

УДК 621.7.044.7

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Д.А. Роговенко, И.В. Царенко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», г. Гомель, Республика Беларусь

Суть магнитно-импульсной упрочняющей обработки (МИО) заключается в пластической деформации металлов, которая возможна при прямом преобразовании электроэнергии в механическую в обрабатываемом изделии. Основой магнитно-импульсной обработки являются электродинамические силы, возникающие в проводящем теле изделия, находящемся в переменном электромагнитном поле. Преимуществом такой обработки по сравнению с другими методами упрочнения является то, что магнитно-импульсная обработка не меняет геометрические параметры и качество поверхности упрочненных изделий, имеет низкое энергопотребление, высокую производительность и экологическую чистоту. Но этот метод не лишен недостатков: трудно получить детали с глубокой вытяжкой обрабатываемого материала; необходимость в промежуточных металлических прокладках-«спутниках» для металлов с низкой электропроводностью; ограниченность формы и геометрических размеров обрабатываемых заготовок для магнитно-импульсной обработки; низкая стойкость индукторов, особенно при обработке стальных заготовок.

В работе [1] предложено использование КМИО (комбинированная магнитно-импульсная обработка) для повышения износостойкости твёрдосплавного инструмента. В качестве объекта исследования использовались образцы, изготовленные из сменных многогранных пластин твердого сплава Т15К6, так как данный сплав является одним из самых широко применяемых при металлообработке. Многостадийная обработка образцов включает следующие операции: предварительный нагрев образца током высокой частоты в комбинированном индукторе; обработка образца импульсным магнитным полем; выдержка образца на немаetalлической поверхности, длительностью в 24 ч. Обработка образцов проводилась единичным импульсом магнитного поля длительностью – 0,007 с.

Согласно полученным данным, минимальные остаточные напряжения растяжения наблюдаются в образцах, у которых температура предварительного нагрева составила 600 °С. Микротвердость поверхности и распределение микротвердости по глубине обработки определялись в соответствии с ГОСТ 25172-82 на микротвердомере WolpertGroup 402MVD. Исследованные образцы твердого сплава характеризовались

высокими значениями микротвердости. Построение гистограмм микротвердости контрольного и обработанного при температуре 600 °С образцов показало, что распределение микротвердости является в большинстве случаев близким к нормальному закону распределения. Это обстоятельство свидетельствует о том, что структура образцов твёрдого сплава состояла из менее твёрдой матрицы с включениями более твёрдых фаз карбидов. Согласно величине смещения пика распределения микротвёрдость образцов твёрдого сплава Т15К6 после МИО увеличилась на 1100 МПа.

По результатам работы можно сделать следующие выводы: КМИО способствует уменьшению остаточных напряжений в структуре твёрдого сплава. Максимальное снижение остаточных напряжений растяжения обеспечивается предварительным нагревом образцов током высокой частоты до температуры 600 °С и составляет 400 МПа. Проведение КМИО твёрдого сплава Т15К6 с предварительным нагревом до 600 °С способствует повышению микротвердости поверхностного слоя на 1100 МПа. КМИО с предварительным нагревом до 600 °С способствует изменению распределения модификаций кобальтовой фазы в сплаве в сторону увеличения кубической.

Перспективность использования МИО для динамической штамповки деталей описана в работе [2]. Одной из наиболее перспективных технологий динамической штамповки деталей в настоящее время является магнитно-импульсная обработка металлов, основанная на использовании больших электродинамических сил, возникающих в электропроводных материалах при взаимодействии внешнего импульсного магнитного поля с индуцированными им в материале вихревыми токами.

Одним из направлений интенсификации и расширения технологических возможностей МИО металла является обеспечение возможности обработки заготовок из материалов с низкой электропроводностью: коррозионностойких, специальных сталей, титановых сплавов и т.д., составляющих значительную часть номенклатуры тонколистовых деталей и других изделий машиностроительного производства. Вследствие сильной диффузии поля их обработка непосредственным воздействием ИМП возможна практически только при высоких частотах. При этом общий КПД процесса крайне низок, в связи с малой длительностью импульса давления, часто недостаточной для преодоления инерции заготовки. Эффективным средством интенсификации процессов МИО этих материалов является штамповка с использованием передающих сред или технологических спутников.

Из результатов исследований процессов формовки-калибровки тонкостенных трубчатых заготовок получено, что большая динамическая жёсткость материала медного спутника обеспечивает, при одной и той же

скорости соударения заготовки с оснасткой, большую глубину распространения дополнительных пластических деформаций, чем в случае алюминиевого спутника. Из этого следует, что с целью минимизации энергозатрат в процессах формовки следует использовать более лёгкие алюминиевые спутники, но при необходимости обеспечения высокой точности в операциях формовки-калибровки более предпочтительны медные спутники.

Использование МИО для улучшения шероховатости поверхностей деталей из титановых и алюминиевых сплавов изучено в работе [3]. После обработки МИО по титановым сплавам получено уменьшение шероховатости с Ra1,6 до Ra0,8, по алюминиевым сплавам уменьшение шероховатости с Ra3,2 до Ra0,9 по стали уменьшение шероховатости с Ra3,0 до Ra1,0-Ra2,0. Независимо от марки материала с удалением от края индуктора улучшается шероховатость. Вероятно, это связано с распределением напряженности магнитного поля в индукторе. Получение шероховатости Ra0,8 и Ra0,9 на титановых и алюминиевых сплавах после МИО показывает возможность использования МИО на этих сплавах вместо шлифования. На титановых сплавах это дает возможность исключить прижоги и улучшить макроструктуру, на алюминиевых сплавах — избежать засаливания шлифовальных кругов. Улучшение шероховатости связано с уплотнением поверхностного слоя металлов при воздействии магнитного импульса. Уплотнение поверхностного слоя приводит к увеличению коррозионной стойкости металлов. Обычно коррозионные поражения гораздо сильнее.

Таким образом, применение МИО значительно улучшает шероховатость поверхности обрабатываемой детали, также возможно применение МИО при обработке деталей из титановых и алюминиевых сплавов вместо операции шлифования, кроме того возможно применение МИО для увеличения коррозионной стойкости деталей.

Литература

1. Овчаренко А.Г., Козлюк А.Ю., Курепин М.О. Исследование влияния комбинированной магнито-импульсной обработки на качество твёрдосплавного инструмента // Обработка металлов. – 2011. – №3 (52). – С. 95 – 98.
2. Барвинок В.А., Самохвалов В.П., Кирилин А.Н. Магнито-импульсная обработка деталей летательных аппаратов из труднодеформируемых материалов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 1999. – №2. – С. 319 – 324.
3. Юркевич С.Н., Люцкевич А.И., Константинов В.М., Юркевич К.С. Применение магнито-импульсной обработки для улучшения шероховатости поверхности деталей из титановых и алюминиевых сплавов // Перспективные материалы и технологии: материалы международного симпозиума: – Витебск: ВГТУ, 2017. – Ч. 1. – С. 76 – 78.