

М.Г. Шалыгин¹, Г.Х. Рамазанов¹
¹Брянский государственный технический университет,
Брянск, Россия, migshalygin@ya.ru

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РЕЗЦА ДОРОЖНОЙ ФРЕЗЫ

Аннотация

В статье проведены исследования износостойкости твердосплавных наконечников резцов дорожной фрезы, изготовленных из вольфрамо-кобальтового сплава. Установлено, что износ резцов коррелирует с пористостью. Проведена упрочняющая обработка поверхности наконечника резца. Показано, что упрочняющая обработка повысила износостойкость наконечника и уменьшила его пористость.

Ключевые слова: износ, резце, дорожная фреза, пористость, износостойкость.

Введение

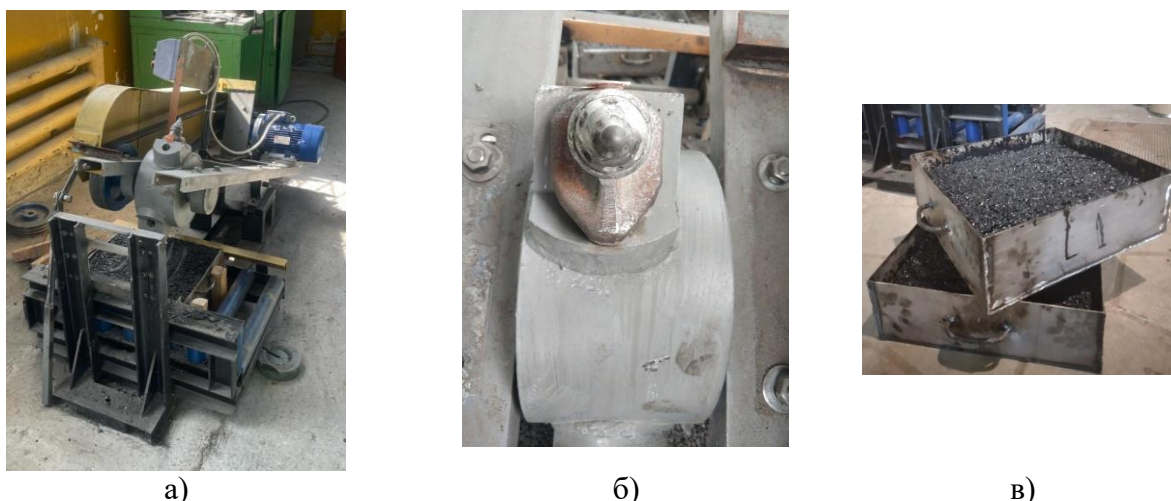
При ремонте дорожного полотна верхний слой асфальтодорожного покрытия снимается специальной техникой – дорожной фрезой. Фреза содержит барабан, на котором расположены резцы, количество которых зависит от диаметра барабана. Резцы расположены таким образом, чтобы делать ровный срез при снятии асфальтового покрытия. В процессе фрезерования барабан с резцами вращаясь с большой скоростью срезают слой асфальта на заданную глубину [1, 2].

Повышению износостойкости и долговечности твердосплавных резцов дорожной фрезы посвящено большое число работ. Так, предложено использование ионно-плазменной и ионно-лучевой обработок для повышения износостойкости резцов дорожных фрез [3]. Некоторые исследователи рассматривают химико-термическую обработку в качестве меры повышения долговечности корпуса резцов дорожной фрезы [4]. Проводятся исследования влияние на структуру и свойства твердых сплавов наноразмерных углеродных добавок [5]. В работе [6] разработан алгоритм оценки долговечности вращающихся резцов с износостойкими вставками сложной формы, применяющимися в дорожных фрезях, основанный на форме вставки; предельном значении линейного параметра износа; угла между линией резания и осью вращения резца; радиуса дорожной фрезы; глубины разрабатываемой траншеи; обобщенного параметра абразивности. Исследуется сила сопротивления резанию при фрезеровании асфальтобетона и ее влияние на износ [7]. В этой связи целью настоящей статьи является увеличение разработка технологии повышения износостойкости резца дорожной фрезы с наконечником из вольфрамо-кобальтового твердого сплава.

Методы и материалы

Объектом исследования являлся твердосплавный резец дорожной фрезы, с вольфрамо-кобальтовым твердосплавным наконечником. Часть наконечников образцов была подвержена лазерной обработке различной интенсивности: длине волн – 25-75 нм, плотности мощности -20-30 Ватт, площади пятна лазерного луча (контакта) – 0,05мм²; частоте излучения – 30 Герц.

