

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МАГНИТНО-ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ШЛИФОВАНИЯ НА СЪЕМ МАТЕРИАЛА И МИКРОГЕОМЕТРИЮ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ТВЕРДЫХ ПОКРЫТИЙ

М. В. Нерода

Одним из основных и важнейших условий технического прогресса любой из отраслей техники и промышленности является наряду с применением новых материалов также и применение новых способов обработки. В современных конструкциях машин требуется в ряде случаев изготовление изделий, к которым предъявляются особые требования: повышенная износостойкость и твердость, прочность и другие показатели механических свойств обрабатываемой детали. Широкое распространение методов наплавки, напыления и нанесения покрытий сдерживается отсутствием высокопроизводительных методов их обработки. Поверхность наплавленного слоя характеризуется значительными неровностями (от 0,1 до 1,5 мм), твердость слоя достигает 62...65 HRC, в связи с образованием в нем боридов и карбидов различных компонентов. Неоднородность химического состава и механических свойств, значительные колебания поверхностной твердости вызывают серьезные затруднения или вообще не могут быть обеспечены методами механической обработки. Интенсификация процессов резания осуществляется разработкой принципиально новых технологий, основанных на обработке поверхности детали потоками энергии, которая осуществляется путем направленного изменения физико-химических эффектов и явлений, сопутствующих процессам в зоне обработки.

Шлифование, являясь одним из самых производительных методов обработки металлов, обеспечивает высокую точность формы и размеров деталей, малую шероховатость обрабатываемой поверхности и в результате совершенствования заготовительных операций может заменить токарные, строгальные, фрезерные и слесарные операции.

На современном этапе технологии одним из путей решения проблемы обработки деталей из труднообрабатываемых металлов и сплавов является шлифование токопроводящими алмазными и абразивными кругами. Это обеспечивает значительный рост производительности труда, снижение затрат и повышение эффективности производства при достижении высоких эксплуатационных свойств обработанных поверхностей.

Магнитно-электрическое шлифование (МЭШ), согласно терминологии, [1] является способом комбинированной обработки токопроводящих материалов, сочетающим процессы абразивного микрорезания с электроконтактными и/или электроэрозионными явлениями при воздействии на зону обработки магнитного поля.[2]. Физическая сущность процесса МЭШ заключается в механическом контакте абразивного токопроводящего инструмента с поверхностью детали, замыкании электродов (инструмент-деталь) продуктами шлифования по локальным пятнам контакта, расплавлению контактных мостиков теплотой электротоков и образовании разрядов с последующими электроэрозионными явлениями, происходящими под воздействием внешнего магнитного поля.[3].

Шлифование образцов производилось согласно планированию эксперимента для выбранных режимов. Обработка полученных результатов экспериментальных исследований проводилась на ПК при помощи разработанной программы и построенных регрессионных зависимостей, описывающих процесс МЭШ. Программа позволила рассчитать выходные параметры во всем диапазоне исследуемых факторов. По результатам расчетов строились диаграммы зависимостей производительности обработки и шероховатости поверхности от технологических параметров, и производился их анализ.

Производительность МЭШ оценивается количеством материала, удаляемого с обрабатываемой поверхности в единицу времени. Полученные результаты по отсчету времени каждого эксперимента пересчитывались на минутный съем металла ($\text{мм}^3/\text{мин}$).

Анализ графических зависимостей необходимо производить комплексно, где можно сразу определить влияние варьируемых параметров на производительность обработки и шероховатость поверхности.

Основное влияние при МЭШ на производительность оказывают электрофизические параметры, где максимальная производительность достигает $1746 \text{ мм}^3/\text{мин}$ при $I = 50 \text{ А}$, $V = 0,4 \text{ Тл}$. Однако шероховатость поверхности очень высока и составляет $39,43 \text{ мкм}$. Поэтому рассматривается самая низкая шероховатость упрочненных поверхностей на диаграмме $I - V$, где просматривается перегиб при $I = 20 \text{ А}$ и V от $0,05$ до $0,3 \text{ Тл}$ с уменьшением Ra от $0,72$ до $0,54 \text{ мкм}$. (рисунок 1)



