

ОБОСНОВАНИЕ СХЕМЫ КОМБИНИРОВАННОЙ МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ ТВЕРДОСПЛАВОВОГО РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

А. Ю. Козлюк, А.Г. Овчаренко, М.О. Курепин

Для повышения износостойкости режущего инструмента из твердого сплава Т15К6 исследован метод, основанный на воздействии импульсного магнитного поля, включающий предварительный нагрев образцов током высокой частоты. Обоснована оптимальная схема обработки, и приведены результаты исследования.

Ключевые слова: магнитно-импульсная обработка, остаточные напряжения, микротвердость, режущий инструмент, твердый сплав, упрочнение поверхностного слоя.

Одной из перспективных технологий поверхностного упрочнения твердых сплавов является комбинированная магнитно-импульсная обработка (КМИО), которая способствует повышению физико-механических свойств обрабатываемой поверхности и уменьшению внутренних остаточных и усталостных напряжений в структуре твердого сплава. Исследованная КМИО включает предварительный нагрев образца токами высокой частоты с последующим воздействием импульсного магнитного поля высокой напряженности [1, 2].

Для исследования влияния комбинированной магнитно-импульсной обработки на качество твердосплавного инструмента использовались образцы сменных многогранных пластин (СМП) твердого сплава Т15К6, как одного из наиболее применяемых композиционных материалов в металлообрабатывающей промышленности.

Многостадийная обработка образцов проводилась в следующем порядке:

1. Установка образца в комбинированный индуктор.
2. Предварительный нагрев образца током высокой частоты (ТВЧ) до температур 400, 600, 800 °С.
3. Обработка образца импульсным магнитным полем.
4. Выдержка образца на немагнитной поверхности при комнатной температуре не менее 24 часов.

По окончании выдержки подготавливались микрошлифы обработанных образцов для проведения

дюрOMETрических испытаний, металлографических и рентгеноструктурных исследований.

Для максимально эффективного упрочнения твердых сплавов КМИО необходимо определить температуру предварительного нагрева и индукцию импульсного магнитного поля. Индукция импульсного магнитного поля должна быть равна индукции насыщения кобальта (1,8 Т), так как только кобальт является ферромагнитным материалом в твердых сплавах. В области приближения к насыщению происходит неупругое смещение границ доменов к направлению внешнего поля. Полная ориентация намагниченности доменов по полю соответствует техническому насыщению.

Для получения необходимой индукции импульсного магнитного поля, достаточной для насыщения кобальта при существующих электрических параметрах установки для КМИО, целесообразно применить схему обработки с использованием концентратора магнитного поля. Для этого предварительно смоделирован процесс экспериментальных исследований КМИО для цилиндрической схемы обработки поверхности (рисунок 1).

Результаты были получены при использовании программного продукта COMSOL Multiphysics 4.1. Параметры, используемые для расчета: амплитудные значения силы тока и напряжения; электрические и магнитные свойства материалов концентратора, образцов, внешней среды; геометрические параметры обрабатываемых образцов.

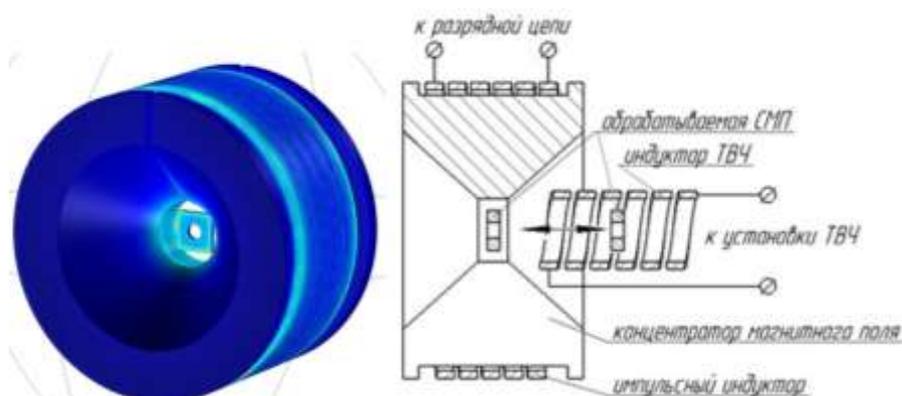


Рисунок 1 – Цилиндрическая схема обработки поверхности твердосплавных сменных многогранных пластин

