

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ЭЛАСТИЧНЫХ АБРАЗИВНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Завистовский С.Э., Кириенко А.С., Завистовская Т.И.

Полоцкий государственный университет, г. Новолоцк

При изучении научных работ, посвященных вопросам формообразования структур поверхностей абразивных инструментов очевидна зависимость между определенным образом сориентированными структурами поверхностей абразивных лент, геометрия которых влияет на напряженно-деформированное состояние абразивных зерен электрокорунда при шлифовании, и физико-механическими и эксплуатационными характеристиками самого инструмента.

Циклическое воздействие нормальной и касательной нагрузок, а также температурные воздействия в процессе шлифования определяют напряженно-деформированное состояние поверхностного слоя абразивного инструмента. Напряжения в абразивных зернах являются причиной их разрушения и определяют производительность процесса шлифования и стойкость инструмента в целом [1].

Представленные на рисунке 1 линии равных напряжений свидетельствуют о том, что абразивное зерно электрокорунда при шлифовании подвергается действию сжимающих напряжений в направлениях осей X и Y [2]. При этом существенные по величине напряжения σ_x локализируются в более тонком поверхностном слое, а зависимость σ_y от глубины расположения исследуемой точки менее выражена. Циклические напряжения в связке либо на границе раздела «зерно – связка» могут привести к развитию усталостных микротрещин, движению дислокаций и образованию новых микротрещин.

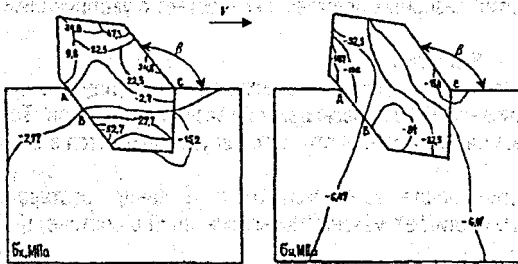


Рисунок 1. Линии равных напряжений σ_x и σ_y при $\beta=135^\circ$ (контакт абразива и связки отсутствует на участке АВ)

На рисунке видно, что наличие несплошности контакта на участке АВ, приводит к появлению растягивающих напряжений σ_x в окрестностях этого участка, способствующих при дальнейшем нагружении росту несплошности контакта (трещины) и выкрашиванию частицы абразива. При этом сжимающие напряжения σ_y существенно не изменяются. Соответственно значительное влияние на напряженно-деформированное состояние абразивного зерна оказывает его ориентация относительно рабочей поверхности инструмента. При $\beta=0^\circ$ наблюдается низкий уровень напряжений σ_x и σ_y , однако царапание обрабатываемой поверхности поверхностью инструмента с такой структурой затруднено большим трением, возникновением прижогов и другими возникающими вследствие этого факторами. Изменение β от 90° до 135° приводит к росту σ_x и σ_y и их концентрации в окрестностях зоны контакта с обрабатываемой деталью, что приводит к разрушению вершин абразивных зерен.

На основании проведенного анализа напряженно-деформированного состояния и перемещений абразивной частицы в связке, обусловленных воздействием нормальной и касательной нагрузок, сделаны следующие рекомендации, которые необходимо учитывать при

создании абразиво-содержащих материалов. Повышению долговечности инструмента будет способствовать применение эластичных связок, обладающих высокой адгезионной способностью к наполнителю, способных выдерживать без разрушения перемещения частиц до половины их размера. Расположение частиц абразива под углом $\beta = 90 - 135^\circ$ требует применения связок, исключающих возможность образования пор при отверждении. Благодаря наличию растягивающих напряжений в прилегающих к режущей кромке областях и их периодическому микроразрушению обеспечивается самозатачивание части абразива.

В настоящее время известен и описан характер влияния структуры поверхности абразивного инструмента на его долговечность, производительность и другие механические характеристики инструмента. Однако отсутствие научно обоснованных и экспериментально подтвержденных методик управления формообразованием структур поверхности абразиво-содержащих материалов и значений углов ориентирования структуры поверхности в абразиво-содержащих инструментах, используемых для шлифования конкретных конструкционных материалов, является актуальным условием для проведения научных исследований, направленных на разработку методики формообразования структур поверхностей из абразивных материалов и повышения эффективности формообразования структуры и свойств поверхностей из абразивных дисперсных порошков [3].

