

Испытания на относительную износостойкость упрочненных поверхностей производились на машине трения с удельной нагрузкой 11 МПа при относительной скорости вращения $v = 0,6$ м/с. Результаты измерений показали, что по сравнению с объемнозакаленной сталью 45 износостойкость, в зависимости от химического состава и способа закалки (с оплавлением и без оплавления поверхности), возрастает от 2 до 6 раз.

Микродуговой источник нагрева по своим теплофизическим характеристикам приближается к лазерному нагреву, однако выгодно отличается от последнего простотой и доступностью аппаратуры, ее малыми габаритами и низкой начальной стоимостью. Положительными свойствами данного вида нагрева является локальность теплового воздействия, что практически не приводит к объемному нагреву детали и исключает возникновение остаточных термических напряжений, приводящих к короблению и деформации детали.

Разработанная методика использована при поверхностном зонном упрочнении ряда узлов машин и механизмов в автотракторной и нефтяной промышленности. Например, с помощью данной методики упрочнены: вилка коробки передач семейства автомобилей МАЗ, детали топливного насоса трактора "Беларусь", ось и подпятник турбинных расходомеров нефти и ряд других деталей.

УДК 621.793.72

Н.В.СПИРИДОНОВ, канд. техн. наук,
Н.И.ЛУЦКО (БПИ)

ПРИМЕНЕНИЕ ОБРАБОТКИ ЛАЗЕРОМ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ КЕРАМИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ

В современной технике большое распространение получили покрытия из керамических материалов. Такие материалы обладают рядом ценных свойств. Так, окислы имеют высокую стойкость в окислительных средах, хорошую устойчивость к агрессивным средам, высокую твердость и стойкость к износу: карбиды — высокую температуру плавления, большинство из них — высокую твердость, износостойкость, устойчивость к агрессивным средам; нитриды стойки к кислотам и расплавленным металлам, имеют хорошую твердость и т.д. Поэтому, применяя данные материалы в покрытиях, можно придавать деталям заданные свойства: жаростойкость и термостойкость, стойкость в окислительных средах, антифракционные свойства, износостойкость.

Данные покрытия обладают также рядом отрицательных свойств, которые затрудняют их нанесение и применение. У многих из них имеется повышенная пористость и небольшая прочность сцепления с основой, в то время как это важнейшие свойства, влияющие на работоспособность покрытия. Нанесение этих материалов гораздо более трудоемко и требует большей аккуратности от оператора. Так, перед напылением керамики обязательным является создание подслоя, большие требования предъявляются к грануляции порошков, которая обычно не должна превышать 20...40 мкм. При нанесении этих мате-

риалов обычно необходимо выдерживать толщину слоя не более 0,5 мм, а у ряда окислов и того меньше. Невелик и коэффициент использования порошка, который даже при плазменном напылении чистой керамики колеблется от 3 до 30 % и только у композиций керамики составляет 10...60 %.

Лазерная обработка керамики позволяет устранить, хотя и не полностью, целый ряд этих отрицательных свойств. После нее значительно изменяется пористость покрытия, даже в случае напыления фракций порошка, превышающих допустимые пределы, что, естественно, упрощает подготовку порошка к напылению.

Основной целью исследований было повышение износостойкости покрытий. В качестве материалов покрытий использовалась окись алюминия (грануляцией 40...70 мкм), а также окись титана (грануляцией 40...126 мкм). Кроме того, напылялись следующие смеси окиси алюминия с окисью титана (% мас.): 97 % Al_2O_3 + 3 % TiO_2 ; 87 % Al_2O_3 + 13 % TiO_2 ; 60 % Al_2O_3 + 40 % TiO_2 . В качестве подслоев применялись алюминид никеля и нихром. Напыление производилось на плазменной установке УПУ-ЗД при силе тока 300 А и напряжении 80 В. Толщина подслоя не превышала 0,05 мм, а толщина слоя — 0,5 мм.