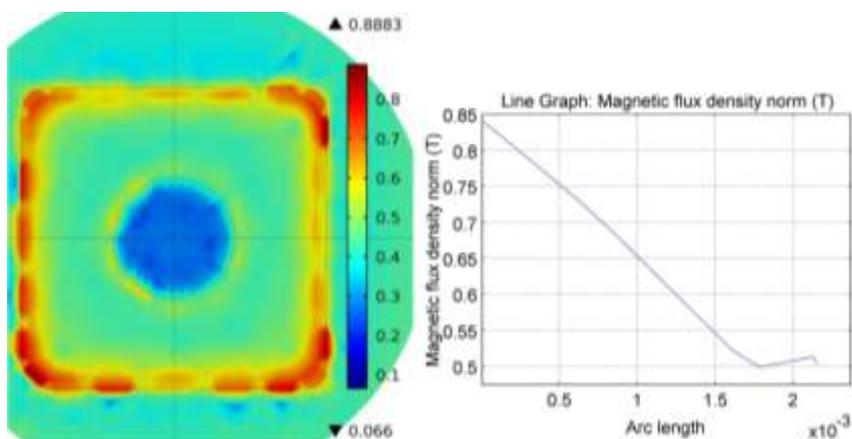


Рисунок 2 – Расчетная индукция импульсного магнитного поля при использовании цилиндрической схемы обработки поверхности КМИО

Из рисунка 2 видно, что используя схему обработки цилиндрической поверхности комбинированной МИО, невозможно достичь величины индукции импульсного магнитного поля, необходимой для намагничивания

кобальта до насыщения, без увеличения емкости установки для КМИО. В связи с этим предложено уменьшить зону обработки, применив следующую торцевую схему (рисунок 3).

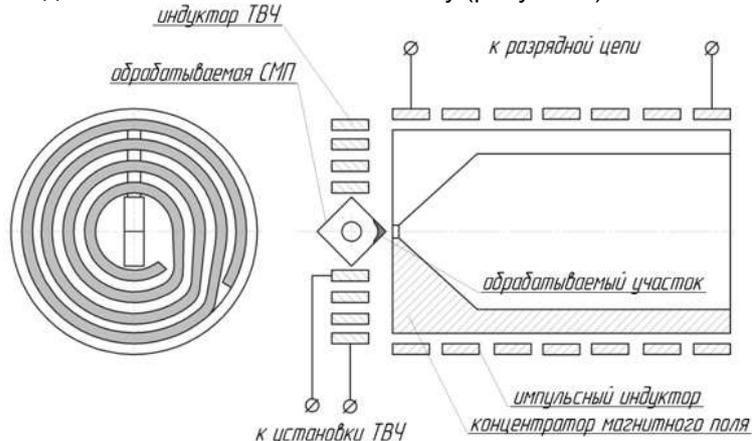


Рисунок 3 – Торцевая схема обработки поверхности твердосплавных сменных многогранных пластин

ОБОСНОВАНИЕ СХЕМЫ КОМБИНИРОВАННОЙ МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ ТВЕРДОСПЛАВОВОГО РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

