

## **ПЛАЗМЕННАЯ НАПЛАВКА ИЗНОСОСТОЙКИХ МАТЕРИАЛОВ**

**Толстошеев В.А.,**

**научный руководитель канд. техн. наук Токмин А.М.**

*Сибирский федеральный университет*

Наплавка покрытий – это процесс нанесения покрытия из расплавленного материала на разогретую до температуры плавления поверхность восстанавливаемой детали.

Покрытия, полученные наплавкой, характеризуются отсутствием пор, высокими значениями модуля упругости и прочности на разрыв. Прочность соединения этих покрытий с основой соизмерима с прочностью материала детали.

Если в машиностроительном производстве наплавку применяют для повышения износостойкости трущихся поверхностей, то в ремонтном производстве – в основном для проведения последующих работ по восстановлению расположения, формы и размеров изношенных элементов. Наплавка изношенных поверхностей занимает ведущее место вследствие своей универсальности.

Перед наплавкой очищают и прокаливают наплавочные материалы для удаления влаги, т.к. она может быть источником водорода. Вследствие водородной хрупкости возникают холодные трещины. Далее обрабатывают поверхности деталей и электродов и при необходимости предварительно нагревают их. Применяются растворы технологических моющих средств, органические растворители (ацетон), дисковые и ленточные инструменты из абразивных материалов и дробеструйная обработка.

Предварительный нагрев изделия непосредственно перед наплавкой предотвращает растрескивание наплавленного слоя. Нагрев ведут в печах, газовыми горелками или ТВЧ. При недостаточной температуре подогрева могут возникнуть трещины, а чрезмерный нагрев снижает скорость охлаждения и увеличивает глубину проплавления основного металла, что не обеспечивает требуемой твердости наплавленного металла. Правильный выбор температуры предварительного нагрева особенно важен при наплавке твердых материалов.

Наиболее интересными для проводимых исследований являются следующие виды наплавки: плазменная наплавка, электромагнитная наплавка, лазерная наплавка.

Плазменная наплавка – это процесс нанесения покрытий плазменной струей, когда деталь включена в цепь тока нагрузки. В этом случае с помощью плазменной струи нагреваются поверхность восстанавливаемой детали и наносимый материал. Наплавляемый материал перемещается плазменной струей. Температура ее может превышать 20000 К. При плазменной наплавке в отличие от аргонодуговой наплавки электрическая дуга сжимается стенками водоохлаждаемого сопла. Газ, продуваемый сквозь эту дугу, приобретает свойства плазмы – становится ионизированным и электропроводящим. Слой газа, соприкасающийся со стенками сопла, интенсивно охлаждается, утрачивает электропроводность и выполняет функции электрической и тепловой изоляции, что приводит к уменьшению диаметра плазменной струи, который составляет 0,7 диаметра сопла. В качестве плазмообразующего газа чаще применяется аргон. Плотность энергии высока и скорость ввода тепла в деталь больше скорости теплопередачи в ее массу, поэтому поверхность детали быстро расплавляется. Процесс протекает с малым проплавлением и большим термическим КПД.

Преимущества: - гладкая и ровная поверхность покрытий позволяет оставлять припуск на обработку 0,4...0,9 мм;

- малая глубина проплавления (0,3...3,5 мм) и небольшая зона термического влияния (3...6 мм) обуславливают долю основного металла в покрытии < 5 %.
- малое вложение тепла в обрабатываемую деталь обеспечивает небольшие деформации и термические воздействия на структуру основы.
- обеспечивается высокая износостойкость, наблюдается снижение усталостной прочности деталей на 10...15%, что намного меньше по сравнению с другими видами.

Применяется для ответственных деталей: коленчатые, кулачковые и распределительные валы, валы турбокомпрессоров, оси, крестовины карданных шарниров, направляющие оборудования и др.

Область применения способа – нанесение тонкослойных покрытий на нагруженные детали с малым износом.

Сущность электромагнитной наплавки заключается в нанесении покрытия из порошка на поверхность заготовки в магнитном поле при пропускании постоянного тока большой силы через зоны контакта частиц порошка между собой и с заготовкой.

Магнитное поле создают в зазоре между заготовкой и полюсным наконечником. Оно выстраивает мостики частиц ферромагнитного порошка между указанными элементами. На магнитное поле, в свою очередь, налагают электрическое поле путем приложения напряжения к заготовке и полюсному наконечнику. Восстановительное покрытие получается за счет нагрева частиц порошка в зазоре, их оплавления и закрепления на восстанавливаемой поверхности.

Способ позволяет совмещать во времени процессы нанесения покрытия и ППД. Электромагнитную наплавку можно совмещать со шлифованием абразивными частицами наносимого материала.

Область применения процесса – восстановление и упрочнение деталей с износом до 0,6 мм в мелко- и среднесерийном производствах с одновременным их поверхностным пластическим деформированием.

При лазерной наплавке источником тепла является концентрированный луч лазера. Лазерная наплавка позволяет выполнять: наплавку, оплавление напыленных поверхностей, поверхностное легирование, поверхностную закалку, соединять детали в труднодоступных местах и керамические изделия. Применяется при восстановлении ответственных деталей с местным износом. Наиболее эффективен при восстановлении поверхностей площадью 5...50 мм и величиной износа 0,1...1,0 мм, при этом расход порошков невелик, глубина термического влияния обычно не превышает 0,5...0,6 мм, а деформации детали отсутствуют.

Твердость покрытий из самофлюсующихся порошков, которые наносят на поверхность детали как пасту, составляет 35...60 HRC для подложки из стали и 45...60 HRC для подложки из чугуна. Толщина нанесенного слоя достигает 40...50 мкм. Прочность соединения покрытия с материалом подложки > 250 МПа.

