

В. А. Носенко, А. А. Исаева, Н. Р. Бордаков

**ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ИМПРЕГНИРОВАНИЯ
АБРАЗИВНОГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЕГО ЭФФЕКТИВНОСТИ**

Волжский политехнический институт (филиал) ВолгГТУ

E-mail: vladim.nosenko2014@yandex.ru,
isaeva.fam@yandex.ru, nekit.010101@yandex.ru

В статье рассмотрены исследования эксплуатационных свойств импрегнированных шлифовальных кругов. На основании проведенных опытов получен комплексный импрегнатор, который сочетает в себе высокую реакционную и смазочную способности. Подобрана концентрация компонентов дисульфида молибдена, парафина, гексахлорпараксилола и толуола. Результаты при шлифовании по шероховатости поверхности показывают значительное снижение параметра Ra и увеличение коэффициента шлифования при применении комплексного импрегнатора.

Ключевые слова: процессы шлифования, абразивный инструмент, газообразующие соединения, смазочные материалы, комплексный импрегнатор

V. A. Nosenko, A. A. Isaeva, N. R. Bordakov

**APPLICATION OF COMPLEX IMPREGNATION
OF ABRASIVE TOOLS TO INCREASE ITS EFFECTIVENESS**

Volzhsy Polytechnic Institute (branch) of VSTU

The article discusses studies of the properties of impregnated grinding wheels. Based on the experiments carried out, a complex impregnator was obtained that combines initial and lubricating properties. The article discusses studies of the performance properties of impregnated grinding wheels. Based on the experiments carried out, a complex impregnator was obtained, which combines high reactivity and lubricity. The concentration of the components molybdenum disulfide, paraffin, hexachloroparaxylene and toluene was selected. The results of surface roughness grinding show a significant decrease in the Ra parameter and an increase in the grinding coefficient when using a complex impregnator.

Keywords: grinding processes, abrasive tools, gas-forming compounds, lubricants, complex impregnator

Шлифование является одним из прогрессивных методов обработки металлов резанием, который обеспечивает получение высокой чистоты обработанной поверхности и точности размеров обрабатываемых деталей.

При обработке ответственных деталей из титановых и жаропрочных сплавов происходит интенсивное налипание металла на поверхность шлифовального круга, вызывающего повышение сил резания. Это приводит к увеличению износа круга, ухудшению качества обработанной поверхности, и невозможности выполнения требований к качеству изделия.

Для повышения эффективности шлифования применяют импрегнирование абразивного инструмента. В качестве импрегнаторов возможно использование различных веществ [1–5]. Эффективность воздействия импрегнатора зависит от интенсивности распада веществ, проникающей способности и активности взаимодействия с обрабатываемым материалом, которая в газовом состоянии наиболее активна [6–8].

Для обоснованного выбора импрегнатора необходимо учитывать его термодинамические и химические свойства, о чем можно судить по результатам термографического анализа в процессе нагревания вещества. На основании проведенных дериватографических исследований [9] подобрано органическое соединение с активным элементом – хлором. Основная масса газообразных продуктов, выделяется в интервале температур 380–520 °С.

Доказательством разложения импрегнатора с выделением реакционно-способных соединений хлора или самого элемента является обнаружение их непосредственно в зоне резания. Образование хлоридов металла может уменьшить адгезионное взаимодействие. Газовый анализ воздушной среды проводили газоанализатором модели ГАНК-4. Было выявлено, что с увеличением глубины шлифования в 2 раза от 0,005 до 0,01 мм/ход концентрация хлора возрастает в 2,6 раза от 0,47 до 1,2 мг/м³ [9].

При исследовании эксплуатационных показателей инструмента на режимах 0,005; 0,01 и 0,015 мм/ход средние значения составляющих сил шлифования, параметра шероховатости поверхности R_a и коэффициента шлифования K_g , примерно в 1,4 раза превосходят показатели, полученные при шлифовании обычным кругом стали ШХ15 и сплава ВТ6 [10].

В процессе шлифования рабочая поверхность круга подвергалась сильной адгезии со стороны металлов, что сильно сказывается на

показателях процесса. Для получения более высоких результатов было решено добавить в импрегнатор смазывающее вещество.

Таким образом, цель данного исследования заключается в повышении эффективности абразивного инструмента за счет применения комплексного импрегнатора на основе гексахлорпарахлоридила (ГХК).

Проведя литературный анализ, выяснилось, что самым распространенным соединением для увеличения смазочных свойств является дисульфид молибдена (MoS_2), представляющий собой твердую смазку. Данное соединение не растворяется в воде, что дает возможность использовать его при обработке с СОЖ.

Частицы порошка MoS_2 имеют большой удельный вес, поэтому при добавлении их в импрегнатор на основе ГХК они оседали на дно емкости. Добавление парафина технического позволило увеличить плотность раствора, а также помогло удерживать частицы в порах круга при высыхании.