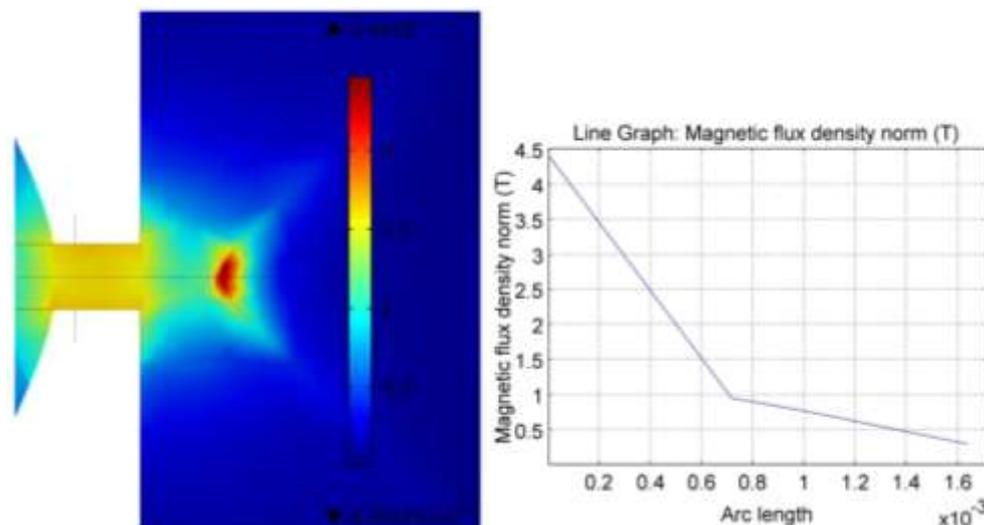


Рисунок 4 – Расчетная индукция импульсного магнитного поля при использовании торцевой схемы обработки поверхности КМИО

Из рисунка 4 видно, что, используя торцевую схему обработки поверхности образца, возможно достижение величины индукции импульсного магнитного поля необходимой для намагничивания кобальта до насыщения без увеличения емкости установки.

С помощью рентгеновской дифрактометрии на приборе ARLX TRA исследовались образцы, обработанные по схеме (рисунок 3) при различных температурах предварительного нагрева [3]. Выяснить распределение напряжений между карбидной и металлической составляющими твердого сплава в образцах является весьма трудной задачей. Основная причина заключается в том, что главными составляющими при расчете напряжений

являются параметры элементарных ячеек анализируемой фазы, которые для кобальта подвержены значительному влиянию примесных атомов (образование твердых растворов). В связи с этим расчет напряжений проводили с использованием фазы карбида вольфрама. Упругие постоянные карбида вольфрама были приняты условно и обобщены (для поликристаллического материала). Анализ напряжений проводили по данным позиции пика карбида вольфрама, полученным путем прецизионной съемки дифракционных картин с анализируемой плоскости образца. Произведен приближенный расчет суммы главных напряжений в анализируемой плоскости образца. Полученные данные представлены в таблице.

Таблица - Расчет суммы главных напряжений в анализируемой плоскости образца

Номер образца	1 (Контрольный)	2	3	4
Температура нагрева, °С	–	400	600	800
Величина остаточных напряжений, МПа	1000	900	600	1050

Как видно из таблицы остаточные напряжения имеют минимальное значение при температуре предварительного нагрева равной 600 °С.

Микротвердость поверхности определялась в соответствии с ГОСТ 25172-82 с помощью микротвердомера WolpertGroup 402MVD. Исследованные образцы твердого сплава характеризовались высокими значениями микротвердости с

ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК 1/1-2012

узким доверительным интервалом. Построение гистограмм микротвердости контрольного и обработанного при температуре 600 °С образцов показало, что распределение микротвердости является в большинстве случаев близким к нормальному закону распределения, но с разной шириной доверительного интервала (рисунок 5). Это обстоятельство свидетельствует о том, что структура

образцов твердого сплава состояла из менее твердой матрицы с включениями более твердых фаз карбидов. Отмечено увеличение микротвердости образцов

твердого сплава Т15К6 после КМИО на 1100 МПа.

