

математической модели [3] формирования шероховатости поверхности при абразивной обработке, а также то, что с помощью отношения R_{max}/R_a (или отношения R_a/R_{max}) можно анализировать оптические характеристики поверхностей, обработанных разными методами. Параметры шероховатости R_a , R_z и R_{max} , как установлено многократными экспериментальными исследованиями, неоднозначно влияют на оптические характеристики обработанных поверхностей. Итак, формирование оптических характеристик поверхности связаны с формой микронеровностей поверхности, которая определяется отношением R_a/R_{max} , а не с высотой ее профиля шероховатости. Результаты экспериментов подтвердили уменьшение отношения R_a/R_{max} при уменьшении зернистости абразивов для полирования поверхностей деталей.

Библиографический список

1. Гнусин И.П., Коварский Н.Я. Шероховатость электроосажденных поверхностей. – Новосибирск: Наука, 1970.
2. Качество поверхности при алмазно-абразивной обработке /Э.В. Рыжов, А.А. Сагарда, В.Б. Ильицкий, И.Х. Чеповецкий.– Киев: Наук. думка, 1979. –244с.
3. Шкурупий В.Г. Повышение эффективности технологии финишной обработки светоотражающих поверхностей деталей из тонкого листа и лент. – Дис. ... канд. техн. наук. – Одесса: ОНПУ. 2006. - 282с.

УДК 621.923

Новиков Ф.В., д-р. техн. наук, проф. (Харьковский национальный экономический университет)

Малыхин В.В., канд. техн. наук, доц., Харитонов П.А., аспирант (Курский государственный технический университет)

Новиков С.Г., канд. техн. наук, доц., (Курский институт социального образования)

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ УПРАВЛЕНИЯ РЕЖУЩЕЙ СПОСОБНОСТЬЮ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ АЛМАЗНОГО КРУГА ПРИ ШЛИФОВАНИИ

В статье представлен анализ наиболее перспективных способов управления режущей способностью рабочей

*поверхности алмазных кругов на
металлической связке при
шлифовании
труднообрабатываемых
инструментальных материалов.*

В настоящее время в инструментальном производстве на заключительных этапах изготовления инструмента широко применяются алмазные круги. Эффективное использование режущих свойств алмазов при шлифовании кругом в значительной мере зависит от вида связки, на которой изготовлен алмазоносный слой и надежности закрепления алмазных зерен в связке.

Свойством прочного удержания зерен в матрице алмазоносного слоя обладают металлические связки, которые представляют собой композиции на основе меди, олова, железа, алюминия, никеля и других металлов [3]. Однако повышение прочности закрепления зерен с помощью металлических связок привело к потере кругом свойства самозатачивания, в результате чего режущая способность рабочей поверхности круга (РПК) с увеличением времени обработки постоянно снижается. Снижение режущей способности РПК происходит, в основном, из-за отсутствия пор на поверхности металлической связки, в связи с чем со временем становится невозможным размещение стружки в межзеренном пространстве, объем которого, сформированный во время правки, уменьшается в процессе шлифования в результате износа зерен а также склонностью металлической связки к схватыванию с обрабатываемыми металлами и сплавами. Снижение режущей способности РПК увеличивает мощность резания и способствует повышению температуры в зоне шлифования, величина которой может превысить порог фазово-структурных превращений в поверхностном слое детали.

Повысить режущую способность РПК можно введением в состав металлических связок твердых неметаллических наполнителей: абразивных порошков, антифрикционных добавок, твердых смазок. Так, абразивные порошки повышают твердость связки, уменьшают долю металлической фазы и, соответственно, площади контакта металлической основы с поверхностью обрабатываемого металла и, как следствие, уменьшают схватываемость связки с обрабатываемым металлом. Твердые смазки типа графита или дисульфида молибдена кроме вышеперечисленных эффектов обеспечивают снижение сил трения на поверхности связки. Менее склонны к засаливанию и обеспечивают снижение температуры в зоне резания при шлифовании твердых сплавов круги на связках М0 13, М04, МВ1, ТМ2, обладающие свойством самозатачивания[3].

