

ОСОБЕННОСТИ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ ЦВЕТНЫХ СПЛАВОВ

Акулович Л.М., д.т.н., профессор; Сергеев Л.Е., к.т.н., доцент;

Сенчуров Е.В., Головков В.В., Романова Т.К.

*Белорусский государственный аграрный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

В сельскохозяйственном машиностроении широкое применение находят цветные сплавы. В отличие от сталей обработка резанием цветных сплавов имеет ряд особенностей: процесс резания требует меньшей силы резания; следует уделять особое внимание применению надежных методов удаления стружки из зоны резания; адгезионные явления, происходящие при обработке, приводят к интенсивному износу инструмента; большие коэффициенты линейного теплового расширения по сравнению со сталью затрудняют получение точных размеров [1]. Указанные особенности затрудняют обработку цветных металлов на финишных операциях. Магнитно-абразивная обработка (МАО) на отделочных операциях способствует устранению негативного влияния температурного фактора.

Метод МАО, в отличие от существующих и использующих жесткий абразивный инструмент, имеет подвижно-координированное зерно, что существенно расширяет его технологические возможности. Оптимальная величина снимаемого слоя составляет 10—50 мкм, а достигаемая шероховатость поверхности $Ra=0,1—0,02$ мкм, при этом возможна эффективная обработка различных материалов: термообработанных и незакаленных сталей, нержавеющей сталей, титана и других [2].

Группа цветных металлов – медь, бронза, латунь, относящиеся к немагнитным материалам, имеет ряд особенностей при МАО, обусловленных отсутствием сил магнитного поля между поверхностью изделия и частицами порошка. Притяжение режущих частиц обеспечивается только за счет внешнего магнитного поля, создаваемого электромагнитной системой. Для обеспечения требуемой производительности обработки используют различные методы как, например, восстановление исходной плотности режущей щетки путем введения в рабочую зону добавочных ферромагнитных тел [3].

Установлено, что имеются определенные интервалы режимов обработки, при которых процесс съема металла значительно снижается или прекращается совсем. Это относится главным образом к таким металлам, как медь, бронза, латунь. Изменение производительности обработки в данном случае может быть объяснено теорией структурной приспособляемости металлов (СП), разработанной Б.И. Костецким [4].

Согласно теории СП при нагружении в тонких поверхностных слоях протекает пластическая деформация, ориентированная относительно направления перемещения твердых тел, в результате чего поверхностный слой изменяет свои свойства и переходит в активированное состояние. Взаимодействие поверхности металла с внешней средой путем адсорбционного, диффузионного или химического взаимодействия способствует переходу ее из термодинамически неустойчивого состояния в пассивное. Эти изменения в поверхностных слоях приводят к образованию новой фазы, так называемых вторичных структур, которые становятся объектом разрушения при последующей эксплуатации.

Как указывают авторы [4], варьируя такими характеристиками, как режимы обработки, состав смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС), возможно осуществить изменение уровня износа трущихся тел в ту или иную сторону. Установлено, что вторичные структуры имеют ультрадисперсное строение, метастабильны и являются твердыми растворами или химическими соединениями металлов и активных компонентов среды.

Внешние признаки пленок вторичных структур следующие: твердые растворы в металлах – блестящие, стекловидные, без ощутимых признаков субмикрорельефа; химические соединения металлов с активными компонентами среды – матовые, с различной окраской, с выглаженными и разрушившимися участками [4].

Образование того или иного типа структур определяется удельной критической работой трения. Известно, что при чистовых и финишных операциях наряду с процессами микрорезания имеют место и явления, подчиняющиеся законам трения. По данным [5], доля режущих зерен при шлифовании составляет 15-17 %, а давящих и выглаживающих – 83-85%. Это значит, что явление структурной приспособляемости имеет место и при обработке металлов. Оно реализуется при трении любых пар металлов, однако в определенном диапазоне скоростей и нагрузок, зависящих как от свойств контактирующих тел, так и от состава концентрации поверхностно-активных веществ (ПАВ). Как уже отмечалось, при исследовании обрабатываемости цветных металлов было замечено интенсивное затухание съема металла, которое не было связано с отсутствием намагниченности изделия. Микроскопический и визуальный анализ образцов показал, что на их поверхности образовалась матовая пленка, как возможный результат действия явления структурной приспособляемости.

С целью проверки этой гипотезы провели серию экспериментов. В качестве образцов использовали втулки $\varnothing 40$ мм с толщиной стенки 0,5 мм, которые находились на ферромагнитной оправке, чем достигалось притяжение режущих зерен порошка к поверхности, аналогично обработке ферромагнитных тел (рисунок 1).

Материал образцов: медь МЗ ГОСТ 859-2001; бронза БрАЖ9-4 ГОСТ 18175-78; латунь Л-63 ГОСТ 15527-2004.

