

кой удельной прочности и модулю упругости, однако недостатком алюминидов титана является низкая пластичность (1...3%).

Методом всесторонней изотермическойковки получены интерметаллиды с размером зерен 100...500 нм, обладающие высокой пластичностью при комнатной температуре (1...20%) и сверхпластичностью при температурах на 200...400°C ниже, чем для аналогов с микронным размером зерен. Рост пластичности таких алюминидов титана при комнатной и повышенных температурах обусловлен повышенной релаксационной способностью границ зерен, которые благодаря этому способны обеспечить релаксацию напряжений в вершине дислокационных скоплений. Это значительно облегчает прокатку сплавов при комнатной температуре для изготовления листовых и фольговых заготовок.

Для получения наноструктурных покрытий используют различные методы: плазменное нанесение покрытий, физическое осаждение из газовой фазы, магнетронное напыление, химическое осаждение из газовой фазы, электролитическое осаждение и др.

Исследования трибологических характеристик детонационных покрытий из наноструктурированных (с размером зерна карбида вольфрама 17 нм) и крупнозернистых порошков твердых сплавов на основе карбида вольфрама с кобальтом показали, что наноструктурированное покрытие имеет предельную нагрузку, при которой наблюдается катастрофическое разрушение поверхности (на 20% выше, чем крупнозернистое покрытие). Коэффициент трения наноструктурированного покрытия на 40...50% меньше, чем для крупнозернистого покрытия.

Методом плазменного нанесения и лазерного оплавления получены износостойкие металлокерамические покрытия с ультрадисперсной упрочняющей фазой оксида алюминия для тяжело нагруженных узлов трибосопряжений. По критериям износостойкости, задиростойкости и антифрикционности разработанные покрытия значительно эффективнее твердого электролитического хромирования, а по экономическим показателям в условиях серийного производства и по экологии процесса существенно лучше. Например, нанесение таких покрытий на внутреннюю цилиндрическую поверхность корпуса роторно-пластинчатого насоса для перекачки травящего раствора в производстве печатных плат позволило в условиях серийного производства повысить ресурс работы насосов более чем в 20 раз.

Заключение. В машиностроении создание новых нанокристаллических материалов, покрытий и упрочняющих слоев приводит к оптимизации конструкций, повышению их надежности, энерго- и ресурсосбережению, улучшению трибологических, противоизносных и прочностных свойств изделий. Создание наноматериалов с повышенными физико-механическими свойствами имеет существенное значение при создании ряда новых изделий космической, электротехнической и медицинской техники.

Список цитируемых источников

1. Материаловедение и технология металлов : учеб. для ВУЗов по машиностр. специальностям / Г. П. Фетисов [и др.]. — М. : Высш. шк., 2000. — 537 с.
2. Технология конструкционных материалов : учеб. для студентов машиностр. ВУЗов / А. М. Дальский [и др.] ; под общ. ред. А. М. Дальского. — 5-е изд., испр. — М. : Машиностроение, 2003. — 511 с.
3. Гуткин, М. Ю. Физическая механика деформируемых наноструктур / М. Ю. Гуткин, И. А. Овидько ; Ин-т проблем машиноведения РАН. — СПб. : Янус, 2003. — Т. 1. Нанокристаллические материалы. — 192 с.

УДК 621.784.4

А. С. Демянчик

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ДЕРЕВОРЕЖУЩИХ НОЖЕЙ ИЗ СТАЛИ 65Г КОМБИНИРОВАННЫМ МЕТОДОМ НАНЕСЕНИЯ ВЫСОКОПРОЧНОГО ПОКРЫТИЯ С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКОЙ

Введение. Проблема повышения стойкости и долговечности деревообрабатывающего инструмента особенно сильно проявилась в последние годы в связи с резким их удорожанием. В настоящее время до 20% себестоимости продукции машиностроительных и деревообрабатывающих предприятий приходится на приобретение режущего инструмента, его повторные заточки и, соответственно, на трудовые и энергетические затраты.

В последнее время для модификации инструмента применяются методы конденсации с ионной бомбардировкой для получения высокопрочных покрытий на основе нитридов тугоплавких металлов (Ti, Mo, Cr, Zr), которые позволяют существенно увеличить физико-механические свойства различных материалов и, соответственно, улучшить эксплуатационные свойства изделий, применяемых в различных отраслях промышленности, в том числе при деревообработке [1; 2].