Испытания на износ проводили на спроектированной установке, имитирующей работу барабана дорожной фрезы (рис. 1а).



а) б) в)
Рис. 1. Установка для испытаний на износ резцов дорожной фрезы [8]:
а) – общий вид; б) – резец на барабане; в) – образцы асфальтового покрытия

Установка оснащена барабаном, содержащим 3 резца, расположенным так, что в установке резцы перемещаются относительно срезаемого контртела также, как в реальных условиях. То есть резцы, совершая вращательные движения на барабане, врезаются в абразивный материал (контртело) под углом к нормали. Такое расположение резцов позволяет осуществлять ровный срез, как и происходит в реальных условиях. Испытания проводили до углубления резцов в асфальтовое покрытие на глубину 150 мм. Барабан с резцами подвели к асфальтовому покрытию с помощью системы рычагов (рис. 1б). Асфальтобетонную смесь изготавливали в соответствии с ГОСТ Р 58406.2-20 (рис. 1в). Пористость асфальтобетонной смеси находилась в пределах 1,0-2,5%. С целью ускорения испытаний в качестве минеральных зерен смеси использовали гравийные зерна со средним размером зерна 40 мм.

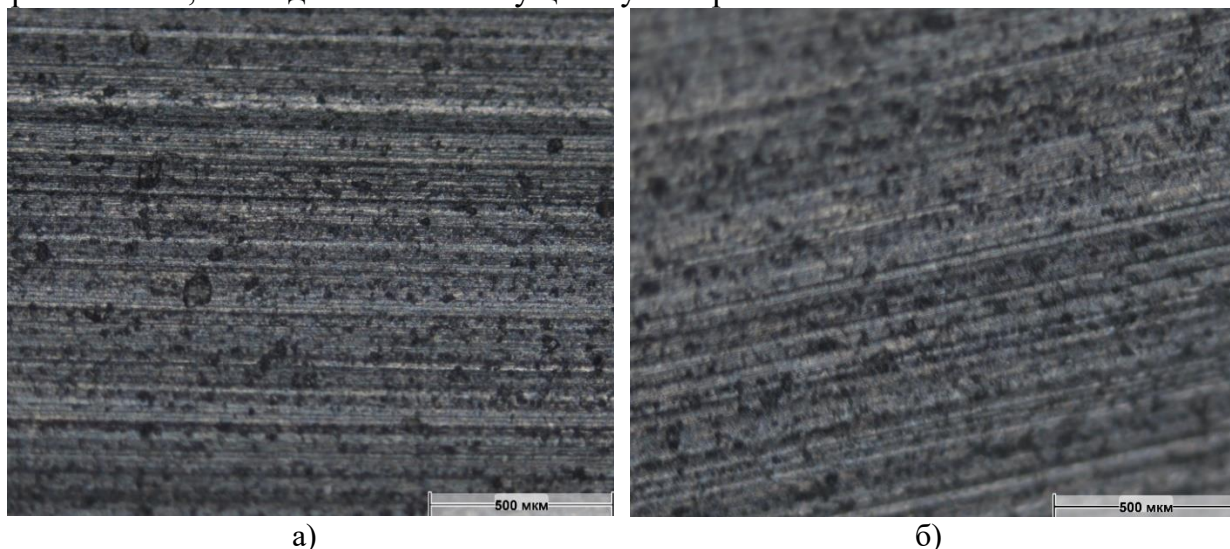
Износ резцов контролируется весовым методом, посредством измерения массы резцов до и после процесса испытаний. Резец дорожной фрезы, поставленной заводом изготовителем имеет массу 321,6 гр. (Wirtgen НТЗ/НТ11). Пористость по ГОСТ 9391-80 определяли на микроскопе Leica DM750 при увеличении 100 крат.

Результаты и обсуждение

Из 6 образцов 5 были подвергнуты лазерной обработке различной. Учитывая конструкцию испытательной установки – каждый образец состоял из 3х резцов. Для определения числа пор использовалось понятие пористость и методика исследования по ГОСТ 9391-80. При изучении снимков микрошлифов при увеличении $\times 100$ установлено, что пористость уменьшилась (рис. 2). Диапазон значений пористости образцов приведена в табл. 1.

