

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ УПРОЧНЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ КОНТАКТНЫМ МАГНИТНО-ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

Поверхности деталей машин, на которые наносят слой из ферробора, например ФБ-10, ФБ-14, ФБ-20 ГОСТ 14848–69, электроферромагнитным способом, имеют микротвердость порядка $2,8 \cdot 10^4$ МПа при толщине нанесенного слоя в пределах 0,1...0,3 мм и шероховатость $Rz = (160...320)$ мкм.

Обработка таких поверхностей возможна только абразивным шлифованием кругами из электрокорунда на керамической или бакелитовой связке. Исследования показали, что при обработке поверхностей деталей, упрочненных электроферромагнитным способом, износ круга, отнесенный к пройденному им пути, в 8–10 раз превышает износ при шлифовании контрольных образцов из закаленной стали 45. При этом резко возрастает время на шлифование, так как требуется практически постоянная правка круга, а производительность снижается до $120 \text{ мм}^3/\text{мин}$.

Применение других видов шлифования — алмазного, кругами из эльбора или карбида кремния — экономически нецелесообразно, так как их рекомендуется применять только по предварительно обработанной черновым шлифованием поверхности. Поэтому для обработки упрочненных поверхностей необходимо использовать способ, который по производительности превышал бы процесс шлифования, а своим воздействием на поверхностные слои не ухудшал бы их физико-механические свойства. Таким способом является контактная магнитно-электрическая обработка. Сущность его заключается в совокупном воздействии на обрабатываемую поверхность энергии магнитного поля, электрического тока и механического вращения инструмента-электрода.

Электрический ток, проходя между инструментом-электродом и обрабатываемой поверхностью детали, за счет микронеровностей в точке контакта будет разогревать место контактирующих поверхностей (вследствие выделения Джоулева тепла и электроэрозионных явлений). При достижении определенной температуры (близкой к температуре плавления) металл, находящийся частично в жидкой и частично в пластичной фазе, будет вырван и выброшен из зоны контакта за счет вращения инструмента-электрода и взаимодействия энергии магнитного поля и электрического тока.

Показатели обрабатываемости упрочненных поверхностей, такие, как шероховатость, производительность и точность линейных размеров, при контактном магнитно-электрическом способе зависят от его технологических параметров, основными из которых являются: сила технологического тока I , магнитная индукция B , скорость вращения (перемещения) детали v и подача инструмента-электрода s .

Исследования производительности способа проводились в зависимости от изменения магнитной индукции при постоянных значениях рабочего тока и изменения рабочего тока при постоянной магнитной индукции. Все исследова-

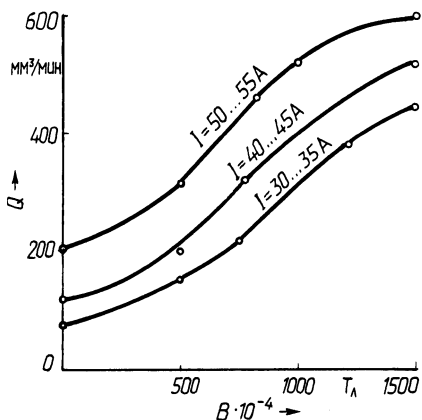


Рис. 1. Зависимость производительности процесса от величины магнитной индукции

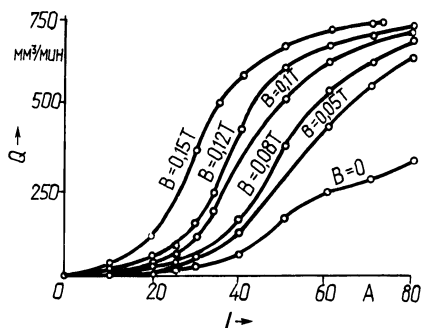


Рис. 2. Зависимость производительности от силы рабочего тока

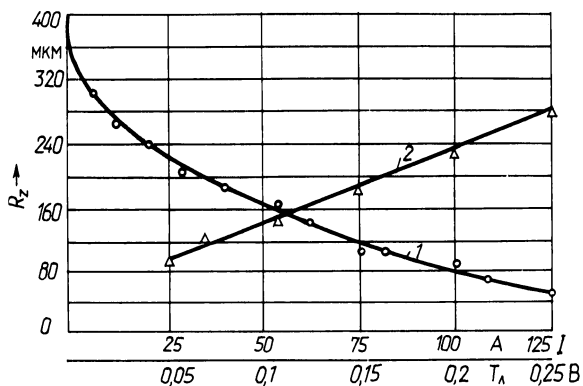


Рис. 3. Зависимость шероховатости поверхности от силы тока (2) и магнитной индукции (1)

