

По схеме, показанной на рис. 1 а по сравнению со схемой рис. 1б. достигается более равномерное истечение металла из очага деформации в кольцевой зазор за счет уменьшения застойных зон на поверхности контейнера. Это способствует уменьшению растягивающих напряжений на поверхности конического торца иглы. И, наконец резкое уменьшение растягивающих напряжений достигается созданием противодействия со стороны втулки, сопряженной с иглой и опирающейся на противодействующее устройство (например, пневмоцилиндр) (рис. 1в). Применение противодействия позволяет получать трубную заготовку с плоским торцом, что не достигается при прессовании по схеме 1а и 1б. Кроме того, применение противодействия позволит обрабатывать материалы с низкой пластичностью, прессование которых в обычных условиях приводит к появлению таких дефектов как надрывы и трещины на наружных и внутренних поверхностях трубных изделий. Существенным достоинством прессования с противодействием является не только возможность бездефектной обработки малопластичных материалов, но и возможность глубокой проработки исходной грубой литой структуры заготовок из слитка, запрессовки и заварки трещин. Способ прессования с противодействием позволяет повысить температуру деформации до величин близких к расплавлению, что снижает сопротивление деформируемого материала, и, следовательно, уменьшает необходимую работу деформации. Кроме того, при высоких температурах прессования оксиды алюминия равномерно истекая из очага деформации в кольцевой зазор, имеют возможность еще раз пе-

ремешаться по массе материала равномерно распределиться по всему объему заготовки.

Последующая термообработка гомогенизированных сплавов приводит к равномерному выпадению по всему объему упрочняющих диспергированных фаз. Поэтому, одним из главных достоинств прессования с противодействием следует считать возможность воздействовать на структурно-механические показатели обрабатываемого материала с целью повышения его служебных свойств.

Расчет усилий противодействия по известным формулам для определения усилий прессования из-за многообразия факторов, влияющих на точность этих расчетов, может служить ориентиром при выборе верхних и нижних границ значений противодействия. Формирование торца заготовки без трещин и задиоров, противодействие росту растягивающих напряжений во время выдавливания заготовки можно успешно осуществлять созданием противодействия пневмо- или гидромаркетом.

Выдавленные таким образом заготовки претерпевают деформирование по схеме неравномерного всестороннего сжатия. Для реализации схемы спроектировано и изготовлено экспериментальное устройство, в котором выдавлены, из литого композита заготовки втулок балансира заднего моста автомобиля МАЗ. В настоящее время разработанные подшипники, полученные с применением методов порошковой металлургии, литья и обработки давлением проходят ходовые испытания на экспериментальной базе Минского автомобиля.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБРАБОТКИ ПОЛИМЕРНО-АБРАЗИВНЫМИ ВОЛОКОННЫМИ КОМПОЗИТАМИ

Д.Ф. Устинович

Введение

Сложность и многообразие форм обрабатываемых поверхностей, расширение требований к физико-механическим свойствам поверхностного слоя деталей, трудности при создании универсальных кинематических схем оборудования, технологической оснастки и обрабатывающего инструмента делают технически и экономически предпочтительным применение технологий на

основе эластичных абразивных сред. При этом не исключаются высокие требования к точности ориентальной ориентации обрабатываемой детали и инструмента. Применение абразивных эластичных инструментов сопровождается воздействием на всю обрабатываемую поверхность многочисленных режущих элементов, что увеличивает интенсивность массового абразивного микрорезания по сравнению с обработкой с жестким инст-

рументом /1/.

Преимущества эластичных сред проявляются при обработке сложнопрофильных и прерывистых поверхностей, сопровождающейся самопроизвольным формированием непрерывного режущего контура, обеспечивающего обработку элементов сопряжений смежных поверхностей деталей.

Значительный технический и социально-экономический эффект применения обработки эластичным инструментом на основе полимерно-абразивных волоконных композитов обусловлен достаточно широкими технологическими возможностями метода, обеспечением автоматизации отделочно-зачистных операций, производительностью обработки, универсальностью и простотой реализации в условиях различных типов производств /1-3/.

