

ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫЕ ИЗНОСОСТОЙКИЕ ПОКРЫТИЯ С УМЕНЬШЕННОЙ ГЛУБИНОЙ ПРОПЛАВЛЕНИЯ ОСНОВНОГО МЕТАЛЛА

А.В. Дудан

УО «Полоцкий государственный университет», Новополоцк

Увеличение тепловложения при различных способах наплавки снижает износостойкость наплавленного металла из-за охрупчивания матрицы, увеличения степени неоднородности структуры, угара легирующих составляющих и укрупнения износостойких фаз [1]. Поэтому для создания благоприятных условий и предотвращения потерь легирующих элементов при получении композиционных слоев целесообразно применять процессы с низкой удельной энергией.

Одним из методов уменьшения погонной энергии наплавки является расплавление тонкого слоя основного металла и металла матрицы с подачей тугоплавких композиций в их расплав. Высокая прочность сцепления слоя с основным металлом обуславливается образованием зоны взаимной диффузии металлов, а необходимые износостойкие характеристики покрытия – практически полным переходом легирующих элементов порошковых композиций в наплавленный металл.

Как показали исследования, одними из наиболее перспективных источников тепла, необходимого для получения ванны жидкого металла, являются электрошлаковая ванна и электрическая дуга.

Разработан новый способ горизонтальной электрошлаковой наплавки, при котором в жидкий металл вводится порошковый присадочный материал (ППМ) на основе тугоплавких карбидов [2]. Решение задачи таким методом благоприятствует снижению тепловложения в основной металл благодаря интенсивному охлаждающему действию ППМ.

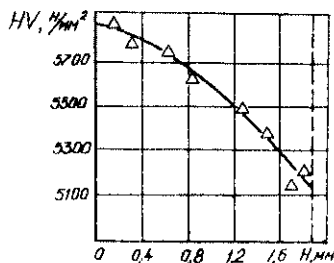
Были проведены наплавки на плоские образцы из стали Ст3 размером 360×120×12 мм. Предварительно, по всей длине образца фрезеровалась канавка шириной 50 мм и глубиной 1 – 2 мм, которая впоследствии заправлялась. Использовался флюс АН-8. В качестве присадочного металла применялся порошок ФХ-800 фракции 0,2 – 0,8 мм. Источник питания – выпрямитель ВДУ-1201 с использованием жесткой характеристики и прямой полярности тока. Процесс начинался с «твердого старта» путем наведения шлаковой ванны графитовым неплавящимся

электродом сечением 20×20 мм в графитовом кокиле. Напряжение 50 – 55 В, время разогрева ванны и детали 4 – 5 минут.

Наплавку вели на режимах: напряжение 38 – 40 В; ток 170 – 250 А; высота шлаковой ванны 25 – 30 мм; скорость наплавки 1,5 – 1,75 м/ч.

Установлено, что, используя данный способ электрошлаковой наплавки и варьируя режимами, можно достичь глубины проплавления основного металла 0,3 – 0,5 мм по всей ширине наплавляемого слоя (рис. 1).

Рис. 1. Распределение твердости по толщине наплавленного покрытия с использованием ПИМ ФХ-800
 — — — линия сплавления,
 ($U_{св.} = 38 - 40$ В; $V_{II} = 1,5 - 1,75$ м/ч)



Покрытия имели ровную поверхность, в ряде случаев не требующую применения последующей механической обработки. Твердость наплавленного слоя находится в пределах HV 5100 – 5900 Н/мм². Причем у поверхности она максимальна (HV 5900 Н/мм²), а вблизи зоны сплавления с основным металлом снижается до HV 5100 Н/мм² (рис. 2, 3).

Структура слоя состоит из первичных карбидов хрома правильной шестигранной формы размерами 60 – 300 мкм с твердостью HV 16000 – 18600 Н/мм² в ледебурите (HV 5600 – 6600 Н/мм²) и небольшого количества остаточного аустенита.

При создании ванны жидкого металла за счет тепла электрической дуги легирование целесообразно проводить с использованием газопорошковых смесей. Введение порошка ФХ-800 дает максимальный эффект в диапазоне напряжения дуги 24 – 32 В и тока 300 – 450 А. В интервале от 35 до 38 В при обычной наплавке значительно увеличивается глубина проплавления основного металла и уменьшается высота слоя. Можно предположить, что усиленное

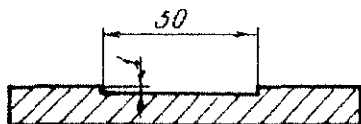


Рис. 2. Подготовка поверхности детали под наплавку



Рис. 3. Наплавленная деталь
 ($U_{св.} = 38...40$ В; $V_{II} = 1,5...1,75$ м/ч)

тепловложение в ванну приводит к увеличению ее ширины и равномерному растеканию жидкого металла по поверхности детали. Это уменьшает толщину его прослойки под дугой и вызывает увеличение глубины проплавления основного металла. Таким образом, избыточное тепло дуги, в случае наплавки увеличивающее глубину проплавления основного металла, при использовании рассматриваемого метода расходуется на нагрев (ППМ) и диффузионные процессы.

