

## Изучение влияния лазерной обработки на механические показатели плазменно-напыленных покрытий

Студентка гр.104210 Лущик М.Э.  
 Научный руководитель – Пантелеенко А.Ф.  
 Белорусский национальный технический университет  
 г. Минск

Целью данной работы является изучение возможности лазерной обработки плазменно-напыленных покрытий и ее влияния на микротвердость покрытий.

В настоящее время в промышленности для упрочнения и восстановления применяется множество технологий, но наибольшее распространение получили наплавка и напыление. Одним из наиболее перспективных способов является плазменное напыление, однако необходима последующая обработка для устранения пористости, получения однородности покрытия и повышения адгезии. Для обработки нанесенных покрытий применялось лазерное оплавление [1-3].

На рисунке 1 представлены графики распределения микротвердости покрытий по глубине для различных режимов лазерной обработки плазменно-напыленных покрытий [4].

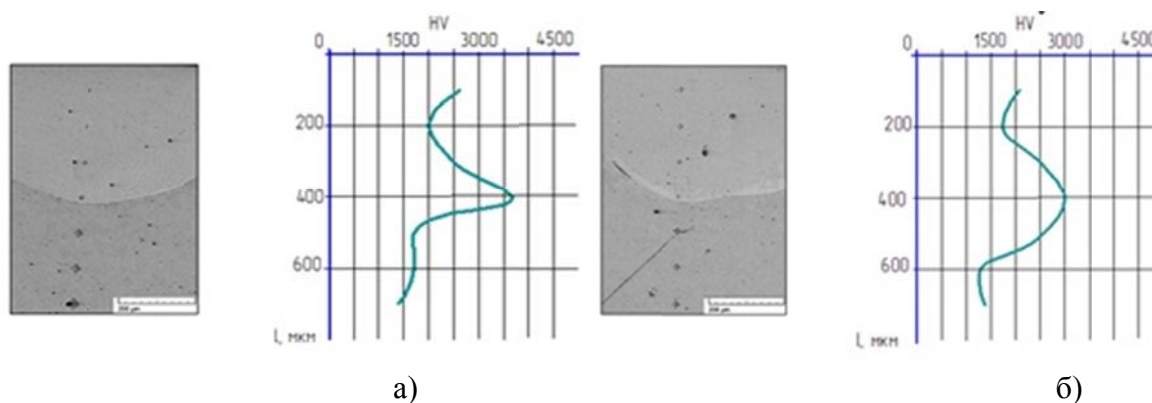


Рисунок 1 – Распределение микротвердости покрытий по глубине для различных режимов лазерной обработки плазменно-напыленных покрытий (диффузионно-легированный порошок ПР-Х18Н9Р3; плотность энергии  $0,25 \cdot 10^9 \text{ Вт/м}^2$ ):  
 а – скорость перемещения луча 200 мм/мин; б – скорость перемещения луча 300 мм/мин

Исходя из приведенных данных, можно предположить, что возрастание микротвердости плазменно-напыленных покрытий после лазерной обработки идет как за счет образования боридных включений, так и за счет появления зоны термического влияния в подложке, что наблюдается на графиках. Таким образом, зона повышенной твердости не будет сошлифована при механической обработке, так как она находится на расстоянии не менее 100-150 мкм от поверхности, и будут обеспечены более высокие эксплуатационные показатели деталей [4, 5].

### Список использованных источников

1. Наплавка и напыление: учебник / А. Хасуи, О. Моригаки, пер. с яп. В.Н.Попова; под ред. В.С.Степина, Н.Г.Шестеркина. – М.: Машиностроение, 1985. – 240 с.
2. Теория и практика нанесения защитных покрытий / П.А. Витязь, В.С. Ивашко, А.Ф. Ильющенко и др. – Мн.: Беларуская навука, 1998. – 583 с.
3. Восстановление деталей: Справочник / Ф.И. Пантелеенко, В.П. Лялякин, В.П. Иванов, В.М. Константинов; под ред. В.П. Иванова — М.: Машиностроение, 2003. – 672 с.

4. Пантелеенко, А.Ф. Лазерное модифицирование плазменно-напыленных покрытий / Пантелеенко А.Ф. // Прикладные проблемы оптики, информатики, радиофизики и физики конденсированного состояния: Сборник докладов II Международной научно-практической конференции. Минск, 27-28 февраля 2013. - С. 231-233.

5. Пантелеенко, А.Ф. Композиционные покрытия, полученные высокоэнергетическими методами./ А.Ф. Пантелеенко, О.Г. Девойно // Перспективные материалы и технологии. Коллективная монография. Под ред. В.В. Клубовича. – Витебск: Изд-во УО «ВГТУ», 2013 г. – Гл. 28. – С. 587–607.

УДК 669

### **Перспективы применения ионно-плазменного азотирования в производстве**

Студентки гр.104210 Лущик М.Э, Савич А.Ю.  
Научный руководитель – Пантелеенко А.Ф.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Целью настоящей работы является рассмотрение перспективы использования ионно-плазменного азотирования по сравнению с другими видами химико-термической обработки.

Основной задачей увеличения срока эксплуатации деталей, которые составляют структурное единство механизмов агрегата, является повышение их качества. Одним из вариантов решения данной задачи является использование достижений в области упрочнения поверхности. Благодаря современным энергосберегающим и экологически безопасным технологиям термической и химико-термической обработки обеспечивается объемное и поверхностное упрочнение конструкционных материалов [2].

Одной из предлагаемых технологий, отвечающих современным требованиям, является ионно-плазменное азотирование. ИПА – эффективный метод упрочняющей химико-термической обработки деталей обеспечивающий диффузионное насыщение поверхностного слоя стали (шестерен, зубчатых венцов, конических и цилиндрических шестерен, вал-шестерен, шнеков экструдеров, валов, прямозубых, пресс-форм, муфт сложной геометрической конфигурации и др.) , чугуна(пресс-формы, валы, шестерни и др.) азотом в азотно-водородной плазме при температуре 400 – 600°C, титана и титановых сплавов при температуре 800 – 950°C в азотной плазме. Процесс диффузионного насыщения управляем, контролируется расход и концентрация каждого из компонентов газовой смеси  $N_2+H_2+Ar$ , давление в рабочей камере и температура процесса. Может быть оптимизирован в зависимости от конкретных требований к глубине слоя и твердости поверхности, обеспечивая тем самым стабильное качество обработки.

Принцип действия ИПА заключается в том, что в разряженной (200 – 1000 Па) азотсодержащей газовой среде между катодом, на котором располагаются обрабатываемые детали, и анодом, в качестве которого служат стенки вакуумной камеры, возбуждается аномальный тлеющий разряд, образующий активную среду (ионы, атомы, возбужденные молекулы). Это обеспечивает формирование на поверхности изделия азотированного слоя, состоящего из внешней – нитридной зоны и располагающейся под ней диффузионной зоны.

В сравнении с широко используемыми способами упрочняющей химико-термической обработки стальных деталей, такими, как цементация, нитроцементация, цианирование и газовое азотирование в печах, метод ИПА имеет ряд преимуществ:

- более высокая поверхностная твердость азотированных деталей;
- отсутствие деформации деталей после обработки и высокая чистота поверхности;
- повышение предела выносливости и увеличение износостойкости обработанных деталей;