

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ПЛАЗМЕННЫМ НАПЫЛЕНИЕМ

Бурхонов З.Д.

Андижанский СХАИ, г.Андижан,
Республика Узбекистан

Аннотация: В статье приведены результаты при повышении эффективности восстановления деталей машин плазменным напылением.

Ключевые слова: коробление, легирующий элемент, прочность, плазма, мощность, дуга, сопла, плотность, порошок, электродуговая металлизация, плазменное напыление, охлаждение частиц.

Способ восстановления деталей машин, методом плазменного напыления за последние десятилетия широко начало применяться в странах СНГ и в дальнем зарубежье. Как и другие методы напыления, в частности, газовая и электродуговая металлизация, этот метод технологически прост, кратковремен, достаточно производителен и экономичен.

Вместе с тем, плазменное напыление благодаря высоким термодинамическим параметрам струи- скорости до 3000 м/сек и температуре до 30000° С- в значительной степени устраняет главный недостаток металлизационных покрытий-низкую прочность сцепления с подложкой. Кроме того, применение инертных плазмообразующих газов - аргона и азота - уменьшает выгорание легирующих элементов, улучшает качество покрытий.

В сравнении с наиболее распространенным методом восстановления форм и размера деталей – наплавкой - способ плазменного напыления позволяет избежать коробление и трещинообразования в деталях машин изготовленных из чугунов и работающих в условиях знакопеременных нагрузок.

На качество и производительность процесса напыления большое влияние оказывает такие факторы, как количество тепла, подводимого к изделию, расход

порошка, подаваемого в плазменную струю, скорость полета напыляемых частиц, угол напыления и др.

При напылении частицы наносимого порошка должны обладать определенным запасом тепловой и кинетической энергии. Для этого напыляемым частицам порошка следует сообщить необходимую скорость и нагреть их до температуры плавления.

Скорость полета частиц зависит от скорости истечения плазмы, которая, в свою очередь, зависит от мощности дуги, вида и расхода плазмообразующего газа, формы и размеров канала сопла, плотности и размеров частиц порошкового материала. При работе на азоте частицы порошка имеют максимальную скорость на расстоянии 100-150мм. Оптимальным режимом напыления является такой, при котором не происходит перегрева детали и покрытия, охлаждения частиц и снижения их скорости при осаждении на поверхности изделия.

При выборе режимов плазменного напыления надо стремиться, чтобы основная доля вводимого в плазменную горелку порошка, попадала в центральную, наиболее горячую зону плазменной струи, так как порошок, проходящий через наружные слои плазменной струи, не успевает расплавиться и отлетает от поверхности детали.

В зависимости от гранулометрического состава порошков рекомендуются следующие режимы по плазменному напылению.

Оптимальные параметры процесса напыления хромоникелевыми порошками и порошками на железной основе

Таблица 1.

Грануляция порошков, мкм	50-	100-
	100	200
Расход плазмообразующего газа (азот), л/мин	20-25	25-30
Расход транспортирующего газа (азот), л/мин	2,5-3	2,5-3

Ток, <i>A</i>	200- 230	250- 300
Напряжение, <i>B</i>	75-80	80-90
Расстояние между соплом и изделием, <i>мм</i>	120- 150	130- 150
Диаметр сопла, <i>мм</i>	5	6
Расход порошка, <i>кг</i>	6-12	6-12

При выборе скорости вращения детали и перемещения горелки надо учитывать, что за один проход наносится слой толщиной не более 0,1-0,3 мм.

Нанесение толстых покрытий следует производить за несколько проходов. Это обеспечивает высокое качество напыления и минимальный припуск на механическую обработку.

Для последующего оплавления пригодны лишь те напыленные твердые сплавы, которые обладают способностью самофлюсования. Такими являются сплавы на никелевой основе. Они имеют низкую температуру плавления (980-1080⁰C), а наличие в их составе бора и кремния способствует самофлюсованию и хорошей смачиваемости поверхности оплавляемого изделия.

С целью оплавления напыляемое покрытие рекомендуется нагревать до температуры, при которой происходит характерное "запотевание" слоя выражающееся в появлении на оплавляемых участках блестящей поверхности.

Перегреть покрытие до полного расплавления не следует, так как в этом случае первичные кристаллы карбидов и боридов хрома переходят в жидкий раствор и при последующей кристаллизации образуют более грубую структуру, ухудшая качество покрытий.

Однако высокая стоимость хромоникелевых порошков (25-32 долларов за 1кг) ограничивает использование плазменного способа напыления с последующим оплавлением применительно к восстановлению деталей тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин. Самофлюсующихся

твердых сплавов на железной основе пока что нет, и напыленное ими покрытия не поддаются сплавлению. Добавление к сормайт ФБХ-6-2 различных флюсующихся элементов не дали положительных результатов.

Наши исследования, направленные на снижение стоимости материалов, проводились путем смешивания в определенных соотношениях порошков на никелевой и железной основах (таблица 2.). При оплавлении таких смесей качество покрытий, их физико-механические свойства получается даже выше, чем при использовании одного хромоникелевого порошка. Следует отметить, что стоимость порошков на железной основе типа сормайт стоят значительно ниже хромоникелевых порошков и составляет от 2,7 до 10 долларов за 1 кг.

