

III. МЕТАЛЛОВЕДЕНИЕ И ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ

УДК 546.77.281

Л.С. ЛЯХОВИЧ, д-р техн.наук,
Э.Д. ЩЕРБАКОВ, канд.техн.наук,
В.Г. БОРИСОВ,
В.А. ВЕЙНИК (БПИ)

ЖАРОСТОЙКОСТЬ АЛЮМИНИДНЫХ ПОКРЫТИЙ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКОМ ИЗМЕНЕНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ИСПЫТАНИЙ

Алитирование является одним из основных процессов для защиты сталей от высокотемпературного окисления в статических условиях. В работе исследовано влияние состава насыщающей смеси и температуры химико-термической обработки (ХТО) на процесс формирования алюминидных покрытий и сопротивление высокотемпературному окислению в сочетании с термическими ударами.

Цилиндрические образцы технического железа и сталей 45, 12Х18Н10Т и 10Х23Н18 диаметром 10 мм и длиной 20 мм алитировали в смесях состава $a\% \text{Al} + (99 - a)\% \text{Al}_2\text{O}_3 + 1\% \text{NH}_4\text{Cl}$ при температурах 1000 и 1100 °С в течение 5 ч. Содержание алюминия в смесях составляло 0, 5, 10, 20, 30, 50 %. Наличие в смесях более 20 % алюминия марки ПА-4 приводило к значительному увеличению размеров образцов и искажению их формы. Получаемые слои легко скалывались при механических и термических ударах. Для дальнейших исследований содержание алюминия в смесях изменяли в пределах 0–20 %. Диффузионные алитированные слои в хромоникелевых сталях состоят из зоны алюминидов $(\text{Fe}, \text{Cr}, \text{Ni})_m \text{Al}_n$ и зоны столбчатых кристаллов α -твердого раствора.

Испытания на жаростойкость в сочетании с термическими ударами выполнялись в воздушной атмосфере печи при температуре 1000 °С по следующему режиму: нагрев до 1000 °С за 5 мин, выдержка при этой температуре 5 ч, затем охлаждение в воде. Через 5, 10, 20, 30, 50, 75, 100 ч испытаний образцы взвешивались. Для исследования сопротивления циклическому окислению выбраны составы с 1 %, 5 и 10 % алюминия в смеси, позволяющие получить хорошее качество поверхности покрытий. Кривые жаростойкости приведены на рис. 1. Увеличение массы образцов, которое наблюдается для некоторых режимов насыщения, объясняется образованием на поверхности покрытий плотных нескалывающихся окисных пленок, надежно защищающих стали от окисления. Уменьшение массы происходит за счет сколов участков покрытия и отслаивания окалины.

Алитирование стали 12Х18Н10Т при температуре 1000 °С позволяет повысить сопротивление термическим ударам уже при 1 % Al в насыщающей среде.

Однако небольшое количество алюминия в покрытии приводит уже через 10 ч к потемнению поверхности образца, появлению окалины и ее скалыванию. Покрытие теряет свои защитные свойства через 20 ч испытаний (рис. 1, а). Увеличение содержания алюминия в смеси до 5 % приводит к росту толщины зоны алуминидов Fe_2Al_5 , обладающих высокой хрупкостью, и их скалыванию за первые 10–20 ч испытаний. После этого защитные свойства обеспечиваются преимущественно зоной $FeAl$. Защитные свойства покрытия сохраняются после 100 ч испытаний. Наличие в порошковой смеси 10 % алюминия

