

¹Е. В. Корбут, канд. техн. наук, доц.,
²В. Ф. Лабунець, канд. техн. наук, проф.

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ ИНСТРУМЕНТОВ

¹Национальный технический университет Украины «КПИ»

²Национальный авиационный университет

Выполнен анализ причин и факторов, вызывающих потерю работоспособности инструмента и методов поверхностного упрочнения.

Общая постановка проблемы и ее связь с научно-практическими задачами. В современной технике обработка металлов и сплавов резанием на металлорежущих станках имеет большое значение; этому широко распространенному виду обработки подвергается большинство деталей разнообразных машин и механизмов.

Удельный вес механических цехов на машиностроительных заводах по количеству занятых в них рабочих достигает обычно более 30, а вместе с ремонтными и инструментальными цехами превышает 40%. Механические цеха являются необходимой составной частью не только машиностроительных предприятий. Всякое предприятие другой отрасли промышленности (химической, текстильной и др.) также не может нормально работать без механических (в частности, ремонтных) цехов. В связи с этим обработка металлов резанием имеет буквально повсеместное распространение в промышленности [1].

В процессе резания в результате взаимодействия обрабатываемого материала с инструментальными контактными площадками на передней и задней поверхностях инструмента изнашиваются. Для разработки методов поверхностного упрочнения инструментальных материалов необходимо установить ведущие процессы изнашивания их контактирующих поверхностей, что позволит научно обосновано рекомендовать наиболее эффективный метод для данного инструментального материала.

Обзор публикаций и анализ нерешенных проблем. Анализ условий работы инструмента различного назначения и типоразмеров, а также статистические результаты наблюдений в производст-

венных условиях по выявлению преобладающих механизмов изнашивания и установлению основных причин выхода из строя представлены в работах авторов [2; 3].

Согласно работе [4] износ режущего инструмента классифицируется на следующие виды: адгезионно-усталостный, абразивный, химико-абразивный, диффузионный и окислительный. В определенных условиях может преобладать один из этих видов износа, а в других – действовать одновременно несколько видов. В зависимости от условий резания и свойств инструментального и обрабатываемого материалов преобладающий износ наблюдается либо на задних поверхностях, либо на передней поверхности. Иногда износ передней и задних поверхностей происходит одновременно.

Для повышения износостойкости режущего инструмента на его рабочие поверхности наносят покрытия. Вопросы применения режущего инструмента с плазменно-ионными покрытиями рассмотрены в работах [5–7]; применение ионной имплантации и ионного легирования – в [8]. Результатам использования режущего инструмента после лазерного упрочнения посвящены работы [9]. Результаты применения комбинированных технологий упрочнения режущего инструмента на основе электроискрового легирования и лазерной обработки рассмотрены в работе [11], на основе плазменно-ионных, ионно-лучевых и светолучевых технологий – в [7], а плазменно-ионной и ионно-лучевой – в [13]. Теоретические и технологические основы повышения износостойкости инструмента композиционными покрытиями представлены в работе [14].

Развитие технологии поверхностного упрочнения режущего инструмента, в частности износостойких покрытий, заметно опережает понимание причин повышенной работоспособности упрочненного инструмента [5]. В связи с этим необходимо провести исследования видов изнашивания режущего инструмента при обработке различных материалов, а также определить перспективные методы поверхностного упрочнения их рабочих поверхностей.

Цель работы – провести анализ причин разрушения режущего инструмента и методов поверхностного упрочнения, обеспечивающих его работоспособность при обработке различных материалов.

Содержание и результаты исследований. Большинство режущего инструмента работает в очень тяжелых условиях контактного взаимодействия с обрабатываемой деталью.

Проблема обеспечения надежности и долговечности режущего инструмента обусловлена следующим: 1) разработкой и внедрением в производство новых твердых сплавов, минералокерамических и сверхтвердых материалов с покрытиями и без них; 2) резким повышением режима резания, отличающихся высоким и постоянно возрастающим уровнями напряжений, скоростей, температур, агрессивных сред.

Проведенные нами исследования механизма изнашивания режущего инструмента при обработке сплавов на основе железа, титана, алюминия и магния свидетельствуют о том, что основными видами изнашивания являются, согласно ДСТУ 1610, схватывание, усталостное, абразивное, окислительное, механохимическое. Характерно, что обрабатываемость этих сплавов режущим инструментом изменяется в очень широких границах как для различных марок сплавов, так и в пределах одной марки сплава.

Для обеспечения работоспособности инструментов необходимо при их изготовлении на их рабочих поверхностях создавать структуры, обладающие не только высокой износостойкостью и поверхностной прочностью, но и способностью быстро прирабатываться и создавать на трущихся поверхностях вторичные структуры.

По назначению все методы, способствующие обеспечению работоспособности инструментальных материалов, можно разбить на три основные группы:

- 1) поверхностное упрочнение (закалка, термомеханическая обработка, пластическое деформирование и др.);
- 2) нанесение износостойких покрытий;
- 3) создание в процессе трения на рабочих поверхностях инструмента износостойких самовосстанавливающихся вторичных структур.