Для исключения влияния изменения режущих свойств порошка в результате насыщения его вязкими компонентами и затупления его замену производили через каждые 30 с обработки с одновременным замером величины снятого слоя.

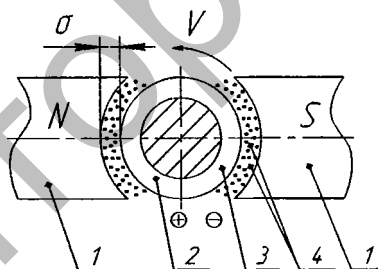


Рисунок 1 – Схема магнитно-абразивной обработки: 1 – полюсные наконечники; 2 – обрабатываемая заготовка; 3 – ферромагнитная оправка; 4 – ферроабразивный порошок; σ – рабочий зазор; V – скорость вращения заготовки

В опытах изменяли параметры обработки (величину магнитной индукции в рабочем зазоре от 0,1 до 1,3 Т и скорость вращения образцов от 1 до 4 м/с) и составы СОТС, которые могут оказать влияние на величину удельной критической работы трения, способствующей образованию вторичных структур в поверхностном слое.

Остальные параметры обработки стабилизированы на следующих значениях: скорость осцилляции 0,2 м/с; амплитуда осцилляции 2 мм; рабочий зазор 1 мм. Влияние магнитной индукции и скорости вращения образцов исследовали на двух уровнях: первоначально определялся съем металла и характеристики поверхности на их оптимальных значениях, затем увеличивали значения указанных факторов.

В качестве компонентов рабочей технологической среды (РТС) использовали 3-5%ные водные растворы эмульсола ЭТ-2у ТУ У 00152365.133-2001 (СОТС-1) и синтетиче-

ских жидкостей типа «Аквол» ТУ 0258-024-00148843-2003 (СОТС-2), и ферромагнитный порошок (ФАП) Ж15КТ ТУ 6-09-03-483-81 с размерностью частиц $\Delta=160/100$ мкм. Полученные результаты отображены в графиках (рисунок 2).

Анализ данных, приведенных на рисунке 2, показывает, что имеются существенные различия в интенсивности диспергирования металла в зависимости от изменения указанных параметров. Так при полировании исследуемых материалов с СОТС-1 наблюдается снижение производительности обработки через 30-45 с после начала обработки.

Также установлено, что существенное влияние на протекание процесса резания оказали силовые характеристики процесса: при увеличении магнитной индукции с 0,1 до 1,35 Т и скорости вращения образцов с 2 до 4 м/с снижение съема металла при прочих равных условиях происходило более интенсивно. При этом обрабатываемая поверхность, в особенности латуни, приобретала матовый оттенок и дальнейший съем металла практически прекращался.

Подача в рабочую зону СОТС-2 существенно изменяло описанный характер резания. Зависимость съема металла от времени в этом случае носит прямолинейный характер, что может указывать на отсутствие структурных изменений в поверхностном слое, приводящих к снижению производительности в первом случае. Полирование на больших режимах не сопровождалось заметным снижением производительности процесса, за исключением меди, на которой наблюдали образование матовой пленки через 60-90 с после начала обработки, что приводило к снижению съема металла на 70-85 %.

Очевидно, что изменение составов СОТС и других характеристик процесса, приводит к смещению значений удельной критической работы трения, при которых на поверхности металла начинают происходить структурные изменения, приводящие к образованию тонкой пленки. Ее механические характеристики значительно выше, чем у основного металла, что приводит к замедлению, а затем и к прекращению процесса резания.