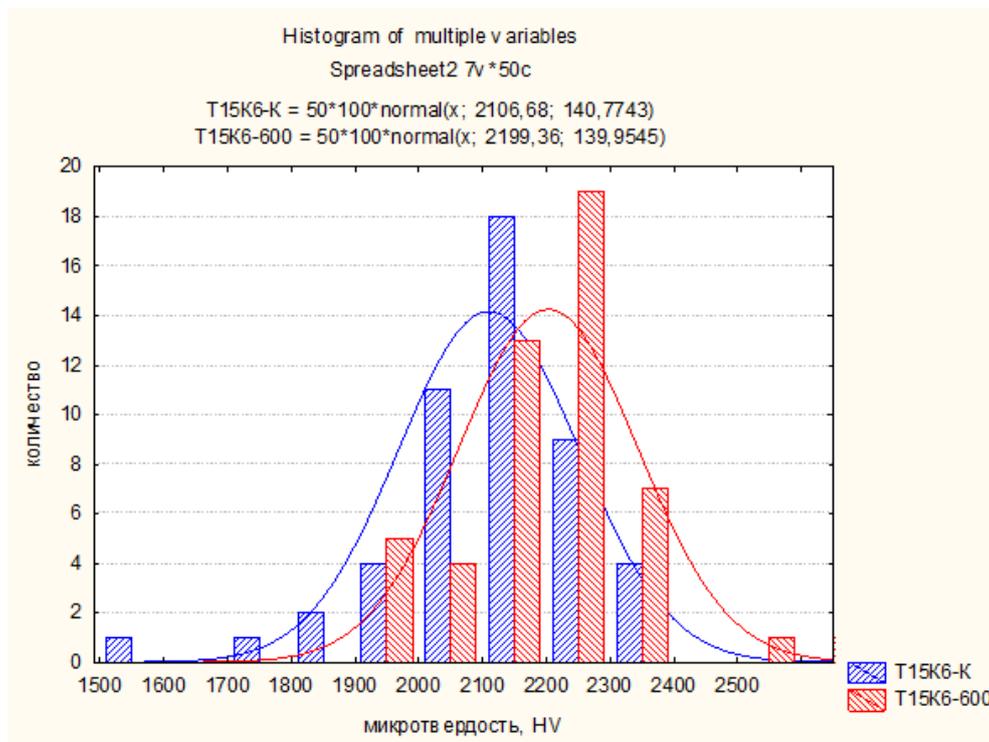


Рисунок 5 – Гистограмма распределения микротвердости образцов твердого сплава: контрольного (Т15К6-К) и обработанного (Т15К6-600)

Выводы

1. Комбинированная магнитно-импульсная обработка способствует повышению физико-механических свойств обрабатываемой поверхности и уменьшению внутренних остаточных и усталостных напряжений в структуре твердого сплава.

2. Для достижения наибольшего значения индукции импульсного магнитного поля целесообразно использовать торцевую схему обработки.

3. Максимальное снижение внутренних остаточных напряжений в твердых сплавах Т15К6 обеспечивает предварительный нагрев образцов током высокой частоты до температуры 600 °С.

4. Микротвердость твердого сплава Т15К6 после комбинированной обработки увеличилась на 1100 МПа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент РФ №2339704. Овчаренко А. Г., Козлюк А. Ю. Способ комбинированной магнитно-импульсной обработки поверхностей инструментов и деталей машин / Бюл. № 33, 2008. – 6 с.

2. Овчаренко А. Г., Козлюк А. Ю. Эффективная магнитно-импульсная обработка режущего инструмента/ Обработка металлов.- 2009.- №1. - С.4-7.

3. Овчаренко, А. Г., Козлюк А. Ю., Курепин М. О. и др. Исследование влияния комбинированной магнитно-импульсной обработки на качество твердосплавного инструмента / Обработка металлов. – 2011. - №3. – С.95-98.

Козлюк А. Ю., доцент, к.т.н.,
Овчаренко А.Г., профессор, д.т.н.,
Курепин М.О., ст.преподаватель,
Бийский технологический институт
(филиал) АлтГТУ, г. Бийск,
E-mail: pbuk@bti.secna.ru