

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН В СВАРОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Онучин С.В.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

В данной статье рассмотрен опыт отработки ремонтной технологии по восстановлению поверхностного слоя детали, зарезанного в процессе механической обработки. Требовалось восстановить слой толщиной 0,25 мм без дефектов, с минимальными поводками, при этом твердость слоя должна была составлять 32,5–38HRC.

Отработка ремонтной технологии производилась тремя способами: аргодуговой сваркой неплавящимся электродом с присадочной проволокой, механизированной сваркой плавящимся электродом и на установке для электроэрозионного нанесения металлических покрытий «Alier 55».

1. Наплавка аргодуговой сваркой неплавящимся электродом с присадочной проволокой.

Материал образца: 12Х2НВФА.

Марка присадочной проволоки: 18ХМА, Ø1,2 мм.

Защитная среда: аргон высший сорт ГОСТ 10157-79.

Толщина образца в месте наплавки – см. рисунок 1 (размеры в скобках – толщина после наплавки).

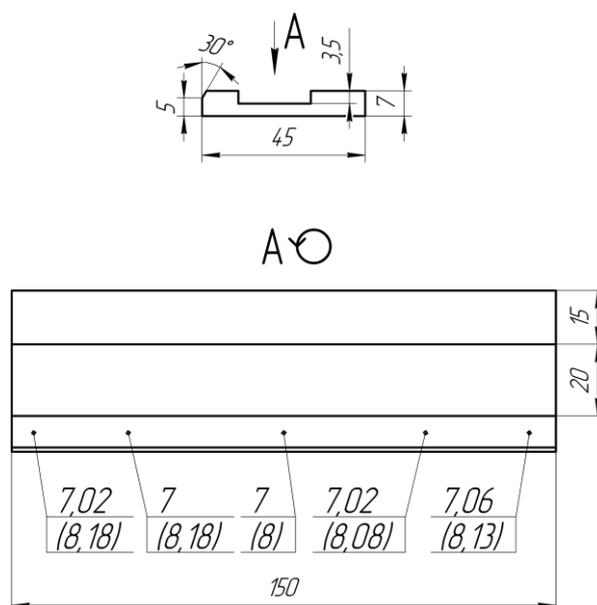


Рисунок 1 — Образец

Отработка режимов наплавки проводилась по следующей технологии:

- тщательно обезжирить место наплавки, присадочную проволоку и медную вставку чистыми х/б салфетками, смоченными ацетоном;
- установить медную вставку в паз (вставка изготовлена в размер 185x20x5 мм);

- прижать образец и медную вставку струбцинами к подкладке (толщина подкладки 15мм);
- провести предварительную настройку режимов наплавки на технологической пластине;
- настроить расход защитного газа, произвести предварительную продувку;
- произвести наплавку. По окончании наплавки продолжать подачу аргона в течение 10–15 секунд;
- произвести фрезерование наплавленного слоя в размер 7,3 мм;
- провести замер твердости образца в месте наплавки и металлографические исследования.

При этом были установлены режимы сварки:

Сварочный ток – см. рисунок 2 (цифры в скобках указывают последовательность наложения валиков; * – наплавка производилась без медной вставки);

Скорость сварки – 12 м/ч;

Длина дуги – 2-2,5 мм;

Диаметр вольфрамового электрода – 3 мм;

Расход аргона – 8-10 л/мин.

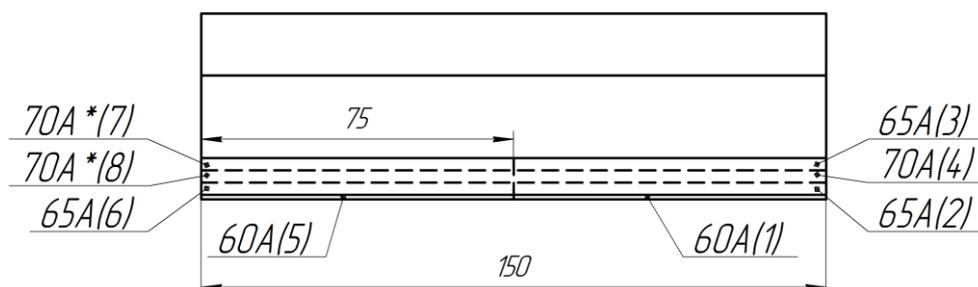


Рисунок 2 — Схема наплавки

После наплавки проведено фрезерование для выравнивания поверхности и выполнен замер твердости, который составил 37HRC. Металлографический анализ показал отсутствие дефектов.

