



Рисунок 3 - Изменение содержания $WC_{\text{кзб}}$ в поверхностном слое твердых сплавов в зависимости от мощности луча при $V=800$ мм/мин.

ДюрOMETрические исследования сплавов, подвергнутых ЛТО с мощностью луча 800 Вт, показали, что имеет место скачок микротвердости на участке изменения скорости движения луча 400-600 мм/мин. Подобные изменения могут быть объяснены происходящими в твердых сплавах структурно-фазовыми превращениями. В процессе лазерного термического воздействия исходные карбиды частично превращаются в модифицированные структуры с измененной кристаллической решеткой, которые обладают большей твердостью по сравнению с α -WC. Кроме того, в процессе термообработки происходит насыщение со связующего вольфрамом, что также приводит к увеличению твердости.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ярьско, С.И. Физические и технологические основы упрочнения твердых сплавов: монография. – Самара: изд-во Самарского научного центра РАН, 2006. – 244с.
2. Горелик, С.С. Рентгенографический и электронно-оптический анализ / С.С. Горелик, Л.Н. Расторгуев, Ю.А. Скаков. – М.: Металлургия, 1970. – 256 с.

УДК 621.81

ОСОБЕННОСТИ ПЛАВЛЕНИЯ ДИФфуЗИОННО-ЛЕГИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ В РЕЗУЛЬТАТЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГИ

Дашкевич В.Г.¹, Пивоварчик А.А.², Щербаков В.Г.¹

1) Белорусский национальный технический университет,
Минск, Республика Беларусь;

2) Гродненский государственный Университет имени Янки Купалы,
Гродно, Республика Беларусь.

Одним из перспективных направлений в разработке наплавочных материалов является использование процесса диффузионного легирования. Диффузионный слой, получаемый на поверхности материала, может влиять или даже регламентировать структуру и свойства наплавленного слоя. Работы по использованию диффузионно-легированного материала для получения наплавочного можно признать вполне успешными [1, 2]. Процессы, происходящие при оплавлении

диффузионно-легированных материалов, имеют ряд отличительных особенностей. Наиболее важное отличие — происходящее растворение диффузионного слоя, перемешивание и последующее структурообразование. В работе исследовался характер плавления диффузионно-легированных материалов в виде стальной проволоки при воздействии электрической дуги путем пропускания электрического тока через нее. На процесс плавления существенно влияет материал основы и состав диффузионного слоя. Исследование структурообразования при оплавлении углеродистой проволоки марки У7 диаметром 1,2 мм диффузионно-легированной бором или борсодержащими комплексами В-Сг, В-А1, В-Мп позволили качественно установить некоторые особенности плавления.

Столб дуги формируется от центральной части (бездиффузионной), такая схема обусловлена ее повышенной электропроводностью, в результате, возможны два крайних случая [3]:

- сформированный процессом химико-термической обработки диффузионный слой растворяется («рассасывается») по мере приближения теплового поля, направленного от столба дуги и капли, и легирует основной металл;

- слой отделяется от основного металла проволоки и обгорает.

Как правило, диффузионный слой не успевает полностью раствориться в расплаве капли или ванне, в результате чего формируется макрохимическая неоднородность наплавленного покрытия.

На растворение диффузионного слоя влияют режимы наплавки (главным образом сила тока и вылет электрода). От напряжения (U_0) расплавление зависит слабо, можно лишь отметить, что при увеличении значений напряжения холостого хода от 25 до 30 В, процесс более устойчив, меньше вероятность возникновения обрывов. Наиболее активно влияют на растворение сила тока и длина вылета электродной проволоки. Это вполне закономерно, поскольку температура в вылете электрода есть функция изменения тока дуги, удельного электрического сопротивления, теплоемкости диффузионного слоя и основного металла. При большой мощности электрической дуги увеличивается средняя температура капли, происходит укрупнение ее размера, что способствует более эффективному растворению диффузионного слоя, но до определенного значения. Следствием увеличения мощности теплового потока из капли в электрод может стать процесс разрушения диффузионного слоя.

