

МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

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

Бийский технологический институт,
г. Бийск, Россия

Эффективность механической обработки в значительной степени зависит от эксплуатационных показателей инструмента, к которым относятся скорость обработки, глубина (толщина) срезаемого слоя, износ инструмента и ряд других. Наиболее важным показателем является износостойкость режущего инструмента.

Важнейшими направлениями увеличения износостойкости инструмента являются применение новых материалов и модификация физико-механических свойств уже используемых материалов инструмента, направленная на поверхностное и объемное упрочнение.

В настоящее время одним из перспективных способов поверхностного упрочнения является магнитно-импульсная обработка (МИО). МИО основана на воздействии импульсного магнитного поля высокой напряженности на обрабатываемую поверхность с целью улучшения ее механических и физических свойств. В частности, кроме повышения поверхностной твердости и износостойкости обработанного инструмента МИО способствует уменьшению остаточных и усталостных напряжений в структуре материала. Данный способ поверхностного упрочнения обладает рядом преимуществ: достаточно низкая себестоимость обработки, сохранение формы режущей поверхности обработанных изделий, отсутствие расходных материалов, простота технологической оснастки и экологическая чистота, а также возможность упрочнения инструмента любой конфигурации.

Широкому практическому применению существующей технологии МИО в промышленности препятствует ряд факторов: длительностью обработки (при полициклической МИО используют от 2 до 10 импульсов с выдержкой до 20 мин); низкой эффективностью обработки (повышение износостойкости осевого инструмента из быстрорежущей стали составляет не более 20-40%); применением

дополнительных сред (феррожидкостей), механизмов (для обеспечения движения обрабатываемого инструмента в индукторе, для автоматической смены полярности) и др. [1].

В Бийском технологическом институте на протяжении ряда лет ведется научно-исследовательская работа, направленная на совершенствование существующей технологии МИО. На основе анализа известных недостатков в качестве наиболее важных направлений совершенствования технологии МИО были выбраны и улучшены следующие:

1. Применение локальных концентраторов магнитного поля. Позволило не только обрабатывать отдельные участки сложных по форме деталей и инструмента (например, отдельные режущие поверхности), но и значительно снизить энергетические и соответственно и массогабаритные параметры установки [2].

2. Комбинация импульсного магнитного поля и предварительного индукционного нагрева обрабатываемой заготовки. Позволила значительно увеличить эффективность процесса МИО [3].

Проведено моделирование процесса комбинированной МИО на основе энергетического баланса системы индуктор-заготовка. При этом рассматривались структурные изменения в стали за счет вводимой энергии магнитного поля, а также изменение прочностных характеристик поверхностного слоя обрабатываемой стали. Модель процесса упрочнения позволила определить зависимость между увеличением микротвердости поверхностного слоя ΔHV и свойствами обрабатываемого материала и параметрами импульса магнитного поля [4]

$$\Delta HV = a K_M H^{\frac{2}{3}} \omega^{\frac{1}{6}} + b H, \quad (1)$$

где K_M – коэффициент материала, зависящий главным образом от электрической и магнитной проницаемости металла; a, b –

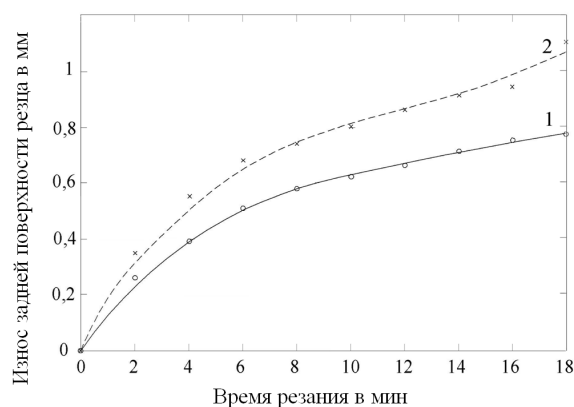
поправочные коэффициенты; H – напряженность магнитного поля, А/м; ω – круговая частота, Гц.

Адекватность полученной зависимости (1) была подтверждена экспериментально, что позволило применять ее для определения значений необходимой напряженности магнитного поля при получении максимального увеличения микротвердости инструментальных сталей.

В процессе проведения экспериментальных исследований комбинированной МИО различных металлорежущих инструментов из быстрорежущих сталей увеличение износостойкости обработанных инструментов составило соответственно: 158% для сверл, 202% для резцов и 161% для метчиков относительно стойкости необработанных инструментов. Критерием выхода из строя инструмента при этом являлся предельный износ по задней поверхности для сверл и резцов, и образование макродефектов для метчиков.

Было найдено, что оптимальная напряженность для стали Р6М5 равна 1200 кА/м при оптимальной температуре предварительного нагрева равной 500 °С.

Результаты экспериментального исследования для определения стойкости необработанных и обработанных МИО токарных резцов с напаянными пластинами (НП) из стали Р6М5 представлены на рисунке 1.



1- НП Р6М5 после комбинированной МИО;
2- НП Р6М5 необработанная

Рисунок 1 – Зависимость износа необработанных и обработанных МИО токарных резцов из стали Р6М5 от времени резания при точении стали 3.

Таким образом, разработан эффектив-

ный метод поверхностного упрочнения на основе комбинированной МИО, позволяющий значительно увеличивать стойкость инструмента из быстрорежущих сталей [5].

Сегодня научный и практический интерес представляет использование данного метода для инструментов из других материалов, в частности из твердых сплавов.

Возможность применения рассмотренного метода для инструментов из твердых сплавов групп ВК, ТК, ТТК обусловлена наличием в связке инструмента кобальта - ферромагнитного материала, обладающего высокой магнитной проницаемостью и высоким значением температуры Кюри (1121°С), что позволит в значительном интервале температур применять предварительный нагрев при комбинированной МИО.