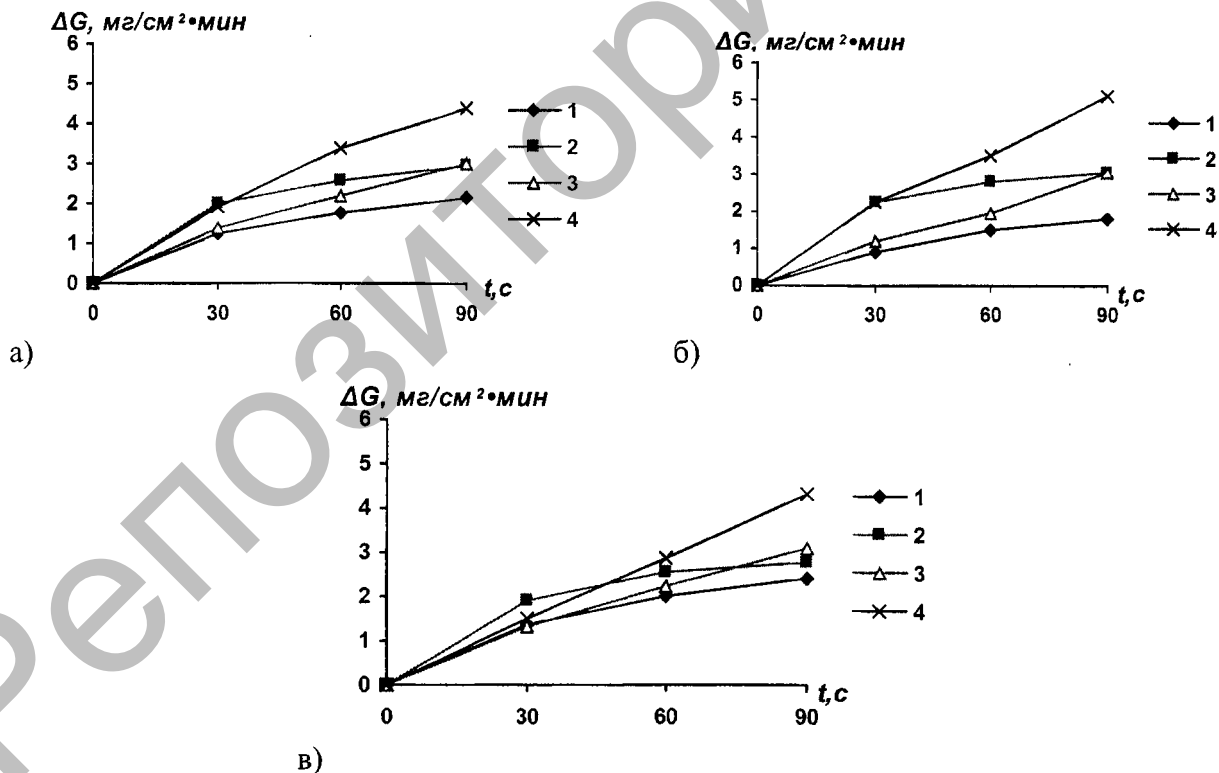


Рисунок 2 – Влияние режимов обработки и составов СОТС на удельный массовый съем при MAO а) меди М3, б) бронзы БрАЖ9-4, в) латуни Л63 при:

1 – $V=2$ м/с, $B=1,0$ Т и СОТС-1; 2 – $V=4$ м/с, $B=1,35$ Т и СОТС-1; 3 – $V=2$ м/с, $B=1,0$ Т и СОТС-2; 4 – $V=4$ м/с, $B=1,35$ Т и СОТС-2.

Из опытов следует, что образование вторичных структур при магнитно-абразивной обработке интенсифицируется при повышенных силовых нагрузках в зоне контакта «деталь - режущее зерно».

Полученные результаты показывают, что наибольшее проявление эффекта структурной приспособляемости имеет место при полировании незакрепленным ферромагнитным абразивом в магнитном поле. Путем оптимизации параметров и режимов процесса возможно уменьшение или полное устранение его отрицательного действия. Оптимальное значение магнитной индукции составляет 0,8–1,0 Т, скорости вращения изделия 2,0–2,5 м/с. В качестве РТС следует использовать 3-5%-ные водные растворы составов ПАВ и ФАП осколочной формы, к которым относится Ж15КТ ТУ 6-09-03-483-81.

ЛИТЕРАТУРА

1. Подураев, В.Н. Технология физико-химических методов обработки / В.Н. Подураев. – М.: Машиностроение, 1985. – 398 с.
2. Сакулевич, Ф.Ю. Основы магнитно-абразивной обработки / Ф.Ю. Сакулевич. – Минск: Наука и техника, 1981. – 327 с.
3. Сакулевич Ф.Ю. и др. А. с. № 878523 (СССР). Бюл. изобрет. 1981, № 41.
4. Костецкий, Б.И. и др. Механохимические процессы при граничном трении / Б.И. Костецкий. – М.: Наука, 1972. – 170 с.
5. Ящерицын, П.И. Теория резания / П.И. Ящерицын, Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. – Минск: ООО «Новое знание», 2005. – 512 с.

Аннотация

Особенности магнитно-абразивной обработки цветных сплавов

Изложены результаты магнитно-абразивной обработки цветных сплавов. Указаны отличительные особенности обработки, связанные с тем, что эта группа металлов относится к немагнитным материалам. Показано, что в целях повышения величины магнитного поля в рабочих зазорах целесообразно применение добавочных ферромагнитных тел. Исследована производительность магнитно-абразивной обработки с учетом действия явления структурной приспособляемости металлов.

Abstract

Features of magneto-abrasive processing of colour alloys

Results of magneto-abrasive processing of colour alloys are stated. The distinctive features of processing connected by are specified that this group of metals concerns not magnetic materials. It is shown, that with a view of increase of size of a magnetic field in working backlashes expediently application of additional ferromagnetic bodies. Productivity of magneto-abrasive processing taking into account features of colour alloys is investigated.