В ФТИ Беларуси и БарГУ выявлен и исследован эффект упрочнения сильным электромагнитным полем стальных изделий, в том числе закаленных, что открывает широкие перспективы в области упрочняющих технологий. Этот метод выгодно отличается от многих традиционных методов упрочнения простотой исполнения, низкими трудовыми затратами, малой энергоемкостью и экологической чистотой [3—5].

В связи с повышенными требованиями деревообрабатывающего производства к эксплуатационным характеристикам инструмента возникла необходимость создания комбинированных методов обработки, сочетающих различные виды высокоэнергетических и механических воздействий; например, МИО и химико-термическая обработка (ХТО); ХТО и МИО; МИО и ионное азотирование; ионное азотирование и МИО; пластическое деформирование и МИО и др.

Основная часть. Нанесение вакуумных покрытий производили на установке ВУ-1Б, а их последующую МИО — на магнитно-импульсной установке, разработанной и изготовленной в лаборатории механофизики формирования гетерогенных систем ФТИ и находящейся в научно-исследовательской лаборатории высокоэнергетических упрочняющих технологий БарГУ.

При проведении экспериментов постоянными факторами являлись обрабатываемый материал — сосна (для фрезерования деталей «наличник» и «дверной нащельник»), скорость вращения шпинделя станка — $6\,000\text{ мин}^{-1}$, а переменным фактором — количество обработанных погонных метров древесины. Для проведения равного по условиям работы эксперимента было принято решение снимать дереворежущие ножи при достижении контрольной точки (ножи подвергались проверке на предмет разрушения режущей кромки, а также выполнялись необходимые измерения).

Для исследования величины линейного износа дереворежущих ножей использовали универсальный измерительный микроскоп УИМ-23.

Приведем результаты измерений величины линейного износа дереворежущих ножей из стали 65Г до и после комбинированной высокоэнергетической обработки (КВО) (рисунок 1).

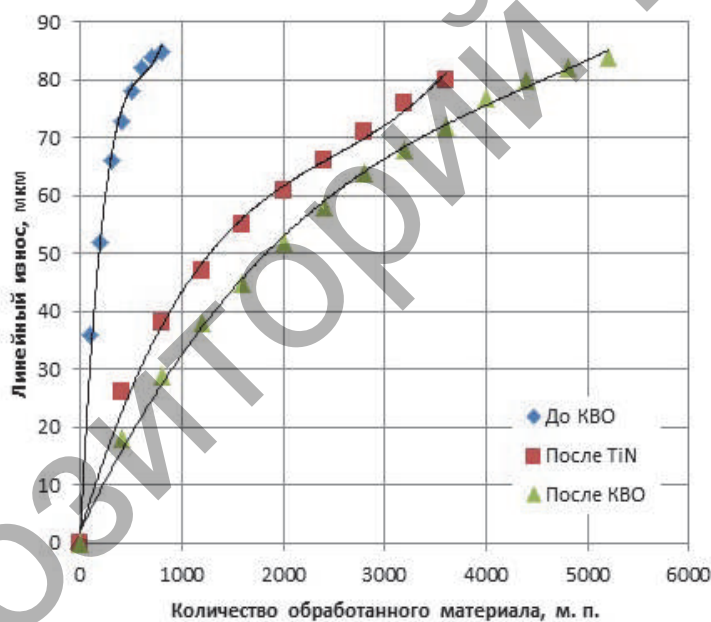


Рисунок 1 — Графики зависимости величины линейного износа до и после КВО в зависимости от количества обработанного материала

До КВО зависимость линейного износа характеризуется тремя фазами: приработанной, монотонной и аварийной.

Износ ножей протекает наиболее интенсивно при обработке первых 200 погонных метров (м. п.) древесины, что соответствует приработанному износу. За этот период величина линейного износа составила 52 мкм. Изменение данного параметра происходит не монотонно, особенно на начальном этапе обработки материала — в некоторых случаях происходят микрообломы лезвия.

Большая интенсивность износа в приработанный период связана с проявлением дефектного состояния прикромочной зоны и значительным напряжением, возникающим в достаточно остром лезвии ножа. При воздействии сил резания в этих местах происходит микроаварийный облом.

Вторая фаза износа начинается после обработки 200 м. п. материала, что соответствует монотонному износу.

После обработки 600 м. п. древесины возникает третья фаза износа — аварийная. Величина линейного износа дереворежущих ножей после обработки 800 м. п. древесины составила 85 мкм.

После нанесения упрочняющего покрытия нитрида титана (TiN) линейный износ режущей кромки ножей характеризуется двумя фазами: приработанной и монотонной.

Приработанный износ возникает при первых 400 м. п. обработки древесины. Величина линейного износа достигает 26 мкм.

