

УДК 621.9.02:629.113
ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА,
ИСПОЛЬЗУЕМОГО В АВТОМОБИЛЕСТРОЕНИИ

А. А. КОМИССАРОВ, С. В. ВЕРЕЩАК, В. И. ДЮНДИКОВ
Научный руководитель О. В. ОБИДИНА, канд. физ.-мат. наук, доц.
БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

В автомобильной промышленности для повышения производительности и уменьшения затрат требуется значительное сокращение времени, которое тратится на металлообработку. В современном машиностроении проблема увеличения стойкости режущего инструмента остается открытой. Зачастую это связано с ошибками в определении режимов обработки материалов, с неверным выбором инструментального материала для обработки и упрочняющего покрытия. Существует также и экономическая причина – дороговизна самого инструмента. Поэтому и возникает вопрос об улучшении режущих свойств инструмента отечественных производителей, стоимость которого в разы отличается от продукции иностранных поставщиков.

Для изготовления режущего инструмента в основном применяют четыре группы инструментальных материалов: инструментальные стали, твердые сплавы, сверхтвердые материалы, режущая керамика. Каждая из этих групп подразделяется на несколько подгрупп. Ни один из этих указанных материалов не является универсальным и занимает свою нишу в соответствии с показателями прочности, вязкости, твердости и износостойкости.

Чтобы улучшить эксплуатационные характеристики инструментальные материалы подвергают различным видам упрочнения. Использование упрочняющих технологий существенно улучшает основные свойства инструментальных и конструкционных материалов. Повышается твердость, износостойкость, теплостойкость, коррозионную стойкость, адгезионную стойкость и т. д., что приводит к улучшению эксплуатационных характеристик упрочненных изделий не менее чем в 2–5 раз и позволяет сократить затраты на производство и приобретение инструмента и деталей машин, улучшить качество механической обработки, увеличить производительность труда и т. д.

Существует много способов упрочнения, среди которых наиболее распространенными являются химико-термическая обработка, лазерная обработка, ионная имплантация, ультразвуковое упрочнение, нанесение покрытий и т. д.

Химико-термическую обработку применяют для повышения твердости, износостойкости, сопротивления усталости и контактной выносливости. Наиболее широкое распространение в промышленности нашли такие виды химико-термической обработки, как цементация, азотирование и

нитроцементация. Однако многие химико-термические методы характеризуются токсичностью, а также высокой стоимостью.

Ионная имплантация широко применяется для обработки конструкционных материалов. При ионной имплантации ускоренные ионы внедряются в поверхностный слой твердотельной подложки. Толщина поверхностного слоя, в котором происходит торможение ионов, варьируется в широких пределах в зависимости от энергии ускоренных ионов. Механические, химические, электрические, оптические, магнитные и другие свойства твердых тел могут существенно изменяться при введении примесных атомов путем ионной имплантации. Использование ускоренных ионов дает возможность вводить в поверхностную область любого твердого тела практически любой легирующий элемент и позволяет получать требуемую концентрацию вводимого легирующего элемента и характер его распределения по глубине в поверхностной области облучаемой мишени. Как правило, такие распределения легирующего элемента не могут быть достигнуты другими способами. Однако метод ионной имплантации имеет ряд недостатков, среди которых можно выделить сложность и дороговизну оборудования, невозможность обрабатывать детали сложной формы, а также требования к квалификации обслуживающего персонала.

Заметное место среди большого разнообразия упрочняющих методов принадлежит лазерной обработке. Объясняется это рядом особенностей, выгодно отличающих ее от других методов. Лазерный способ упрочнения является локальным, что дает возможность обрабатывать только повреждаемые в процессе эксплуатации участки и поверхности. Это в свою очередь обеспечивает экономию энергии, уменьшение деформации инструмента и деталей машин. Лазерная закалка осуществляется, как правило, на воздухе, т. е. не требует трудоемкого вакуумирования. Процесс лазерной обработки строится на базе серийно выпускаемых высокопроизводительных установок и легко поддается автоматизации. Недостатками лазерных технологий являются сложность оборудования, зачастую более высокая стоимость и затраты на подготовку инфраструктуры, повышенные требования к квалификации обслуживающего персонала. Также существуют особые требования по технике безопасности, вызванные, в частности, тем, что большинство технологических лазеров генерируют излучение, невидимое глазом.

Одним из перспективных методов модификации материалов является плазменная обработка, которая отличается универсальностью, достаточно высокой производительностью, а также эффективностью с точки зрения модификации различных материалов. В отличие от лазерной обработки и ионной имплантации плазменное воздействие позволяет обрабатывать большие площади и изделия сложной формы. Плазменная обработка отличается от химико-термических методов тем, что не требует использования каких-либо жидких растворов, т.е. является экологически чистой, а также не энергоёмкой.



Установка для вакуумно-плазменной обработки материалов интенсивно используется в Белорусско-Российском университете для улучшения эксплуатационных свойств материалов. Сущность способа вакуумного модифицирования металлов и сплавов заключается в том, что изделия помещаются в вакуумную камеру на катод. Из камеры откачивается воздух и включается цепь питания источника высокого напряжения, благодаря чему между электродами создается разность потенциалов, величину которой устанавливается в пределах 0,2–3 кВ. В результате этого возникает пробой разрядного промежутка с возникновением тлеющего разряда. Далее, управляя источником высокого напряжения и вакуумными клапанами, устанавливается давление остаточных газов, напряжение горения разряда и плотность тока в необходимых пределах. По истечении времени обработки изделий в плазме тлеющего разряда, высокое напряжение выключается. После чего производится напуск воздуха в камеру, а затем обработанные изделия извлекаются. Температура в камере в течение плазменной обработки контролируется и не превышает 343 К.

В качестве объектов исследования использовались образцы из быстрорежущей стали Р6М5 и образцы из твердого сплава ВК10. До и после плазменного воздействия изучалась дислокационная структура образцов, их микротвердость и износостойкость.

В результате проведенных исследований было установлено, что обработка стали Р6М5 в тлеющем разряде приводит к измельчению и перераспределению карбидной фазы в поверхностном слое глубиной до 20 мкм, снижению плотности дислокаций, как в карбидной фазе, так и в матричном материале, при этом коэффициент износостойкости увеличивается до 2,1 раза, а максимальное приращение микротвердости составляет до 25 %. В результате обработки твердого сплава ВК10 плазмой тлеющего разряда происходит измельчение зерен карбидной фазы, формирование новых границ раздела твердой фазы, размытие межфазных границ, при этом коэффициент износостойкости увеличивается до 3 раз, а твердость повышается до 17 %.

Полученные результаты могут быть использованы на промышленных предприятиях Республики Беларусь и в научных организациях, специализирующихся в области плазменной обработки и материаловедения, а также использованы в учебном процессе при разработке спецкурсов, рассчитанных на студентов физических и машиностроительных специальностей.