

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ

УДК 621.9.048.7

Г. Я. Беляев, С. Э. Крайко

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАЧЕСТВА РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ШТАМПОВОГО ИНСТРУМЕНТА, ОБРАБОТАННОГО ЛУЧОМ ЛАЗЕРА

*Белорусская государственная политехническая академия
Минск, Беларусь*

Высокая стойкость штампов является одним из основных условий рентабельности применения штамповки в производстве. Основные факторы, которые влияют на стойкость штампов, можно разделить на следующие группы: конструкционные факторы и условия эксплуатации; качество материала штампа, а также качество его изготовления; качество рабочих поверхностей; технологичность конструкции штампуемой детали. Низкая стойкость штампов приводит к нерациональному расходу штамповых сталей, снижает качество поковок и производительность труда и, как следствие, повышает себестоимость продукции [1]. В связи с широким внедрением новых процессов деформирования, освоением штамповки труднодеформируемых металлов и сплавов, а также неметаллических материалов, характеризующихся более тяжелыми условиями эксплуатации инструмента, актуальность проблемы повышения стойкости штампов возрастает.

Среди прогрессивных технологий увеличения длительности работы штампового инструмента широкое применение нашли процессы обработки с применением высококонцентрированных источников энергии [2, 3]. Одним из таких процессов является лазерная поверхностная закалка рабочих поверхностей штампового инструмента [4, 5].

Данная технология заключается в локальном нагреве режущих кромок и небольших прилегающих к ним участков поверхностей лазерным излучением и, после прекращения воздействия, охлаждении этих участков со сверхкритической скоростью за счет теплоотвода во внутренние слои металла. В процессе температурной обработки в металле происходят фазовые превращения: на этапе нагрева идет формирование аустенитной структуры, а затем, на этапе охлаждения – превращение ее в мартенсит. Наличие мартенситных структур в поверхностном слое приводит к увеличению его микротвердости и сопротивляемости износу [6].

К числу особенностей данной технологии относится и то, что воздействие лазерного излучения на обрабатываемый материал является поверхностным процессом.

Это в большинстве случаев приводит к тому, что термическое упрочнение осуществляется как заключительная операция изготовления штампового инструмента, без последующей механической обработки. Последнее, в свою очередь, повышает требования к качеству поверхности после воздействия лазерным излучением.

В работах [7, 8] указывается, что характеристики качества поверхности подразделяются на геометрические и физико-механические. Геометрические характеристики включают в себя характеристики шероховатости, волнистости и макрогеометрии. Согласно [7] многочисленные исследования показали, что наиболее широко и просто отражают эксплуатационные свойства обработанных поверхностей следующие параметры: высотные – среднее арифметическое отклонение профиля R_a , наибольшая высота неровностей профиля R_{max} , расстояние от линии выступов до средней линии R_p ; шаговые – средний шаг неровностей профиля S_m и относительная опорная длина профиля t_p . Через эти характеристики могут быть определены все остальные параметры, используемые в расчетах на износ, контактную жесткость, усталостную прочность и т.д.

Как указывалось выше, качество поверхности существенное влияет на стойкость штампового инструмента. В связи с этим были проведены исследования вышеуказанных параметров R_a , R_{max} , R_p , S_m и t_p поверхностей до и после обработки импульсным лазерным излучением.

Для проведения исследований были изготовлены три группы образцов размером $30 \times 20 \times 10$ из предварительно закаленных и отпущенных сталей следующих марок: У10, ХВГ и Х12М. С целью получения одинаковых геометрических характеристик исходной поверхности, образцы одновременно обрабатывались на шлифовальном станке до получения шероховатости в пределах R_a от 0,8 до 1,0 мкм.

Как отмечается в работе [9], шлифованные поверхности металлов отражают до 90% лазерного излучения. В связи с этим для увеличения эффективности использования лазерного излучения на поверхности подвергаемые воздействию лазерного луча, предварительно наносилось поглощающее покрытие из краски с наполнителем из оксидов металлов (гуашь желтая).

Облучение образцов производилось в импульсном режиме на установке «Квант-18М». Для получения более наглядной картины зависимости геометрических характеристик поверхности от воздействующего излучения был выбран диапазон плотности энергии от 1,3 Дж/мм², когда эффект закалки практически не наблюдается, до 2,5 Дж/мм², когда визуально наблюдается оплавление обрабатываемой поверхности.

После обработки образцов снимались характеристики поверхности на профилографе-профилометре (мод. 252 завода «Калибр»). Обработка профилограмм и расчет характеристик микрогеометрии проводились в соответствии с рекомендациями [7, 8].

Результаты обработки полученных данных отображены на рисунках (рис. 1–4).

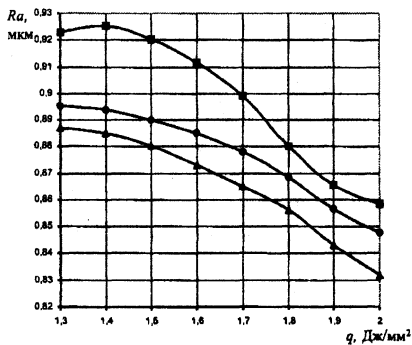


Рис.1. Зависимость среднего арифметического отклонения профиля Ra от плотности энергии q : 1 - сталь У10, 2 - сталь ХВГ, 3 - сталь Х12М.