В данной работе применяли плазменную наплавку порошковым сормайтотом. Наплавка осуществлялась в плазменной струе прямого действия при силе тока 170 А, напряжении 30 В со скоростью перемещения плазмотрона 25 м/ч. Гранулометрический состав порошка сормайтота составлял 70-150 мкм. Толщина наплавляемого слоя за один проход составляла 3 мм. Наплавку производили на высокохромистую сталь.

После наплавки были исследованы свойства и микроструктура наплавленного слоя, переходной зоны и зоны термического влияния.

На полученных снимках (рисунки 1, 2) отчетливо видны включения основного материала в наплавленном слое. Характерной особенностью является направленная структура данных включений. При повышенной скорости охлаждения формируется мартенситное строение в зоне термического влияния.

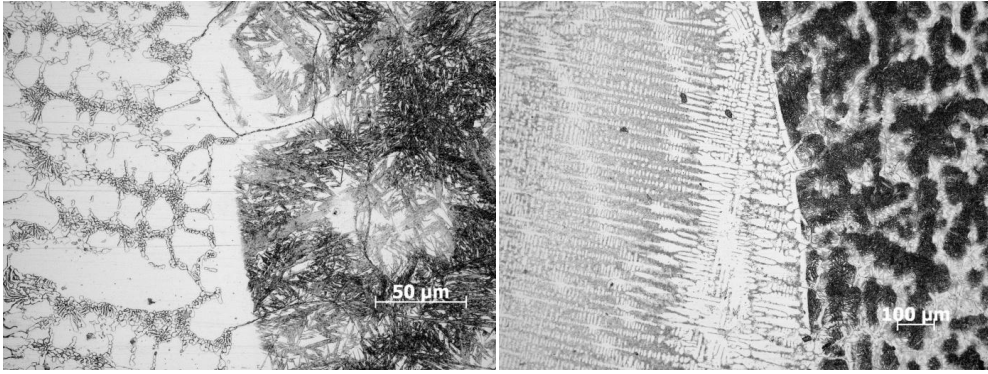


Рисунок 1 – Микроструктура наплавленного слоя, переходной зоны и зоны термического влияния

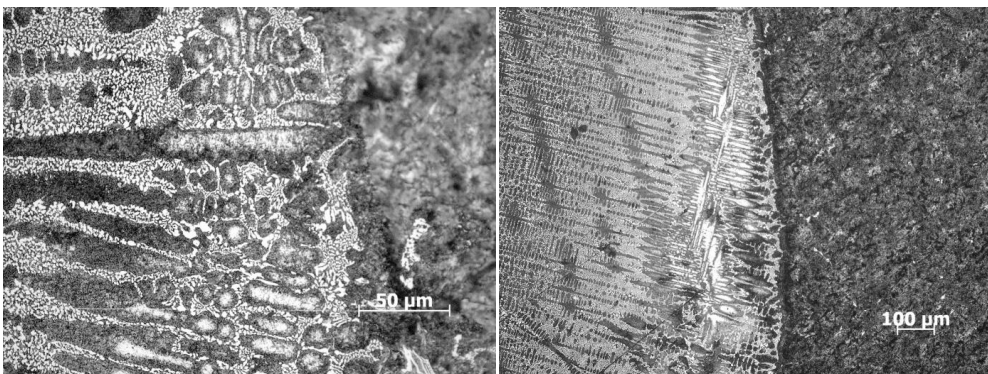


Рисунок 2 – Микроструктура наплавленного слоя, переходной зоны и зоны термического влияния после проведения отжига

В ходе проведения исследований были произведены измерения параметров микротвердости наплавленного образца до и после отжига. Отжиг проводился при температуре  $750^{\circ}\text{C}$  в течение 1 часа.

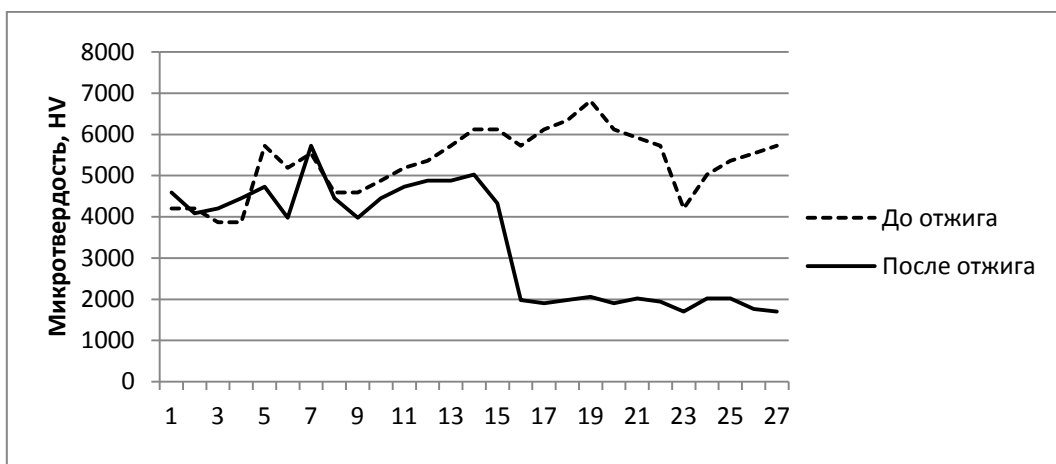


Рисунок 3 - Сравнительный анализ значений микротвердости

По снимкам и результатам исследования микротвердости (рисунок 3) видно, что отжиг оказал наибольшее влияние на материал заготовки, на которую производилась наплавка и практически не сказался на наплавленном слое.