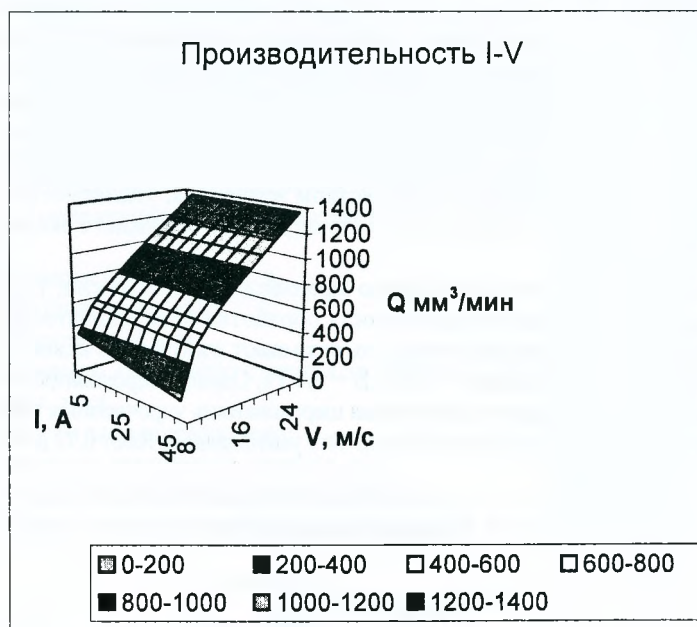


Рисунок 1 — Диаграмма зависимости производительности обработки и шероховатости поверхностей наплавленных сормайтотом от I и B при $V = 12,5$ м/с; $H = 0,1$ мм; $S = 13,3$ мм/с

При постоянной магнитной индукции 0,35 Тл с увеличением технологического тока производительность растет вследствие реализации больших мощностей в межэлектродном промежутке (МЭП). Обычно наблюдается линейная зависимость производительности от технологического тока (рисунок 1).

С повышением магнитной индукции в зоне шлифования происходит ускорение выброса продуктов эрозии и расплава, при этом значительная часть энергии приходится на расплавление стружки и поверхности металла, а не на дробление частиц, не выведенных из МЭП, что при этом увеличивает производительность.

Совместное влияние электрофизических и кинематических режимов показано на диаграммах зависимости (рисунок 2, рисунок 3). При увеличении окружной скорости токопроводящего круга мощность в зоне обработки уменьшается. Благодаря вращению круга и подаче заготовки происходит стружкообразование, которое зависит от частоты вращения, т. к. снимаемая одним шлифующим зерном средняя толщина среза уменьшается. Кроме того, при окружных скоростях $V > 20$ м/с происходит срыв канала разряда технологического тока при и его по периферии круга. Поэтому наименьшая шероховатость наблюдается в диапазоне $V = 15$ до 24 А при $Ra = 0,11 \dots 1,01$ мкм соответственно.



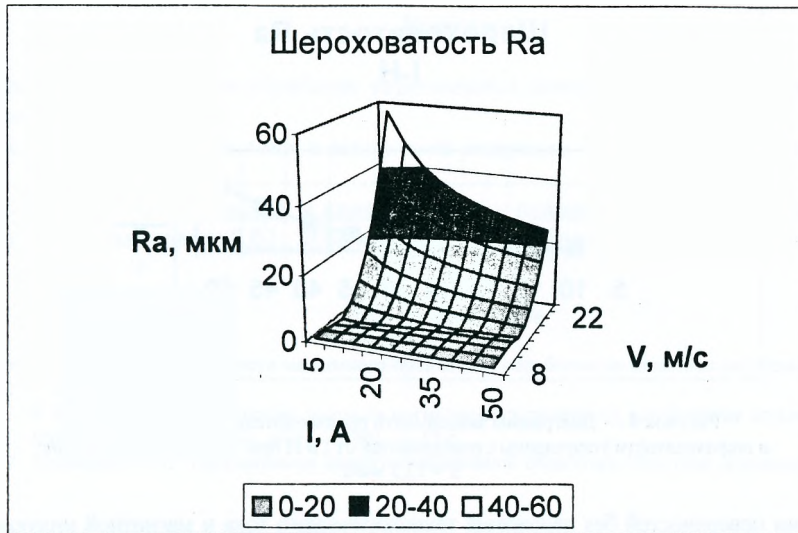


Рисунок 2 — Диаграммы зависимости производительности обработки и шероховатости упрочненных поверхностей от I и V при $V = 0,3$ Тл; $H = 0,1$ мм; $S = 13,3$ мм/с

