

ПРИМЕНЕНИЕ УПРОЧНЯЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ИНСТРУМЕНТА, РАБОТАЮЩЕГО В УСЛОВИЯХ КЛИМАТИЧЕСКИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

*Брянская государственная инженерно-технологическая академия
Брянск, Россия*

Повышение износостойкости инструмента является одной из важных задач, решение которой способствует достижению более высокой эффективности производства. Особенно актуальна эта задача в условиях эксплуатации инструмента при низких климатических температурах и при резании мерзлой древесины, когда интенсивность его изнашивания резко возрастает.

Снижение сопротивляемости изнашиванию в указанных условиях связано с изменением под действием температур физико-механических свойств древесины и материала инструмента. Затупление режущего инструмента существенно интенсифицируется вследствие возрастания выкрашивания и сколов в результате увеличения нагрузки на лезвие из-за роста прочностных характеристик древесины и снижения пластических свойств инструментального материала, происходящего за счет активного воздействия продуктов деструкции древесины и температурного охрупчивания.

В связи с вышеизложенным важно выбрать эффективные методы упрочняющей обработки для указанных условий эксплуатации инструмента.

Для достижения этой цели перспективными являются методы, основанные на обработке поверхностей концентрированными потоками энергии. Воздействие высоких энергий на поверхностные слои позволяет направленно и в существенной степени изменять их свойства.

Среди них вызывают интерес электроискровое упрочнение и плазменная обработка. Насыщение поверхностных слоев при электроискровом легировании карбидообразующими элементами, например хромом, молибденом и вольфрамом, препятствует газонасыщению металла. Однако возникающие в процессе электроискрового воздействия дефекты поверхности и повышенная ее шероховатость делают затруднительным использование упрочненного инструмента без последующей обработки.

Плазменное упрочнение способствует формированию поверхностного слоя, обладающего высокими значениями микротвердости, и существенному уменьшению размеров зерен.

Однако при работе инструмента в рассматриваемых условиях повышения износостойкости каждым методом в отдельности недостаточно. Для снижения отрицательного влияния от совместного действия климатически низких температур и наводораживания предлагается проведение электроискрового легирования и последующей плазменной обработки. При этом происходит формирование поверхностного слоя повышенной износ- и водородостойкости, насыщенного легирующими элементами, и нижележащего слоя металла с более высокими пластическими свойствами, способствующими снижению выкрашивания режущей кромки. Плазменный нагрев после электроискрового легирования приводит к диффузии легирующих веществ на большую глубину, что снижает степень воздействия температуры на пластические свойства материала. Многократный плазменный нагрев приводит к дополнительной диффузии легирующих элементов в глубь металла, увеличивается степень дисперсности микроструктуры и достигается более равномерное распределение карбидов в массе основного металла.

Для определения рациональных режимов плазменного упрочнения дереворежущих пил были проведены эксперименты на образцах из стали 9ХФ. В качестве величины, характеризующей тепловой режим нагрева, была использована погонная мощность плазменной струи, варьируемая за счет изменения силы тока.

Плазменный нагрев производился на установке «Plasma-Technik» (Швейцария) при следующих режимах: напряжение на плазмотроне 45–50 В, ток 180–300 А, расстояние от упрочняемой поверхности до плазмотрона 8–10 мм, скорость перемещения пилы относительно плазмотрона 8–9 см/с.

Электроискровое легирование выполнялось на установке ЭФИ-46 электродами из хрома, молибдена и вольфрама при силе тока короткого замыкания 3,8–4,0 А и числе разрядов на 1 см²– 320–340.

Анализ результатов экспериментов показал, что в результате применения комплексного упрочнения, заключающегося в электроискровом легировании и последующем многократном плазменном воздействии, происходит формирование высокого уровня физико-механических характеристик поверхностных слоев. На рис. 1 приведены экспериментальные данные, характеризующие изменение микротвердости поверхности и глубины упрочненного поверхностного слоя от погонной мощности плазменной струи. Как видно из этих графиков, с увеличением Q_p микротвердость и размеры зоны упрочнения увеличиваются и достигают наиболее высокого значения при мощности, равной 0,25–0,27 кДж/см. При этом режиме комплексного упрочнения микротвердость достигает HV 950–980. При дальнейшем увеличении погонной мощности плазменной струи значения микротвердости снижаются и при 0,3–0,32 кДж/см происходит оплавление поверхности. В случае электроискрового упрочнения микротвердость повышается с HV 400–430 до – HV 790–810, при плазменном до HV 900–930.

Обработка профилограмм показала, что электроискровое легирование повышает шероховатость упрочненной поверхности до Ra 2,7–3,2. Плазменное воздей-

ствие в случае неоплавления поверхности параметры исходной шероховатости не изменяет. При комплексном упрочнении в зоне плазменного воздействия наблюдается сглаженный микрорельеф, шероховатость поверхности уменьшается по сравнению с исходной, сформированной в результате электронской обработки на 20–30% и достигает Ra 2,1–2,3.

