

УДК 621.793

**Восстановление деталей машин методом активированной дуговой металлизации (АДМ)  
и последующей обработкой ионно-лучевым азотированием**

Студент гр.104217 Григорчик А.Н.  
Научный руководитель – Кукареко В.А.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Использование традиционных методов нанесения газотермических напылений (ГТН) позволяет формировать покрытия, удовлетворяющие запросам многих ремонтных производств. Однако качественные параметры этих слоев не всегда адекватны повышенным

требованиям к эксплуатационным характеристикам деталей машин, работающих в условиях интенсификации производственных процессов. Это сильно затрудняет более широкое применение данных технологий.

Высокие свойства покрытий: износостойкость, твердость, коррозионностойкость и другие поверхностные свойства из сплавов на основе железа целесообразно получать за счет термодиффузионного насыщения и модифицирования газотермических покрытий. Использование комбинации технологий напыления и последующего упрочнения дает большие возможности в создании композиционных материалов. Химико-термическая обработка не требует дополнительного дорогостоящего оборудования.

Металлизация дает возможность покрывать поверхности деталей почти из всех металлов независимо от их геометрических размеров и формы поверхности. Толщина наносимого слоя металла может колебаться от 20 – 30 мкм до 6 – 8 мм и более. Важное значение имеет металлизация при восстановлении шеек коленчатых валов, вышедших за пределы ремонтных размеров. Металлизация применяется также для восстановления шеек распределительных валов, полуосей, поворотных кулаков колесных тракторов, наращивания наружных поверхностей втулок, верхних головок шатунов и т.п. Металлизацию используют для нанесения на вкладыши и подшипники антифрикционного слоя свинца и алюминия, цинка и алюминия или бронзы.

Вследствие особенностей процесса АДМ-покрытия устойчивее против трещинообразования при увеличенной толщине в сравнении с газопламенными. У ГПН-покрытий резко возрастает вероятность растрескивания при толщине свыше 1 мм за счёт дополнительного нагрева плазменной струей. АДМ-покрытия гораздо устойчивее к этому дефекту. Возможно нанесение покрытия толщиной 0,5 – 7,0 мм, при этом уровень термических напряжений не приводит к образованию трещин.

На ряде предприятий машиностроения, металлургии, газоперерабатывающего комплекса организованы участки АДМ-нанесения покрытий для восстановления изношенных цилиндрических поверхностей: шейки валов и осей, работающих в паре с подшипниками качения и скольжения, тормозные барабаны, восстановление плоских деталей типа направляющая, диск трения.

Метод распыления проволочных материалов с использованием способа активированной электродуговой металлизации (АДМ) обеспечивает относительно низкую твердость и износостойкость покрытий. Одним из перспективных путей повышения прочности и износостойкости покрытий представляется использование технологии ионно-лучевого азотирования поверхностных слоев.

В качестве материала выбрана высокохромистая сталь 40X13, из которой сформировано газотермическое покрытие с относительно высокими механическими характеристиками. Для нанесения покрытия использовалась установка "АДМ-10", изготовленная ИМИНМАШ НАН Беларуси. Скорость полета осаждаемых на обрабатываемую поверхность частиц составляла: 400 – 500 м/с при АДМ. Размеры частиц, из которых формировалось покрытие, составляли 5 – 40 мкм.

Ионно-лучевая обработка азотом особенно перспективна для модифицирования высоколегированных сплавов, таких, как нержавеющие аустенитные, мартенситные, ферритные и дисперсионно-твердеющие стали, когда присутствие на поверхности окислов  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  препятствует проникновению азота в нижележащие слои при насыщении из газовой фазы.

Таблица 1 – Триботехнические свойства модифицированных ионами азота слоев проволочных ГТН покрытий из стали 40Х13

Покрытие	Режим обработки	Интенсивность износа слоя, мг/м	Коэффициент трения	Удельная работа изнашивания, МДж/см <sup>3</sup>
АДМ	Исх. сост.	$4,5 \times 10^3$	0,9 – 1,0	50
	N <sup>+</sup> 670К	$0,7 \times 10^3$	1,1 – 1,2	340
	N <sup>+</sup> 720К	$1,1 \times 10^3$	1,1 – 1,2	315
	N <sup>+</sup> 770К	$1,3 \times 10^3$	1,1 – 1,2	250

Метод рационального активирования процесса напыления и последующего термодиффузионного упрочнения напыленных покрытий ионным азотированием увеличивает срок службы деталей в 8...10 раз, что позволяет снизить затраты на ремонт транспорта и оборудования. Этот метод может служить основой восстановления – упрочнения деталей металлургического производства, автомобильного, железнодорожного транспорта, а также различного инструмента и технологического оборудования. Метод восстановления деталей газотермическим напылением и последующим азотированием уменьшает экономические потери за счет отсутствия необходимости заново изготавливать деталь.