

УДК 621.9.02:629.113  
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МОДИФИКАЦИИ РЕЖУЩЕГО  
ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Д. В. ГРАКОВ, А. А. ИПАТОВИЧ,  
М. О. ХАЛАНДЫРЕВ, А. О. АРЖАНОВ  
Научный руководитель О. В. ОБИДИНА, канд. физ.-мат. наук, доц.  
БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Для повышения производительности в автомобильной промышленности требуется значительное сокращение времени, затрачиваемого на металлообработку. За последние 30 лет требования к механической обработке существенно изменились. Доля труднообрабатываемых материалов в машиностроении, которое является основным потребителем обрабатывающего инструмента, возросла с 10 % до 80 %. Увеличились и требования к качеству и производительности обработки. Данные факторы обуславливают возрастающую необходимость в современном инструменте с улучшенными эксплуатационными характеристиками.

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

Для достижения высоких эксплуатационных характеристик инструментальные материалы подвергают различным видам упрочнения.

Применение технологий упрочнения существенно улучшает основные свойства инструментальных и конструкционных материалов, в частности, повышает 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, увеличить производительность труда, улучшить качество механической обработки и т. д.

Наиболее распространенными способами упрочнения являются химико-термическая обработка, лазерная обработка, ионная имплантация, 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.

Среди большого разнообразия упрочняющих методов заметное место принадлежит лазерной обработке (закалке и легированию). Объясняется это рядом особенностей, выгодно отличающих ее от альтернативных. Во-первых, 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. Во-вторых, лазерная закалка осуществляется, как правило, на воздухе, то есть не требует трудоемкого вакуумирования. И, в-третьих, 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.

Метод ионной имплантации применяется в полупроводниковых технологиях и для обработки конструкционных материалов. При ионной имплантации ускоренные ионы внедряются в поверхностный слой твердой 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.

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 энергоемкой.

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 помещают в вакуумную камеру на катод. Из камеры откачивали воздух и включали цепь питания источника высокого напряжения, благодаря чему между электродами создается разность потенциалов, величину которой устанавливали 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, устанавливали давление остаточных газов, напряжение горения разряда и плотность тока в необходимых пределах. По истечении времени обработки изделий в плазме тлеющего разряда, высокое напряжение выключали. Производили напуск воздуха в камеру, а затем извлекали обработанные изделия. Температура в камере в течение плазменной обработки контролировалась и не превышала 343 К. До и после плазменного воздействия изучалась дислокационная структура образцов, их микротвердость и износостойкость.

Под воздействием плазменной обработки материал изделия приобретает комплекс новых физико-механических, химических и эксплуатационных свойств. В частности, наблюдается повышение твердости обрабатываемых металлов на 15–20 %, также повышается износостойкость инструментальной оснастки из быстрорежущих сталей в 2,5 раза, из твердых сплавов – в 2 раза. Для всех облученных в плазме тлеющего разряда металлов наблюдается изменение структуры в приповерхностных слоях.

Для отечественного машиностроения 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.

Вакуумно-плазменная технология модифицирования материалов является современным и перспективным направлением и успешно применяется для упрочнения режущего инструмента на различных предприятиях нашей республики.