Следует отметить, что сравнение пористости по ГОСТ 9391-80 представляет сложную задачу для образцов со схожей визуализацией пор на шлифе. Поверхность наконечника твердосплавного резца дорожной фрезы, изготовленной из вольфрамо-кобальтового сплава, подвергалась лазерной обработке малой интенсивности с целью селективного возбуждения молекул и уменьшения числа пор. Возможность фокусировки лазерного излучения позволяет вводить энергию в определенную область объема. Монохромность лазерного излучения позволяет селективно

возбуждать молекулы одного вида. Режимы лазерного излучения подобраны такими (табл. №2), при которых происходит активация молекул в матрице в области наибольшего скопления пор, в частности в данном случае вблизи кобальтовой связки. В результате происходит сплавление металлической основы на некоторой глубине от поверхности, и как следствие закрытие пор (рис. 3). В этой связи была исследована проводимость поверхности наконечников твердосплавного резца на АСМ Femtoscan. При отсутствии проводимости (темные пятна на рис. 3) принималось, что в данном месте существует пора.



а)
Рис. 2. Шлиф поверхности наконечника резца $\times 100$:
а) базовый; б) обработанный лазером

Таблица 1 – Диапазон значений пористости образцов

	Шкала по ГОСТ 9391-80				
	A	B	C	D	E
Базовые образцы	0,2-0,8	0,4	0,4-0,8	0,1-0,8	3
Образцы, обработанные лазером	0,08	0,02-0,2	0-0,1	0-0,1	2-3

Таблица 2 – Режимы лазерной обработки и пористость образцов

образец, №	длина волны, нм	мощность, Ватт	площадь пятна контакта, мм ²	частота излучения, Герц	пористость (от проводимости)
1	не обработанный резец, исходное состояние				A 0,4
2	50	20	0,05	30	A 0,2
3	50	25	0,05	30	A 0,04
4	50	30	0,05	30	A 0,2
5	25	25	0,05	30	A 0,4
6	75	25	0,05	30	A 0,4

При сопоставлении хорошо видны участки с низкой проводимостью, которые являются более темными. При этом на рис. 3а отчетливо видны кристаллиты, которых не видно на рис. 3б. Различие участков по проводимости обусловлено различной проводимостью различных карбидов и связующего элемента. Совсем черные участки обладают нулевой проводимостью и вероятнее всего являются порами между кристаллитами, полученными при спекании твердого сплава.

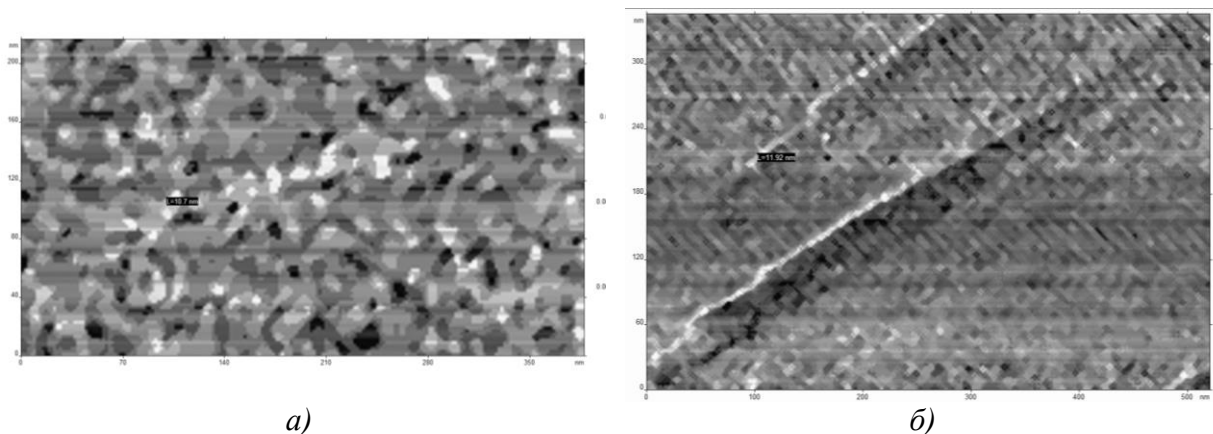


Рис. 3. Исследование проводимости участка:
 а) – образца №1 (табл. 2); б) – образца №3 (табл. 2)

Так, образец № 1, не обработанный лазером, имел пористость $A 0,4$. Далее изменяли мощность лазера, при остальных неизменных параметрах, при которых: при мощности 20 Ватт (образец №2) пористость уменьшилась до $A 0,2$; при мощности 25 Ватт (образец №3) – $A 0,04$; при мощности 30 Ватт (образец №4) – $A 0,2$. Установлено, что при значении мощности в 25 Ватт (образец №3) достигается наименьшая пористость. Далее при данном значении мощности варьировалась длина волны: при длине волны 25 нм. (образец №5) пористость составила $A 0,4$, при длине волны 75 нм. (образец №6) – $A 0,4$. Так как изменение длины волны не привело к изменению пористости по сравнению с образцом №1, который не подвергался обработке лазером, установлены рациональные режимы лазерной обработки для уменьшения пористости твердосплавного резца дорожной фрезы, изготовленного из вольфрамо-кобальтового сплава.