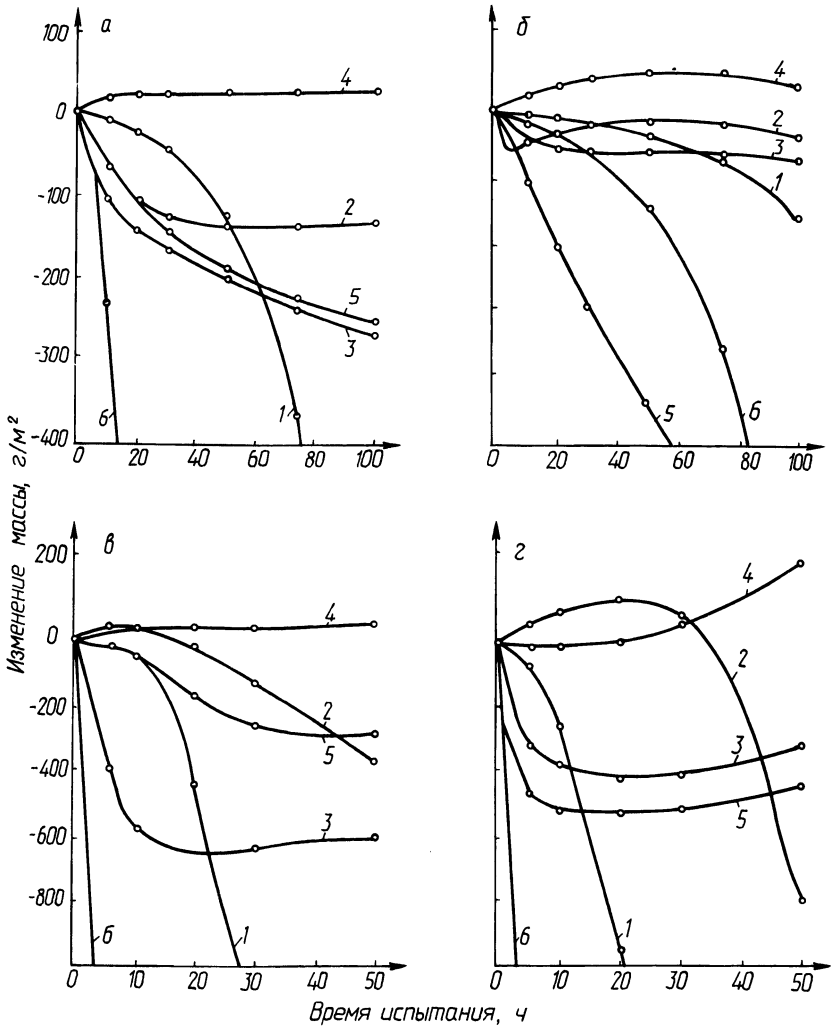


Рис. 1. Жаростойкость алитированных сталей при циклических испытаниях (температура испытаний $1000^{\circ}C$):
 а–г – соответственно стали 12Х18Н10Т, 10Х23Н18, техническое железо, сталь 45; 1 – 1 % Al, 2 – 5 % Al, 3 – 10 % Al ($t_{нас} = 1000^{\circ}C$); 4 – 5 % Al ($t_{нас} = 1100^{\circ}C$); 6 – без ХТО

(температура насыщения 1000 °С) приводит к значительному росту толщины диффузионного слоя, причем преимущественно растет зона алюминидов Fe_2Al_5 , обладающих высокой хрупкостью. При испытаниях таких покрытий наблюдаются значительные сколы с поверхности образцов.

Как видно из рис. 1, а, максимальные защитные свойства обеспечиваются при алитировании в среде с 5 % Al при 1100 °С. Наличие на поверхности пластичного слоя FeAl толщиной более 100 мкм, хорошо связанного с основой, обеспечивает достаточную для длительного срока службы концентрацию алюминия на поверхности. Покрытия, полученные при насыщении в порошковой среде с 10 % Al и температуре 1100 °С, обладают высокой хрупкостью, что приводит к сильным сколам с поверхности образца при резком охлаждении.

Для стали 10X23H18 хорошие результаты дает алитирование в средах с 5 и 10 % Al при 1000 °С, а также с 5 % алюминия при 1100 °С (рис. 1, б), а для технического железа – насыщение при 1100 °С в смеси с 5 % Al (рис. 1, в).

Исследования сопротивления термическим ударам алитированной стали 45 (рис. 1, г) показывают, что использование сталей, претерпевающих мартенситное превращение, нецелесообразно, так как большое изменение объема при быстром охлаждении приводит к появлению трещин в покрытии и последующему окислению через образовавшиеся трещины.

УДК 621.785.5

Л.С. ЛЯХОВИЧ, д-р техн.наук,

Б.С. КУХАРЕВ,

Н.Г. КУХАРЕВА, канд-ты техн.наук,

А.М. ИСЛАМОВ (БПИ)

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ ДИФФУЗИОННЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ХРОМА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

В настоящей работе представлены результаты сравнительной оценки коррозионной стойкости диффузионных покрытий на основе хрома в 10 %-ном водном растворе азотной кислоты с использованием гравиметрического метода [1], метода съемки поляризационных кривых [2], метода Оулдхэма и Мансфелда [3] и метода четырех точек [3].

Диффузионное насыщение стали У8 осуществлялось из порошковых насыщающих сред на основе хрома; хрома и кремния; хрома, кремния и молибдена (табл. 1). Диффузионная обработка осуществлялась при температуре 900 °С в течение 4 ч.

Сталь У8 перед ХТО подвергалась гальваническому никелированию на толщину никелевого слоя 14 мкм.

Результаты измерений указанными методами коррозионной стойкости в азотной кислоте предварительно никелированной стали У8, подвергнутой диффузионной обработке, представлены на рис. 1–3.

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о возможности сравнительной оценки: коррозионной стойкости по любой из используемых