фрези: 1 – пуансон, 2 – направляюча, 3 – матриця

Fig. 4. Device for restoration by handing out the tail part of the cutter body of the road cutter: 1 – punch, 2 – guide, 3 – matrix



Рис. 5. Осаджуючий пуансон

Fig. 5. Depositing punch

За запропонованою технологією відбувається роздавання хвостової частини корпусу різця від 0,04 мм до 0,73 мм на сторону. Таким чином відновлюється хвостова частина корпусу різці дорожніх фрез майже до розмірів нової деталі, що дає змогу їх повторного використання.

Аналізуючи отримані результати (рис. 6) видно, що при роздаванні в пристосуванні проходить збільшення розмірів й центральної частини хвостової частини корпусу різця [11]. При повторному нагріванні можемо збільшувати величину роздачі центральної частини, чим збільшуємо величину розкиду при виборі різців для відновлення

роздаванням. Відновлювати різці доцільно з задовільною геометрією та з наконечником різця, який ще може заглиблюватись й різати асфальтобетонну суміш.

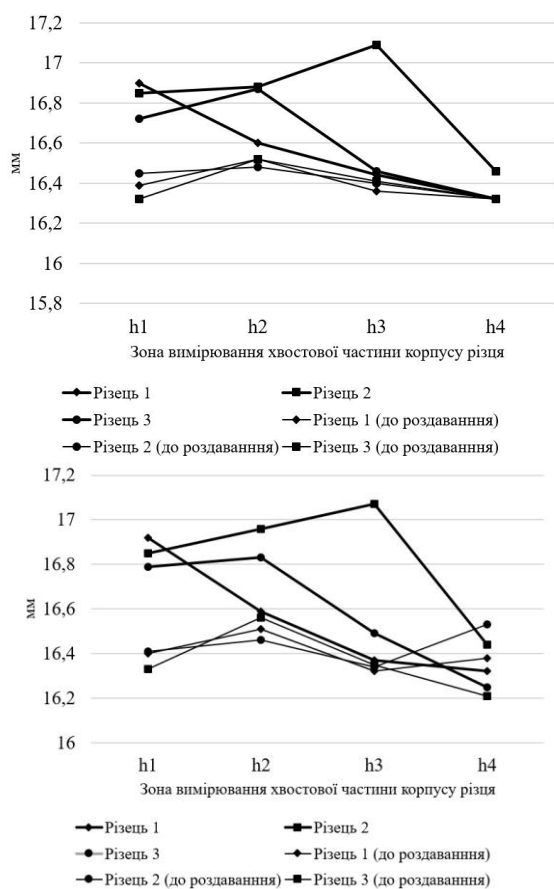


Рис. 6. Зміна розмірів хвостової частини корпусу різця після роздавання у двох перерізах

Fig. 6. Changing the dimensions of the tail part of the cutter body after distribution in two cross-sections

Максимальне напрацювання різця становить 12,00 м³ відфрезерованого матеріалу. Напрацювання відновлених різців складо 9,60 м³. Технологія відновлення має місце в застосуванні на дорожніх підприємствах, як альтернативна та може економити час та засоби при ремонті дорожніх фрез.

ВИСНОВКИ

Зношування різців дорожніх фрез є природним процесом, але застосування відповідних методів підтримки різців може значно знизити темпи зношування та збільшити їх тривалість служби. Правильне вибір ISSN(print)2312-6590. Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини, 103, 2024, 64-70

матеріалу різця, збалансований режим роботи, використання спеціальних насадок та правильна заточка різців - усе це є важливими факторами, які можуть допомогти збільшити ефективність та тривалість служби дорожніх фрез. У зв'язку зі зростанням попиту на більш стійкі та ефективні різці дорожніх фрез, багато компаній ведуть постійну роботу над удосконаленням матеріалів та технологій виробництва різців. Також, зростання конкуренції на ринку спонукає компанії до розробки нових різців, які б мали покращені характеристики та були більш конкурентоздатними на ринку.

Запропоновано методику проведення експериментів по відновленню хвостової частини корпусу різців. Рекомендована температура термообробки під пластичну деформацію залежить від концентрації вуглецю і легуючих елементів сталі, і лежить в діапазоні температур від 800 до 1280°C, час нагріву 1,33 хв.

