

В.В. Зелинский, А.В. Карпов

V.V. Zielinski, A.V. Karpov

Муромский институт (филиал)
ГОУ ВПО «Владимирский государственный университет»
Murom Institute (Branch) Vladimir State University

ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫЙ АСПЕКТ ИЗНАШИВАНИЯ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

CAUSE AND EFFECT ASPECT OF WEAR PROCESS OF CUTTING TOOLS

Приведены результаты установления количественной связи общего износа режущих инструментов с причинами его возникновения. Обосновывается роль адгезионного схватывания при трении как доминирующего механизма изнашивания. Повышение износостойкости инструментов после обработки магнитным полем объясняется подавлением трибоконтактных адгезионных явлений.

Ключевые слова: режущий инструмент, износ, адгезионное схватывание, износостойкость.

For cutting tools results of an establishment are resulted quantitative communication of the general deterioration with the reasons of its occurrence. The role adhesive grasp is proved at a friction as dominating mechanism of wear process. Increase of wear resistance of tools after processing by a magnetic field speaks suppression tribo-contact the adhesive phenomena.

Keywords: the cutting tool, deterioration, adhesive grasp, wear resistance.

Существенное повышение износостойкости металлорежущих инструментов из ферромагнитных материалов достигается их обработкой магнитным полем (ОМП). Однако практически все известные исследования в этой области относятся к натурным испытаниям, которые, вследствие присущей им многофакторности, не позволяют достаточно дифференцированно изучить феномен эффекта ОМП, выявить механизм и факторы влияния на величину износа инструмента. В статье приведены результаты установления количественной связи проявлений общего износа инструмента, что может быть основой для выявления области поиска механизма и факторов влияния эффекта ОМП, а также повышения эффективности вновь создаваемых методов.

Общий характер повреждений инструментов выявлен в результате обширных опытных наблюдений и исследований [1–4]. В зависимости от условий резания и свойств инструментального и обрабатываемого материалов

превалирующий износ наблюдается либо на задней поверхности, либо на передней поверхности инструмента. Износ передней поверхности инструмента проявляется в образовании лунки на некотором расстоянии от режущей кромки с постепенным увеличением размеров лунки. При изнашивании задней поверхности инструмента происходит образование параллельных продольных углублений (проточин), расположенных вдоль линии действия силы резания и начинающихся от режущей кромки. Обычно образование проточин является основным в износе инструмента. Износы на передней и задней поверхностях инструмента приводят к затуплению режущей кромки, изменению переднего и заднего углов резания, увеличению шероховатости обработанной поверхности, изменению размеров обрабатываемой детали, превышению допустимых показателей силы и температуры резания и др.

Опыт обработки металлов резанием показывает, что доминирующими видами изнашивания лезвийного инструмента являются адгезионный и абразивный с сопутствующими явлениями усталостного и диффузионного характера [1, 2]. В определенных условиях один из видов изнашивания может быть преобладающим, в других они могут реализовываться одновременно или сменять друг друга.

Адгезионное изнашивание при резании явилось объектом исследования многих отечественных ученых технологической школы обработки материалов резанием (А.А. Аваков, Т.Н. Лоладзе, А.Д. Макаров, Н.В. Талантов, П.И. Ящерицын и др.). Экспериментальные исследования процесса адгезионного изнашивания при резании [1, 2] показали, что образование износа происходит путем вырывания частиц материала, как правило, с более мягкой поверхности обрабатываемой детали. При этом вырванные частицы менее прочного материала переносятся на более прочную поверхность инструмента и на ней образуют наросты повышенной твердости. Одновременно имеет место и обратный перенос частиц – с твердой поверхности инструмента на мягкую поверхность обрабатываемого материала. В процессе резания наросты непрерывно срываются, оставляя углубления в местах закрепления как на поверхности детали, так и на поверхности инструмента, независимо от их прочности. Наблюдениями установлено, что наросты обычно образуются у режущей кромки инструментов, что указывает на повышенную интенсивность схватывания вдоль нее. Это обусловлено действием как повышенных контактных давлений, так и вхождением в контакт с инструментом поверхностей с повышенной ювенильностью.

Существенное снижение количества явлений схватывания достигается применением смазывающих жидкостей, но вблизи режущей кромки смазка не в состоянии полностью устранить адгезионное взаимодействие. Смазывающий эффект снижается с увеличением скорости резания, что связано

с отставанием процесса образования адсорбированных пленок смазывающей жидкости от процесса образования химически чистых поверхностей обрабатываемого материала. Этому способствует размягчение контактных слоев из-за высокой температуры, пластическое деформирование и закрытие пор у обрабатываемого материала в зоне резания [2, 4].

Абразивное изнашивание режущего инструмента и его особенности достаточно глубоко изучены результаты представлены в работах [1, 2, 4]. Установлено, что повреждения при абразивном изнашивании имеют вид царапин, канавок на передней и задней поверхностях режущей части инструмента. При этом детальный анализ видов повреждений и их причин позволил выявить характерную особенность, состоящую в том, что причины возникновения этих повреждений имеют двойственный характер.

Во-первых, было установлено, что повреждения образуются в результате многократного механического воздействия на рабочие поверхности инструмента твердых включений (карбидов, окислов), содержащихся в структуре обрабатываемого материала. При этом в процессе резания твердые включения внедряются в поверхность инструмента и царапают их, как микроскопические резцы. Проявление царапающего действия усиливается, если твердость режущей части инструмента уменьшается из-за нагрева. В зависимости от размера твердых включений и характера их распределения в обрабатываемом материале интенсивность изнашивания может значительно изменяться.