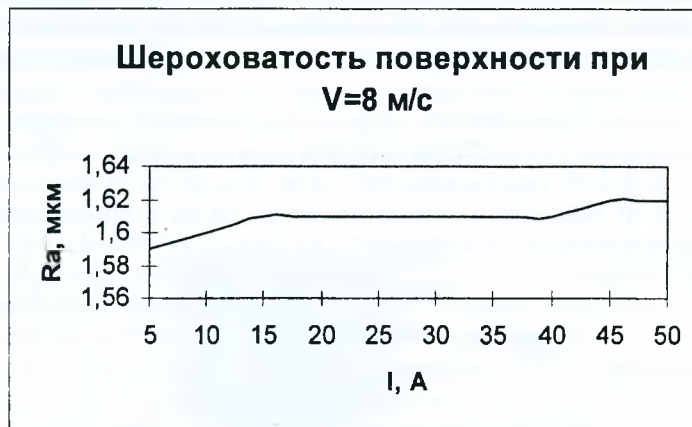
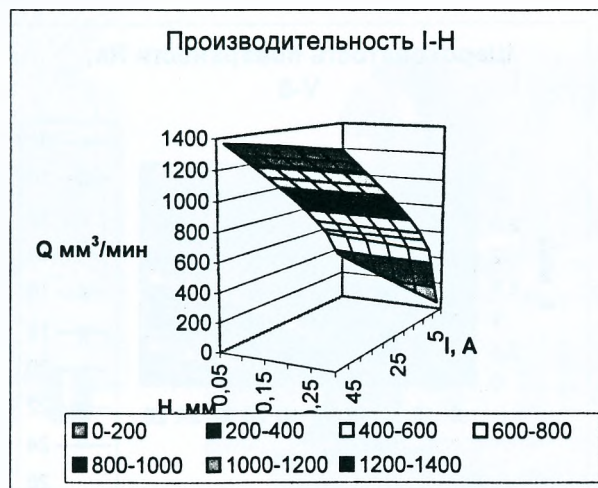


Рисунок 3 — Диаграммы зависимости шероховатости поверхности от I — V при $V = 0,3$ Тл; $H = 0,1$ мм; $S = 13,3$ мм/с

С увеличением глубины шлифования реализуются большие мощности в МЭП, однако шероховатость поверхности в этом случае резко возрастает. Только при $I = 20$ А $Ra = 0,5 \dots 0,64$ мкм, затем идет ее резкое повышение вследствие образования эрозионных лунок большой глубины до 39 мкм (рисунок 4).



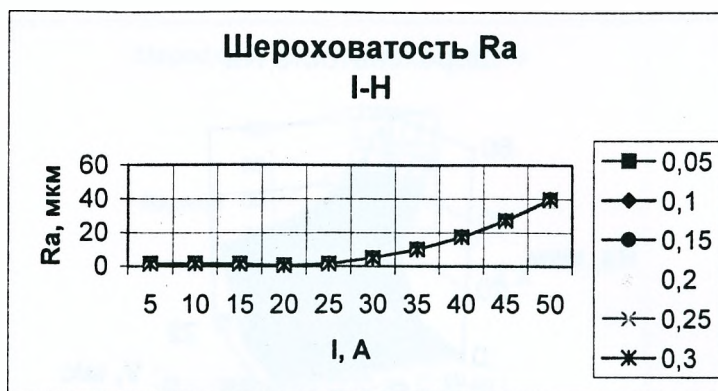


Рисунок 4 — Диаграммы зависимости производительности обработки и шероховатости упрочненных поверхностей от I и H при $V = 0,3$ Тл; $V = 2,5$ м/с; $S = 13,3$ мм/с