Запропоновано операції технологічного процесу відновлення різця дорожньої фрези: очисна; дефектація; слюсарна; термічна; пресова; контрольна.

Відпрацьована технологія відновлення хвостової частини різця роздаванням. Різець попередньо очищали від залишків асфальтобетонної суміші та іржі. Далі проводили нагрівання киснево-пропановим полум'ям та вставляли в пристосування для роздавання, прикладали зусилля до штоку преса, яке передавалося до пуансона, в результаті відбувалось роздавання хвостової частини корпусу різця. Після цього проводиться охолодження на повітрі й контрольне вимірювання розмірів. За запропонованою технологією відбувається роздавання хвостової частини корпусу різця від 0,04 мм до 0,73 мм на сторону. Таким чином відновлюються різці дорожніх фрез майже до розмірів нової деталі, що дає змогу повторного використання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Рейш А. К. Повышение износостойкости строительных и дорожных машин. М.: Машиностроение, 1986. 184 с

2. **Попов С. Н., Антонюк Д. А.** Исследование влияния внешних условий изнашивания на износостойкость резцов дорожной фрезы. Новые материалы та технології в металургії та машинобудуванні. 2008. №1. С. 25-29.
3. **Ma Peng-yu, Hu Yong-biao, Zhang Zhong-hai.** The dynamical model of a cold milling machine and its adaptive power control simulation. *Simulation*. 2011. Vol. 87 (9). P. 809-817. DOI: <https://doi.org/10.1177/0037549710371385>
4. **Peng-yu Ma, Yong-biao Hu, Xin-rong Zhang.** Selection of Adaptive Power Control Parameters for a Cold Milling Machine and its Simulation. *Simulation*. Vol. 83(12). P. 843-850. DOI: <https://doi.org/10.1177/0037549708089111>
5. **Попов С. М., Антонюк Д. А.** Методика производственных испытаний материалов резца дорожной фрезы в условиях изнашивания закрепленным абразивом. Новые материалы та технології в металургії та машинобудуванні. 2007. №2. С.155-162.
6. **Попов С. Н., Антонюк Д. А.** Анализ характера износа и определение критериев работоспособности рабочих органов дорожных фрез. Проблемы трибологии. 2007. №1. С. 3-12.
7. **Попов С. М., Антонюк Д. А.** Металознавчі аспекти підвищення зносостійкості різців дорожніх фрез. Металознавство та обробка металів. 2007. №1. С.26-30.
8. **Мухторов А. М.** Разработка методов повышения износостойкости резцов дорожных фрез. *Educational Research in Universal Sciences*. 2022. Volume 1. Issue 7. С. 479-483.
9. **Рибалко І. М., Тіхонов О. В., Гобиш В. С.** Зношування обертових різців дорожньої фрези. Збірник тез доповідей Х Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» 23-24 лют. 2023 р. К.: Видавничий центр НУБіП України, 2023. С. 86-88.
10. **Рибалко І. М., Тіхонов О. В., Гобиш В. С.** Аналіз різців дорожньої фрези та технології їх відновлення. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація», 1 грудня 2022 року. Харків, 2022. С. 114-115.
11. **Рибалко І. М., Тіхонов О. В., Петрикін Є. О.** Технологія та пристосування для відновлення хвостової частини корпусу різців дорожньої фрези. Нові та нетрадиційні технології в ресурсо- та енергозбереженні: Матеріали міжнародної науково-технічної конференції, 6-7 грудня 2023 р. Одеса, 2023. С. 285-286.
12. **Рибалко І. М., Тіхонов О. В., Петрикін Є. О.** Дослідження зносу різців дорожньої фрези. Проблеми та перспективи розвитку сільськогосподарського машинобудування: матеріали VI Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конференції, 21-22 грудня 2023 р. Полтава: ПДАУ, 2023. С. 158-161.
13. **Соколов Л. М., Алієв І. С., Марков О. Є., Алієва Л. І.** Технологія кування: підручник. Краматорськ: ДДМА, 2011. 268 с.
14. **Рубченя А. А., Денисик А. А., Герасименко А. А.** Технология изготовления резцов для дорожных машин. Перспективы развития транспортного комплекса. 2016. С. 172-177.
15. **Камель Г. И., Ивченко П. С., Волошин В. А., Котюха М. С.** Закономерности износа дорожных фрез. *Машинобудування*. 2013. №1. С. 118-122.

