

О ПРОЦЕССЕ КОНТАКТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКЕ И ЕГО АНАЛОГАХ

М.П. Кульгейко, А.П. Лепший

Гомельский политехнический институт им. П.О. Сухого

Обоснованный выбор эффективных схем магнитно-абразивной обработки (МАО), решение вопросов производительности и качества, работоспособности и износа режущих элементов требуют изучения физической сущности процесса, его динамики и механизма съема обрабатываемого материала. Необходима систематизация и обобщение известных схем МАО на основе признаков, отражающих механизм воздействия ферроабразивных частиц на поверхностный слой изделия. Учитывая сложность явлений, происходящих в зоне обработки, целесообразно воспользоваться аналогами - известными процессами, которые представляют собой результат абстрагирования от второстепенных при данном рассмотрении факторов или являются более изученными и имеют разработанные методики исследований.

При изучении характера взаимодействия ферроабразивного порошка с обрабатываемой поверхностью имеет смысл проведение аналогий с некоторыми характеристиками процесса абразивного изнашивания. Тождественность явлений, происходящих при МАО и изнашивании абразивом, позволяет в соответствии с основными видами абразивного изнашивания выявить общие закономерности, характерные для отдельных видов воздействия порошка на поверхность, и на их основе дифференцировать процессы контактного взаимодействия, реализуемые при магнитно-абразивной обработке (см. таблицу).

Динамическое (Д) взаимодействие характеризуется ударно-абразивным воздействием частиц на поверхность детали. В процессе одного цикла контактирования взаимодействие частицы с поверхностью отличается кратковременным локальным ударом, давление при этом носит импульсный характер ($P_{имп}$).

Основная роль в процессе взаимодействия принадлежит механической составляющей $F_{мех}$ сил давления порошка, которая представляет собой силу удара, обусловленную запасом кинетической энергии частицы к моменту удара. Роль магнитного поля сводится в основном к обеспечению разгона ферроабразивного порошка, перемещению порошка вслед за полюсами электромагнита, интенсификации процесса путем изменения

скорости и плотности струи частиц и т.п. Динамический процесс взаимодействия при MAO имеет много общего с механизмом эрозионного изнашивания (в струе абразивных частиц, гидро- и газоабразивного изнашивания). К этому виду взаимодействия могут быть отнесены процессы песко- и дробеструйной обработки.

При кинематическом (К) процессе взаимодействие порошка с поверхностью детали в пределах одного цикла контактирования осуществляется как скольжение с переменным давлением P_{var} и сближением, в процессе которого частицы внедряются в поверхностный слой и производят снятие микростружек обрабатываемого материала. Давление порошка создается как силами магнитного поля $F_{\text{магн}}$ так и механическими силами $F_{\text{мех}}$. Силы механического давления возникают в результате сообщения частицам порошка движения, направленного под углом к поверхности детали. Аналогичным является процесс обработки деталей абразивом, уплотненным инерционными силами.

Для квазистационарного (КС) процесса взаимодействия характерным является направление вектора скорости частиц порошка параллельно обрабатываемой поверхности. В пределах одного цикла контактирования взаимодействие частиц порошка с поверхностью детали осуществляется как длительное скольжение с постоянным давлением (P_{const}), сопровождаемое снятием микростружек с поверхности изделия. Давление порошка на обрабатываемую поверхность при КС-процессе создается силами магнитного поля $F_{\text{магн}}$. Силы механического происхождения или не оказывают давления на порошок, или их роль незначительна (например, в случае заклинивания зерен порошка при большой его плотности в рабочей зоне, что носит эпизодический характер). Следует отметить, что квазистационарный процесс характерен для традиционных схем MAO, предложенных в первых исследованиях процесса. Среди видов изнашивания наиболее близким к КС-процессу является изнашивание при трении о частицы порошка в абразивной массе, оказывающей давление на поверхность контактирования за счет некоторого силового фактора.