ния проводились на токарно-винторезном станке мод. 1А62 при частоте вращения образца $n = 230$ об/мин и подаче $s = 0,15$ мм/об на цилиндрических образцах $\varnothing 50$ мм и длиной $l = 10$ мм, на поверхность которых наносится слой ферробора марки ФБ-10, ФБ-14, ФБ-20 толщиной до 0,3 мм и шероховатостью $Rz = (160...320 \text{ мкм})$.

Масса снятого материала определялась по разности взвешивания образцов до и после обработки на аналитических весах АДВ-200 с точностью до 0,0001 г.

Зависимость производительности от изменения величины магнитной индукции представлена на рис. 1, из которого видно, что с увеличением магнитной индукции в пределах от 0,05 до 0,5 Тл производительность способа интенсивно растет и при значении 0,15 Тл стабилизируется, что объясняется гасящим действием сильного магнитного поля в зоне контакта.

Производительность от силы рабочего тока при постоянных значениях магнитной индукции в интервале от 20 до 50 А растет очень интенсивно. В

дальнейшем рост снижается, что объясняется встречным воздействием магнитного поля, возрастающего по мере увеличения рабочего тока. Для сравнения на рис. 2 представлено изменение производительности электроконтактной обработки без наложения магнитного поля (при $B = 0$). Как видно из рисунка, производительность с наложением магнитного поля во всех случаях вдвое выше, чем без него.

Исследования показали, что качество обработанной поверхности (в частности, шероховатость) зависит в основном только от силы рабочего тока и магнитной индукции. Причем, с увеличением силы рабочего тока 2 (рис. 3) шероховатость постоянно увеличивается, а при увеличении магнитной индукции 1 неравномерно снижается и находится в пределах $Rz = (40...280)$ мкм, что меньше чем при электроконтактной обработке.

Изменение шероховатости зависит от того, какой процесс происходит в рабочем зазоре и какое поле превалирует: если электрическое, то удаление материала с поверхности идет главным образом за счет эрозии и шероховатость увеличивается, если мощное магнитное поле преобладает над электрическим, то расплавление и удаление продуктов расплава происходит при их взаимодействии, и шероховатость снижается.

Одним из основных показателей процесса является относительный износ инструмента-электрода, характеризующий его стойкость, а также точность процесса обработки. Как показали исследования, при магнитно-электрическом способе относительный износ инструмента-электрода практически не зависит от режимов обработки и находится в пределах 2–8 % от массы снятого материала детали, что обеспечивает достаточную точность получаемых размеров в пределах 0,1 мм на диаметр 50 мм. Такой износ инструмента-электрода ниже, чем как при шлифовании и при электроконтактном способе в 2–10 раз при одном и том же материале инструмента-электрода.

Анализ технологических режимов показал, что производительность магнитно-электрического способа, шероховатость обработанной поверхности, энергоемкость и другие технологические показатели зависят от режимов обработки, вида упрочняющей обработки и материала наносимого слоя. Так, наложение магнитного поля интенсифицирует процесс по производительности в 2–3,5 раза. Шероховатость обработанной поверхности деталей взаимосвязана со значением магнитной индукции и рабочим током в зазоре.

На основании анализа полученных зависимостей можно рекомендовать следующие технологические режимы для обработки поверхностей деталей, упрочненных ферробором ФБ-10, ФБ-14, ФБ-20, электроферромагнитной обработкой:

технологический ток в рабочем зазоре	$I = 40...100$ А;
магнитная индукция в рабочем зазоре	$B = 0,15...0,30$ Тл;
осевая подача	$s = 0,15$ мм/об;
линейная скорость вращения (перемещения детали)	$v = 361$ мм/мин.