

из первых расчетов зубчатых механизмов перед разработкой кинематической схемы является определение количества зубчатых пар и разбивка общего передаточного числа по ступеням. При распределении общего передаточного числа по ступеням. При распределении общего передаточного числа по ступеням. При распределении общего передаточного числа зубчатого механизма по ступеням необходимо учитывать характер тгообразования движения в механизме, число и расположение входного и выходных валов, предельные значения передаточных чисел в ступенях механизма и свойства отдельных типов передач, требуемую точность работы и обеспечение минимальной величины момента инерции механизма.

Разбивка общего передаточного числа зубчатого механизма по ступеням должна производиться с учетом требований обеспечения минимальных габаритов, минимизации массы, минимизации приведенного момента инерции механизма, рационального уменьшения приведенного момента инерции механизма и обеспечения стабильности его значения независимо от величины передаточного числа, минимизации погрешностей передачи. Рассмотрены условия выполнения приведенных требований для силовых и приборных зубчатых механизмов. Приведены соответствующие зависимости и номограммы для определения оптимального количества ступеней механизма и передаточных отношений. Разработаны методические указания по определению количества зубчатых пар механизма и разбивке общего передаточного числа по ступеням, которые рекомендуется использовать на начальной стадии проектирования зубчатого механизма.

Роль сил механического происхождения при магнитно-абразивной обработке

М.П.Кульгейко, А.П.Лепший

Интенсивность абразивного воздействия частиц порошка на обрабатываемую поверхность при магнитно-абразивной обработке (МАО) определяется физико-механическими свойствами порошкового инструмента и кинематикой процесса. В схемах МАО с порошковым инструментом в виде кольцевой абразивной щетки, работающей периферией колеса, реализуется кинематический процесс резания. В таком процессе существенная роль в разрушении и удалении материала, наряду с силами магнитного поля, принадлежит механическим силам (инерционным и центробежным).

Инерционные силы возникают при кинематическом контакте движущегося потока порошка (инструмента) с поверхностью изделия. Условно принимая движущуюся массу порошка за гидродинамический поток,

воспользуемся расчётом гидродинамического давления потока на стенку, установленную под углом. Это усилие будет равно секунднему импульсу силы. Максимальное давление порошка, обусловленного инерционными силами, определяется выражением:

$$f_m^* = \omega^2 \gamma \rho^2 \cos^3 \varphi, \quad (1)$$

где ω - угловая скорость инструмента; γ - плотность потока (ферроабразивного порошка в инструменте); ρ и φ - координаты рассматриваемой точки обрабатываемой поверхности в цилиндрической системе координат с центром на оси инструмента.

Центробежные силы, действующие на отдельные зёрна порошка, возникают при вращении сформированного абразивного инструмента совместно с полусными наконечниками. Вне зоны обработки они уравновешиваются силами магнитного поля, которые сохраняют целостность инструмента. В зоне взаимодействия частиц с изделием действие центробежных сил передается на обрабатываемую поверхность. Поэтому представляется логичным принимать в расчет ту массу порошка, которая деформируется (оттесняется и уплотняется) поверхностью изделия, т.е. рабочую область инструмента. Глубина рабочей области инструмента:

$$h_{\text{раб}} = \frac{R - \rho}{\sin \varphi} \left(1 + K_{\text{мех}} \frac{\sqrt{\varepsilon}}{1 - \sqrt{\varepsilon}} \right), \quad (2)$$

где R - наружный радиус инструмента; $K_{\text{мех}}$ - коэффициент механического взаимодействия зёрен порошка в инструменте, $K_{\text{мех}} = \gamma' / \gamma_{\text{раб}}$; $\gamma_{\text{раб}}$ - рабочая плотность инструмента; ε - коэффициент плотности порошка в инструменте $\varepsilon = \gamma' / \gamma_{\text{п}}$.

Выполнив необходимые преобразования находим выражение максимального давления порошка от действия центробежных сил инерции:

$$f_m^* = \omega^2 R \gamma h_{\text{раб}} \sin \varphi \quad (3)$$

Численные значения давления, рассчитанные по формулам (1) и (3) для реализованных схем обработки и рекомендованных режимов процесса, достигают величин: f_m^* до 0.1...0.3 МПа; f_m^* до 0.03...0.1 МПа.

Давление порошкового инструмента от действия сил магнитного поля и напряжений бокового распора, достигает величины 1.2...1.8 МПа т.е. в несколько раз выше. Однако при этом следует учитывать распределение давления по поверхности обработки. Так, в частности, при обработки периферией кольцевого порошкового инструмента поверхностью вращения действия сил механического происхождения достигает максимальной вели-

чины в средней части рабочей зоны, где влияние магнитных сил и давления "заклинивания" минимально.

Таким образом, значимость влияния сил механического происхождения (инерционных и центробежных) на эффективность процесса обработки определяется величиной и характером их распределения в рабочей зоне, что необходимо учитывать при создании схем обработки и исследовании процесса резания при МАО.

Обрабатываемость ферромагнитными абразивами различных материалов

А.П.Акулич, А.П.Лепший, М.П.Кульгейко

Эффективность применения магнитно-абразивной обработки (МАО) в каждом отдельном случае требует решения вопросов подбора магнитно-абразивного порошка и обрабатываемого материала. Особое значение они приобретают при обработке изделий, обладающих большой пластичностью, твердостью. Поэтому целью проведенных исследований являлось определение влияния физико-механических свойств материала на обрабатываемость при МАО различными ферромагнитными абразивами.

По результатам предварительных исследований выбраны магнитно-абразивные порошки, обладающие наибольшей начальной режущей способностью (дрель чугуна колотая ДЧК-НВ 545...830, кремнистый сплав ФАД-9К-НВ 1260...1450, стальной песок СП17-НВ750, быстрорежущая сталь ПФО Р6М5-НВ750). В качестве образцов применялись плоские пластины из материалов с различными физико-механическими свойствами (сталь Х18Н10Т, медь М3, латунь Л62, алюминиевый сплав АД1). Обрабатываемость материалов оценивалась по весовому съему (ΔG) и шероховатости поверхности (Ra).

Прежде всего необходимо отметить, что даже незначительное увеличение магнитной проницаемости материала сопровождается перераспределением магнитных потоков в системе инструмент-деталь. При этом уменьшается жесткость инструмента и, как следствие, производительность МАО.

Результаты исследований позволяют сделать вывод, что характер зависимости весового съема от времени обработки одинаков при обработке различных материалов. При МАО цветных металлов наблюдается существенное затухание процесса обработки. Так, при обработке меди и медных сплавов уже после 15 мин происходит резкое уменьшение производительности, а при обработке алюминиевого сплава - после 10 мин