Таким образом, на износ испытывали образцы №1 и №3 (табл. 2). Результаты испытаний сведены в одну табл. 3. Из таблицы видно, что за выработку слоя асфальта глубиной 150 мм. резцы №1 изнашивались в среднем на 18,2 гр., резцы №3 – 9,2 гр.

Таблица 3 – Результаты испытаний на износ резцов дорожной фрезы

Образец, №	Выработка асфальта по глубине, мм	Масса после испытаний на износ, мг			
		резец 1	резец 2	резец 3	средний по 3-м резцам
1	150	303,3	303,6	303,3	303,4
2		306,6	306,6	306,7	306,63
3		312,5	312,4	312,3	312,4
4		306,7	306,6	306,7	306,66
5		303,3	303,5	303,4	303,4
6		303,6	303,5	303,4	303,5

По средним значениям наименьшая потеря массы наблюдается у образца №3. Наибольшая потеря массы, по средним значениям, у образцов №1 и №5, следовательно, выбранный режим лазерной обработки для образца №5 не приводит к уменьшению износа резца.

Заключение

При исследовании структуры материала твердосплавного резца дорожной фрезы выполнено определение пористости поверхности. На образце, обработанном лазером число черных участков значительно меньше. Таким образом лазерная

обработка твердого сплава позволяет уменьшить число пор. Испытания на износ показали, что образцы, обработанные лазером и, соответственно, имеющие меньшую пористость за выработку слоя асфальта глубиной 150 мм. изнашивались в среднем на 9,2 гр., резцы, без дополнительной обработки – 18,2 гр.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рамазанов Г.Х. Износ инструмента дорожной фрезы и модели эффективности резания // Научные технологии в машиностроении. №1. 2023. С. 42-48.
2. Рамазанов Г.Х. Проблема износостойкости резца дорожной фрезы // Строительные и дорожные машины. №3. 2023. С. 24-26.
3. Кирюшкина Н. А., Орлов П.В. Применение ионно-плазменной и ионно-лучевой обработок для повышения износостойкости резцов дорожных фрез // Фундаментальные и прикладные исследования молодых учёных : материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, Омск, 08–09 февраля 2017 года / Министерство образования и науки Российской Федерации; Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ). – Омск: Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ), 2017. – С. 239-244. – EDN YSWHDP.
4. Кузнецов К.Ю., Колмыков В.И., Кузнецова Л.П. О возможности повышения долговечности корпуса резцов дорожной фрезы химико-термической обработкой // Современные материалы, техника и технологии. – 2024. – № 2(53). – С. 34-43. – EDN WMWQME.
5. Витязь П.А., Жорник В.И., Ковалева С.А., Кукареко В.А. Изменение структуры и свойств спеченных сплавов под влиянием наноразмерных углеродных добавок. Известия вузов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. 2014;(4):12-18. <https://doi.org/10.17073/1997-308X-2014-4-12-18>
6. Осипов С.П., Школьный А.Н., Бида К.Б., Мальков А.В. Оценка долговечности вращающихся резцов с износостойкими вставками произвольной формы // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2014. – № 5(46). – С. 167-174. – EDN STBMMR.
7. Фурманов Д.В., Шамахов Л.М., Лысаков Н.Э. Влияние износа режущего элемента дорожной фрезы на силу сопротивления резанию асфальтобетона // Вестник СибАДИ. 2023 Т. 20, № 2 (90). С. 204-216. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2023-20-2-204-216>
8. Патент № 218066 Устройство для испытаний на износ дорожной фрезы. Заявлено 13.12.2022г. Получено 04.05.2023г. Автор Рамазанов Г.Х.

M.G. Shalygin¹, G.H. Ramazanov¹
¹Bryansk State Technical University,
Bryansk, Russia, migshalygin@ya.ru

ENSURING THE WEAR RESISTANCE OF THE ROAD MILLING CUTTER

Abstract

The article studies the wear resistance of carbide tips of road milling cutters made of tungsten-cobalt alloy. It was found that the wear of the incisors correlates with porosity. Hardening treatment of the surface of the cutter tip was carried out. It is shown that the hardening treatment increased the wear resistance of the tip and reduced its porosity.

Key words: Wear, cutters, road milling cutter, porosity, wear resistance.