2. Наплавка механизированной сваркой плавящимся электродом.

Материал образца: 12Х2НВФА.

Марка присадочной проволоки: 18ХМА, Ø1,2 мм.

Защитная среда: аргон высший сорт ГОСТ 10157-79.

Толщина образца в месте наплавки – см. рисунок 3 (размеры в скобках – толщина после наплавки).

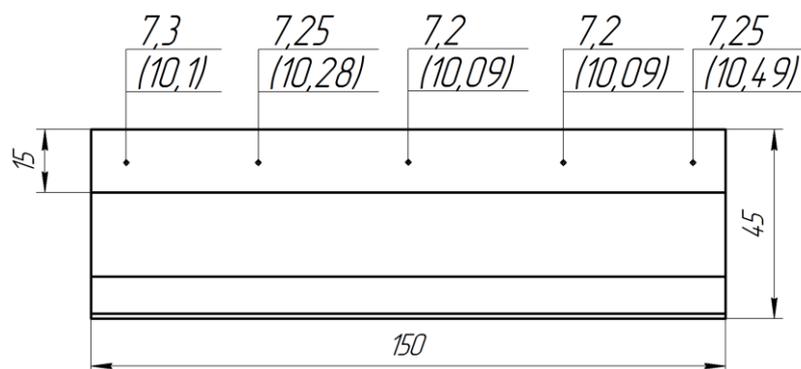


Рисунок 3 — Геометрические параметры образца.

Отработка режимов наплавки проводилась по следующей технологии:

- тщательно обезжирить место наплавки, сварочную проволоку и медную вставку чистыми х/б салфетками, смоченными ацетоном;
- установить медную вставку в паз;
- прижать образец и медную вставку струбцинами к столу;
- провести предварительную настройку режимов наплавки на технологической пластине;
- настроить расход защитного газа, произвести предварительную продувку;
- произвести наплавку в 5 проходов с перекрытием 1/4 ширины валика;
- произвести фрезерование наплавленного слоя в размер 7,3 мм;
- провести металлографию и замер твердости образца в месте наплавки.

При этом были установлены режимы сварки:

Сварочный ток – 95 ± 10 А;

Скорость подачи сварочной проволоки – 2,1 м/мин;

Длина дуги – 2-2,5 мм;

Диаметр сварочной проволоки – 1,2 мм;

Продувка перед сваркой – 1 сек.;

Продувка после сварки – 1,1 сек.;

Ток заварки кратера – 250 А.

После наплавки проведено фрезерование для выравнивания поверхности и выполнен металлографический анализ, который показал наличие дефектов в виде пор и раковин. Твердость наплавленного слоя составила 33HRC.

3. Восстановление слоя на установке для электроэрозионного нанесения металлических покрытий «Alier 55».

Электроискровое легирование (ЭИЛ) относится к технологиям упрочнения, основывающимся на взаимодействии материалов с высококонцентрированными потоками энергии и вещества. Образование упрочненного слоя происходит в результате сложных плазмохимических, теплофизических и механотермических процессов, реализуемых на микролокальных участках взаимодействия материала с единичным искровым разрядом.

Процесс ЭИЛ включает следующие этапы:

– Оплавление. При сближении на определенное расстояние электрода-инструмента с упрочняемой металлической поверхностью происходит импульсный электрический разряд длительностью 10^{-6} – 10^{-3} с. В результате на поверхностях анода (легирующий электрод) и катода (упрочняемая деталь) образуются локальные очаги электроэрозионного разрушения;

– Электрическая эрозия. Представляет собой комплексный процесс разрушения, включающий в себя оплавление, испарение, термохрупкое разрушение и другие механизмы. Эродированная масса легирующего электрода, имея избыточный положительный заряд и попадая в межэлектродное пространство, устремляется к поверхности катода-детали, ускоряясь и нагреваясь за счет электрического поля анода и катода;

– Физико-химическое взаимодействие. При движении анодная эродированная масса вступает в физико-химическое взаимодействие с межэлектродной средой и летучими продуктами эрозии катода-детали. К моменту осаждения фрагменты эродированной массы несут в себе электрическую, кинетическую и тепловую энергии, которые при взаимодействии с упрочняемой поверхностью выделяются в виде теплового импульса большой мощности.