В настоящее время не исследован механизм упрочнения твердых сплавов при воздействии на них импульсных магнитных полей высокой напряженности с предварительным нагревом. С точки зрения структуры материала твердого сплава основными факторами, определяющие прочностные характеристики, являются: соотношение компонентов, размер зёрен, наличие примесей, количество и размер пор, размеры микролокальных полей напряжений.

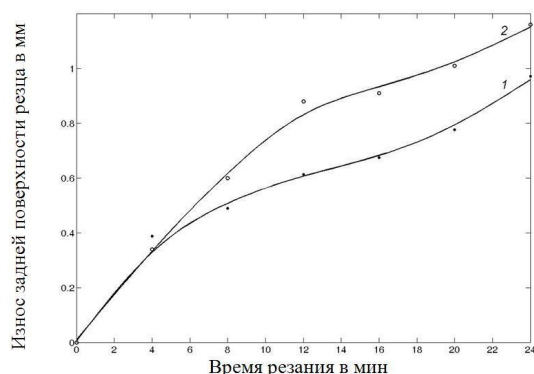
Предполагается, что энергия, генерируемая в процессе воздействия импульсов магнитного поля на твердый сплав, затрачивается на структурные преобразования и изменения исходных полей напряжений. За счет напряжений магнитострикции протекают деформационные процессы, способные изменять субструктуру, определяемую движением и повышением плотности дислокаций и точечных дефектов. Предварительный разогрев структуры позволит уменьшить напряженность импульсного магнитного поля для достижения этих эффектов. Изменения в структуре приведут к изменению физико-механических характеристик твердого сплава. Таким образом, механизм деформационного упрочнения твердых сплавов в процессе комбинированной МИО может оказать весьма эффективным.

Были проведены экспериментальные исследования комбинированной МИО твердых сплавов, которые подтвердили возможность применения данного метода упрочнения.

МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

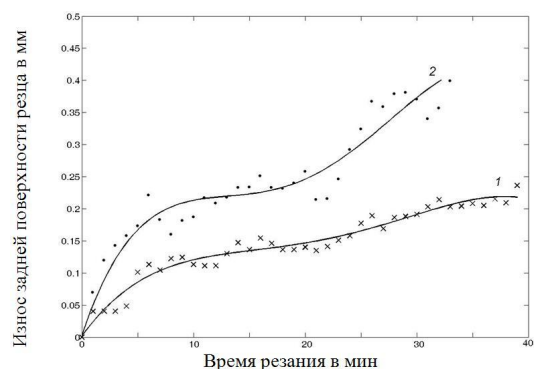
Исследовалась износостойкость твердосплавных сменных многогранных пластин ВК8 и Т15К6 (ГОСТ 19045-80). Получены результаты по износостойкости для необработанных и обработанных комбинированной МИО пластин при продольном точении стали 30Х с глубиной резания равной 1,0 мм, подачей 0,3 мм/об и скоростью резания 50 м/мин. Критерием износа служило предельное значение фаски изнашивания задней поверхности, принимаемое 0,75 мм для чернового точения и 0,25 мм для чистового точения [6], по которым определяли время наработки инструмента на отказ, или стойкость.

На рисунках 2, 3 приведены зависимости износа задней поверхности твердосплавных сменных многогранных пластин (СМП) от времени резания.



1-СМП ВК8 после комбинированной МИО;
2-СМП ВК8 необработанная

Рисунок 2 — Зависимость износа задней поверхности твердосплавных СМП ВК8 от времени резания при черновом точении стали 30Х



1-СМП Т15К6 после комбинированной МИО;
2-СМП Т15К6 необработанная

Рисунок 3 — Зависимость износа задней поверхности твердосплавных СМП Т15К6 от времени резания при чистовом точении стали 30Х

Анализ процесса износа исследуемых инструментов из твердых сплавов позволяет сделать следующие выводы:

1. При точении стали 30Х резцы, оснащенные пластинами ВК8 и Т15К6 и обработанные комбинированной МИО, показали стойкость относительно необработанных в среднем: ВК8 183%, а Т15К6 более 200%.

2. Процесс износа пластин ВК8 и Т15К6 характеризовался отсутствием пластического изменения формы режущей части, отсутствием трещинообразования до достижения критического значения фаски износа задней поверхности.

3. Положительные результаты стойкостных испытаний инструментов, оснащенных твердосплавными пластинами марок ВК и ТК, предполагают продолжение исследований комбинированной МИО твердых сплавов с целью разработки основы для создания заводских технологий изготовления твердосплавного инструмента с повышенными эксплуатационными характеристиками.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Малыгин Б.В. Магнитное упрочнение инструмента и деталей машин. — М.: Машиностроение, 1989. — 112 с.
2. Овчаренко А.Г., Козлюк А.Ю., Курепин М.О. Индукторы для комбинированной магнитно-импульсной обработки инструментов различной формы // Обработка металлов. - 2008.- №3. - С.11-12.
3. Патент РФ №2339704. Овчаренко А.Г., Козлюк А.Ю. Способ комбинированной магнитно-импульсной обработки поверхностей инструментов и деталей машин / Бюл. № 33, 2008. — 6 с.
4. Овчаренко А.Г., Козлюк А.Ю. Моделирование комбинированной магнитно-импульсной обработки // Обработка металлов. 2007. -№3. - С.17 - 19.
5. Овчаренко А.Г., Козлюк А.Ю. Эффективная магнитно-импульсная обработка режущего инструмента// Обработка металлов.- 2009.- №1. - С.4-7.
6. Башков В.М., Кацев П.Г. Испытания режущего инструмента на стойкость. - М.: Машиностроение, 1985.-136 с.