

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ МЕТАЛЛИЗАЦИИ НА КАЧЕСТВО ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

*Никонов Андрей Васильевич  
Научный руководитель – доц. Савич А.С.  
(Белорусский национальный технический университет)*

В данной работе проведен анализ режимов электродуговой металлизации, а также рассмотрены варианты применения различных видов проволок.

В настоящее время все более перспективным рациональным методом восстановления деталей является нанесение покрытий электродуговой металлизацией. При этом ремонту и восстановлению могут быть подвергнуты 40...60% деталей.

В отечественной и зарубежной практике восстановления деталей большое распространение получила электродуговая металлизация как один из самых технологичных, производительных, экономичных и качественных методов. Метод основан на получении покрытий путем расплавления проволочных электродов электрической дугой, распыления расплавленного металла скоростным потоком газа и нанесения покрытия на поверхность детали.

Преимущества метода: высокая производительность, высокая износостойкость, отсутствие перегрева детали и её деформации, простота и технологичность процесса, низкая удельная себестоимость покрытия, получение покрытия с необходимыми свойствами из проволоки заданного состава.

Качество покрытия зависит от многих факторов. Наиболее значимыми параметрами являются диаметр и скорость подачи проволоки.. Скорость подачи выбирают максимальной для заданного режима работы распылителя. Обычно диаметр состав-

ляет 1...3,5 мм, а скорость составляет 0,05...0,35 м/с. При малых скоростях подачи присадочного материала происходит окисление напыляемого материала и выгорание легирующих элементов, поэтому наиболее перспективным и рациональным методом напыления является сверхзвуковая металлизация, имеющая скорость струи до 600 м/с. При восстановлении деталей этим методом значительно повышается прочность сцепления покрытия с основой и снижается пористость. При истечении воздуха с дозвуковой скоростью размер расплавленных частиц в среднем составляет 200 мкм. С увеличением скорости истечения воздуха до 2 М размер расплавленных частиц на 90% находится в пределах 30–80 мкм. Однако, такое уменьшение размера расплавленных частиц напыляемого материала ведет к более интенсивному выгоранию из них легирующих элементов и, в первую очередь, углерода, что и вызывает повышенную твердость покрытий при дозвуковых скоростях истечения воздуха. Содержание остальных легирующих элементов проволоки при увеличении скорости истечения воздуха из металлизатора и силы тока дугового разряда изменяется в меньшей степени. Основные свойства покрытий в зависимости от скорости истечения воздуха из металлизатора приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние скорости истечения воздуха на свойства покрытия

Свойства покрытия	Единица измерения	Расчетная скорость истечения воздуха из металлизатора, м/с			
		210	372	520,5	609,3
Твердость	HRC	56	46	42	39
Адгезия	МПа	32	43	59	68
Пористость	%	12,1	5,8	3,9	3,6
Содержание углерода	%	0,32	0,21	0,13	0,11

Добавки в проволоку различных элементов приводят к определенным изменениям в свойствах покрытий. Использо-

ние порошковых проволок позволяет в широких пределах регулировать химический состав покрытия и его эксплуатационные свойства.

Размеры и гранулометрический состав напыляемых частиц существенным образом влияют на эксплуатационные характеристики покрытия. На первоначальном этапе процесса электродуговой металлизации, для подплавления материала подложки, с целью обеспечения необходимой прочности сцепления покрытия с основой, необходима максимальная температура частиц и их невысокая скорость. Последующие слои должны напыляться при уменьшенной температуре, но большей скорости частиц. С ростом тока дуги возрастает температура расплава на поверхности напыляемой детали и составляет примерно 1900°С.

В зависимости от режимов напыления содержание легирующих элементов в покрытии может изменяться и отличаться от первоначального.

На прочность покрытия оказывает влияние не только количественное содержание легирующих элементов, но также и их равномерное распределение. Наличие в покрытии сложных окислов позволяет получать более равномерную структуру и более качественное покрытие.

Пористость – одна из важнейших характеристик покрытия. Влияние её на конструктивные свойства покрытия двойко. Наличие пор улучшает смазочные свойства пары трения и в то же время снижает предел прочности восстановленного слоя. Увеличение пористости наблюдается на границе раздела покрытия и основы и может быть вызвано тем, что на поверхности основы остаются продукты предварительной струйно-абразивной обработки перед напылением. Установлено, что наилучшие эксплуатационные характеристики будут иметь изделия, восстановленные электродуговой металлизацией порошковой проволокой при использовании в качестве рабочего газа воздуха. Такое покрытие обладает меньшей пористостью, луч-

шим распределением легирующих элементов, а также наиболее равномерной структурой.

Повышение ресурса эксплуатации валов достигается получением высокой прочности сцепления покрытия с основным материалом, которая должна быть равномерна и составлять 60...83 МПа.

Из всех способов подготовки поверхности (обкатка дробью, шлифование, электроискровая обработка, нарезка кольцевых канавок и т.д.) наиболее приемлемым является струйно-абразивная обработка.

Одним из методов повышения прочности сцепления покрытия с основой является термическая обработка готовой детали, так как она уменьшает структурную и химическую неоднородность в переходной зоне и тем самым увеличивает адгезию.

Значительное влияние на качество покрытия имеет ток дуги. С его ростом повышается твердость слоя при напылении сплошными проволоками. Это связано с образованием более плотного покрытия за счет повышения температуры частиц и уменьшения пористости. В то же время изменение твердости напыленного слоя при использовании порошковой проволоки незначительно, что объясняется частичным сгоранием в ванне расплава легирующих элементов.

Несмотря на то, что необходимой твердостью обладают покрытия из менее дорогостоящих сплошных проволок, технология нанесения металлопокрытий из них наиболее сложная, требующая напыления подслоя. Поэтому для восстановления коленчатых валов дизельных двигателей наиболее приемлемыми являются порошковые проволоки.