При шлифовании поверхностей без наложения технологического тока и магнитной индукции взаимодействие окружной скорости и продольной подачи влияет на производительность обработки и шероховатость поверхности. В результате процесса МЭШ производительность остается практически на одном уровне и составляет $Q = 665 \dots 919$ мм³/мин. Возвышения на диаграмме относятся к отклонениям при проведении экспериментов, как к случайным погрешностям. Для шероховатости поверхности упрочненных поверхностей диапазон окружной скорости расширяется от $V = 14$ м/с до $V = 20$ м/с. Это говорит о взаимодействии кинематики движения в процессе МЭШ. Шероховатость поверхностей с низкой микрогеометрией наблюдается с окружной скоростью $V = 16$ м/с при $S = 18$ мм/с с шероховатостью $Ra = 0,07$ мкм, (рисунок 5).

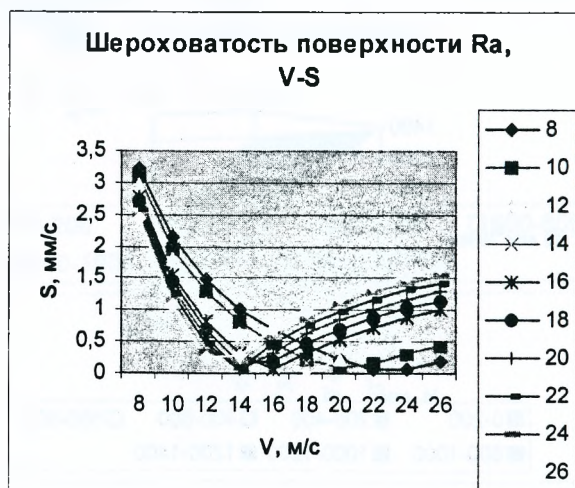
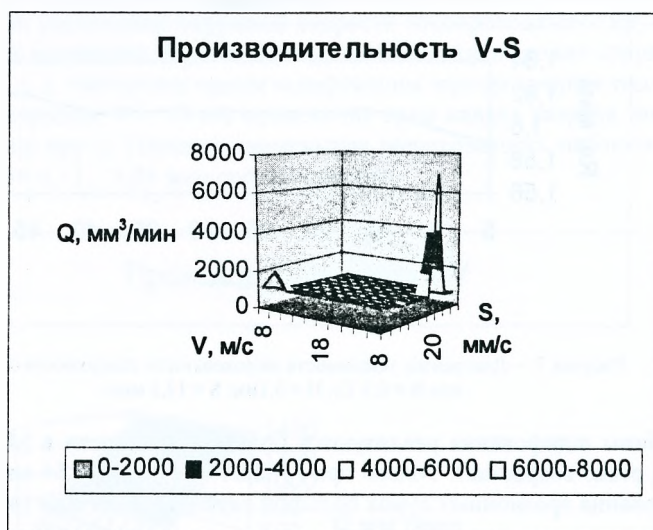


Рисунок 5 — Диаграммы зависимости производительности обработки и шероховатости упрочненных поверхностей от V и S при $I = 24$ А; $B = 0,3$ Тл; $H = 0,1$ мм

Выводы

1. Производительность МЭШ при обработке упрочненных поверхностей в большей степени зависит от электрофизических режимов процесса.
2. Воздействие технологического тока и магнитной индукции увеличивает производительность обработки в 1,8...3,8 раза.
3. Взаимодействие электрофизических и кинематических режимов позволяет достигать шероховатости упрочненных поверхностей в интервале 0,02...0,68 мкм при высокой производительности обработки.

Список источников

1. *Дмитриченко, Э. И.* Влияние напряженности магнитного поля в зоне обработки на механизм разрушения стружки при МЭШ. // Тез. док. 6 НТК ГПИ, 1992. — 28 с.
2. *Дмитриченко, Э. И.* Разработка и исследование процесса магнитно-электрического шлифования деталей машин : Автореф. Дис. кан-та тех. Наук : 05.02.08. / Моск. автомобилестроит. ин-т. — 1991. — 17 с.
3. *Крымский, М. Л., Крымская, А. Е.* Терминология магнитно-абразивной обработки / Вестник машиностроения. — 1987, № 1, с. 53—54.