В процессе работы выяснилось, что смесь 97 % Al_2O_3 + 3 % TiO_2 мало пригодна для напыления, так как на большинстве образцов покрытие из этой смеси отслаивалось после остывания, хотя покрытие из чистой окиси алюминия не отслоилось ни в одном случае. Это явление, видимо, связано с тем, что краевой угол смачивания в смесях Al_2O_3 + TiO_2 вначале растет (до 10 % мас. содержания TiO_2), а затем быстро уменьшается (с 10 приблизительно до 50 % содержания TiO_2). Поэтому в дальнейшем эта смесь не использовалась.

После напыления часть образцов подвергалась обработке лучом лазера. Режимы (плотность мощности и скорость относительного перемещения луча) подбирались отдельно для каждой композиции. Обработка велась расфокусированным лучом на расходящемся пучке. Зоны обработки непосредственно примыкали друг к другу для получения сплошной обработанной поверхности.

Все образцы испытывались на сравнительную износостойкость на машине торцового трения при контактных давлениях 4,5; 5,5; 6,5 и 7,5 МПа и скорости скольжения 0,333 м/с без смазки. Величина износа определялась при помощи профилографа-профилометра мод. 252.

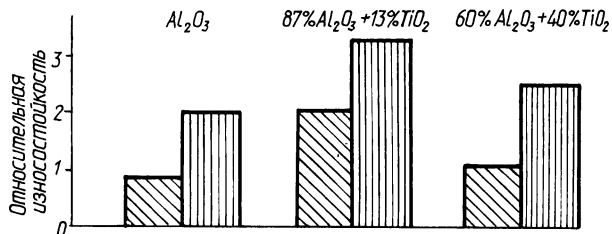


Рис. 1. Сравнительная износостойкость керамических покрытий: косая штриховка — напыленные покрытия; вертикальная — покрытия с лазерной обработкой

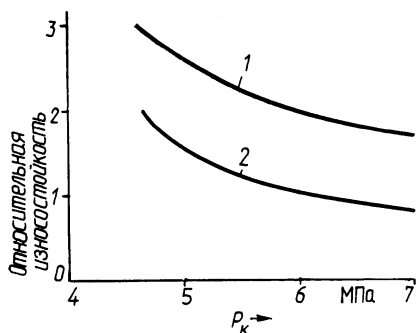


Рис. 2. Зависимость износостойкости покрытия из 87 % Al_2O_3 с 13 % TiO_2 от контактного давления:

1 — с лазерной обработкой; 2 — без нее

Испытания показали, что покрытия, прошедшие лазерную обработку, обладают износостойкостью в среднем в два раза большей, чем образцы, не прошедшие такой обработки. Наибольшей износостойкостью обладает покрытие, состоящее из 87 % Al_2O_3 и 13 % TiO_2 (рис. 1). Такое же соотношение износостойкости между покрытием, обработанным и необработанным лазером, наблюдается и в зависимости износостойкости покрытия из 87 % Al_2O_3 с 13 % TiO_2 от контактного давления (рис. 2).

Чем вызвано такое повышение износостойкости?

Как показывают исследования микроструктуры, покрытия из окиси алюминия имеют пористость, составляющую 10...15 %. Поэтому такое покрытие не может иметь удовлетворительную износостойкость, так как в этом случае износ будет происходить за счет выкрашивания частиц. При лазерной обработке покрытия происходит его уплотнение и спекание. При этом пористость уменьшается до 2...5 %. Таким образом, при одинаковых нагрузках покрытия, обработанные лазером, изнашиваются меньше благодаря тому, что износ за счет выкрашивания частиц практически исключается.

Покрытие из 87 % Al_2O_3 с 13 % TiO_2 также не случайно имеет наивысшую износостойкость, так как оно обладает лучшей пластичностью, стойкостью к ударным нагрузкам и когезионной прочностью. Увеличение износостойкости покрытий после лазерной обработки следует, видимо, увязывать и с изменением кристаллического строения окиси алюминия, о чем свидетельствуют предварительно полученные данные.

Результаты исследования позволяют рекомендовать лазерную обработку керамических покрытий на основе окиси алюминия для увеличения износостойкости деталей в нефтяной и нефтехимической промышленности.