

Машиноведение и прочность материалов

Закономерности изнашивания режущих и деформирующих инструментов

Качество и производительность механической обработки резанием и пластическим деформированием в холодном и горячем состояниях во многом обеспечиваются работоспособностью инструментов в условиях повышенного трения и изнашивания.

Среди различных видов разрушения инструментов, основным является изнашивание, так как оно носит систематический характер, в отличие от поломок и сколов рабочей части, относящихся к разрушениям случайного характера. Именно поэтому следует считать, что важнейшими критериями работоспособности большинства инструментов являются износостойкость и теплостойкость при трении, которые характеризуются показателями трибологического характера – износ и интенсивность изнашивания, температура и коэффициент трения и др.

Проводился дифференцированный анализ видов изнашивания режущих и деформирующих инструментов и количественная оценка этих видов с учетом скорости резания (скольжения) и расположения контактных поверхностей относительно зоны резания (деформирования) на основе результатов проведенных исследований износостойкости различных инструментов [1,2].

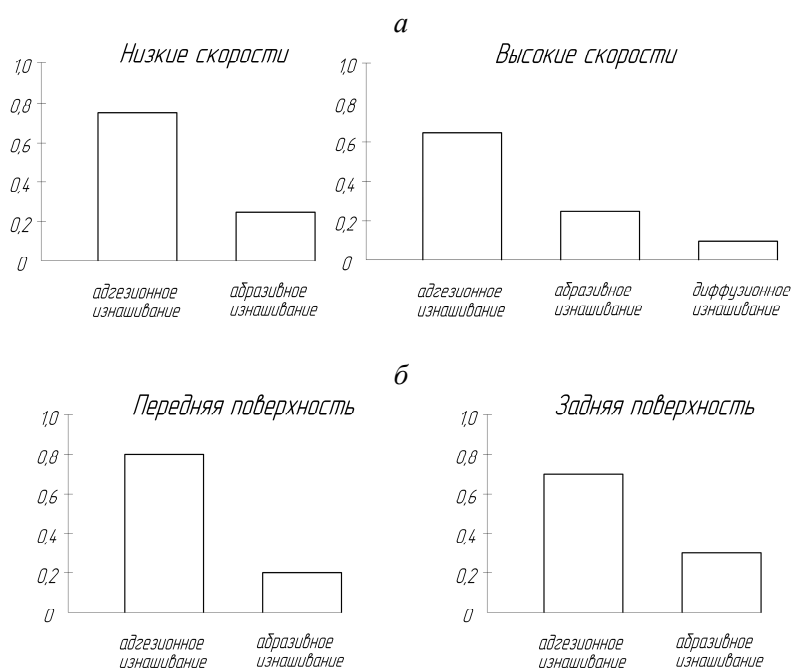


Рис. 1 Распределение видов изнашивания в количественном выражении с учетом скорости резания (а) и расположения контактной поверхности инструмента (б).

Анализ позволил сделать следующие выводы (рис. 1).

1) При низких скоростях резания основными являются адгезионное и абразивное изнашивание со значительным преобладанием адгезионного изнашивания. Количественно соотношение видов изнашивания составляет приблизительно 75% и 25%.

2) При высоких скоростях резания, к имеющимся адгезионному и абразивному видам изнашивания, добавляется диффузионное изнашивание, но доля адгезионного наибольшая. Коли-

ственно соотношение видов изнашивания соответственно составляет приблизительно 65%, 25% и 10%.

3) На передней и задней поверхностях инструмента также основными являются адгезионное и абразивное изнашивание. На обеих поверхностях также доминирует адгезионное изнашивание и количественно соотношение видов приблизительно составляет для передней поверхности - 80% и 20%, для задней поверхности - 70% и 30%.

Проведенный анализ на основе методики, изложенной в работе [3], позволил установить также причинно-следственную связь в количественном выражении между видами и причинами изнашивания, представленную на рис. 2 и полученную на основе следующего.

Если общий износ принять за 100%, то около 70% износа приходится на долю адгезионного изнашивания, и не более 30% - на долю абразивного (см. выше). Причиной адгезионного изнашивания является адгезионное схватывание с последующим вырывом материала инструмента [1]. Поэтому удельный вклад этой причины в адгезионную составляющую общего износа составляет те же 70%. У абразивного изнашивания, согласно [1], имеют место две причины, проявляющихся примерно в равной мере

а) адгезионное схватывание с образованием отделяющихся царапающих твердых частиц, составляющее в абразивном изнашивании, с учетом равной меры, около 15%;

б) царапание инструмента твердыми включениями, находящимися в обрабатываемом материале, составляющее в абразивном изнашивании остальные 15%.