Однако перечисленные приемы не устраняют проблемы снижения работоспособности кругов при шлифовании широкой номенклатуры изделий из различных материалов, так как обладают низкой

оперативностью и не устраняют основных причин снижения работоспособности режущей поверхности: контактирования связки с обрабатываемым материалом и изменения за время обработки объема межзеренного пространства на РПК, поэтому были предложены электро-физикохимические способы воздействия на металлическую связку круга.

Использование для целей формирования параметров РПК электрической эрозии, электро-физикохимических воздействий и механического воздействия на связку свободным абразивом положили начало разработке оперативных способов повышения режущей способности шлифовальных кругов.

Рассмотрим современные способы управления параметрами РПК при шлифовании. Обобщение опубликованных материалов, посвященных управлению режущей способностью круга при алмазном шлифовании [1,5 и др.], позволяет осуществить классификацию существующих способов по следующим признакам:

- по виду используемой для воздействий на РПК энергии: электроэрозионный (тепловая энергия), электро-физикохимический (химическая энергия), свободным абразивом (механическая энергия);
- по виду источников энергии – способы, использующие источники импульсного, постоянного и переменного тока;
- по расположению зоны ввода технологической энергии: в зону резания, в автономную зону, комбинированно в зону резания и автономную зону;
- по направленности воздействий: воздействующие на связку, зерно;
- по количеству совмещаемых типов энергии для управляющих воздействий: комбинированные способы, совмещающие тепловую и механическую, химическую и тепловую, химическую и механическую энергии;
- по соотношению времени шлифования управляющих воздействий: способы с непрерывным либо периодическим воздействием.

Анализ современных исследований, посвященных управлению режущими свойствами круга в процессе шлифования, показал, что в наиболее полной мере проблемы управления режущей способностью круга решены в работе А.И. Грабченко [1] для алмазного шлифования сверхтвердых поликристаллических материалов с управлением параметрами рабочей поверхности круга с помощью электро-физикохимических воздействий. Как установлено в работе, для стабилизации параметров режущего рельефа круга и выходных показателей обработки связку рекомендуется удалять со скоростью, равной скорости размерного износа зерен, поддерживая определенную модальную величину выступления зерен из связки. Представление алмазного шлифования с непрерывным управлением режущей

поверхностью кругов как единой системы, позволяет дифференцировать роль явлений, протекающих в зоне шлифования и управления, и изыскивать возможности восстановления параметров РПК до исходного состояния либо оптимизировать их по какому-либо выходному показателю.

В исследованиях по управлению режущей способностью круга электроэрозионным способом, основной вклад в которые внесли работы Н.К. Беззубенко, Э.Я. Гродзинского, М.Д.Узуняна и др., изучены физические особенности процесса электроэрозионных воздействий, механизмы инициирования электрических разрядов, и установлена их положительная роль в повышении режущей способности шлифовальных кругов на металлической связке при шлифовании широкой гаммы труднообрабатываемых материалов, различающихся по химическому составу и физико-механическим свойствам, что позволило разработать ряд новых способов шлифования.

Показано, что процесс алмазно-искрового шлифования обеспечивает условия, при которых абразивный инструмент из самого слабого звена превращается в устойчивое, надежное звено технологической системы [4]. Исследовано влияние электроэрозионных воздействий на технологические показатели процессов шлифования (плоского, круглого наружного, внутреннего), заточки инструментов из минерало - и металлокерамики. С использованием опытно-статистических моделей, основанных на кибернетическом подходе, решались задачи поиска оптимальных условий высокопроизводительной, экономичной и высококачественной обработки.

Вместе с тем, использование эмпирических, опытно-статистических методов, в силу присущих им особенностей, ограничивают область применения полученных рекомендаций. Кроме того, использование в качестве параметра управления режущей способностью круга высоты выступания алмазных зерен из связки, не позволяет применить его для целей управления параметрами РПК при шлифовании по жесткой схеме с постоянной поперечной подачей материалов, твердость которых меньше твердости инструментальных материалов.

