

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ КОРОБЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ С ПОКРЫТИЕМ

*Белорусская государственная политехническая академия
Минск, Беларусь*

Процесс получения износостойкого покрытия из самофлюсующегося сплава на поверхности детали можно разделить на четыре основных этапа:

- 1) обработка поверхности заготовки перед нанесением покрытия;
- 2) нанесение покрытия;
- 3) оплавление покрытия (включая операции по снижению коробления);
- 4) механическая обработка покрытия.

При построении технологического процесса упрочнения наибольшее внимание следует уделять этапу осаждения покрытия, поскольку на этом этапе закладывается его толщина, которая в значительной мере определяет трудоемкость последующей механической обработки и себестоимость упрочненной детали. Основными путями снижения себестоимости упрочнения являются: уменьшение массы порошка, расходуемого на создание покрытия, и сокращение затрат на нанесение и последующую обработку покрытия. Получение минимального по величине припуска на механическую обработку обеспечит выполнение этих требований. С другой стороны, назначая припуск на механическую обработку, необходимо учитывать усадку покрытия, возможное коробление детали после оплавления, температурные воздействия на основу и покрытие в процессе эксплуатации и ряд других факторов.

Построение технологического процесса механической обработки деталей с покрытием из самофлюсующихся сплавов в значительной степени зависит от толщины снимаемого слоя покрытия. Снятие увеличенного припуска значительно усложняет и удорожает механическую обработку. Величина припуска под механическую обработку определяется габаритами изделия, способом получения и обработки покрытия, усадкой покрытия, а также возможным короблением детали в процессе получения покрытия. При этом, если потерю геометрической точности цилиндрических деталей после получения покрытия можно компенсировать предварительным изменением размеров заготовки, то коробление плоской детали с покрытием можно устранить лишь механической обработкой слоя покрытия, равного величине деформации детали. Если величина коробления детали с покрытием превышает толщину покрытия, то деталь использоваться не может. Увеличение толщины покрытия не дает положительных результатов. С увеличением толщины покрытия деформация детали также увеличивается. Кроме того, получение покрытий из самофлюсующихся сплавов толщиной более

1–2 мм, во-первых, сопряжено со значительными техническими трудностями, во-вторых, приводит к удорожанию детали, в-третьих, увеличивает трудоемкость последующей механической обработки покрытия. Возникающие при этом в покрытии остаточные напряжения могут привести к его отслаиванию или растрескиванию. Следовательно, величина припуска под механическую обработку зависит и от коробления деталей с покрытием, причем коробление может иметь решающее значение. Поэтому при назначении припуска этот фактор необходимо учитывать наряду с остальными.

Коробление детали с покрытием является следствием того, что образовавшиеся в ней напряжения превысили по величине предел упругости материала основы. Если жесткость основы больше образовавшихся в покрытии напряжений, то релаксация напряжений происходит путем отслаивания или растрескивания покрытия в зависимости от того, что выше – прочность самого покрытия или же его сцепление с основой. Следовательно, технологическое обеспечение получения качественного покрытия, обладающего комплексом требуемых свойств при минимальных затратах на его механическую обработку, должно идти по двум направлениям: во-первых, снижение напряжений в покрытии для того, чтобы предотвратить повреждение покрытия и деформацию детали; во-вторых, регулирование в каждом конкретном случае величины и знака остаточных напряжений исходя из условий эксплуатации детали. Снизить остаточные напряжения в покрытии можно либо уменьшением влияния или устранением отдельных факторов, приводящих к образованию остаточных напряжений; либо – использованием эффекта компенсации напряжений, либо – проведением мероприятий, приводящих к релаксации возникших напряжений.