Абразивная обработка является одним из самых распространенных способов понижения шероховатости поверхности. Однако при этом чаще используются инструменты с не ориентированными зёрнами абразива, шлифование которыми осуществляется по принципу царапания, а не микрорезания, что приводит к снижению производительности процесса обработки вследствие опасности «прижога» обрабатываемой поверхности детали и качества получаемой поверхности. Для устранения отрицательных моментов исследовались свойства абразивного материала и технология изготовления гибкого абразивного инструмента с регулированием ориентации зёрен абразива в электростатическом поле.

Литературные источники содержат различные модели производства гибкого абразивного инструмента с ориентацией зёрен, однако описанные методы получения ленточных гибких абразивных инструментов в электростатическом поле с ориентацией зёрен по длинной оси перпендикулярно поверхности абразивной ленты не отвечают оптимальным условиям микрорезания [4, 5, 6].

На основе анализа результатов, изложенных в [3], было сделано предположение о возможности регулирования ориентации зёрен абразива воздействием электростатического поля. Проанализировав электрокорунд, карбид титана плакированный железом, окись алюминия с добавкой 5% окиси кобальта по критерию восприимчивости к воздействию электромагнитного поля наиболее оптимальным абразивным материалом, применяющимся для изготовления гибкого абразивного инструмента с ориентацией зёрен, является электрокорунд [7].

Определение оптимальных размеров зёрен абразива и параметров электростатического напыления проводилось на лабораторной установке, где генератором в электростатическом поле в вертикальном положении производили нанесение на бумажную ленту, равномерно покрытую клеем марки ПВА, зёрна электрокорунда каждой из следующих фракций: 0,63 мм, 0,4 мм; 0,2 мм, к подложке, последовательно повернутой на угол 75° , 65° , 55° , 45° , 35° , между вертикальной осью генератора и плоскостью напыления. В дальнейшем угол между вертикальной осью генератора и плоскостью напыления будем именовать фронтальным углом. Полученные образцы сушили на воздухе.

Оценку формирования геометрии и структуры поверхностей из абразивных дисперсных материалов в электростатическом поле проводим путём микроскопического анализа полученных образцов на микротвердомере ПМТ-3. При сравнении образцов с нанесёнными методом насыпки электрокорунда с образцами, полученными на экспериментальной установке в электростатическом поле, отчетливо видно ориентированность по своей большей оси зёрен образцов, полученных по последней схеме, в отличие от хаотично расположенных зёрен насыпных образцов (рисунок 2, 3).

Условившись, что число всех абразивных частиц видимой через окуляр площади равно 100%, подсчитали численные значения ориентированных частиц каждого исследуемого образца и после вычисления процентной численности ориентированных частиц результаты представили в таблице 1.

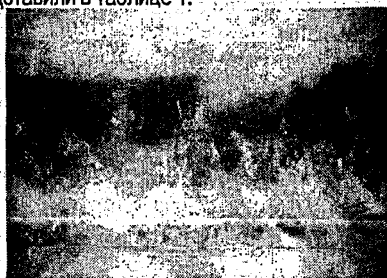


Рисунок 2 – Микрошлиф опытного образца с ориентированными зёрнами

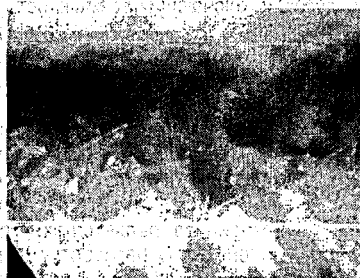


Рисунок 3 – Микрошлиф опытного образца с не ориентированными зёрнами

Таблица 1. Ориентированность частиц абразивных дисперсных материалов исследуемых образцов, %

Фронтальный угол, Ω , град°	Размер фракции, мм		
	0,2	0,4	0,63
35	39	32	20
45	68	50	40
55	80	66	60
65	85	78	75
75	93	89	86

Из таблицы видно, что зерна электрокорунда фракции 0,2 мм ориентируются лучшим образом по сравнению с зёрнами фракций 0,4мм, и 0,63мм. Это связано с тем, что зерна различных фракций обладают различной массой и наносятся с одними и теми же режимами ориентирования.

По итогам проведенных экспериментов определено, что на концентрацию, плотность нанесенных частиц и на их ориентированность влияют магнитные свойства электрокорунда и угол нанесения абразивного зерна. Оптимальный диапазон углов нанесения абразивного зерна 40°-80°, при этом внедрение в вязкую основу происходит равномерно, поэтому при производстве гибкого абразивного инструмента необходимо принять наиболее рациональные значения углов для шлифования различных по своим свойствам материалов.