Вслед за осаждением эродированной массы упрочняемая поверхность подвергается контактно-деформационному воздействию вибрационного характера. Энергетическое воздействие высокой концентрации стимулирует протекание сопутствующих ЭИЛ микрометаллургических конвекционно - диффузионных процессов энергомассопереноса.

Упрочненная поверхность представляет собой сложную композиционную структуру. Самый верхний слой состоит из тонкопленочных «островковых» или сплошных формирований, образованных из материала анода, и межэлектродной среды. Сплошность этого слоя зависит от режимов и условий упрочнения. Под верхним слоем располагается зона, представляющая собой смесь материалов анода и катода, образованную в результате конденсации ионно-плазменной и капельной фаз на упрочняемой поверхности. Далее следует слой, сформированный за счет диффузии элементов легирующего электрода в упрочняемой матрице катода-детали. Под ним располагается зона термического воздействия, представляющая собой трансформированную структуру исходного материала с измененной плотностью дефектов кристаллического строения по причине импульсного теплового воздействия. С перемещением вглубь структура зоны термического воздействия плавно переходит в структуру основного материала. В зависимости от режимов электроискрового легирования величина и степень упрочнения каждого слоя могут варьироваться в широком диапазоне, но наибольшую толщину всегда имеет зона термического воздействия, которая в большинстве случаев и определяет эксплуатационные свойства поверхности.

Были изготовлены образцы:

Материал образца: 12Х2НВФА 100х100х3мм.

Материал электрода: 12Х2НВФА, \varnothing 8мм.

Защитная среда: аргон ГОСТ 10157-79.

Подготовка под нанесение покрытия: шлифовка, обезжиривание.

В процессе отработки технологии были установлены режимы, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

№ образца	№ режима	Коэфф. энергии	Давление аргона, МПа	Кол-во слоев	Толщина покрытия, мкм	Твердость
1	2	0,7	0,1	8	50÷80	HV=411 HRC=42
2	4	1,0	0,3	5	40÷120	HV=423 HRC=42
3	6	0,7	0,2	4	48÷96	HV=428 HRC=43
4	3	0,4	0,2	3	32÷40	HV=380 HRC=39
5	1	1,0	0,2	4	12÷16	HV=392 HRC=40
6	1; 2; 3	1,0; 0,7; 1,0	0,2	9	56÷160	HV=437 HRC=43

В процессе отработки ремонтной технологии на установке для электроэрозионного нанесения металлических покрытий «Alier 55» установлено, что покрытие наносится неравномерно, протяженные участки остаются без покрытия. При работе на режиме №2 и выше образуются «шишечки», на которые и наносится покрытие при дальнейшем нанесении слоев, а «пустоты» заполнить не удастся. На образце №6 была предпринята попытка выравнивания слоя на режиме №1, которая не дала положительного результата. Самое «чистое» покрытие получается при работе на режиме №1, но толщина его минимальна. Многократное воздействие искровых разрядов и соответственно циклов нагрев–охлаждение приводит к ограничению толщины наносимого покрытия. Свойства покрытия зависят от продолжительности его нанесения: с ее увеличением толщина слоя возрастает до определенного предела, а затем перестает расти. Твердость, полученная после нанесения слоев на любом из режимов, не соответствует твердости, которую требовалось получить. Требуемую толщину восстановить не представляется возможным. Поэтому было принято решение производить наплавку аргонодуговой сваркой неплавящимся электродом с присадочной проволокой, т.к. дефекты не были обнаружены и получена заданная твердость наплавленного слоя.

Список литературы

1. Кушнер, В. С. *Материаловедение: учеб. для студентов вузов* / В. С. Кушнер, А. С. Верецака, А. Г. Схиртладзе, Д. А. Негров, О. Ю. Бургонова; под ред. В. С. Кушнера. – Омск: ОмГТУ, 2008. – 224с.

2. *Энциклопедия по машиностроению* [Электронный ресурс]: <http://mash-xxl.info/info/632564/> Дата обращения: 25.12.2016