После обработки 3 600 м. п. материала линейный износ дереворежущих ножей составил 80 мкм.

Процесс нанесения упрочняющего покрытия не снижает приработанный износ, однако является результатом уменьшения величины износа примерно в 2 раза.

По сравнению с дереворежущими ножами, не подвергавшихся КВО, износостойкость ножей с нанесенным покрытием увеличилась в 4,5 раза.

После нанесения на поверхность дереворежущего ножа покрытия TiN и последующей его обработки магнитно-импульсным воздействием (с энергией в импульсе 6 кДж) линейный износ режущей кромки сопровождается двумя фазами: приработанной и монотонной. Приработанный износ возникает при обработке первых 400 м. п. древесины. Линейный износ составил ≈ 20 мкм.

Заключение. Магнитно-импульсная упрочняющая обработка позволяет уменьшить величину линейного износа дереворежущих ножей. Таким образом, результаты полученных исследований позволяют рекомендовать предложенный метод комбинированного высокоэнергетического упрочнения дереворежущих ножей из стали 65Г в производство.

Список цитируемых источников

1. Влияние TiN покрытий твердосплавных ножей на эксплуатацию дереворежущего фрезерного инструмента при обработке ламинированных ДСтП / А. В. Алифанов [и др.] // Тр БГТУ. — 2012. — № 2: Лесная и деревообрабатывающая пром-сть. — С. 207—211.
2. Особенности износа упрочненных методом КИБ лезвий ножей дереворежущего фрезерного инструмента при обработке ДСтП / А. А. Гришкевич [и др.] // Современные методы и технологии создания и обработки материалов : сб. материалов VII Междунар. науч.-техн. конф., 19—21 сент. 2012 г., Минск. — Минск : ФТИ НАН Беларуси, 2012. — Кн. 2. — С. 297—303.
3. Магнитно-импульсная упрочняющая обработка изделий из конструкционных и инструментальных сталей / А. В. Алифанов [и др.] // Литье и металлургия. — 2012. — № 3. — С. 77—83.
4. Алифанов, А. В. Влияние режимов упрочняющей магнитно-импульсной обработки на прочностные характеристики дереворежущих ножей / А. В. Алифанов, Ж. А. Попова, А. С. Демянчик // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. В. «Промышленность. Прикладные науки». — 2012. — С. 74—78.
5. Алифанов, А. В. Механизм упрочнения легированных сталей в импульсном магнитном поле / А. В. Алифанов, Ж. А. Попова, Н. М. Ционенко // Литье и металлургия. — 2012. — № 4. — С. 151—155.

УДК 621.928.24

И. М. Корзун

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

АНАЛИЗ ВИБРАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ РАЗДЕЛЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ПО КРУПНОСТИ

Введение. Вибрационные машины получают всё более широкое применение в самых разнообразных отраслях промышленности. Расширяется область применения зарекомендовавших себя ранее вибромашин, создаются вибромашин для осуществления новых операций. Это обусловлено конструктивной простотой вибромашин во многих случаях более высокой, чем у обычных машин, технологической эффективностью.

Основная часть. Грохоты классифицируют по типу просеивающей поверхности (колосниковые, плетенные и штампованные), по характеру ее движения (неподвижные, качающиеся, вибрационные и вращающиеся), по форме (плоские и цилиндрические) и по положению в пространстве (горизонтальные и наклонные).

Наиболее просты по устройству неподвижные колосниковые грохоты, в которых материал перемещается по наклонной просеивающей поверхности гравитационно. Производительность неподвижных грохотов невысокая, их применяют в основном для предварительного грохочения.

Барабанный грохот представляет собой установленный наклонно (под углом $5...7^\circ$ к горизонту) вращающийся барабан. Из-за низкого качества грохочения и большого расхода энергии барабанные грохоты имеют ограниченное применение.

Эксцентрикковый грохот (рисунок 1, а) состоит из наклонного под углом $15...20^\circ$ короба.

Инерционные грохоты устанавливают как наклонно (см. рисунок 1, б) — с углом к горизонту $10...25^\circ$, так и горизонтально (см. рисунок 1, в). В отличие от эксцентрикковых грохотов, амплитуда колебаний у которых постоянна, эта величина у инерционных грохотов изменяется в зависимости от загрузки грохота: с ее увеличением амплитуда колебаний короба автоматически уменьшается, защищая конструкцию от перегрузок. Наклонно устанавливаемые инерционные грохоты применяют для тяжелых условий работы, а также для предварительного грохочения крупнокусковых материалов перед первичным дроблением.