

Термическая обработка напыленных покрытий

Студент гр.104217 Мороз М.С.

Научный руководитель – Соколов Ю.В.

Белорусский национальный технический университет

г. Минск

Постоянное повышение требований к материалам, эксплуатируемым в агрессивных средах, вакууме, при высокой температуре и в других экстремальных условиях, ставит трудноразрешимые в материаловедческой науке вопросы. Промышленность все чаще сталкивается с проблемами нехватки сырья и энергии, все острее ощущается недостаток многих чистых металлов, являющихся легирующими элементами. Важное место в решении сформулированной глобальной проблемы принадлежит поверхностным слоям твердых тел. Именно они ответственны за износостойкость, коррозионную и усталостную прочность, ряд других физико-механических характеристик.

Принципиально новые возможности в этом направлении открывает использование для обработки поверхностей концентрированных потоков энергии (в частности лазерной и электронно-лучевой обработки).

Улучшение эксплуатационных свойств металлических материалов при различных видах лазерной поверхностной обработки связано с изменением структурного состояния, фазового и химического составов поверхностных слоев. Используя лазерный пучок как концентрированный источник тепла, можно выполнять различные виды локальной термической обработки. Для лазерного глазурирования, как правило, используют непрерывное излучение с плотностью мощности $10^4 \dots 10^7$ Вт/см². При перемещении обрабатываемой поверхности под лучом лазера (или луча по поверхности) тонкие слои материала расплавляются и затем быстро затвердевают за счет передачи тепла низлежащим холодным слоям металла основы.

Лазерное оплавление можно использовать для поверхностного легирования или обработки покрытий. В последнем случае наблюдается залечивание дефектов (пор и трещин) и улучшается прочность сцепления покрытия с основой вследствие образования жидкой фазы. С помощью лазера можно производить наплавку или напыление различных покрытий аналогично процессам дуговой, плазменной или пламенной наплавки или напыления.

Лазерная закалка принципиально отличается от объемной закалки тем, что она может протекать с оплавлением и без оплавления поверхности. Для лазерной закалки могут быть использованы лазеры как импульсного, так и непрерывного действия. Наиболее важные

факторы, определяющие выбор типа лазера - глубина упрочнения и производительность процесса.

Практика работы с лазерным излучением показала, что лазерная термическая обработка металлов без оплавления поверхности практически невозможна без специальных технологических мер, повышающих поглощающую способность металла. Для получения стабильных результатов лазерной термической обработки на обрабатываемую поверхность перед облучением наносят соответствующие покрытия. Чаще всего для этой цели используют фосфаты марганца или цинка, различные краски, суспензии.

Широко возможности лазерного отжига используют в электронной промышленности. В отличие от обычного печного отжига с помощью лазерного луча можно осуществлять контролируемый по температуре и времени нагрев поверхностных слоев различных материалов на заданную глубину. При этом температура соседних участков металла практически не изменяется. Применение лазерного отжига вследствие локальности и кратковременности нагрева позволяет подавить диффузионные процессы и существенно улучшить характеристики полупроводниковых материалов и структур.

Электронно-лучевые процессы основаны на использовании в качестве энергоносителя пучка электронов, который формируется в электронной пушке и направляется на обрабатываемый объект. Кинетическая энергия электронов при взаимодействии с атомами вещества превращается в тепловую энергию возбуждения атомов и молекул. Для нагрева поверхности обрабатываемого изделия применяется развертка луча с помощью электромагнитных систем. Возможные варианты электронно-лучевой обработки материалов можно разделить на два больших комплекса направлений – процессы, проводящиеся с материалами в твердом состоянии и при расплавлении их поверхности.

Наиболее интенсивно исследования применения электронных потоков для модифицирования свойств, термоупрочнения поверхностного слоя заготовок из металлов и сплавов проводятся в следующих направлениях:

1) Оплавление и последующее затверждение с небольшими скоростями продвижения фронта фазовых превращений, осуществляемые для рафинирования металла у поверхности заготовки от примесей и включения без дополнительного легирования материала, а также для устранения, заваривания поверхностных дефектов.

2) Закалка сплавов из твердого состояния со скоростями нагрева и охлаждения = $100 - 10000 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{с}$.

3) Поверхностное легирование, наплавка материала, обработка предварительно нанесенных на металл покрытий, нагрев слоев после ХТО;

4) Оплавление со сравнительно высокими скоростями плавления и кристаллизации, обеспечивающими закалку сплавов из жидкого состояния;

5) Оплавление и затверждение с высокими и сверхвысокими скоростями, приводящие к аморфизации (стеклованию) тонкого приповерхностного слоя материала;

6) Ударное упрочнение, проводимое с еще более высокими скоростями за промежутки времени $10^{-6} - 10^{-8}$ с. Глубинное упрочнение материала происходит из-за действия распространяющихся в виде ударной волны упругих колебаний.