Особенности обработки полимерно-абразивными волоконными композитами

Сущность метода обработки полимерно-абразивными волоконными композитами (ПАВК) заключается в том, что эластичный абразивный инструмент, состоящий из механически закрепленных в ступице и перпендикулярно-ориентированных относительно обрабатываемой поверхности волокон, совершает силовое абразивное воздействие на поверхность обрабатываемой детали.

Процесс ПАВК в зависимости от технологических параметров может иметь характерные признаки обработки как жестко связанным, так и свободным абразивом. Физико-механические процессы, происходящие при взаимодействии абразивных зерен с материалом детали подобны процессам, сопровождающим методы шлифования жесткими и эластичными кругами, обработкой лентами, полирования, доводки. Их содержание определяется явлениями резания и пластического деформирования обрабатываемого материала, износа режущих зерен и связующего, трения абразивной и полимерной составляющих композита и поверхности детали, трения стружки о режущие элементы абразивных зерен, массовым абразивным воздействием. Качественная общность существует среди динамических и теплофизических закономерностей, описывающих взаимодействие в системе инструмент-поверхность.

Существенным отличием обработки ПАВК от обработки жестким инструментом является наличие дискретного режущего контура, образованно-

го совокупностью эластичных волокон. Имеется возможность управления эластичностью абразивного волоконного инструмента в широком диапазоне значений, определяемых геометрическими характеристиками волокна, свойствами полимерного связующего волокна, кинематическими параметрами процесса и геометрией рабочей части инструмента. За счет изменения эластичности инструмента можно обеспечить оптимальные условия процесса обработки. Некоторые образцы эластичного инструмента на основе полимерно-абразивных волоконных композитов представлены на рис.1.

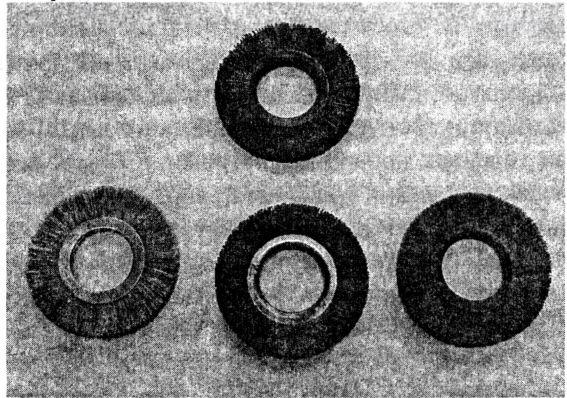


Рис.1. Общий вид инструмента на основе полимерно-абразивных волоконных композитов

К достоинствам метода относятся самозатачивание инструмента, универсальность, простота реализации и качество обработки. Отсутствие жесткой связки и наличие дискретного режущего контура способствует интенсивному освобождению рабочей зоны от продуктов диспергирования обрабатываемой поверхности и износа, сохранению режущих свойств инструмента и препятствует его «засаливанию». Самозатачивание инструмента исключает необходимость его периодической правки.

Невысокие значения скорости резания ($V=10...25$ м/с) и наличие демпфирующего эффекта в зоне контакта инструмент-поверхность обеспечивают давление в зоне резания, находящееся в диапазоне $2,2...10,2 \times 10^5$ Па, и значения температуры резания $40^0...160^0$ С. Это исключает образование в поверхностном слое прижогов, микротрещин, задиров, причиной которых являются высокие температуры и удельные давления. Значения параметра R_a шероховатости поверхности снижаются на 1-2 класса за 30...90 с обработки /1, 2/.

Технологические характеристики метода

По характеру физико-механических процессов,

сопровождающих взаимодействие инструмента с поверхностью, обработку полимерно-абразивными волоконными композитами можно классифицировать на зачистку, полирование и доводку. Характер процессов, протекающих в зоне контакта инструмент-заготовка, зависит от физико-механических свойств обрабатываемого материала и параметров режима обработки /2, 3/.