В реальных схемах магнитно-абразивной обработки рассмотренные процессы резания могут встречаться в различных сочетаниях, дополняя основной вид взаимодействия элементами других воздействий. Поэтому выбор (анализ и синтез) конкретной схемы обработки должен осуществляться с учетом технологических возможностей реализованных в ней видов взаимодействия. Правильным сочетанием процессов взаимодействия в принятой схеме MAO достигается эффективное решение вопросов каче-

Отличительные признаки контактного взаимодействия	Вид процесса контактного взаимодействия		
	Динамический (Д)	Кинематический (К)	Квизистационарный (КС)
Характер движения порошка относительно поверхности детали в нормальной плоскости, соотношение между компонентами скорости	удар $\frac{V_{\text{н}}^*}{V_{\text{д}}^*} = \text{ctg} \alpha < f$	перемещение $\frac{V_{\text{н}}^*}{V_{\text{к}}^*} = \text{ctg} \alpha > f$	движения нет $V_{\text{мг}}^* \rightarrow 0$ $\alpha \approx 0$
Характер взаимодействия частицы порошка с поверхностью в пределах одного цикла контактирования	кратковременный локальный удар с давлением $P_{\text{маг}}$	продолжительное скольжение с переменным давлением $P_{\text{выс}}$	длительное скольжение с постоянным давлением $P_{\text{соят}}$
Схема взаимодействия			
Условные обозначения	α - угол наклона вектора скорости к обрабатываемой поверхности (угол атаки); f - коэффициент трения абразивного зерна по обрабатываемой поверхности - зона воздействия частицы порошка на поверхности изделия		

ства обработки поверхностей различных изделий.

На основании изложенного можно сделать следующие выводы:

- установленная общность закономерных зависимостей механизма контактного взаимодействия при магнитно-абразивной обработке и изнашивании абразивом позволяет при изучении процессов МАО исходить из сопоставления их с соответствующими видами абразивного изнашивания;

- на основе дифференциации процессов взаимодействия системы порошок - поверхность представляется возможным изучение особенностей

и закономерностей процесса МАО отдельно для каждого вида контактного взаимодействия;

- изложенная методика позволяет производить выбор (анализ и синтез) схем МАО в соответствии с требованиями производительности и качества обработки.

К ВОПРОСУ О МЕХАНИЗМЕ РАЗРУШЕНИЯ ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ МАГНИТНО- ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ШЛИФОВАНИИ

*Э.И. Дмитриченко, М.П. Кульгейко, Е.Э.Дмитриченко
Гомельский политехнический институт им. П.О. Сухого*

Магнитно-электрическое шлифование (МЭШ) является способом комбинированной обработки токопроводящих материалов, сочетающим процессы абразивного микрорезания с электроконтактными и (или) электроэрозионными явлениями при воздействии на зону обработки магнитного поля. Физическая сущность процесса МЭШ заключается в механическом контактировании абразивного токопроводящего инструмента с поверхностью детали, замыкании электродов (инструмент-деталь) продуктами шлифования по локальным пятнам контакта, расплавлении контактных мостиков теплотой электротоков, образовании разрядов с последующими электроэрозионными явлениями, происходящими под воздействием внешнего магнитного поля.

Разрушение обрабатываемой поверхности при МЭШ происходит в результате микрорезания и пластичного оттеснения металла зернами абразива; электроконтактного расплавления стружки и поверхности; электроэрозионных и магнитных воздействий на расплав и продукты эрозии.

В основу теоретической предпосылки для описания явлений, протекающих в зоне контактного взаимодействия токопроводящего абразивного круга с поверхностью детали, положена контактная форма электрической эрозии. В соответствии с теорией контактной электроэрозии применительно к МЭШ разрушение происходит в результате концентрированного тепловыделения в местах стягивания токовых линий при достижении плотности сквозного тока выше некоторого значения и действия на расплав и канал разряда магнитодвижущей силы. В рассматриваемых процессах контактная форма эрозии может наблюдаться в форме контак-