

УДК 693.22.0014.13

Использование концентрированных источников энергии для поверхностного упрочнения деталей машин

Студенты гр. 104518 Бакиновский А.А., гр. 104219 Марышева А.А.
Научный руководитель – Вейник В.А.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Концентрированными источниками энергии для поверхностного упрочнения являются лазерный луч и плазменная струя. Различают, соответственно плазменный и лазерный нагрев.

Особенности плазменной поверхностной закалки – кратковременность процесса нагрева и возможность создания условий охлаждения, обеспечивающих высокую интенсивность, – оказывают существенное влияние на структуру закаленного слоя. Упрочнение является результатом высокоскоростного локального нагрева плазменной дугой поверхностного слоя изделия до высоких (выше A_{C3}) температур и быстрое его охлаждение со сверхкритической скоростью в результате теплоотвода в глубинные (внутренние) слои материала изделия. Образующиеся при скоростном нагреве и охлаждении структуры закалочного типа обладают высокими твердостью, износостойкостью и сопро-

тивлением разрушению. Эффект от плазменной закалки определяется повышением эксплуатационных свойств детали благодаря изменению физико-механических характеристик поверхностного слоя, вследствие образования специфической структуры и фазового состава металла, а также получения на поверхности сжимающих остаточных напряжений.

Структурные превращения в целом соответствуют происходящим при объемной закалке, однако, высокие скорости нагрева и охлаждения вызывают изменение соотношений между структурными составляющими, изменение их морфологии вследствие повышенной дефектности кристаллического строения (увеличение плотности дислокаций, измельчение блоков и рост напряжений в кристаллической решетке).

Среди упрочняющих технологий плазменная является относительно новой, интенсивно развивающейся в последние годы. Широкое распространение получил процесс плазменного поверхностного упрочнения гребней колесных пар без выкатки их из-под локомотива, а также с использованием автоматических линий.

Плазменная поверхностная закалка лезвия почвообрабатывающего инструмента дает существенные преимущества перед традиционными (объемная закалка, наплавка) процессами упрочнения. Инструмент самозатачивается при работе, а сравнительные испытания на трех машиноиспытательных станциях с различными грунтами показали примерно двухкратное увеличение стойкости. Учитывая высокую производительность закалки (2 см/с), легкость полной автоматизации процесса, простоту обслуживания оборудования, низкие текущие затраты и высокую эффективность, плазменное упрочнение лезвий почвообрабатывающего инструмента можно реализовать в условиях ремонтных предприятий.

Плазменную поверхностную обработку можно эффективно применять для повышения стойкости шестерен и металлообрабатывающего инструмента. Проблема дефицита и высокой стоимости инструментальных сталей может быть существенно снижена для машиностроительных предприятий благодаря повышению работоспособности металлообрабатывающего инструмента (резцов, сверл, фрез). Плазменная поверхностная обработка позволяет повысить стойкость данного инструмента в 2 – 2,5 раза.

Лазерное поверхностное упрочнение является одним из широко применяемых видов лазерной обработки металлов и сплавов. Структура и фазовое состояние поверхностных слоев после лазерного упрочнения привлекают внимание своими необычными физическими и механическими свойствами. Интерес к лазерному упрочнению стимулируется потребностями современного машиностроения в области создания конкурентноспособной продукции и высокопроизводительной техники. Перспективным направлением исследований в данной области является получение сверхмелкой кристаллической структуры на рабочей поверхности объемных тел, вплоть до перехода к нанокристаллическому состоянию

На практике используются две основные разновидности лазерного термического упрочнения материалов и сплавов. Наибольшее распространение получил метод лазерной закалки из твердого состояния (без оплавления поверхности). Область применения метода – средне – и высокоуглеродистые стали. Упрочнение заключается в лазерном нагреве слоев выше температуры точки A_1 [1] с высокими скоростями, что приводит к перегреву α – фазы и зарождению множественных центров перекристаллизации. На стадии охлаждения происходит значительное переохлаждение аустенита и его полиморфное превращение по мартенситному механизму с образованием метастабильных фаз. С увеличением скоростей нагрева и охлаждения возрастают величины перегрева и переохлаждения фаз, при этом возникает большее количество центров перекристаллизации и активнее протекает процесс диспергирования структуры. С другой стороны, увеличение скоростей нагрева и охлаждения возможно только за счёт повышения скорости \dot{T} , движения луча лазера, что уменьшает толщину зоны лазерного воздействия (ЗЛВ) и сокращает время диффузионной активности углерода. Таким образом, механические свойства слоев, упрочненных без оплавления поверхности, определяются взаимодействием указанных факторов и не могут быть получены

выше определенных пределов, характерных для исходной структуры и химического состава. Существенное ограничение метода – малая толщина эффективного упрочнения (0,3 – 0,7 мм).

Другой метод – лазерная закалка из жидкого состояния – используется, как правило, для увеличения толщины ЗЛВ и не получил широкого применения. Объясняется это тем, что при низких скоростях и движения лазерного луча в зоне оплавления образуется дендритно-зеренная структура, характеризующаяся пониженным значением микротвердости.

Плазменный и лазерные нагревы значительно снижают потребление энергии и ускоряют процессы термической обработки деталей, а также позволяют максимально автоматизировать процесс термообработки. Кроме того, сильно повышается качество закаляемой поверхности.

Репозиторий БНТУ