

Асаулова Ю. О. ст. гр. МЕТ-14-1д, Кругляк И. В., доц., к. т. н.,
Кругляк Д. О., доц., к. т. н. – научные руководители

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ В УСЛОВИЯХ СВС

Запорожская государственная инженерная академия, кафедра ОМД

В работе рассмотрено моделирование процессов формирования хромированных и силицированных покрытий, полученных в условиях СВС.

Исследуемые процессы СВС-хромирования и СВС-силицирования выполняли в реакторах открытого типа с продувкой аргоном. Образование покрытий в режиме горения состоял из стадий прогрева деталей до начала образования насыщаемых галогенидов, их разложения и химических транспортных реакций при охлаждении контейнера.

На I стадии – стадии прогрева изделия, после прохождения фронта горения по шихте, за промежуток времени $(0-\tau_1)$ покрытия не образуется. У изделия образуется не прореагировавший слой, толщиной порядка X_0 , равный ширине зоны прогрева. Происходит диффузия паров йода из шихты в слой X_0 . Пары йода реагируют в этом слое с хромом, восстановленным из окислов, образуя CrI_2 . На стадии II – стадии разложения диiodида хрома в слое CrI_2 , диiodид хрома осаждается на поверхности и при последующем подъеме температуры и прогреве образца до температур, выше 1000°C , разлагается с выделением хрома на поверхности. Наряду с осевшим хромом образуется и небольшая диффузионная зона. В этот момент концентрация активных атомов хрома на поверхности высока. За счет высокого химического потенциала, предопределяемого градиентом концентрации dc/dx , начинает формироваться диффузионный слой, представляющий фазу $(Cr,Fe)_7C_3$. За время $(\tau_1-\tau_2)$, как показывают расчеты, формируется слой толщиной порядка 10 мкм. На III стадии – стадии прохождения химической транспортной реакции при охлаждении реактора большое значение имеет темп охлаждения. Этот темп характеризуется критерием Био. Расчетные толщины h_2 составляют порядка 80-120 мкм. Наряду с образованием активных атомов хрома, происходит формирование диффузионного слоя. За счет нестационарных температурных условий, за время охлаждения $(\tau_2-\tau_3)$ происходит образование хромированного слоя значительно большей толщины, чем за такое же время при традиционном методе хромирования в изотермических условиях. После охлаждения образца, в его микроструктуре видна и переходная зона, состоящая из $\alpha + (Cr,Fe)_7C_3$.

Для того, чтобы при динамическом режиме нагрева процесс проходил в условиях объемного самовоспламенения, необходимы определенные условия, связанные с соотношениями между темпом нагрева внешним источником тепла и скоростью прогрева реактора с изделиями. При экстремально больших темпах внешнего нагрева возможен переход от самовоспламенения к зажиганию. При очень малых темпах внешнего нагрева самовоспламенение не происходит из-за существенного выгорания шихты. Однако, как было сказано выше, существуют критические темпы нагрева, при которых происходит воспламенение.

При хромировании в режиме теплового самовоспламенения на поверхности малоуглеродистых сталей наблюдается образование слоя, состоящего из карбида хрома $Cr_{23}C_6$, а при обработке сталей с более высоким содержанием углерода образуются сложные многофазные слои, состоящие из Cr_3C_2 , Cr_7C_3 . При силицировании малоуглеродистых сталей на поверхности формируются слои α -фазы Fe_3Si . Столчатое строение силицированного слоя свидетельствует о ферритном диффузионном слое.