Состав порошковых смесей

Таблица 2

Условное обозначение порошковой смеси	Состав порошковой смеси
ПС-1	50% ПГ-ХН80СР2
	50% ПГ-С27
ПС-2	50% СНГН
	50% сормайт-1 (ПГ-С1)
ПС-3	50% ПГ-ХН80СР2
	50% ФБХ-6-2
ПС-4	30% ПГ-ХН80СР3
	70% ПГ-С1
ПС-5	20% ПГ-ХН80СР4
	80% ПГ-С1

Твердость оплавленных порошков смесей составляет НРС 49-53. Износостойкость в 5 раз превышает износостойкость стали 45, закаленной до твердости НРС 54-56. Усталостная прочность повышается на 30-45%, в то же

время при использовании одного порошкового хромоникелевого сплава (ПГ-ХН80СР2) усталостная прочность снижается на 5-10%, а сплав СНГН повышает усталостную прочность. Зона перемешивания оплавленного и основного металлов составляет 0,01-0,05мм. Добавление в состав сормаита 2-3% самофлюсующего элемента бора и их смешивание с хромоникелевым сплавом позволили уменьшить содержание последнего в смеси до 20% и тем самым снизить стоимость материала покрытия в 4 раза.

Образцы восстановленных коленчатых валов вибродуговой наплавкой и плазменным напылением на оптимальном режиме с применением рекомендуемого состава смеси порошков представлены на рисунке 1.

Введение в сормаит бора и 20% хромоникелевого порошка способствовало снижению температуры затвердевания эвтектики до 1100⁰, улучшению самофлюсующихся свойств сплава и получению после оплавления покрытий высокого качества.

Уменьшение содержания в смеси хромоникелевого сплава менее 20% не обеспечивает качественного оплавления и удовлетворительной сцепляемости покрытия с основой. При напылении композиции порошкового сплава, (условное обозначение которого ПС-5) на чугунные изделия, в частности на коленчатый вал, были получены хорошие результаты по износостойкости, усталостной прочности и качеству покрытия.

Смесь сормаита с бором и 20% хромоникелевого сплава снижает усталостную прочность на 12-17%, но это снижение значительно меньше, чем при осталивании и хромировании.

Оплавление обеспечивает прочность сцепления порядка 30-40кг/мм². Исследования на износостойкость показали, что поверхности, находящиеся в сопряжении с оплавляемыми покрытиями, практически не подвергаются износу.

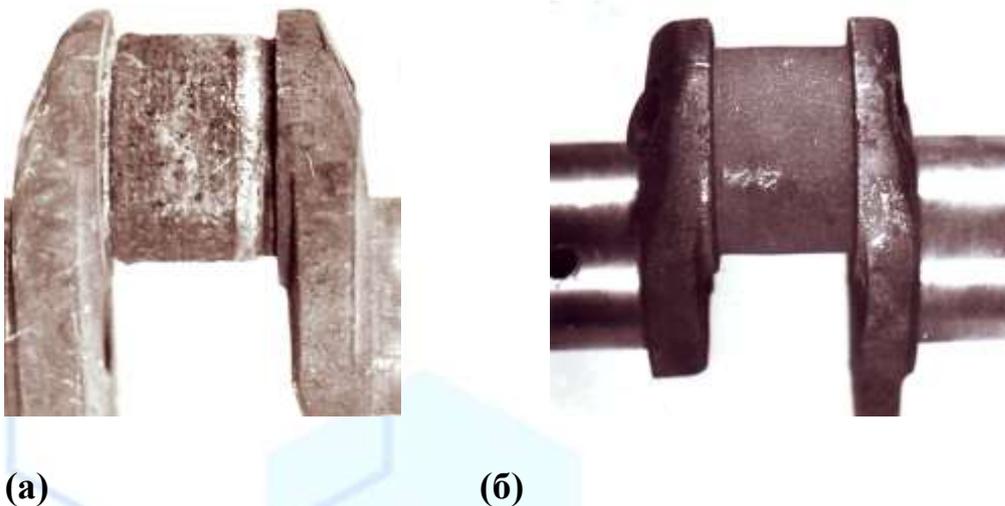


Рис.1. Необработанная шейка коленчатого вала восстановленная вибродуговой наплавкой(а), плазменным напылением(б).

Из образцов представленных на рисунке 1 видно что качество покрытий при плазменном напылении значительно выше чем при вибродуговой наплавке.

Основное требование, которое должно выдерживаться при оплавлении-это равномерный нагрев поверхности детали и слоя процессов в первую очередь необходимо подвести достаточное количество тепла к детали. Так как нагрев поверхности детали при оплавлении плазменной струей или ацетилено-кислородным пламенем осуществляется через покрытие, то для предотвращения температурных расширений последнего очень важно подобрать оптимальную скорость нагрева.

Из применяемых способов с точки зрения технологии процесса наиболее рациональным является плазменный способ напыления с последующим оплавлением.

В этом случае процесс напыления и процесс оплавления осуществляется одной и той же горелкой при той же мощности плазменной дуги, но с приближением горелки к изделию на расстояние 50-70мм.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. В.П.Иванов и др. Восстановление и упрочнение деталей. Справочник. Москва, «Наука и технологии», 2013.
2. Отчёт по инновационному проекту №И-КХ-2017-5-47. “Внедрение технологии получения продуктов из бурого угля для сельскохозяйственной техники и растений”. Андижан, 2017.
3. Имомкулов Қ.Б., Бурхонов З.Д. Энергиятежамкор яссикескич // Международный научно-образовательный. Электронный журнал ОБРАЗОВАНИЕ И НАУКА В XXI ВЕКЕ. – Кемерово, 2021. – №15. – Б.1334-1339
4. Имомкулов Қ.Б., Бурхонов З.Д. Энергия-ресурстежамкор яссикескич-чуқурюмшаткичнинг синов натижалари Халқаро илмий-техник анжуман мақолалар тўплами.- Андижон, 2024.-Б.525-530