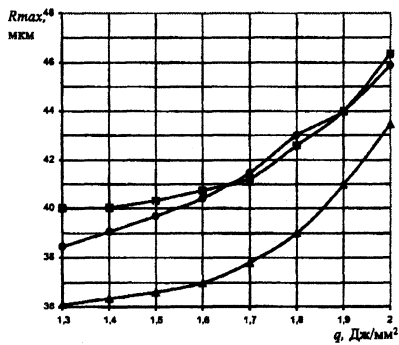


Рис.2. Зависимость наибольшей высоты неровностей профиля R_{max} от плотности энергии q : 1 - сталь У10, 2 - сталь ХВГ, 3 - сталь Х12М.

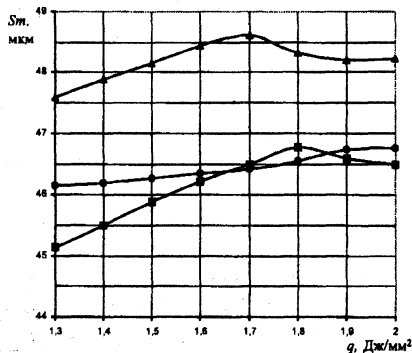


Рис.3. Зависимость среднего шага неровностей профиля S_m от плотности энергии q : 1 - сталь У10, 2 - сталь ХВГ, 3 - сталь Х12М.

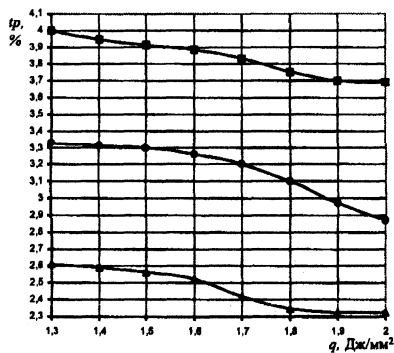


Рис.4. Зависимость относительной опорной длины профиля t_r от плотности энергии q : 1 - сталь У10, 2 - сталь ХВГ, 3 - сталь Х12М.

Как видно из графиков, при плотностях энергии от 1,3 до 2,0 Дж/мм² высотные параметры профиля Ra и R_{max} снижают свои величины относительно исходных значений. Это связано с тем, что с возрастанием плотности энергии увеличивается оплавленность микровыступов (наблюдается рост радиусов скругления вершин микронеровностей), происходит заваривание части микровпадин, то есть происходит сглаживание исходного микрорельефа поверхности. Параметр профиля S_m изменяется наиболее сильно и с возрастанием плотности энергии увеличивается, показатель относительной опорной длины профиля t_r также возрастает, так как он пропорционально связан с уменьшением высотных параметров микрорельефа [7].

Приложение больших энергий (свыше 2,0 Дж/мм²) приводит к местному оплавлению поверхности. Связанные с этим выплески металла способствуют увеличению высотных показателей шероховатости, а также образованию своего рода кратеров, изменяющих характер микрорельефа поверхности коренным образом.

Анализ результатов проведенных исследований приводит к выводу о том, что лазерное упрочнение, проведенное при оптимальных режимах, способствует увеличению несущей способности шероховатости поверхности и уменьшает высотные параметры. Все эти параметры, наряду с увеличением микротвердости поверхностных слоев, приводят к повышению стойкости рабочих поверхностей штампового инструмента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Михайленко Ф.П. Стойкость разделительных штампов. М.: Машиностроение, 1976. – 208 с. 2. Белый А.В. Поверхностная упрочняющая обработка с применением концентрированных потоков энергии. – Мн., 1990. – 78 с. 3. Коган Я.Д. Перспективы развития технологий поверхностного упрочнения материалов деталей машин и инструмента // МиТОМ. 1993. №8. С.5–9. 4. Маликов Л. С. и др. Лазерное упрочнение штампового инструмента // Технология и организация производства. – Киев, 1986. №2. С.46–48. 5. Жуков А.А., Кокора А.Н., Заря А.Н., Ермакова Т.С. Особенности структуры и свойств вырубных штампов после дополнительного поверхностного упрочнения режущей кромки при помощи лазерного излучения. – М.: АН СССР, ФИХОМ, 1977. №1. С.141–143. 6. Лазерная техника и технология. В 7 кн. Кн. 6 Основы лазерного термоупрочнения сплавов / Под ред. А.Г. Григорьянца. – М.: Высш. шк., 1988. – 159с. 7. Рыжов Э.В. и др., Технологическое обеспечение эксплуатационных свойств деталей машин. – М., Машиностроение, 1979. – 176 с. 8. Крагельский И.В. и др., Основы расчетов на трение и износ. – М., Машиностроение, 1977. 9. Коваленко В.С. Лазерная технология. – К.: Высш. шк., 1989. – 280 с.

УДК 621.789 – 977

Г. Я. Беляев, Н. А. Сакович

ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОПОКРЫТИЙ, УПРОЧНЕННЫХ ПОВЕРХНОСТНОЙ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ

*Белорусская государственная политехническая академия
Минск, Беларусь*

В настоящее время с целью восстановления-упрочнения деталей машин при ремонтах применяются различные виды наплавки. Однако ресурс работы восстановленных наплавкой деталей чаще бывает ниже серийных, так как в ре-