

М. П. Купреев¹, Л. В. Судник², К. Ф. Рудницкий²

¹г. Гомель, ГГУ имени Ф. Скорины

²г. Минск, Институт порошковой металлургии

ВЫСОКОПОРИСТЫЙ АБРАЗИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ШЛИФОВАНИЯ ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ СТАЛЕЙ

Введение. При обработке некоторых сталей и сплавов эффективно применение абразивного инструмента из карбида кремния на керамической связке. Коэффициент шлифования труднообрабатываемых деталей таким инструментом повышается в 1,4...1,5 раза, а стойкость по количеству обработанных изделий увеличивается в 1,2...1,3 раза (в сравнении с инструментом из электрокорунда) [1].

Использование в процессе производства смесей из карбида кремния различных зернистостей позволяет повысить эксплуатационные показатели абразивных кругов при обработке труднообрабатываемых изделий [2].

Общим недостатком инструмента из карбида кремния на керамической связке является его низкая механическая прочность, что сказывается на стойкости инструмента. Это объясняется тем, что керамическая связка слабо реагирует с карбидокремниевым зерном, которое к тому же имеет гладкую поверхность и более широкие углы режущих граней, что отрицательно сказывается на прочности удержания зерен в теле инструмента. В работе [3] предлагается повысить прочность абразивного инструмента из карбида кремния за счет введения в абразивную массу адгезионно-активных к керамической связке абразивных частиц наполнителя, например электрокорунда зернистостью F60 и F80, вместо зерен карбида кремния зернистостью F60 в тех же объемных пропорциях. При этом отношение объемов частиц наполнителя по их размерам равно отношению объемов карбида кремния смежных зернистостей. Использование адгезионно-активных частиц наполнителя улучшает закрепление зерен карбида кремния в абразивном круге за счет его армирования частицами наполнителя. Хорошо связанные между собой керамической связкой частицы наполнителя окружают зерна карбида кремния и прочно удерживают их в круге. Это повышает качество инструмента и производительность шлифования.

Одним из путей повышения эффективности шлифования труднообрабатываемых сталей является увеличение пористости абразивного инструмента. В таком инструменте объем пор между абразивными частицами повышается до 70 %, а их объемное содержание снижается с 46 до 30 %. Это способствует лучшему охлаждению зоны обработки и повышению эффективности шлифования. Так, на ОАО «САЛЕО-ГОМЕЛЬ» для высокоточной шлифовки распределительных дисков, блоков цилиндров и других деталей используются высокопористые шлифовальные круги фирмы Rappold Winterthur с параметрами 11C120H15VP. Они изготавливаются из карбида кремния зернистостью 80...120 мкм (F 80, F120), имеют высокую пористость (15 структура), очень мягкие – Н (M1). Эти круги хорошо зарекомендовали себя в работе. Структура круга 11C120H15VP представлена на рисунке 1. Этот круг состоит из зерна зеленого карбида кремния зернистостью F80, керамической связки и пор размером 0,8–1,0 мм. Расстояние между порами 0,4–1,2 мм.

Основная часть. Представленные данные свидетельствуют о перспективности исследований по совершенствованию абразивного инструмента для труднообрабатываемых сталей с использованием карбида кремния. Отработка технологии проводилась на примере изготовления и испытания чашечного шлифовального круга ЧЦ 60 x 50 x 25, аналогичного по размерам кругу 11C120H15VP. Работа проводилась с целью замены на ОАО «САЛЕО-ГОМЕЛЬ» импортных дорогостоящих абразивных кругов из карбида кремния шлифовальными кругами отечественного производства.

Для исследований выбрана абразивная масса, состоящая из зерна электрокорунда, карбида кремния, керамической легкоплавкой связки и органического наполнителя разной зернистости.

