

<https://doi.org/10.26160/2474-5901-2026-52-8-12>

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗНАШИВАНИЯ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ПЛАСТИН ПРИ ОБРАБОТКЕ РЕЗАНИЕМ НАПЛАВЛЕННЫХ СЛОЕВ

*Новоточинов А.П., Владимиров А.А., Кудинов Е.А., Шаповалов А.И.
Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал)
Национального исследовательского технологического университета
«МИСИС», Россия, Старый Оскол*

Ключевые слова: наплавленный слой, обработка резанием, фрезерование, твердосплавные пластины, износ, шероховатость поверхности.

Аннотация. Статья посвящена исследованию повышенного износа твердосплавных пластин при обработке резанием наплавленного слоя с тугоплавкими компонентами. Представлено описание проведения экспериментальных исследований по обработке наплавленного слоя методом фрезерования торцевой фрезой. Представлены результаты исследований износа пластин, приведен график зависимости шероховатости от снятого объема наплавленного слоя. Представлены фото изношенных твердосплавных пластин.

STUDY OF WEAR OF HARD ALLOY INSERTS DURING CUTTING OF DEPOSITED LAYERS

*Novotochinov A.P., Vladimirov A.A., Kudinov E.A., Shapovalov A.I.
Stary Oskol Technological Institute named after A.A. Ugarov (branch)
NUST MISIS, Russia, Stary Oskol*

Keywords: deposited layer, cutting, milling, carbide plates, wear, surface roughness.

Abstract. The article is devoted to the study of increased wear of carbide inserts during cutting of a surfacing layer with refractory components. It presents a description of experimental studies on the processing of a surfacing layer by milling. The article presents the results of studies on the wear of inserts, a graph of the dependence of roughness on the removed volume, and photos of the inserts.

Повышение надежности узлов металлургического оборудования положительно влияет на рост производительности, повышение качества продукции и сокращение её себестоимости, что в свою очередь способствует повышению конкурентоспособности предприятия на рынке сбыта конечной продукции.

Одним из ключевых расходов для поддержания функционирования любого производства являются затраты на техническое обслуживание машин и оборудования, которые включают в себя, приобретение запасных частей, материалов и работы по восстановлению изношенных деталей.

В большинстве случаев восстановление изношенных деталей является менее затратной статьей по сравнению с приобретением новой детали. Одним из перспективных способов восстановления рабочих поверхностей деталей является технология восстановительной и упрочняющей наплавки [1]. Данная технология позволяет восстановить поверхности деталей до исходного состояния с повышением эксплуатационных характеристик рабочих

поверхностей за счет внедрения в состав шихты наплавочной проволоки тугоплавких компонентов. Ввиду повышения эксплуатационных характеристик наплавленной поверхности снижается ее обрабатываемость резанием.

Поэтому при повышении эксплуатационных характеристик наплавленных поверхностей необходимо учитывать способ механической обработки.

Целью данной работы является проведение экспериментальных исследований по обработке наплавленных поверхностей для исследования процесса изнашивания твердосплавных пластин.

В качестве наплавленной поверхности для проведения экспериментов была выбрана наплавка проволокой ASM 4430-SA (табл. 1), модифицированная тугоплавкими компонентами, такими как карбид вольфрама WC (6%) и нитрид бора гексагональный BN_г (0,3) [2].

Табл. 1. Химический состав металлической оболочки в %

Железо, Fe	Углерод, C	Марганец, Mn	Кремний, Si	Хром, Cr	Никель, Ni	Молибден, Mo	Ванадий, V
Осн.	0,3	1,3	0,6	14,0	0,4	1,2	0,2

Наплавленная поверхность данной марки проволоки была подвержена следующим исследованиям:

- истиранию в условия абразивного износа [2];
- истиранию в условиях трения скольжения [3];
- оценке трибологических свойств на высокотемпературной машине трения по схеме pin-on-disk.

Результаты экспериментальных исследований представлены в таблице 2.