Опытным путем была подобрана концентрация всех компонентов: 10 %-ная смесь дисульфида молибдена и парафина с нагревом до 70 °С для пропитки инструмента совместно с ГХК и толуолом.

При исследовании кругов на микроскопе, определили, что дисульфид молибдена действительно остается в порах круга, на фото после импрегнирования заметны темные частицы в порах, на исходном инструменте их нет.

Импрегнирование абразивного инструмента реализуется следующим образом: ГХК растворяют при комнатной температуре в толуоле в диапазоне 8–10 % от массы растворителя. Парафин технический нагревают до температуры 60–70 °С и добавляют порошок дисульфида молибдена. Далее соединяют обе смеси, хорошо перемешивают, в полученный раствор опускают предварительно прогретый до температуры 60–70 °С абразивный инструмент.

На основании проведенных опытов, получен комплексный импрегнатор, который сочетает в себе высокую реакционную и смазочную способности.

Введение данного импрегнатора также оказало положительное влияние на структуру инструмента: повысилась твердость и снизилась неустойчивость. Твердость оценивали с помощью скорости звука, проходящей через круг на приборе Звук 110М. В среднем скорость звука кругов из электрокорунда белого и карбида кремния зеленого увеличилась соот-

ветственно на 12 и 6 %, а неуравновешенная масса снизилась в среднем на 26 %.

Для оценки эффективности полученного импрегнатора были проведены исследования основных параметров процесса на операции плоского врезного шлифования сплава ВТ6 кругом 64CF60K7V на прецизионном профишлифовальном станке с ЧПУ CHEVALIER модели Smart-B1224III. Режимы, выбранные для проведения экспериментов представлены в таблице.

С помощью измерительного комплекса Amti MC36-1000UP фиксировали изменение составляющих силы шлифования P_z и P_y . Для измерения параметра Ra применяли прибор сейтроник, для K_g -индикатором МИГ с ценой деления 0,001 мм.

Режимы резания

v , м/с	v_s , м/мин	t , мм/ход		
		0,005		0,01
		СОТС	без СОТС	СОТС
30	12			

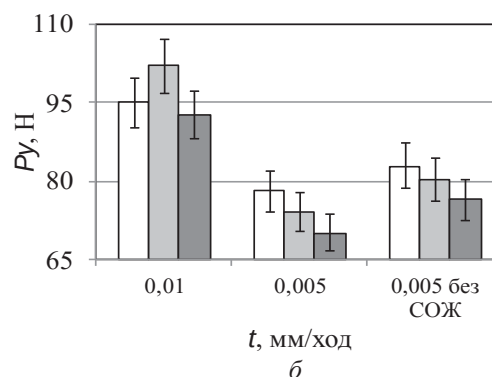
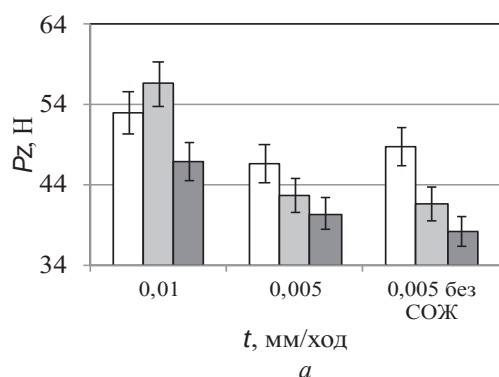


Рис. 1. Средние значения составляющих силы шлифования P_z (а) и P_y (б) при шлифовании различными кругами:

□ – базовым; ■ – ГХК; ■ – комплексным импрегнатором

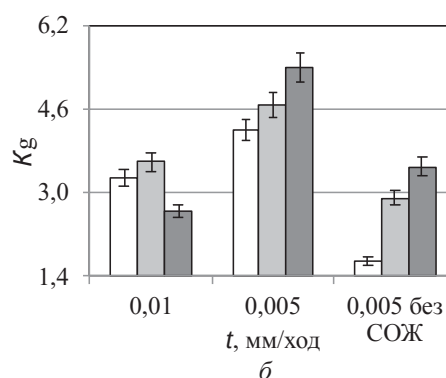
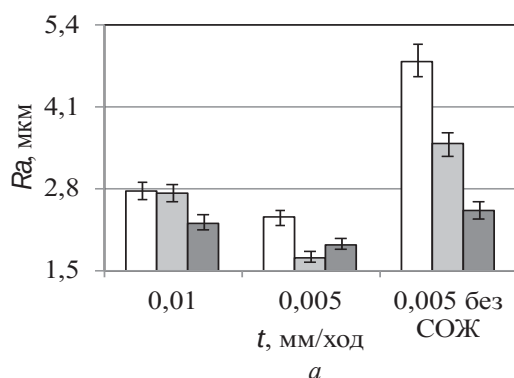


Рис. 2. Средние значения шероховатости поверхности Ra (а) и коэффициента шлифования K_g (б) при шлифовании различными кругами:

□ – базовым; ■ – ГХК; ■ – комплексным импрегнатором

Составляющие силы резания (рис. 1), полученные кругом с комплексным импрегнатором имеют тенденцию к снижению, относительно базового инструмента и импрегнатора ГХК. Но значения доверительного интервала пересекаются, следовательно полученные данные отличаются незначительно.