В этом случае, на выходные технологические показатели процесса доминирующую роль начинают оказывать форма и размеры единичных срезов, зависящие от параметров разновысотности вершин и кинематики процесса. Форма и размеры единичных срезов определяют не только производительность шлифования и нагрузку на алмазное зерно, но и оказывают влияние на формирование активного электрического сопротивления межэлектродного промежутка (МЭП), а, следовательно, на интенсивность электроэрозионного удаления связки.

В этой связи проблема управления параметрами РПК с целью стабилизации выходных технологических показателей обработки в условиях удаления обрабатываемого материала единичными срезами требует дальнейшего изучения.

Для поддержания параметров РПК стабильными во время обработки, способы управляющих воздействий должны обеспечивать:

- возможность осуществления воздействий непосредственно на связку;
- высокую избирательность воздействий;
- дискретность воздействий во времени и пространстве;
- возможность совмещения во времени управляющих воздействий и обработки детали.

Выполнение первого требования позволяет исключить либо ослабить дополнительные силовые и термические воздействия на алмазное зерно и тем самым увеличить время его работы. При выполнении второго - создаются условия для формирования заданной формы круга с требуемой точностью, третьего - обеспечивается высокая управляемость процессом. Совмещение процессов шлифования и управляющих воздействий увеличивает производительность и качество изделий, обеспечивает стабилизацию выходных показателей шлифования. Рассмотрим, насколько отвечают предъявляемым требованиям существующие способы управляющих воздействий на РПК, рассмотренные нами ранее.

При управлении параметрами РПК с помощью свободного абразива осуществляется одновременное силовое воздействие на связку и алмазные зерна. Это обусловлено тем, что траектория перемещения абразивного зерна при нахождении его в зазоре между притиром и рабочей поверхностью круга определяется взаимодействием свободного абразивного и закрепленного в связке алмазного зерна. Избирательность процесса достаточно высокая, так как полезную работу по удалению связки выполняют лишь те зерна, которые попали в зазор между связкой и притиром, величина которого меньше размера зерен свободного абразива, т.е. удаление связки происходит на участках с наименьшим выступанием алмазных зерен из связки. Дискретность процесса во времени обеспечивается количеством зерен свободного абразива, поступающих в зазор, а в пространстве - размерами зерен свободного абразива. Управление параметрами РПК свободным абразивом может осуществляться одновременно со шлифованием детали, если схема обработки позволяет расположить притир в автономной зоне рабочей поверхности круга. Способ обладает высокой производительностью удаления связки, способствует улучшению закрепления зерен в связке за счет уплотнения связки в межзеренном пространстве и образования «подпорки» из связки за алмазным зерном, может применяться для управления параметрами рабочей поверхности кругов на любых связках. Вместе с тем, способ применим лишь для кругов с простой формой рабочей поверхности, требует применения устройств, обладающих высокой жесткостью (в противном случае не удаляется макропогрешность РПК), может вызвать дополнительное загрязнение обработанной поверхности детали зернами свободного абразива.

Электрохимический способ позволяет осуществлять управляющие воздействия непосредственно на токопроводящую связку при минимуме дополнительных силовых и термических нагрузок на алмазное зерно,

однако характеризуется низкой избирательностью (он не позволяет получить высокую точность профиля), а также не обладает дискретностью во времени и пространстве. Управление параметрами РПК при электрохимическом шлифовании с обратной полярностью, когда круг является анодом, а деталь катодом, малоэффективно, так как окисная пленка, возникающая на поверхности связки круга, препятствует ее дальнейшему растворению. Использование электрических разрядов для управления параметрами РПК при электрохимическом шлифовании с прямой полярностью (круг - катод, деталь - анод) также не позволяет достигнуть приемлемых результатов, так как электрические разряды носят неупорядоченный характер. Кроме того, управление интенсивностью электроэрозионных явлений при электрохимическом шлифовании практически невозможно, поскольку электрические параметры процесса устанавливают исходя из закономерностей анодного растворения обрабатываемого материала [2].