Зачистка полимерно-абразивным волоконным инструментом представляет собой процесс, характеризующийся преобладающим микрорезанием в зоне контакта инструмент-поверхность. Зачистка является основной операцией, применяемой для подготовки поверхности перед нанесением по-

стками, сформированными за счет пластического деформирования и истирания окисных пленок. Полирование плоских поверхностей образцов из стали У8 твердостью НВ 186 дисковым инструментом с зернистостью абразивного модификатора 100 мкм приводит к снижению параметра Ra шероховатости поверхности с 0,288...0,311 мкм до 0,124...0,131 мкм ($V = 14$ м/с, $S = 100$ мм/мин, $n = 50$ дв.х.). В диапазоне скоростей полирования $V = 12...15$ м/с существует возможность более полного проявления химического действия СОЖ и протекания химических и адсорбционных процессов на поверхности (табл. 1).

Таблица 1. Характеристики видов ПАВК

Вид обработки полимерно-абразивным волокном	Диаметр волокна, d, мм	Длина волокна, l, мм	Зернистость абразива, Δ, мкм	Скорость резания, V, м/с	Шероховатость поверхности Ra, мкм
1. Зачистка	1,2...4,0	20...50	120...400	12...22	0,3...1,2
2. Полирование	0,6...1,2	20...50	50...120	10...18	0,1...0,3
3. Доводка	0,3...0,5	20...30	20...40	8...15	0,05...0,1

крытий, снятия пленок окислов, следов коррозии, загрязнений, удаления заусенцев и скругления острых кромок. Максимальная величина припуска, удаляемого при обработке, находится в пределах 50...120 мкм, а при снятии заусенцев и скруглении кромок - до 0,5...2,5 мм. Достижимая шероховатость поверхности обычно находится в пределах $Ra = 0,63...1,8$ мкм. В процессе зачистки происходит полное разрушение дефектного слоя с последующим вымыванием продуктов диспергирования из зоны обработки под действием СОЖ. Например, увеличение зернистости абразива с 60 до 160 мкм приводит к возрастанию массового съема материала детали с 11 мг до 24 мг (сталь 45 твердостью НВ 220, $V = 10,5$ м/с, $S = 100$ мм/мин, $n = 20$ дв.х.).

Полирование полимерно-абразивными волоконными композитами - процесс, характеризующийся превалирующим выглаживающим действием абразивных зерен в зоне контакта инструмент-поверхность. Максимальная величина припуска, удаляемого при обработке, обычно не превышает 15...40 мкм, формируемая шероховатость поверхности находится в диапазоне $Ra = 0,10...0,25$ мкм. При полировании происходит полное удаление следов предшествующей обработки и формирование новой поверхности. Анализ состояния обработанной поверхности показывает, что она образована преимущественно выглаженными уча-

Доводка представляет собой процесс финишной обработки деталей полимерно-абразивным инструментом с использованием абразивных паст. Величина съема обрабатываемого материала достигает 0,08...0,15 мкм/см²·с. Удаление припуска с обрабатываемой поверхности происходит под действием механических и химических процессов. К механическим относятся микрорезание металла абразивными составляющими волоконных композитов и паст с образованием микростружек и износ обрабатываемой поверхности из-за многократных ериодических деформаций, возникающих вследствие трения. Химические явления при доводке заключаются в образовании и последующем удалении окисных пленок и адсорбционных слоев, интенсивность которых зависит от химической эффективности компонентов паст и параметров обработки. Соотношение между процессами микрорезания и трения изменяется в широких пределах и зависит от свойств обрабатываемого материала, параметров обработки и характеристик технологических сред. Доводка с преобладанием резания используется для выполнения предварительных доводочных операций, целью которых является снятие основного припуска.

Основные закономерности формирования поверхностного слоя. Поверхность металла после обработки представляет собой совокупность



определенно направленных рисок и выглаженных участков. Длина и глубина рисок зависит от зернистости абразивного модификатора волокна и величин скоростей рабочих движений. Увеличение диаметра волокна, скорости резания и зернистости абразивного наполнителя способствует преимущественному протеканию процесса микрорезания, который в различной степени сопровождается трением, пластической и упругой деформацией металла. Микрорезание осуществляется абразивными составляющими волокон. На рис.2 показано состояние поверхности стальных образцов до и после обработки.

