

сыщение из названной среды при 1343 К в течение 6 ч после предварительной выдержки при 1032 К в течение 2 ч способствует формированию хромированного слоя толщиной 150-170 мкм, из которого 100 мкм приходится на сплошную зону карбидов. Таким образом, проведенными исследованиями установлено, что введением в состав хромирующей среды добавок сурьмы и железа можно значительно увеличить толщину легированного слоя, что имеет решающее положительное значение при упрочнении изделий, подлежащих после ХТО механической доводке до заданных размеров и требуемой геометрии поверхности.

Литература

1. Панталеенко Ф.И., Ворошнин Л.Г. Диффузионное хромирование предварительно цинкованных углеродистых сталей. - Известия вузов. Черная металлургия, 1980, № 8, с. 62-68.

УДК 621.793.16

А.В.Никончик, инженер,
Г.М.Левченко, канд. техн. наук,
Т.С.Притыцкая, канд. хим. наук,
Л.В.Гапоник, инженер,
С.В.Свиридов, инженер (БПИ)

ОСАЖДЕНИЕ АЛЮМИНИЕВЫХ ПОКРЫТИЙ ПИРОЛИЗОМ ПАРОВ ТРИИЗОБУТИЛАЛЮМИНИЯ ПРИ АТМОСФЕРНОМ ДАВЛЕНИИ

Осаждение покрытий пиролизом паров металлоорганических соединений (МОС) позволяет получать покрытия высокой чистоты различного состава на подложки из металлических и неметаллических материалов различной формы.

Наиболее важным вопросом при осаждении покрытий из паровой фазы МОС является удаление газообразных продуктов реакции, которые адсорбируются на поверхности покрытия, подавление вторичных реакций, в результате которых загрязняется и разъедается поверхность покрытия. Газообразные продукты пиролиза хорошо удаляются с поверхности покрытия при осаждении в вакууме. При атмосферном давлении возможны два направления - "сдувать" продукты потоком газа-носителя или добавлять вещества, адсорбирующиеся на поверхности покрытия и оттесняющие газообразные продукты.

Способ осаждения избирается в зависимости от природы МОС, подложки, побочных продуктов пиролиза и условий их удаления.

В данной работе исследовался процесс осаждения алюминиевых покрытий пиролизом паров триизобутилалюминия (ТИБА) при атмосферном давлении, влияние способов получения паров, температуры подложки и других факторов на качество покрытия.

Осаждение проводили в установке, состоявшей из реакционной камеры емкостью 0,5 л, внутри которой располагался нагревательный элемент. К нагревателю крепились образцы из меди, железа, титана, графита, ситалла. Из-за высокой реакционной способности ТИБА на воздухе реакционную камеру перед процессом вакуумировали и заполняли очищенным аргоном. Газообразные продукты пиролиза выводились через затворную склянку. Температуру осаждения регулировали терморегулятором ТРК. Образцы полировали, промывали в хромовой смеси, дистиллированной воде, сушили.

Пары ТИБА получали в реакционной камере, что обеспечивает максимальную концентрацию паров и, следовательно, скорость осаждения покрытия. ТИБА загружали на дно реакционной камеры в количестве от 1 до 15 мл. Дно реакционной камеры нагревали до температуры испарения 120°C . Однородные покрытия чистого алюминия толщиной до 20 мкм получали при загрузке ТИБА не менее 5 мл и температуре подложки $180\text{--}190^{\circ}\text{C}$. Скорость осаждения 1,2–1,3 мкм/мин. Отмечено, что наилучшее качество покрытия получали при отклонении плоскости подложки от направления восходящих потоков паров ТИБА на угол 30° . Перпендикулярное или параллельное расположение приводило к повышению температуры пиролиза, осаждались темные (загрязненные углеродом) рыхлые покрытия из-за осаждения продуктов вторичных реакций, что объясняется образованием вблизи подложки застойных зон атмосферы. Увеличение толщины покрытия свыше 20 мкм при температуре осаждения $180\text{--}190^{\circ}\text{C}$ приводит к ухудшению качества поверхности: покрытие становится рыхлым, что объясняется ростом нитевидных кристаллов и ходом вторичных реакций.

Повышение температуры подложки до $260\text{--}280^{\circ}\text{C}$ приводило к увеличению скорости осаждения, но при этом осаждалось серое рыхлое покрытие.

Введение потока газа-носителя (очищенный аргон) 0,6–1,0 л/мин, барботировавшего через ТИБА при температуре осаждения 120°C , заметного улучшения качества покрытия не даст.

Влияние добавок ферроцена на качество покрытий, полученных при атмосферном давлении, аналогично действию при осаждении в вакууме: ферроцен активно вытесняет адсорбировавшиеся на поверхности покрытия продукты пиролиза и предотвращает вторичные реакции. При этом осаждаются зеркальные, с хорошей адгезией покрытия.

Таким образом, в работе показано, что осаждение алюминиевого покрытия при атмосферном давлении пиролизом полученных непосредственно в реакционной камере паров ТИБА позволяет снизить температуру осаждения до 180–190°С, что ниже по сравнению с традиционными способами получения паров ТИБА в автономном испарителе на 50–100°С.

УДК 536.1 + 669:539.219.3

Л.Г.Ворошнин, докт. техн. наук, профессор,
Б.М.Хусид, канд. физ.-мат. наук,
Н.Ю.Борд, инженер (БПИ)

ДИФФУЗИОННЫЙ МАССОПЕРЕНОС В ДВУХФАЗНЫХ СИСТЕМАХ

Разработка математической модели процесса диффузионного насыщения сталей в области температур двухфазного состояния представляет большой практический интерес.

Целью настоящего исследования явилось изучение закономерностей роста частиц новой фазы в трехкомпонентных системах типа железо–металл–углерод с учетом концентрационной зависимости коэффициента диффузии углерода.

Для двухфазной трехкомпонентной системы уравнения диффузии элементов в твердом растворе имеют вид:

$$\frac{\partial c_1}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D_{1j} \frac{\partial c_j}{\partial x} \right) - Q_1; \quad (1)$$

$$\frac{\partial c_2}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D_{2j} \frac{\partial c_j}{\partial x} \right) - Q_2, \quad (2)$$

где Q_i ($i = 1, 2$) – сток i -го элемента, вызванный наличием растущих частиц новой фазы; c_1 и c_2 – средние концентрации элементов в сечении, параллельном насыщаемой поверхности.

Выражения (1) и (2) справедливы для двухфазных систем, содержащих изолированные включения новой фазы. При расчете