Рассмотрим основные методы получения покрытий из самофлюсующихся сплавов на плоских деталях, позволяющие уменьшить коробление путем разделения температурных потоков. На рис. 1 показана последовательность получения полосчатого покрытия из самофлюсующихся сплавов на плоских деталях. [1] На предварительно подготовленную поверхность основы 1 (обычно после дробеструйной обработки) сначала наносят через экран с прорезями или механически закрепляют полосы пластичного материала (бронзы, титана и др.), затем на всю поверхность наносят слой покрытия из самофлюсующегося сплава, превышающий по толщине высоту ранее полученных лакирующих полосок на величину припуска под предварительную механическую обработку. Напыленное покрытие подвергают предварительной механической обработке до появления чистой поверхности лакирующих полосок и производят оплавление. Если температура плавления лакирующего материала меньше 1100°C , то на полосы дополнительно наносят термостойкое покрытие, препятствующее растеканию лакирующего материала при оплавлении покрытия из самофлюсующегося сплава. После оплавления покрытия производят его окончательную механическую обработку. Лакирующие полосы могут располагаться или параллельно друг другу, или в шахматном порядке в зависимости от соотношения длины и ширины основы.

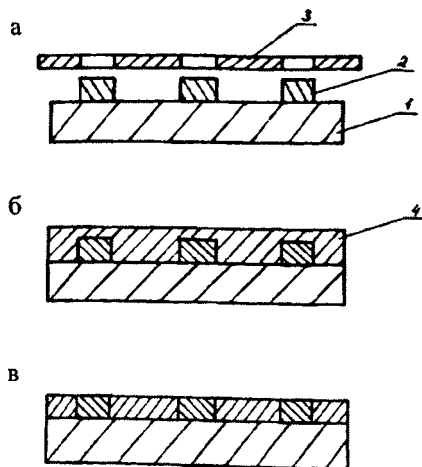


Рис. 1. Схема последовательного получения полосчатого покрытия из самофлюсующихся сплавов на плоских деталях: а – напыление на основу 1 через экран-маску 3 полос пластичного материала 2; б – напыление покрытия из самофлюсующегося сплава 4; в – полосчатое покрытие после механической обработки

Если упрочнению подвергается деталь, длина L которой значительно превышает ширину H ($L > 10 H$), то плакирующие полосы целесообразно располагать поперек упрочняемой поверхности; если же длина и ширина детали соизмеримы, плакирующие полосы располагают в шахматном порядке (рис. 2.)

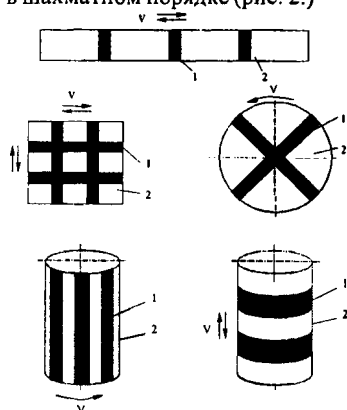


Рис. 2. Схемы расположения полос из антифрикционного материала в полосчатом покрытии: 1 – антифрикционный материал; 2 – износостойкий материал

Уменьшение коробления детали происходит потому, что плакирующие полосы делят оплавленную поверхность на ряд не связанных друг с другом небольших участков. В результате при остывании отдельных участков образуются значительно меньшие по величине напряжения, кроме того, происходит их релаксация. Относительно пластичные плакирующие полосы, выполняя роль деформационных барьеров, одновременно являются демферами, компенсирующими изменения линейных размеров покрытия при его остывании под влиянием разных КТР покрытия и основы и усадки покрытия. Применив метод плакирования покрытия из самофлюсующегося сплава на образцах из аустенитной стали (их длина, ширина и толщина 100; 10 и 3 мм соответственно) с плакирующими полосами шириной 5 мм через каждые 20 мм, удалось уменьшить коробление образцов в 3–4 раза.

Уменьшить коробление плоских деталей можно также полосчатым оплавлением покрытия, при котором сначала производят оплавление наружного контура покрытия, а затем – оплавление полосами, параллельными друг другу или расположенными в шахматном порядке. Роль температурных швов выполняют неоплавленные участки покрытия.

