

Алитирование сталей с целью повышения жаростойкости и термостойкости

Студент гр. 104217 Янущик Н.М.

Научный руководитель – Вейник В.А.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Целью работы являлось повышение жаростойкости, термостойкости, термостабильности, увеличение толщины покрытий и повышение их пластичности. Работа выполнялась под руководством д. т. н., профессора Ляховича Л.С.

Образцы технического железа и стали 45, 20X13, 08X18H10T и 12X23H18 алитировали в порошковых смесях из алюминия АПС-1 и оксида алюминия марки х. ч. в контейнерах с плавким затвором. В качестве активаторов использовали фтористый алюминий и хлористый аммоний. Увеличение содержания алюминия в смеси приводило к значительному росту толщины слоев (см. таблицу 1).

Таблица 1 – Толщина алитированных слоев на сталях в зависимости от содержания алюминия в смеси из АПС-1, Al_2O_3 и 2% AlF_3 полученных при 1000 °С за 5 ч, мкм

Содержание алюминия в смеси, %	Марка стали			
	45	20X13	08X18H10T	12X23H18
0	210	220	180	150
10	410	430	250	200
20	650	570	310	250
30	860	670	380	310
40	1100	740	440	350
50	1300	800	500	400

При содержании алюминия в смеси более 20%, алитированные слои имели низкое качество поверхности, трещины, сколы. Поэтому в дальнейших исследованиях более подробно изучали насыщение в смесях с содержанием алюминия до 20 %.

Рассмотрим результаты испытаний на жаростойкость образцов стали 08X18H10T после алитирования в смесях с 5 – 10% алюминия при температурах насыщения 800, 900, 1000 и 1100 °С в

течение 5ч. Испытания проводили по схеме: нагрев до 1000⁰С, 2-2.5ч, выдержка при 1000⁰С 5ч, охлаждение до 200-300⁰С вместе с печью, 15ч, а затем на воздухе. После каждого цикла испытаний определяли относительное изменение массы (г/м²). Длительность испытаний составляла 20 циклов, суммарная выдержка при 1000⁰С – 100ч.

Слои, полученные в смеси с 5% алюминия при 800 и 900⁰С, имели практически одинаковое увеличение массы за 100ч испытаний, полученные при 1000⁰С – несколько меньше, при 1100⁰С – несколько большее. Однако скорости окисления слоев, полученных при различных температурах в смеси с 5% алюминия, после двух – четырех циклов испытаний становились практически одинаковыми. В смеси с 10% алюминия при 800, 900 и 1000⁰С получены слои, уровень жаростойкости которых одного порядка с таковым слоев, полученных в смеси с 5% алюминия. Повышений температуры алитирования до 1100⁰С привело к уменьшению удельного изменения массы образцов за 100ч испытаний до 35г/м². Аналогичные зависимости по жаростойкости получены также для технического железа и сталей 45 и 20Х13.

Циклические испытания на жаростойкость в сочетании с резкими термическими ударами проводили по следующему режиму: нагрев до 1000⁰С за 5 мин, выдержка при 1000⁰С 5ч, охлаждение в воде. Увеличение массы образцов, которое наблюдается для некоторых режимов насыщения, объясняется образованием на поверхности покрытий плотных, не скалывающихся окисных пленок, надежно защищающих сталь от окисления. Уменьшение массы образцов при таких испытаниях связано с отслаиванием образовавшейся при 1000⁰С окалины и хрупкой зоны алюминидов покрытия. Наилучшими защитными свойствами при таких испытаниях обладают слои, полученные в результате насыщения в смеси с 5% алюминия при 1100⁰С, имеющие структуру α -твердого раствора, зону FeAl на поверхности и концентрацию алюминия около 35%. Алитирование в смеси с 10% алюминия приводит к образованию на поверхности зоны алюминидов Fe₂Al₅, обладающего повышенной хрупкостью. Эта зона скалывалась при испытаниях.

Для устранения хрупкой зоны алюминидов Fe₂Al₅ проводили отжиг алитированных слоев, полученных при 1000⁰С в смеси с 10% алюминия, при 1100⁰С в течении 5 часов, который привел к увеличению общей толщины слоя, уменьшению концентрации алюминия на поверхности, обеспечил получение плотной защитной окисной пленки, практически не скалывающейся при испытаниях.

Проведенные исследования позволяют рекомендовать условия алитирования, позволяющие получить слои, пригодные для работы в условиях высокотемпературной газовой коррозии и термических ударов: 1) алитирование в смеси с 5% алюминия при 1100⁰С 5 ч; 2) алитирование в смеси с 10% алюминия при 1000⁰С 5 ч, отжиг при 1100⁰С 5ч.