Так как в абразивном изнашивании присутствует причина адгезионного схватывания, то в общем процессе изнашивания суммарная доля причин адгезионного изнашивания будет составлять уже не 70%, а 85%.

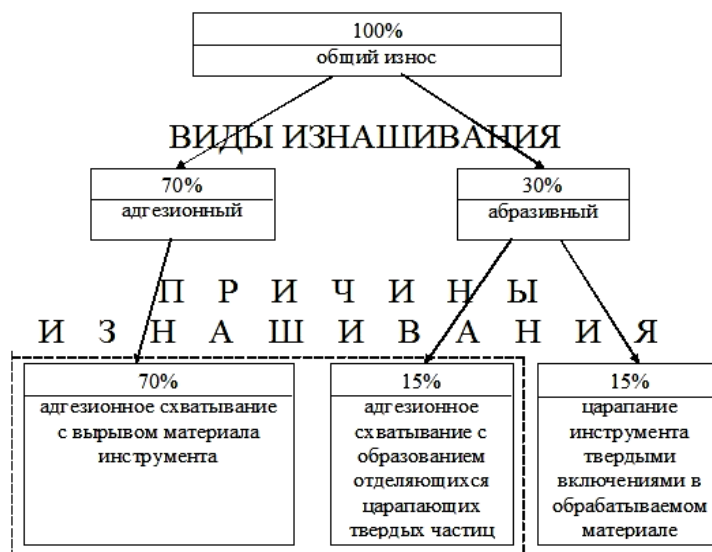


Рис.2. Общий износ инструмента в причинно-следственном аспекте.

Таким образом, полученные результаты показывают, что оценивать и повышать стойкость инструментальных материалов в условиях повышенного трения и изнашивания необходимо исходя из природы адгезионного схватывания.

Литература

1. Лоладзе Т. Н. Прочность и износостойкость режущего инструмента.- М.: Машиностроение, 1982.-320 с.
2. Исаченков Е.И. Контактное трение и смазки при обработке металлов давлением.- М.: Машиностроение, 1978. 208 с.
3. Зелинский В.В. К установлению природы влияния магнитного поля на износостойкость // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности №1(8) 2011, с.33-36.

А.Г. Диков
Научный руководитель – профессор, канд. техн. наук В.В. Зелинский
Муромский институт Владимирского государственного университета
602264 г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, д. 23
e-mail: kaftexmex@yandex.ru

Перспективы обработки поверхностей трибосопряжений магнитным полем

Одной из проблем машиностроения является повышение параметров качества поверхностного слоя деталей. В значительной степени это относится к деталям трибосопряжений, и особенно к тяжело нагруженным.

В настоящее время в классической технологии машиностроения выделилось новое направление в повышении качества поверхностного слоя деталей узлов трения - триботехнология, позволяющая управлять трибологическими характеристиками поверхностей трения технологическими методами.

Одним из перспективных направлений является применение новых наукоемких технологий на основе физико-химического модифицирования поверхностных слоев деталей и инструментов, направленных на повышение твердости и износостойкости. Значительная часть из них это методы обработки с применением концентрированных потоков энергий, которые в настоящее время распространены недостаточно широко (электронное, лазерное и магнитное упрочнение) [1-6].

Магнитное воздействие обладает рядом преимуществ по сравнению с методами на основе воздействия других видов энергий, в частности: низкая себестоимости обработки, сохранение геометрии обработанных деталей, отсутствие расходных материалов и дополнительных агрессивных сред, простота технологической оснастки и экологическая чистота.

Актуальность исследования в этом направлении обусловлена недостаточной изученностью механизмов и эффектов сопровождающих процессы модификации поверхностных слоев трибосопряжений. Вследствие этого некоторые гипотезы повышения износостойкости [7], претендующие на физическую основу (магнитострикционное упрочнение, магнитно-дисперсное твердение, изменение дислокационной структуры) не имеют достаточного обоснования, хотя имеется опытное подтверждение повышения прочностных свойств металлов при магнитной обработке, но исключительно в сильных магнитных полях, недоступных большинству машиностроительных предприятий.