REFERENCES

1. **Reysh A. K.** (1986). Povyishenie iznosostoykosti stroitelnyih i dorozhnyih mashin [Increasing the wear resistance of construction and road machines]. М.: Mashinostroenie. (*in Russian*).
2. **Popov S. N., Antonyuk D. A.** (2008). Issledovanie vliyaniya vneshnih usloviy iznashivaniya na iznosostoykost reztsov dorozhnoy frezy [Investigation of the influence of external wear conditions on the wear resistance of road milling]. *Novi materialy ta texnologiyi v metalurgiyi ta mashynobuduvanni* [New materials and technologies in metallurgy and mechanical engineering], 1, 25-29. (*in Russian*).
3. **Ma Peng-yu, Hu Yong-biao, Zhang Zhong-hai.** (2011). The dynamical model of a cold milling machine and its adaptive power control simulation. *Simulation*, 87 (9), 809-817. DOI: <https://doi.org/10.1177/0037549710371385>
4. **Peng-yu Ma, Yong-biao Hu, Xin-rong Zhang.** (2007). Selection of Adaptive Power Control Parameters for a Cold Milling Machine and its Simulation. *Simulation*, 83(12), 843-850. DOI: <https://doi.org/10.1177/0037549708089111>
5. **Popov S. N., Antonyuk D. A.** (2007). Metodika proizvodstvennyih ispytaniy materialov reztsa dorozhnoy frezy v usloviyah iznashivaniya zakreplennyim abrazivom [Methodology for production testing of road milling cutter materials under conditions of wear by fixed abrasive]. *Novi materialy ta texnologiyi v metalurgiyi ta mashynobuduvanni* [New materials and tech-