Увеличение в среднем на 20 % ширины и высоты покрытия по сравнению с наплавкой по слою порошка приводит к такому же увеличению производительности при одинаковых энергетических затратах.

Структура металла в зоне термического влияния образцов, полученных с введением ППМ в ванну жидкого металла, образующуюся в результате электродугового оплавления, отличается от структуры образцов, наплавленных без присадки. Участок перегрева и следующий за ним участок перекристаллизации по размеру структурных составляющих (феррита и перлита) можно рассматривать как единое целое. Кроме того, на участке неполной перекристаллизации зерна основного металла, не изменившиеся в процессе получения износостойкого слоя, образуют монолитный фронт, а не разбросаны по участку, как в случае наплавки электродной проволокой.

Это свидетельствует о более упорядоченном тепловложении в основной металл. В общем, толщина зоны термического влияния уменьшается в 2 – 3 раза по сравнению с наплавкой без ППМ.

Твердость слоя, полученного введением в жидкий металл порошка ПГ-СР4 выше, чем при наплавке по слою этого же порошка проволокой Св-08 на 25 % и составляет HV 5600 – 6000 Н/мм². При использовании в качестве ППМ углеродистого феррохрома ФХ-800 твердость повышается до HV 6500 – 7000 Н/мм².

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что получение износостойких покрытий путем введения ППМ в ванну жидкого металла обеспечивает повышение их физико-механических свойств и улучшение структуры зоны термического влияния основного металла по сравнению с традиционными методами наплавки.

Литература

1. Особенности применения тугоплавких соединений для дуговой наплавки / Ю.А. Юзвенко [и др.] // Автоматическая сварка. – 1973. – № 2. – С. 1 – 4.
2. Дорожкин, Н.И. Электродуговая наплавка изношенных деталей неплавящимся электродом по слою легирующей пихты / Н.И. Дорожкин, А.В. Дулац // Автоматическая сварка. – 1987. – № 3. – С. 64.

ГОРИЗОНТАЛЬНОЕ ЭЛЕКТРОШЛАКОВОЕ НАНЕСЕНИЕ ТОНКОСЛОЙНЫХ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ

А.В. Дудав, О.П. Штемпель, В.А. Фруцкий

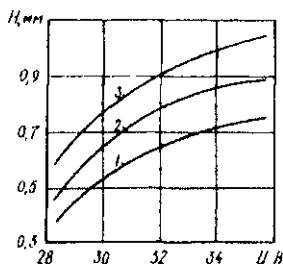
УО «Полоцкий государственный университет», Новополоцк

Применение способа горизонтального электрошлакового упрочнения по слою порошкового присадочного материала с использованием стальной матричной ленты позволяет получать тонкослойное (1 – 5 мм) износостойкие гомогенные покрытия с различными физико-механическими свойствами как по ширине, так и по длине упрочненного слоя.

Способ обеспечивает уменьшение глубины проплавления основного металла до 0,2 – 0,5 мм (рис. 1), улучшение структуры наносимого покрытия, дает возможность получения слоев разнообразных систем легирования [1].

Рис. 1. Зависимость глубины проплавления основного металла H от напряжения наплавки U :

- 1 – плотность тока 0,15 А/мм²;
- 2 – плотность тока 0,20 А/мм²;
- 3 – плотность тока 0,25 А/мм²



Исследования проводились на плоских образцах из малоуглеродистой стали Ст3. В качестве модельных порошковых материалов, образующих износостойкую твердую фазу, использовали ферросплавы, а для образования матричного металла-связки – холоднокатаную стальную ленту.

Металлографические исследования показали, что микроструктуры покрытий, как и при индукционной наплавке сормайтотом [2], состоят из пяти зон: заэвтектической, эвтектической, доэвтектической, граничной и диффузионной.

Основной структурной зоной покрытия является заэвтектическая, которая составляет 70 – 80 % общей толщины слоя и состоит из первичных карбидов хрома в основном правильной шестигранной формы, размерами 20 – 350 мкм, микротвердостью 16000 – 18600 Н/мм² в ледебуритной эвтектике (твердость HV 5600 – 6600 Н/мм²) и небольшого количества аустенита.