По мнению ряда исследователей [8,9] благодаря обработке магнитным полем в микротрещинах поверхностей трения фиксируются тонкодисперсные продукты износа металлов. Благодаря этому происходит некоторое укрепление микротрещин и выравнивание микрорельефа поверхности намагниченными продуктами износа. Вследствие этого частично снижается расклинивающий эффект в микротрещинах поверхности материала компонентами смазочной среды. Однако экспериментально установлено повышение износостойкости трибосопряжений, в том числе, работающих без смазки. Особенно это характерно для тяжело нагруженных деталей, работающих при знакопеременных динамических нагрузках. При этом опыты показали, что для большого ряда трибосопряжений размагничивание проводить необязательно.

На данный момент нет обоснованной технологии обработки магнитным полем, направленной на повышение износостойкости, поэтому необходимо проведение специальных исследований процесса изнашивания материалов для изучения факторов влияния и механизмов снижения износа при действии магнитного поля.

Практически все известные исследования в этой области относятся к натурным или производственным испытаниям, которые, вследствие присущей им сложности и многофакторности, не позволяют достаточно дифференцировано изучить эффект обработки магнитным полем, выявить механизм и возможности влияния технологии обработки магнитным полем на эксплуатационные свойства трибосистем из конструкционных материалов.

Обобщение исследовательских работ и промышленного опыта в области магнитной обработки позволяет сделать вывод, что ее применение является эффективным в машиностроении,

горнодобывающей промышленности, транспорте, судостроении и других отраслях. Объектами обработки магнитным полем могут быть любые пары трения, зубчатые, червячные и цепные передачи, детали подвижных соединений и муфт, многообразные трибосопряжения железнодорожных путевых машин.

Литература

1. Бровер, А.В. Проявление эффектов локальной пластической деформации в поверхностных слоях стали при обработке концентрированными потоками энергии // Упрочняющие технологии и покрытия. 2006. -№7(19).-С.27-31.
2. Рыкалин, Н.Н. Лазерная и электронно-лучевая обработка материалов / Н.Н. Рыкалин, А.А. Углов, И.В. Зуев, А.Н. Кокора. М: Машиностроение, 1988. - 484 с.
3. Углов, А.А. Воздействие концентрированных потоков энергии на материалы // Материаловедение. -1997. № 5. - С. 3-7.
4. Баранка, В.Н. О структурных эффектах в зоне обработки материалов концентрированными потоками энергии / В.Н. Баранка, Ю.М. Домбровский, А.В. Шабаринов // Вестн. ДГТУ. 2003. - Т. 3. № 4 (18). - С. 445-451.
5. Малыгин, Б.В. Повышение стойкости инструмента и оснастки магнитной обработкой // Металлург. -1987. №10. С. 46-47.
6. Овчаренко, А.Г. Повышение износостойкости деталей комбинированной магнитно-импульсной обработкой / А.Г. Овчаренко, А.Ю. Козлюк // Обработка металлов. 2006. - №2. - С.24-26.
7. Постников С.Н. Электрические явления при трении и резании. Горький, Волго-Вятское кн. изд-во, 1975.-273с.
8. Малыгин Б.В. Магнитное упрочнение инструмента и деталей машин.- М.: Машиностроение, 1989.- 112 с.
9. Кантович Л.И., Малыгин Б.В., Первов К.М. Повышение ресурса инструмента и деталей горных машин методом магнитной обработки / Горное оборудование и электро-механика, № 1, 2007. с. 13-16.

Е.В. Калараш
А.В. Коленкин
С.М. Кокурятов

Научный руководитель – доцент, канд. техн. наук Н.Д. Лодыгина
Муромский институт Владимирского государственного университета
602264 г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, д. 23
e-mail: kaftexmex@yandex.ru

Применение пластичных смазок в подшипниках качения

Повышение работоспособности подшипниковых узлов оборудования, эксплуатируемого в условиях высоких температурах и запыленности, является актуальным. На современном этапе подшипниковой промышленностью освоено производство подшипников качения с антифрикционным наполнителем (АФЗ). Подшипник с АФЗ представляет собой обычный радиальный однорядный шарикоподшипник, в котором свободное пространство заполняется антифрикционным материалом в пластичном состоянии.

Для применения предложен оригинальный антифрикционный материал на основе графита с упрочняющими добавками (включающими частицы олова, меди, свинца, кокса, сажи, резиновой крошки), смягчителя и связующего в определенном процентном соотношении.

Частицы антифрикционного материала на основе графита с упрочняющими добавками имеют трехслойное строение: графит – добавки – графит. Связи графит – графит менее прочны, чем графит – добавки. В этих сечениях образуются гладкие параллельные поверхности, характеризующиеся наименьшим сцеплением атомов. Поэтому по ним образуется расслоение минерала. При относительном смещении элементов подшипника отдельные слои частично проскальзывают друг по другу по плоскостям спайности, происходит разрыв связей графит – графит. Этим объясняется механизм смазочного действия твердой смазки.