Иногда по условиям эксплуатации детали необходимо иметь монолитное покрытие, для чего требуется производить оплавление всего покрытия. Как известно [2], основной прирост деформации детали приходится на этапе остывания оплавленного покрытия. Для уменьшения деформации детали с монолитным, полностью оплавленным покрытием необходимо применять полосчатое охлаждение покрытия. На рис.3 приведена схема, показывающая реализацию способа полосчатого принудительного охлаждения плоской детали 1 с покрытием 2 из самофлюсующегося сплава. Здесь релаксация возникающих термических напряжений происходит потому, что в покрытии имеются более мягкие (неохлажденные) участки, которые, в свою очередь, делят поверхность детали на ряд отдельно охлаждающихся участков. В результате деформация детали после получения покрытия уменьшается.

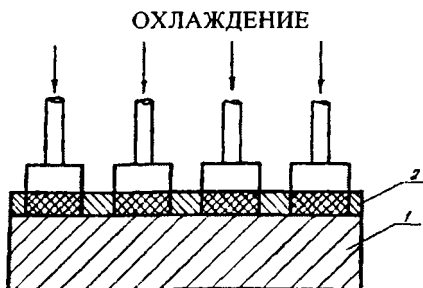


Рис.3. Схема полосчатого принудительного охлаждения покрытия из самофлюсующегося сплава на плоской детали после оплавления

Определенный интерес представляют комбинированные методы, заключающиеся в совместном воздействии различных факторов, уменьшающих напряжения. Например, резкое охлаждение покрытия до температуры 700° С с последующим подстуживанием покрытия или основы для выравнивания скорости уменьшения размеров покрытия и основы или постепенное сглаживание температур основы и покрытия. Резкое охлаждение покрытия приводит к фиксации мелкозернистой структуры металла. Термические напряжения, возникающие при отверждении тугоплавких соединений, релаксируются в самом покрытии, так как оно содержит легкоплавкие соединения никеля и кремния [3]. Последующее подстуживание покрытия осуществляется тогда, когда КТР покрытия меньше КТР основы (например, для биметалла самофлюсующийся сплав – аустенитная сталь). Если КТР покрытия больше КТР основы (например, у пары самофлюсующийся сплав – углеродистая сталь), то подстуживание следует производить со стороны, противоположной покрытию.

В каждом конкретном случае при выборе методов обработки детали с покрытием необходимо учитывать следующие факторы:

- вид материала покрытия и основы;
- габариты упрочняемой детали;
- характер эксплуатации упрочняющего покрытия;
- величину партии упрочняемых деталей;
- технические возможности участка упрочняющей обработки;
- квалификацию обслуживающего персонала и др.

При составлении технологического процесса механической обработки деталей с покрытиями необходимо учитывать возможное коробление детали при получении покрытия и вводить в технологический процесс получения покрытия и механической обработки операции, обеспечивающие уменьшение коробления.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. с. 1147535 СССР, МКИ⁹ В23К 20/00. Способ получения многослойных материалов с полосчатым покрытием/ Бабук В.В., Иващенко С.А., Плахотнюк В.И. (СССР) 3456915/25-27; Заявлено 23.06.82; Оpubл. 30.03.85; Бюл. № 12 // Открытия и изобретения. – 1985. – №12. – С.56. 2. Иващенко С.А. Деформация плоских деталей при нанесении покрытий из самофлюсующихся сплавов // Машиностроение. – Мн.:– 1984, Вып. 9. – С. 42–44. 3. Антонова Е.А., Синай Л.М. Взаимодействие элементов в смеси порошков Ni-Cr-Si-B при нагревании// Высокотемпературная защита металлов: Труды 9-го Всесоюзного совещания по жаростойким покрытиям, Запорожье, 1979. – Л., 1981. – С.196–201.