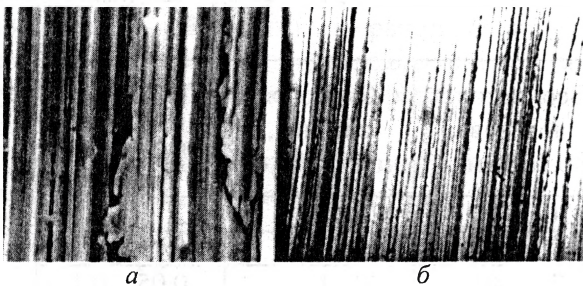


Рис.2. Микрофотографии поверхности образцов из стали ШХ15 HRC_Э 52...57, × 1500: а – исходная (после круглого наружного шлифования); б – обработанная ПАВК (зернистость абразива 120 мкм)

На первой стадии обработки происходит резкое уменьшение высоты исходных микронеровностей, вторая стадия характеризуется стабилизацией шероховатости поверхности на некотором уровне. Интенсивное начальное снижение микронеровностей происходит при зачистке, характеризующейся повышенными значениями удельных давлений ($P = 7,6...10,2 \times 10^5$ Па) и размерами зе-

ного на предшествующей технологической операции обработки, и формирования упрочненного слоя под воздействием волоконного инструмента /4/. Обработка поверхности, исходная шероховатость которой находится в диапазоне 2,5...4,0 мкм, волокном с мелкозернистым модификатором сопровождается одновременным удалением впадин и выступов шероховатости, но характеризуется невысокой производительностью. Например, уменьшение зернистости абразива с 80 мкм до 40 мкм при обработке образцов из стали ШХ15 (HRC_Э 50-54) и бронзы БрАЖ9-4 (HB120...136) приводит к уменьшению значений шероховатости поверхности соответственно на 32% и 27%, и увеличению микротвердости поверхности стальных образцов с 6,2 МПа до 6,7...7,1 МПа. Некоторые закономерности обработки различных материалов приведены в табл. 2.

Достоинства предлагаемого метода позволили обеспечить повышение производительности и качества обработки изделий различного назначения (рис. 3).

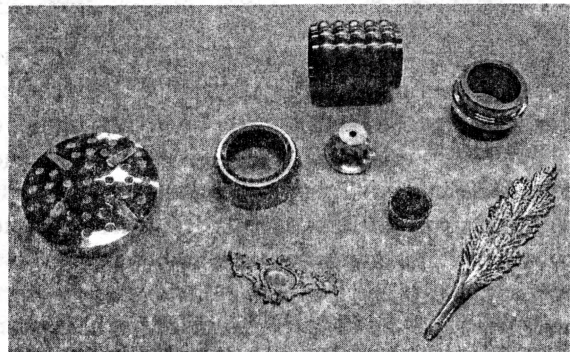


Рис. 3 Детали, обработанные ПАВК

Таблица 2. Показатели обработки материалов

Материал	Подача, м/с	Припуск, мкм	Шероховатость поверхности Ra, мкм	Производительность, мг/с
Сталь (HRC 40...60)	0,02...0,1	5...40	0,08...0,2	0,6...0,9
Сплав Al	0,05...0,1	10...90	0,16...0,4	0,8...1,3
Сплав Ti	0,03...0,1	5...30	0,1...0,2	0,3...0,5
Нержавеющая сталь	0,02...0,1	5...35	0,1...0,3	0,3...0,6

рен, превышающими средний шаг исходной шероховатости. Удалению подвергаются выступы неровностей, их высота существенно уменьшается, после чего абразивному воздействию подвергаются впадины неровностей. Снижение шероховатости замедляется вследствие достижения ее предельного уровня для данных условий обработки, удаления дефектного слоя, сформирован-

Заключение

Применение инструмента на основе полимерно-абразивных волоконных композитов обеспечивает эффективное снижение шероховатости обрабатываемых поверхностей.

Наличие дискретной режущей поверхности позволяет сохранять режущие свойства и низкую теплонапряженность процесса обработки в тече-

ние всего цикла обработки.