Таким образом, самосмазывающая способность материала позволяет увеличить стойкость наполнителя к динамическим нагрузкам.

Одним из путей повышения долговечности подшипника с АФЗ является улучшение состава наполнителя с целью предотвращения его разрушения при изготовлении и эксплуатации подшипника.

Внедрение предложенных разработок позволило расширить область применения подшипников с АФЗ, которые стали эксплуатироваться при повышенных частотах вращения в центробежных насосах, электродвигателях, вентиляторах и других установках.

Улучшение триботехнических свойств гетерогенных материалов накатыванием

Проблема повышения надёжности деталей машин тесно связана с вопросами триботехники, с исследованиями контактного взаимодействия взаимно перемещающихся твёрдых тел, в результате которого в зоне контакта возникают процессы трения и изнашивания. Новым направлением современной технологии машиностроения является разработка теоретических и экспериментальных закономерностей в области деформирующих триботехнологий. Одним из методов триботехнологии является деформационное воздействие на поверхностный слой деталей трибосопряжения, которым достигается значительный эффект изменения механических и триботехнических свойств поверхностей трения.

Устойчивая работа пары трения во многом зависит от способности приспособляться друг к другу, то есть от совместимости трущихся поверхностей. Под совместимостью трущихся поверхностей понимают способность материалов устойчиво работать без смазки или в условиях режима нарушения сплошности масляного слоя [1]. При контактировании трущихся поверхностей приобретает решающее значение их способность сопротивляться схватыванию, которое ведет к образованию непоправимых повреждений, приводящим к задирам либо к выходу из строя по ускоренному износу [2]. Для гетерогенных материалов регламентированное поверхностное пластическое деформирование накатыванием позволит создать благоприятное распределение отдельных составляющих в матричной основе, изменить механические свойства матрицы в определенном направлении и, главное, сформировать требуемое напряженно-деформированное состояние поверхностного слоя, которое определяет все явления в трибоконтakte.

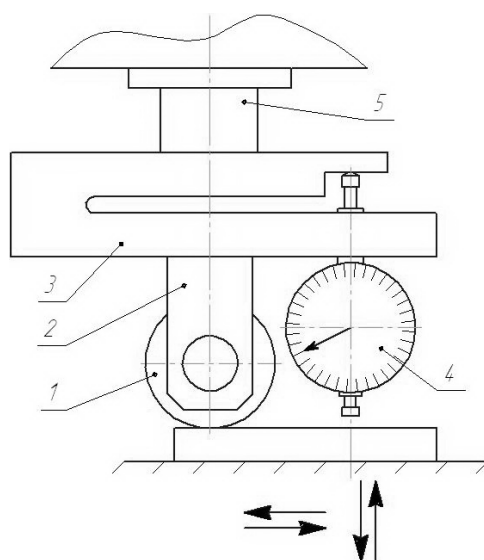


Рис. 1. Схема устройства

Для исследования и разработки технологии накатывания на первоначальном этапе предполагается использовать деформирующее устройство, схема и принцип работы которого представлены на рис. 1. Накатной ролик 1 устанавливается в специальной оправке 2 с использованием подшипника качения. Оправка, вместе с тарированной динамометрической пружиной 3, прикрепляется специальным приспособлением 5 к прессу. Индикатор 4 устанавливается в динамометрической пружине для контроля усилия. Образец из гетерогенного материала крепится на столе с помощью специального приспособления. При создании, за счет

вертикального перемещения, определенном давлении в контакте, стол прессы перемещается в горизонтальном направлении, обеспечивая, тем самым, качение ролика по образцу.

При выполнении опытов будут применяться различные режимы накатывания и накатные ролики определенной формы. После придания поверхности образца регламентированной поверхностной деформации, в соответствии с разработанной методикой исследования, планируется оценка некоторых механических и физических свойств поверхности известными методами, а также изучение триботехнических свойств посредством испытаний на машине трения.

Литература

1. Буше Н. А., Копытько В. В. Совместимость трущихся поверхностей. М.; Наука, 1981.- 127 с.
2. Трение, износ и смазка (трибология и триботехника) / А.В. Чичинадзе, Э.М. Берлинер, Э.Д. Браун и др.; Под общ. ред. А.В. Чичинадзе.- М.: Машиностроение, 2003.- 576 с.