Обработка инструмента методами первой группы проводится в тех случаях, когда необходимо упрочнить только поверхностный слой, а сердцевина остается неизменной. Из методов данной группы одним из наиболее перспективных является лазерная термообработка, позволяющая получать упрочненные слои толщиной в несколько десятков микрометров, а стойкость инструмента после лазерной обработки в ряде случаев в несколько раз выше по сравнению с неупрочненными.

В настоящее время существует большое количество технологических методов нанесения покрытий на трущиеся поверхности деталей и инструмента. Выбор метода определяется условиями работы инструмента, материалов пары трения инструмент–обрабатываемая деталь. Наиболее распространенными являются методы нанесения покрытий диффузионного насыщения, ионно-плазменного напыления, электроискрового легирования, ионной имплантации, лазерной модификации, комбинированного упрочнения.

Основными преимуществами покрытий, нанесенных на инструментальные материалы, являются:

- повышение поверхностной прочности, стойкости и надежности инструмента;
- заживление поверхностных дефектов;
- увеличение производительности труда;
- экономия легирующих элементов, применяемых при изготовлении инструментов из высоколегированных сталей, твердых сплавов и сверхтвердых материалов;
- создание экологически чистой технологической обработки материалов.

Большие перспективы при создании новых материалов и покрытий для режущего инструмента имеют наноматериалы, которые в литературе называют нанокристаллическими, нанофазными, наноконпозиционными, нановолокнистыми, нанопористыми, структурные элементы которых (кристаллиты, волокна, шары, поры) не превышают нанотехнологическую границу, а именно 100 нм (хотя бы в одном измерении), однако наибольший размерный эффект наблюдается в диапазоне 10–50 нм.

Выводы

На основании результатов проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

1. Одним из перспективных методов поверхностного упрочнения инструмента является нанесение комбинированных покрытий.
2. Для широкого внедрения упрочняющих технологий инструмента необходимо проведение исследований влияния покрытий на стойкость инструментальных материалов при воздействии различных внешних факторов.

Список литературы

1. *Клушин М.И.* Резание металлов. – М.: Машгиз, 1958. – 454 с.
2. *Чаус А.С.* Влияние условий эксплуатации литого металлорежущего инструмента на особенности его изнашивания и стойкость. Ч.1. Анализ условий работы инструмента / А.С. Чаус, Ф.И. Рудницкий // Трение и износ. – 2007. Т.28. - №5. – С. 449 – 456.
3. *Чаус А.С.* Особенности изнашивания инструмента из литой и катаной быстрорежущих сталей при трении / А.С. Чаус // Трение и износ. – 1999. – Т.20. - № 4. – С.388 – 392.
4. *Лолодзе Т.Н.* Износ режущего инструмента / Т.Н. Лолодзе. – М.: Машгиз, 1958. – 356 с.
5. *Мацевитый В.М.* Покрытия для режущих инструментов / В.М. Мацевитый. – Х.: Вища шк. Изд-во при Харьк. ун-те, 1987. – 128 с.
6. *Третьяков И.П.* Режущие инструменты с износостойкими покрытиями / И.П.Третьяков и А.С.Верещака. – М.: Машиностроение, 1986. – 190 с.
7. *Костюк Г.И.* Эффективный режущий инструмент с покрытием и упрочненным слоем: – Справ. / Г.И. Костюк. – Х.: Актива, 2003. – 412 с.
8. *Диденко А.И.* Воздействие пучков заряженных частиц на поверхность металлов и сплавов / А.И.Диденко, А.Е.Лигачев, И.В.Куракин. – М.: Энергоиздат, 1987. – 184 с.
9. *Коваленко В.С.* Упрочнение деталей лучом лазера / В.С. Коваленко, Г.В. Меркулов, А.И. Стрижак. – К.: Техніка, 1981.
10. *Ботвинко В.П.* Підвищення працездатності інструменту з швидкокоріжущих сталей шляхом комбінованого впливу електроіскрового легування та лазерної обробки: Автореф. канд. дис-ції / В.П. Ботвинко. – К.: ІПМ НАНУ, 1998. – 19 с.
11. *Разработки и исследование свойств жаростойких покрытий в условиях регулярной структуры* / В.С. Мухин, А.М. Смыслов, В.Г. Абрамом: материалы Всесоюз. НТК «Проблемы обеспечения свойств поверхности». – Уфа, 1987. – С. 23–29.
12. *Гоголев А.Я.* Разработка теоретических и технологических основ повышения износостойкости инструментов композиционными покрытиями / А.Я. Гоголев: дис... доктора техн. наук – Новочеркасск: НПИ, 1982. – 391 с.

Корбут Е.В., Лабунець В.Ф. Сучасні методи поверхневого зміцнення інструментів // Проблеми тертя та зношування: наук. техн. зб. – К: Вид-во НАУ «НАУ-друк», 2010. – Вип.54 – С.149–153.

Виконано аналіз причин та факторів, що спричиняють втрату працездатності інструменту і методів поверхневого зміцнення.

Стаття надійшла до редакції 26.10.2010