Табл. 2. Характеристики наплавленного слоя

Скорость износа, $W, \times 10^{-6} \text{ мм}^3 \text{ Н/м}$	Абразивный износ, $\times 10^{-3} \text{ гр/мин}$	Износ в условиях трения скольжения, $\times 10^{-3} \text{ гр/мин}$	Твердость, HRC
2,66	3,62	5,94	46,6

Обработка резанием проводилась на фрезерном станке модели JET JMD-939GH торцевой фрезой с установленными четырьмя пятигранными пластинами. Пластины марки PNUM (10114)-110408 TH 20 – твердосплавные, имеющие трехгранный ломаный режущий инструмент. Данные пластины изготовлены из твердого спеченного безвольфрамового сплава, который обеспечивает высокую прочность и долговечность и имеют следующий химический состав: TiC – 79%; Ni – до 15%; Mo – до 6%; Nb – 0,05-0,1%. Плотность пластин – 5,5-6 г/см. Предел прочности при изгибе – 1050 Н/мм. Твердость HRA – не менее 90.

Фрезерование производилось фрезой диаметром 50 мм на следующих режимах резания: подача – 24 мм/мин, частота вращения фрезы – 115 об/мин, глубина резания за один проход – 0,5 мм.

Было выполнено 17 проходов (общая глубина 8,5 мм), после каждого прохода производилось измерение шероховатости поверхности в трех направлениях относительно направления подачи: продольно, поперечно и по диагонали. Фото образца после фрезерования представлено на рисунке 1.

После проведения 17 циклов фрезерования износ пластин по задней кромке составил 1,86 мм, 2,05 мм, 2,32 мм и 2,8 мм для каждой пластины, соответственно (рис. 2).



Рис. 1. Фото образца после фрезерования



Рис. 2. Фото пластин после фрезерования

По результатам выполненных измерений шероховатости был построен график зависимости шероховатости поверхности от глубины наплавленного слоя (рис. 3).

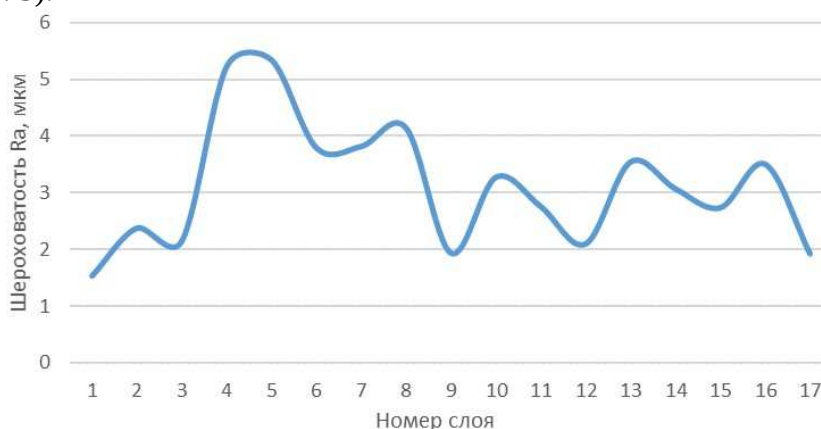


Рис. 3. График зависимости шероховатости от глубины наплавленного слоя

Анализируя представленные результаты, очевидно, что среднее значение шероховатости поверхности варьируется около 3,13 мкм. При меньшей глубине фрезерования значение шероховатости поверхности пропорционально уменьшается, что связано с жесткостью оборудования, режимами резания и механическими характеристиками обрабатываемого материала.

Исследуя вид износа пластин очевидно, что процесс изнашивания осуществлялся неравномерно, и проявлялся в виде сколов режущей кромки, что подтверждается фотографиями пластин, полученных при рассмотрении под микроскопом с увеличением 10х (рис. 4).