Результаты по шероховатости поверхности показывают значительное снижение параметра Ra (рис. 2, а), полученного с применением комплексного импрегнатора. При шлифовании с подачей 0,005 мм/ход без использования СОЖ параметр Ra снижается почти в два раза, по сравнению с базовым кругом и в 1,4 раза по сравнению с кругом, импрегнированным ГХК.

Коэффициент шлифования на этом же режиме возрастает в 2 раза относительно базового инструмента (рис. 2, б) и в 1,2 раза относительно круга, импрегнированного ГХК. Такая же тенденция сохраняется и на режиме с подачей 0,005 мм/ход с применением СОЖ.

После шлифования с подачей 0,01 мм/ход минимальное значение параметра R_a получено в опыте с комплексным импрегнатором. Данное значение в 1,2 раза ниже, чем в других опытах. На данном режиме износ круга увеличился, что привело к снижению K_g , в сравнении с базовым кругом.

Таким образом, полученные данные подтверждают эффективность использования предлагаемого состава при работе всухую и с охлаждением на малых подачах (0,005 мм/ход). Использование комплексного импрегнатора, содержащего гексахлорпаракилол и дисульфид молибдена, позволило повысить качество обработанной поверхности на 18–49 % относительно базового инструмента. Добавление смазочного агента, в виде дисульфида молибдена, в импрегнатор с активным компонентом ГКХ, позволило снизить износ круга, и тем самым, увеличить коэффициент шлифования на 22–51 % раза по сравнению с базовым кругом. Все выше сказанное доказывает увеличение производительности шлифования комплексно импрегнированным инструментом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пат. 2047476 Российская федерация, МПК В 24 D 3/34/ Импрегнатор для шлифовальных кругов / В. В. Сердюк, Ю. Б. Куценок, А. Б. Степанов, Л. А. Ашкинази. – Оpubл. 10.11.1995.
2. Чирков, Г. В. Влияние импрегнирования шлифовального круга на качество обработки / Г. В. Чирков // Технология машиностроения. – 2007. – № 2. – С. 22–23.
3. Никитин, А. В. Шлифование труднообрабатываемых материалов импрегнированными кругами как способ повышения их режущих свойств / А. В. Никитин // Инструменты и технологии. – 2010. – № 2. – С. 52–58.
4. Pat. 101791786 Impregnant for impregnated grinding wheels and application thereof in preparing impregnated grinding wheels: Cl. B 24 D 3/34/ Li Wei (CN); assignee Zhejiang University of Technology; Prior Publication Data. 29.03.10 ; date of patent 04.08.2010
5. Development of a micro-graphite impregnated grinding wheel / Tsai, M.-Y., Jian, S.-X. // International Journal of Machine Tools and Manufacture, Volume 56, May 2012, Pages 94–101.
6. Пат. 2440886 Российская федерация, МПК В 24 D 3/34/ (2006. 01). Состав для пропитки абразивного инструмента / А.П. Митрофанов, В.А. Носенко, Г.М. Бутов; ВолгГТУ – Оpubл. 27.01.2012, Бюлл. № 3.
7. Пат. 2443538 Российская федерация, МПК В 24 D 3/34/ (2006. 01). Состав для пропитки абразивного инструмента / А. П. Митрофанов, В. А. Носенко, Г. М. Бутов ; ВолгГТУ – Оpubл. 27.02.2012, Бюлл. № 6.
8. Пат. 2595790 Российская Федерация, МПК В24D3/34. Состав для пропитки абразивного инструмента / В. А. Носенко, А. А. Крутикова, О. М. Новопольцева, А. П. Митрофанов ; ВолгГТУ. – 2016.
9. Влияние химически активных газовых сред на эксплуатационные показатели импрегнированного абразивного инструмента / В. А. Носенко, А. А. Исаева, А. А. Ших, А. В. Васильев // Современные наукоемкие технологии. – 2023. – № 8. – С. 51–56. – DOI: 10.17513/SNT.39730.
10. Носенко, В. А. Improving abrasive tool cutting properties with the use of impregnators that emit chemically active gas media during thermal decomposition / В. А. Носенко, А. А. Крутикова // Materials Today: Proceedings. Vol. 19, part 5 : International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment 2019. – [Publisher : Elsevier], 2019. – P. 2041–2045. – doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.07.070>