Основным фактором, определяющим процесс обработки, является абразивное микрорезание и поверхностное пластическое деформирование поверхности.

Литература

1. Устинович Д.Ф. Особенности полимерно-абразивной обработки эластичным инструментом // Материалы, технологии, инструмент. Минск, 1996, № 2, 126-127.

2. Устинович Д.Ф. Повышение качества поверхности деталей полимерно-абразивной обработкой //

Тез. докл. II Межд. симпозиума по трибофатике. Москва, 1996, с. 70.

3. Устинович Д.Ф. Технологические возможности процесса обработки полимерно-абразивными волоконными композитами // Сб. трудов МНТК "Поликом 98". Гомель, 1998, с.170.

4. Устинович Д.Ф., Глазунов Е.И., Зубченко Н.Л. Применение СОТС при обработке изделий полимерно-абразивными волоконными композитами // Сб. трудов МНТК "Поликом 2000". Гомель, 2000, с.182.

В заключение семинара академик Астапчик С.А. отметил, что исполнители ГНТП «Технологии» разрабатывают отечественные технологии на уровне мировых стандартов, способны вместе с производителями обеспечить технологический уровень производства на многих направлениях собственными силами и ресурсами. Он призвал всех присутствующих активнее работать в программе, предлагая проекты по «критичным» технологиям не только предприятиям Минпрома, но и по межотраслевым проблемам в легкой и пищевой промышленности, на транспорте и в аграрном секторе.

ПАМЯТИ ИОСИФА СЕМЕНОВИЧА ГОЛЬДБЕРГА

6 сентября 2002 года после продолжительной болезни умер Иосиф Семенович Гольдберг, член Центрального правления Общественного объединения «Белорусское общество инженеров-механиков» (ОО «БОИМ»), председатель Минской городской организации, начальник проектно-конструкторского бюро ОО «БОИМ».



Иосиф Семенович родился в 1933 году в Минске. В 1956 году окончил Ленинградский институт инженеров водного транспорта по специальности инженер-механик. Практическую деятельность начал инженером механизации и заместителем начальника участка Брестского речного порта. Вскоре его пригласили на работу в УНР-70 треста «Строймеханизация» № 15 Минстроя БССР, и далее в трест № 19 «Промтехмонтажса» Минстроя БССР на должность начальника проектно-сметной группы. В апреле 1964 года трест был переведен в систему Монтажспецстроя СССР и переименован в трест «Запхиммонтаж».

На трест возлагалось решение сложнейших задач по созданию химических производств. И в их решении замечался оригинальный подход Иосифа Семенича. Многие его предложения были защищены авторскими свидетельствами на изобретения.

В 1964 году И.С. Гольдберг назначен на должность главного инженера проектов ЦПКО Главхиммонтажса, а в 1965 году – и.о. начальника, а позже начальника Минского ПКО.

С 1992 по 1994 г.г. И.С. Гольдберг работал главным специалистом арендного проектно-технологического предприятия «Монтажпроект», а с 1995 г. избран членом Центрального правления, председателем Минской организации ОО «БОИМ». Он же возглавил проектно-конструкторское бюро этого общества.

И.С. Гольдберг является автором книг «Грузоподъемные краны. Расширение их возможностей» (1995 год), «Пособие по разработке технологических карт для безопасной работы грузоподъемных кранов при выполнении погрузочно-разгрузочных и строительно-монтажных работ» (2002 г.), а также 26 статей в периодических союзных и республиканских изданиях. На его счету 19 авторских свидетельств, использование которых обеспечило огромный экономический эффект при строительстве, монтаже и эксплуатации объектов особой сложности.

Творческий труд И.С. Гольдберга неоднократно отмечался руководством Министерств, местных органов власти. Он награжден бронзовой медалью ВДНХ.

Иосиф Семенович был исключительно корректным руководителем, заботливым семьянином. Все, кто знал его по работе и в общении скорбят о кончине этого неординарного человека.

Центральное правление ОО «БОИМ»
Редколлегия журнала «Инженер-механик»