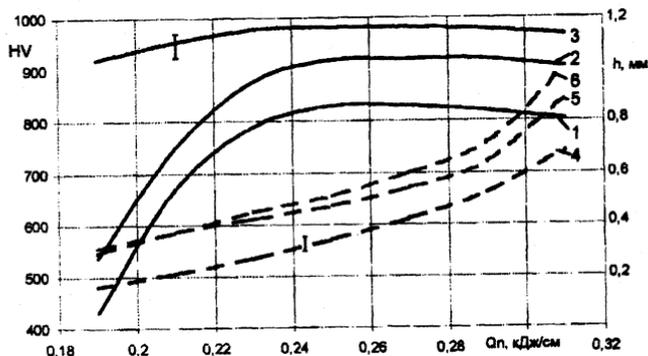


Рис. 1. Зависимость микротвердости поверхности HV (—) и глубины зоны упрочнения h (---) от погонной мощности плазменной струи: 1, 4 – однократное плазменное воздействие (ПВ); 2, 5 – трехкратное ГТВ; 3, 6 – комплексное упрочнение с трехкратным ПВ.

В упрочненных поверхностных слоях наблюдается рост микродеформации кристаллической решетки и повышение уровня дисперсности микроструктуры. Наиболее рациональное сочетание микродеформации и дисперсности микроструктуры достигается при комплексном упрочнении с трехкратным плазменным воздействием (рис. 2).

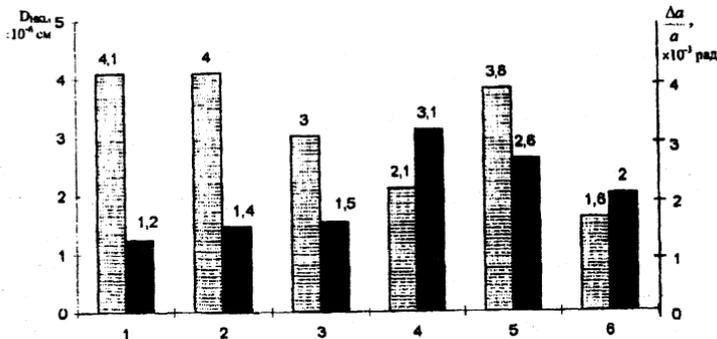


Рис. 2. Размеры блоков мозаики v и микронапряжений $\Delta\sigma$ в кристаллической решетке: 1 – без упрочнения; 2 – электроискровое упрочнение; 3 – однократное ПВ; 4 – трехкратное ПВ; 5 – комплексное упрочнение с однократным ПВ; 6 – комплексное упрочнение с трехкратным ПВ.

Рентгеноспектральный анализ позволил установить, что в зоне плазменного воздействия при комплексном упрочнении происходит диффузия легирующих элементов вглубь металла. Толщина поверхностного слоя, насыщенного легирующими элементами, при этом увеличивается в 2,5–3 раза, достигая 0,2–0,3 мм.

С целью экспериментального подтверждения эффективности комплексного метода упрочнения для дереворежущего инструмента были проведены испытания упрочненных стальных круглых пил при торцовке заготовок из древесины сосны влажностью 120–150 % и температурой -15–18°C. Установлено, что износостойкость исследуемого инструмента при применении упрочняющей обработки возрастает в 2,9–3,5 раза.

Для практического использования метода комплексного упрочнения стальных круглых и рамных пил рекомендуются следующие режимы упрочняющей обработки: сила тока короткого замыкания – 3,8–4,0 А, плотность разрядов на 1 см² 320–340, материал легирующих электродов – Cr, W, Mo, погонная мощность плазменной струи – 0,25–0,28 кДж/см, число циклов плазменного воздействия – 2–3. Использование данных рекомендаций позволяет повысить износостойкость инструмента, обеспечить его более продолжительную работу между переточками и увеличить срок службы.

УДК 691.175

Н. В. Спиридонов, А. С. Володько, Л. И. Пилецкая, Д. В. Степук

ДЕКОРАТИВНЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ ПОКРЫТИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

*Белорусская государственная политехническая академия
Минск, Беларусь*

Одной из важнейших областей применения термопластических материалов является антикоррозионная защита, независимо от того, применяется ли пластмасса в качестве конструкционных элементов или как покрытие на несущие конструкции. С помощью полимеров и композиций на их основе можно решать такие технические задачи, которые невозможно решить при использовании обычно применяемых при напылении материалов.

При газоплазменном напылении применяется в основном порошковый полимерный материал, частицы которого оплавляются при прохождении через пламя, а нагретая до температуры плавления полимера поверхность изделия способствует полному расплавлению напыленного слоя и образованию однородного покрытия.