Анализ структуры круга 11С120Н15VP (рисунок 1) показал, что большое применение в промышленности имеют крупнопористые абразивные инструменты, общая объемная пористость которых может быть от 35 % до 70 %, а величина пор от 0,5–1,0 мм и более. В связи с этим для исследования выбраны две смеси из электрокорунда и карбида кремния.



Рисунок 1– Структура круга 11С120Н15VP



Рисунок 2 – Высокопористый экспериментальный шлифовальный круг ЧЦ 60 x 50 x 25 25А F60 С64 F46 15V

Одна абразивная масса содержала смесь электрокорунда зернистостью F60 (250 мкм) и порошка карбида кремния зернистостью F46 (320 мкм). В качестве выгорающего порообразователя использован разработанный новый органический наполнитель с размером частиц 0,32–0,63 мм и 0,63–1,00 мм. Размер частиц наполнителя больше размера абразивного зерна в 1,5–2 раза, что позволяет получить высокопористый абразивный материал.

Другая абразивная масса использована для изготовления экспериментальных абразивных кругов, предназначенных для более тонкого шлифования. Она содержала смесь электрокорунда зернистостью F80 (160 мкм) и порошка карбида кремния зернистостью F80 (160 мкм). В качестве выгорающего порообразователя также использован разработанный органический наполнитель с размером частиц 0,20–0,32 мм и 0,32–0,63 мм. Размер частиц наполнителя больше размера абразивного зерна в 1,5...2 раза, что позволяет получить высокопористый абразивный материал.

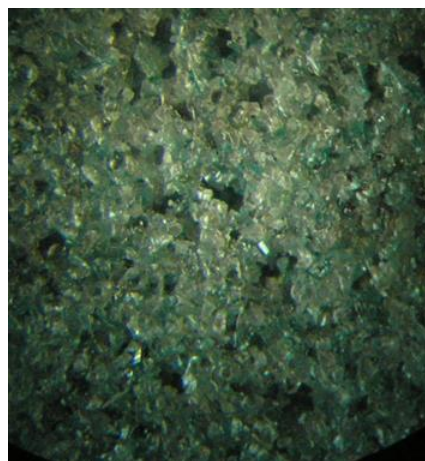
На рисунке 2 представлен образец экспериментального шлифовального чашечного круга ЧЦ 60 x 48 x 25 25А F60 64С F46 15V из электрокорунда 25А зернистостью F60 (250 мкм), изготовленного с введением в формовочную массу 57 % (по массе) электрокорунда 25А F60, 43 % (по массе) карбида кремния 64С F46 и 15 % от массы абразива (по массе) нового порообразующего органического наполнителя с размером частиц 0,32–0,63 мм.

На рисунке 3а представлен образец экспериментального шлифовального чашечного круга ЧЦ 60 x 48 x 25 25А F80 64С F80 13V, изготовленного с введением в формовочную массу 50 % (по массе) электрокорунда 25А F80, 50 % (по массе) карбида кремния 64С F80 и 10 % от массы абразива (по массе) нового порообразующего органического наполнителя с размером частиц 0,20–0,63 мм. На рисунке 3б представлена структура этого круга.

Все круги не разрушились и не деформировались во время сушки и последующего обжига при скорости подъема температуры во время обжига 70 °С в час до температуры 1050 °С.



а



б

Рисунок 3 – Высокопористый шлифовальный круг ЧЦ 60 x 48 x 25 25А F80 64С F80 К 13V из смеси электрокорунда и карбида кремния (а) и его структура (б)

В таблице 1 представлены характеристики и результаты производственных испытаний абразивных кругов, изготовленных из порошка электрокорунда 25А, в зависимости от содержания в формовочной массе карбида кремния 64С, керамической связки и нового органического порообразующего наполнителя с размером частиц 0,32–01,00 мм.