Литература

1. Завистовский С.Э., Завистовская Т.И., Кириенко А.С. Рационализация конструкции и особенности технологии изготовления оптимального абразивного инструмента. В кн.: Современные методы проектирования машин. Расчет, конструирование и технология изготовления / Сб.трудов первой Международной научно-технической конференции. - Минск, 2002, С.27-31
2. Щерба В.Я., Довнар Д.Н. Напряженно-деформированное состояние абразивных зерен и поверхностного слоя связки при шлифовании // Горная механика. – 2004. - № 3-4, - С. 78-84.
3. Завистовский С.Э. Аналитическая оценка конструкции оптимального абразивного инструмента по стохастическому критерию В кн.: Материалы, технологии и оборудование для упрочнения и восстановления деталей машин: Тем.сборник/ Под общ ред. П.А.Витязя, С.А.Астапчика.- Мн.: УП «Технопринт»; Новополоцк, ПГУ, 2003. - с.367 – 369.

4. Бакуль В.Н., Никитин Ю.И., Верник Е.Б. Основы проектирования и технология изготовления абразивного и алмазного инструмента. - М.: Машиностроение, 1975. — 296с.
5. Вережуб В.Н. Шлифование абразивными лентами. - М.: Машиностроение, 1972. - 238с.
6. Ковальчук Ю.М., Букин В.А., Тлаговский Б.А. Основы проектирования и технология изготовления абразивного и алмазного инструмента. - М.: Машиностроение, 1984. — 288с.
7. Кириенко А.С., Пинчук Ю. М., Модолинская М.П. «Оптимизация исследования износостойкости и режущей способности гибкого абразивного инструмента с различными углами ориентации зерен абразива»//Труды молодых специалистов УО«Полоцкого государственного университета». Прикладные науки. Выпуск 16. - Новополоцк ПГУ, 2006. - С.32-34.

УДК 678.029

ПРИМЕНЕНИЕ МОДИФИЦИРОВАНИЯ И ПОСЛОЙНОГО НАПЫЛЕНИЯ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ, ПОЛУЧАЕМЫХ МЕТОДОМ ГАЗОПЛАМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ

Завистовский С.Э., Молчанов С.В.

Полоцкий государственный университет, г. Новополоцк

Использование газопламенного напыления (ГПН) защитных износостойких покрытий из порошковых композиционных материалов на полимерной основе на металлические детали позволяет снизить материальные затраты при повышении качества продукции.

Метод ГПН особенно эффективен при необходимости получения покрытия на деталях сложной пространственной формы. Долговечность и работоспособность газотермических покрытий в первую очередь зависят от характеристик (свойств) как поверхностного слоя, так и всего объема покрытия, а также от величины прочности сцепления с основой, являющейся одним из немногих критериев, который используют в практике напыления для оценки применимости способа нанесения покрытия [1]. Также долговечность композитных полимерных материалов в значительной степени определяется скоростью накопления необратимых изменений, обусловленных возникновением объемно-напряженного состояния в полимере на атомарно-молекулярном уровне. Возникающие напряжения имеют анизотропный характер: сжатие полимера в локальных объемах вызывает напряжения растяжения в зонах контакта разнородных материалов.

Уменьшение негативного влияния напряжений и деформаций на покрытия составляет важную задачу, которая должна решаться при проектировании и расчете на прочность деталей и узлов современных машин и конструкций. Истинные значения возникающих напряжений и деформаций необходимо определять с учетом формы, механических характеристик материалов и конструктивного и технологического выполнения деталей и узлов, а также действующих нагрузок и условий работы рассматриваемой машины при эксплуатации [2].

Полимерный материал в твердом состоянии является неоднородным по своей структуре; наиболее распространенная модель — кристаллические зоны в аморфной матрице. Они имеют разные коэффициенты термического расширения и неодинаковую способность реагировать на нагрузки. При резкой смене температуры в полимерном материале возникают остаточные деформации, обусловленные в основном аморфной фазой. Кристаллические области, упруго восстанавливая свои размеры под действием увеличивающейся в объеме некристаллической зоны, испытывают напряжения сжатия. При многократном перепаде температур в результате сжатия происходят одновременно два процесса — дополнительная кристаллизация на границе раздела фаз и пластическая деформация. К перепадам температур чувствительны композитные материалы и металлополимерные изделия [3].