- nologies in metallurgy and mechanical engineering], 2, 155-162. (*in Russian*).
6. **Popov S. N., Antonyuk D. A.** (2007). Analiz haraktera iznosa i opredelenie kriteriev rabotosposobnosti rabochih organov dorozhnyih frez [Analysis of wear patterns and determination of performance criteria for working parts of road milling machines]. Problemy trybologii [Problems of tribology], 1, 172-177. (*in Russian*).
 7. **Popov S. M., Antonyuk D. A.** (2007). Metaloznavchi aspekty pidvyshhennya znosostykosti rizciv dorozhnyih frez [Metallurgical aspects of increasing the wear resistance of cutters of road cutters]. Metaloznavstvo ta obrobka metaliv [Metal science and metal processing], 1, 26-30. (*in Ukrainian*).
 8. **Muhtorov A. M.** (2022). Razrabotka metodov povyisheniya iznosostoykosti reztsov dorozhnyih frez [Development of methods for increasing the wear resistance of road milling cutters]. Educational Research in Universal Sciences, 1 (7), 479-483. (*in Russian*).
 9. **Rybalko I. M., Tihonov O. V., Hobysh V. S.** (2023). Znosuvannya obertovykh rizciv dorozhnoyi frezy [Wear of the rotary cutters of the road cutter]. Zbirnyk tez dopovidej X Mizhnarodnoi naukovo-tehnichnoi konferenciyi «Kramarovski chytannya» 23-24 lyut. 2023 r., m. Kyiv [Collection of abstracts of reports of the 10th international scientific and technical conference "Kramarsky readings" February 23-24, Kyiv], 86-88. (*in Ukrainian*).
 10. **Rybalko I. M., Tihonov O. V., Hobysh V. S.** (2023). Analiz riztsiv dorozhnoi frezy ta tekhnologii yikh vidnovlennia [Analysis of cutters of the road cutter and their restoration technology]. Materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Avtomobilnyi transport v aharnomu sektori: proiektuvannia, dyzain ta tekhnolohichna ekspluatatsiia», 1 hrudnia 2022 roku m. Kharkiv, [Materials of the International scientific and practical conference "Automobile transport in the agricultural sector: planning, design and technological operation", December 1, 2022. Kharkiv], 114-115. (*in Ukrainian*).
 11. **Rybalko I. M., Tihonov O. V., Petrykin Ye. O.** (2023) Tekhnolohiia ta prystosuvannia dlia vidnovlennia khvostovoi chastyny korpusu riztsiv dorozhnoi frezy [Technology and equipment for restoration of the tail part of the body of cutters of a road cutter]. Novi ta netradytsiini tekhnolohii v resurso- ta enerhozberezhenni: Materialy mizhnarodnoi naukovo-tehnichnoi konferentsii, 6-7 hrudnia 2023 r. Odesa, [New and non-traditional technologies in resource and energy saving: Materials of the international scientific and technical conference, December 6-7, 2023, Odesa], 285-286. (*in Ukrainian*).
 12. **Rybalko I. M., Tihonov O. V., Petrykin Ye. O.** (2023) Doslidzhennia znosu riztsiv dorozhnoi frezy [Study of the wear of cutters of a road cutter]. Problemy ta perspektyvy rozvytku silskohospodarskoho mashynobuduvannia: materialy VI Vseukr. nauk.-prakt. Internet-konferentsii (Poltava, 21-22 hrudnia 2023 r.), [Problems and prospects of the development of agricultural machine-building: materials VI All-Ukrainian. science and practice Internet conferences, December 21-22, 2023, Poltava], 158-161. (*in Ukrainian*).
 13. **Sokolov L. M., Aliiev I. S., Markov O. Ie., Aliieva L. I.** (2011) Tekhnolohiia kuvannia: pidruchnyk [Technology of forging: textbook]. Kramatorsk: DDMA. (*in Ukrainian*).
 14. **Rubchenya A. A., Denisik A. A., Gerasimenko A. A.** (2016). Tehnologiya izgotovleniya reztsov dlya dorozhnyih mashin [Technology for manufacturing cutters for road machines]. Perspektivnyi razvitiya transportnogo kompleksa [Prospects for the development of the transport complex], 172-177. (*in Russian*).
 15. **Kamel G. I., Ivchenko P. S., Voloshin V. A., Kotyuha M. S.** (2013). Zakonomernosti iznosa dorozhnyih frez [Patterns of wear of road cutters]. Mashinobuduvannia [Engineering], 1, 118-122. (*in Russian*).

Development of the technology of restoration of the tail part of the body of the cutter of the road cutter

Oleksandr Tihonov¹, Ivan Rybalko², Oleksandr Honcharenko³, Roman Ivchenko⁴

^{1,2} State Biotechnological University

³ Poltava State Agrarian University

⁴ Limited Liability Company "Road Repair Enterprise "PIVDEN""

Abstract. Purpose. The purpose of this work is to study the patterns of wear and develop a technology for restoring the tail part of the cutter body of the road cutter. They conducted an analysis of the wear of the cutters and found that most of them are suitable for use, since the shape of the carbide tip has not changed much and can still be used for grinding asphalt-concrete mixture. Methodology/approach. The method of restoration of the caudal part of the body of the incisors was developed

and proposed. The recovery route is as follows: 1. Cleaning the incisor. 2. Heating the tail part of the cutter with a propane-oxygen flame. 3. Plastic deformation of the cutter body in the die. 4. Air cooling. 5. Control measurement of size changes. The recommended heat treatment temperature for plastic deformation depends on the concentration of carbon and alloying elements of the steel, and lies in the temperature range from 800 to 1280°C, the heating time is 1.33 min. Before distribution, the body of the cutter was heated using a propane-oxygen flame. Deposition was carried out in a closed die with the help of a special Poisson. A cut-

ter head was placed in the matrix, on which a guide with a punch was installed. The developed technology of restoration of the tail part of the incisor by handing. Findings. According to the proposed technology, the tail part of the cutter body is distributed from 0.04 mm to 0.73 mm per side. Research limitations/implications. In this way, the cutters of the road cutters are restored to almost the dimensions of a new part, which enables repeated use.

Keywords: road cutter, cutter, distribution, technology, restoration.