Таблица 1 – Характеристики и режущие свойства абразивных кругов, изготовленных из смеси порошка электрокорунда 25А, в зависимости от содержания в формовочной массе карбида кремния 64С, керамической связки и нового органического порообразующего наполнителя с размером частиц 0,20–1,00 мм

№ опыта	Содержание электрокорунда 25А, масс. %		Содержание карбида кремния 64С, масс. %		Содержание керамической связки, масс. %	Содержание порообразователя, масс. %			№ структуры	Характеристика работы при обработке деталей
	F80	F60	F80	F43		Размер частиц, мм				
						0,63...1,00	0,20...0,32	0,32...0,63		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	50		50		15	10			13	Недостаточно прочный
2	50		50		15		5	5	13	Работает хорошо
3		57		43	15			12	15	Работает при глубине шлифования до 0,08 мм
4		50		50	12			15	15	Работает при глубине шлифования до 0,08 мм
5		50		50	14	10			10	Работает хорошо, не сыпится и не засаливается

Из таблицы видно, что при содержании связки менее 14 % шлифовальные круги получаются мягкими и сыпятся. Наилучшие эксплуатационные свойства имеют круги, изготовленные из шихты, содержащей 14–15 % (от массы абразивного зерна) керамической легкоплавкой связки и 10 % (от массы абразивного зерна) нового порообразующего наполнителя. В процессе работы они не засаливаются, не сыпятся и обеспечивают достаточно боль-

шую глубину резания. Режущая способность и производительность указанных инструментов значительно выше обычных кругов из электрокорунда. Кроме того, высокопористый абразивный инструмент с карбидом кремния и обрабатываемый материал при работе нагреваются меньше, вследствие чего не наблюдается прижогов па обрабатываемой поверхности.

В результате микроскопических исследований установлено, что при содержании наполнителя в формовочной массе до 10 % поры от него (после выгорания) занимают меньший объем, чем абразивное зерно, а ширина стенок между порами превышает их размеры. При содержании наполнителя в формовочной массе около 15 % после его выгорания ширина стенок между порами соответствует или меньше размерам пор. Абразивный материал приобретает при этом очень развитую губчатую структуру. Крупные поры в полученных крупнозернистых абразивах заключены между стенками из абразивно-керамической массы. Наличие крупных пор и губчатая структура инструмента позволяет обрабатывать им такие материалы, как резину, пробку, кожу, войлок, а также мягкие горные породы и металлы, которые или совсем не могут обрабатываться обычными кругами, или обрабатываются плохо.

Заключение. В процессе исследований решен комплекс задач, необходимых для изготовления высокопористого абразивного инструмента из смеси электрокорунда и карбида кремния для эффективной шлифовки труднообрабатываемых сталей, связанный с использованием нового порообразующего наполнителя и легкоплавкой керамической связки.

Изучено влияние состава абразивной массы на прочностные и режущие свойства шлифовальных кругов на легкоплавкой керамической связке из смеси электрокорунда и карбида кремния при обработке легированных сталей. Установлено, что при температуре обжига 1050 °С карбид кремния окисляется воздухом и компонентами керамической связки незначительно и абразивный инструмент характеризуется высокой режущей способностью при содержании в шихте до 10 масс. % выгорающего органического порообразователя и 14–15 масс. % легкоплавкой керамической связки.

Изготовлены опытные образцы высокопористых шлифовальных кругов из смеси электрокорунда и карбида кремния и проведено их испытание на ОАО «САЛЕО–ГОМЕЛЬ».

Список использованных источников

1 Смирнов В. А. Преимущества кругов из карбида кремния зеленого на адгезионно-активной связке при обработке труднообрабатываемых сталей и сплавов / В. А. Смирнов // Физико-химические явления при шлифовании : сборник докладов. – Киев, 1976. – С. 56–61.

2 Масса для изготовления абразивного инструмента : а. с. RU 2354534 / В. М. Шумячер, С. В. Славин, С. А. Крюков. – Опубл. 10.05.2009.

3 Абразивный инструмент : а. с. RU 2215643 / В. М. Шумячер, В. А. Назаренко, С. А. Крюков, И. В. Дуличенко. – Опубл. 10.11.2003.