Во-вторых, повреждения в виде царапин, канавок, вытянутых бороздок образуются в результате воздействия на поверхность инструмента отделившихся, сорвавшихся наростов или их фрагментов, обладающих повышенной твердостью. Эти твердые частицы как абразив «пропахивают» поверхности. Причем причиной происхождения твердых наростов до отделения является адгезионное схватывание. Измерением твердости наростов установлено, что она может существенно превышать твердость наружных слоев режущей части инструмента, тем более испытывающих повышенный нагрев при резании. Считается, что повышение твердости наросты и их фрагменты приобретают в результате деформационного упрочнения.

Существенное влияние на абразивное изнашивание режущего инструмента оказывают охлаждающие среды, могущие иметь повышенную химическую активность. В этом случае поверхностные защитные пленки на режущей части инструмента ослабляются и легче поддаются царапанию твердыми частицами, являющимися как включениями обрабатываемого материала, так и упрочнившимися наростами этого материала адгезионного происхождения. Считается, что химически активные охлаждающие среды сильно уменьшают адгезию на поверхностях инструмента, не влияя на их прочность. Поэтому интенсивность адгезионного изнашивания снижается в некоторых химически

активных средах, повышая тем самым стойкость инструментов из твердых сплавов, для которых абразивное изнашивание не является доминирующим. Специальными исследованиями доказано, что в химически активных средах благодаря снижению адгезионной способности рабочих поверхностей абразивное изнашивание инструмента из быстрорежущей стали становится доминирующим даже при обработке заготовок из стали. Предложено считать такое изнашивание абразивно-химическим. Рекомендуется при подборе смазочно-охлаждающих жидкостей учитывать их возможное действие на инструмент. Среда считается эффективной, если адгезионное изнашивание не больше абразивно-химического изнашивания.

Таким образом, из двойственной природы образования твердых частиц, инициирующих абразивный износ при резании, следует, что:

1) причиной образования абразивных царапающих частиц является адгезионное схватывание;

2) полное устранение абразивных повреждений невозможно, так как абразивные царапающие включения всегда присутствуют в обрабатываемом материале.

В соответствии с результатами многих исследований [1, 2, 4] в общем износе инструментов (100 %) удельные вклады износов адгезионного и абразивного происхождения можно считать примерно одинаковыми – по 50 %. При этом, как отмечалось выше, причина адгезионного изнашивания одна – адгезионное схватывание, которое может быть реализовано за счет ионной, ковалентной, металлической и межмолекулярной связей. Следовательно, удельный вклад этой причины в адгезионную составляющую общего износа составляет те же 50 %. У абразивного износа две причины – адгезионное схватывание с образованием отделяющихся царапающих твердых частиц и царапание инструмента твердыми включениями в обрабатываемом материале. Вполне правомерно предположить, что две эти причины обуславливают абразивное изнашивание в равной мере. Следовательно, их вклад в абразивную составляющую общего износа составляет по 25 %.

В целом, результаты качественного и количественного анализов видов повреждений от изнашивания и причин их возникновения представлены графически (рисунок) в виде обращенной связи общего износа инструмента, формируемого двумя видами изнашивания, с причинами его возникновения. Из приведенной структуры общего износа инструментов и причин их изнашивания видно, что износ инструмента из-за наличия твердых царапающих включений в обрабатываемом материале составляет около четверти от общего износа, а причиной примерно 75 % износных повреждений является адгезионное схватывание.

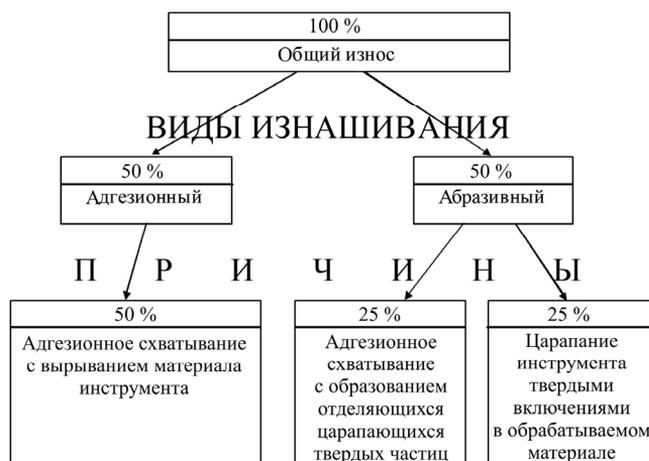


Рис. Структура причин общего износа инструмента

Таким образом, наиболее вероятным механизмом снижения величины износа у режущих инструментов из ферромагнитных материалов, обработанных магнитным полем, является снижение интенсивности образования адгезионных связей и их прочности. Из этого также следует, что способы снижения износа при резании, основанные на подавлении адгезионных явлений между сопряженными поверхностями, всегда более эффективны.

Список литературы

1. Лолодзе Т.Н. Прочность и износостойкость режущего инструмента. – М.: Машиностроение, 1982. – 320 с.
2. Талантов Н.В. Физические основы процесса резания, изнашивания и разрушения инструмента. – М.: Машиностроение, 1992. – 240 с.
3. Аваков А.А. Физические основы теорий стойкости режущих инструментов. – М.: Машгиз, 1960. – 124 с.
4. Макаров А.Д. Износ и стойкость режущих инструментов. – М.: Машиностроение, 1978. – 264 с.

Получено 7.09.2011