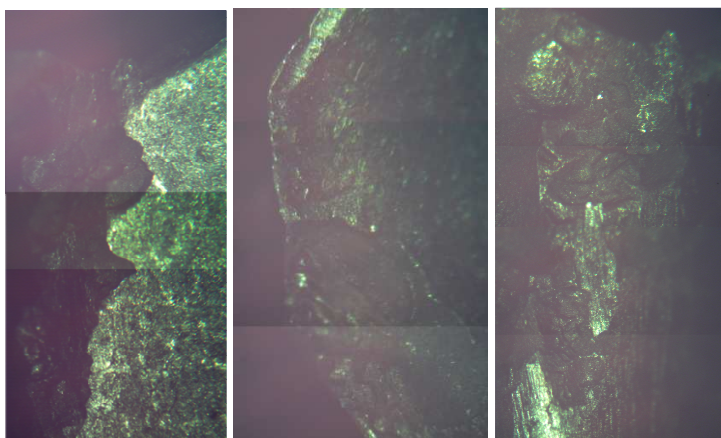


Рис. 4. Износ пластины 1, вид сбоку, сверху и спереди

Предположительно, износ такого вида связан с тем, что в составе наплавочного материала содержатся тугоплавкие компоненты, обладающие высокой твердостью [3], данные компоненты способствуют разрушению пластин в виде сколов. Ввиду данных предположений, для обработки аналогичной наплавочных материалов целесообразно использовать пластины, повышенной износостойкости.

Список литературы

1. Титаренко В.И., Титаренко А.В., Ткаченко О.В., Голякевич А.А., Орлов Л.Н., Гиук С.П. Наплавочные технологии, оборудование и материалы – эффективный инструмент сокращения расходов на промышленных предприятиях // Сварщик. – 2009. – №3. – С. 22-27.
2. Новоточинов А.П. Исследование абразивной износостойкости наплавочных материалов ASM-4430, модифицированных тугоплавкими компонентами // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство: Материалы XX Всероссийской научно-практической конференции, Старый Оскол, 21 декабря 2023 года. – Старый Оскол: Национальный исследовательский технологический университет "МИСИС", 2024. – С. 319-324.
3. Новоточинов А.П. Исследование адгезионной износостойкости наплавочных материалов ASM-4430, модифицированных тугоплавкими компонентами // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство: Материалы XX Всероссийской научно-практической конференции, Старый Оскол, 21 декабря 2023 года. – Старый Оскол: Национальный исследовательский технологический университет "МИСИС", 2024. – С. 313-318.

References

1. Titarenko V.I., Titarenko A.V., Tkachenko O.V., Golyakevich A.A., Orlov L.N., Giyuk S.P. Surfacing technologies, equipment and materials – an effective tool for reducing costs at industrial enterprises // Welder. 2009, no. 3, pp. 22-27.
2. Novotochinov A.P. Study of abrasive wear resistance of ASM-4430 surfacing materials modified with refractory components // Current problems of the mining and metallurgical complex. Science and production: Proceedings of the XX All-Russian scientific and practical conference, Stary Oskol, December 21, 2023. – Stary Oskol: National University of Science and Technology "MISIS", 2024. – P. 319-324.
3. Novotochinov A.P. Study of adhesive wear resistance of ASM-4430 surfacing materials modified with refractory components // Current problems of the mining and metallurgical complex. Science and production: Proceedings of the XX All-Russian scientific and practical conference, Stary Oskol, December 21, 2023. – Stary Oskol: National University of Science and Technology "MISIS", 2024. – P. 313-318.

Новоточинов Александр Петрович – ассистент кафедры физики и химии	Novotochinov Aleksandr Petrovich – assistant of the Department of physics and chemistry
Владимиров Александр Андреевич – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и оборудования в металлургии и машиностроении им. В.Б. Крахта	Vladimirov Aleksandr Andreevich – candidate of technical sciences, associate professor of the Department of technology and equipment in metallurgy and mechanical engineering n.a. V.B. Krakht
Кудинов Егор Алексеевич – ассистент кафедры технологии и оборудования в металлургии и машиностроении им. В.Б. Крахта.	Kudinov Egor Alekseevich – assistant of the Department of technology and equipment in metallurgy and mechanical engineering n.a. V.B. Krakht
Шаповалов Антон Иванович – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и оборудования в металлургии и машиностроении им. В.Б. Крахта	Shapovalov Anton Ivanovich – candidate of technical sciences, associate professor Department of technology and equipment in metallurgy and mechanical engineering n.a. V.B. Krakht
alexandr.nowotochinov@yandex.ru	

Received 16.02.2026