Основным недостатком электрохимического способа управляющих воздействий является необходимость использования электролитов, обладающих высокой коррозионной активностью, что требует применения специальных способов защиты от коррозии узлов и деталей шлифовального станка. Кроме того, пассивирующие свойства электролитов снижают производительность удаления связки, а применение механических депассиваторов для повышения производительности увеличивают дополнительную нагрузку на зерна круга. Данный вид воздействия на связку круга недостаточно экологичен.

При управлении параметрами РПК электроэрозионным способом обеспечивается непосредственное воздействие на токопроводную связку, а дополнительные силовые воздействия на зерно могут быть исключены полностью. Термические воздействия на алмазные зерна возможны как при прохождении электрического разряда непосредственно вблизи алмазного зерна, так и при использовании зерен алмазов, обладающих электропроводностью.

Прохождение электрических разрядов характеризуется высокой избирательностью, так как инициирование разряда происходит, как правило, либо в результате контактирования неровностей поверхностей правящего электрода (ЭИ) и связки, либо перемикаания межэлектродного промежутка стружками, либо пробоя МЭП, заполненного диэлектриком, в местах, где электрическое поле имеет наибольшую напряженность, то есть в местах наиболее близко расположенных участков ЭИ и связки.

Дискретность процесса во времени обусловлена использованием импульсных источников технологического тока, а при использовании источников постоянного тока - дискретностью стружечных замыканий, либо прерывистостью контакта микронеровностей перемещающихся друг относительно друга поверхностей ЭИ и РПК. Дискретность в пространстве обеспечивается зависимостью объемов связки, удаляемых единичными импульсами, от мощности единичных импульсов. В связи с этим процесс воздействий на параметры РПК с помощью электрических

разрядов обладает хорошей управляемостью и позволяет варьировать в широких пределах производительностью удаления связки.

Применение в процессе электроэрозионных воздействий на РПК в качестве рабочей среды обычно используемых при шлифовании СОЖ (водных растворов кальцинированной соды), наделяет способ дополнительным преимуществом.

Достоинства управления параметрами РПК электроэрозионным способом, заключающиеся в возможности воздействий непосредственно на токопроводную связку, высокой избирательности и управляемости процессом, наличии серийно выпускаемого оборудования и источников технологического тока, а при их отсутствии, в простоте модернизации шлифовальных станков, использовании в качестве рабочей среды обычно применяемых при шлифовании СОЖ, упрощении вентиляции рабочего места, уменьшении степени загрязнения жидкой рабочей среды, износа круга, уменьшение рабочий ток в 10...20 раз, предопределили большую перспективность электроэрозионного способа воздействий для управления параметрами РПК при шлифовании. Таким образом резервы повышения режущей способности РПК состоят в применении комбинированных способов шлифования, сочетающих механическое резание алмазными зернами с действием физико-химических явлений в зоне резания.

Библиографический список

1. Грабченко А.И. Научные основы алмазного шлифования сверхтвердых поликристаллических материалов.- Диссертация в форме научного доклада на соискание ученой степени докт. техн. наук.- Харьков, 1995.- 59с.
2. Голубев И.В. Круглое наружное шлифование со стабилизацией режущей способности токопроводящего инструмента электрическими разрядами.- Автореф. дис. ... канд. техн. наук.- М.,1985.-16с.
3. Основы проектирования и технологии изготовления абразивного и алмазного инструмента /Ю.М. Ковальчук, В.А. Булин, Б.А. Глаголовский и др. под общей ред. Ю.М. Ковальчука – М.: Машиностроение, 1984. -288с.
4. Узунян М.Д. Повышение эффективности алмазного шлифования твердых сплавов путем прогнозирования и стабилизации работоспособности кругов.- Автореф. дис. канд. техн. наук.- М.,1989.-40с.
5. Физико-математическая теория процессов обработки материалов и технологии машиностроения /Под общей редакцией Ф.В.Новикова и А.В.Якимова. В десяти томах. -Т.4. "Теория абразивной и алмазно-абразивной обработки материалов" - Одесса: ОНПУ,2002.-802с.