Эффективным параметром управления процессом растворения диффузионного слоя после характеристики мощности дуги является вылет электрода. При его увеличении область жидкофазного растворения «растягивается» по длине электрода, достигая значения 1 мм и более, что способствует более эффективному растворению диффузионного слоя, однако протекающее следом образование капли электродного металла проходит в худших окислительных условиях, что приводит не к снижению потерь, а к их увеличению, в основном бора, за счет активного флюсования электродной капли.

Скорость подачи электродной проволоки тоже влияет на процесс растворения диффузионного слоя, при больших ее значениях ($V_n \geq 100$ м/ч) плавление основного металла проходит с опережающей скоростью, при этом диффузион-

ный слой или его часть выступает «козырьком» и отделяется (эффект «обгорания») за счет возникающих термических напряжений. Тем не менее, увеличение скорости способствует увеличению длительности процесса жидкофазного растворения на границе основной металл – диффузионный слой.

Таким образом, на «жестких» режимах, предполагающих большую силу тока ($I_{св} \geq 200$ А), высокую скорость наплавки ($V_n \geq 100$ м/ч) и небольшой вылет ($h_{выл} \leq 15$ мм), процесс растворения проходит крайне медленно, растворение практически затормаживается, потери легирующих элементов большие. Например, для проволоки после бороалитирования характерным является присутствие очень узкой области жидкофазного растворения 0,1...0,2 мм, а также отделение от основного диффузионного слоя высокобористой фазы (FeB) за счет термических напряжений. При силе тока более 200 А и подаче электродной проволоки медленнее 50 м/ч проволока перегревается и плавится («течет»), а покрытие формируется с дефектами.

В ходе проведенных исследований установлены следующие режимы наплавки борсодержащей диффузионно-легированной проволоки $\varnothing 1,2$ мм в нижнем пространственном положении, которые наиболее эффективно способствуют растворению диффузионного слоя: $I_{св} = 120...150$ А, $U_d = 28...32$ В, $V_n = 60...80$ м/ч, $h_{выл} = 30$ мм; расход защитного газа 12 л/мин. В общем случае при применении режимов (U_d , $I_{св}$) как для сплошных проволок процесс протекает с растворением диффузионного слоя, хотя и отмечается большими потерями за счет невысокой эффективности растворения. Полной гомогенизации расплава на «жестких» режимах не проходит. Диффузионный слой не перемешивается с основным металлом, а распределяется по поверхности капли или отделяется от стальной сердцевины и обгорает.

Отметим еще одну особенность плавления диффузионно-легированной борсодержащей проволоки, которая характеризует перенос электродного металла через дуговой промежуток. Известно, что увеличение поверхностного натяжения при прочих равных условиях способствует увеличению размеров капель, образующихся на торце проволоки. За счет горофильного действия бора перенос электродного металла при наплавке диффузионно-легированной проволоки, как правило, крупнокапельный.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Константинов, В.М. Диффузионно-легированные сплавы для защитных покрытий: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.02.01 / В.М. Константинов; ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси». – Мн., 2008. – 46 с.
2. Стефанович, В.А. Исследование возможности получения наплавленных покрытий из борированной проволоки / В.А. Стефанович, С.В. Борисов, А.В. Стефанович // Перспективы развития поверхностного и объемного упрочнения сплавов: сб. науч. тр., посвященный 40-летию кафедры «Материаловедение в машиностроении» / Белорус. национ. техн. ун-т; под ред. Л.Г. Ворошнина. – Минск, 2004. – С. 56–62.
3. Константинов, В.М. Исследование структурообразования при получении и наплавке диффузионно-легированной стальной проволоки / В.М. Константинов, М.В. Семенченко, В.Г. Дашкевич // Сборник научных трудов «Металлургия». – Мн., 2008. – С. 260–272.