

Анализ влияния режимов термодиффузионного алитирования на свойства и структуру стали 10

Студенты группы 10405517 Мышкевич П.С., Чернявская Е.С., Белов А.Р.
Научный руководитель – к.т.н. Дашкевич В.Г.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Алитирование (калоризация) – это способ химико–термической обработки мало– и среднеуглеродистой стали, путем диффузионного насыщения поверхности алюминием в определенных насыщающих средах. В большинстве случаев данный процесс проводится при температурах 700–1100 °С, однако он может протекать и при более низкой температуре 550–650 °С. Целью алитирования, как и большинства методов обработки, является повышение жаростойкости, коррозионной стойкости стали в агрессивных средах, твердости, а также износостойкости.

Алитированию подвергают изделия для различных отраслей народного хозяйства, обрабатывают трубы, инструмент для литья цветных сплавов, чехлы термодар, детали газогенераторных машин и т. д. [1]. При выборе методов и температурно–временных режимов алитирования производят анализ существующих зависимостей между долговечностью, толщиной, структурой алитированного слоя для материала изделий или близкого ему по химическому составу, для различных методов алитирования [2].

Алитирование как способ увеличения жаростойкости сталей за рубежом известен с 1915 г. [3], в то время этот процесс назывался калоризацией. На постсоветском пространстве такую технологию насыщения, при температурах 900–1100 °С, разрабатывали такие знаменитые ученые как Н.А. Минкевич, Н.В. Агеев, О.И. Вер в 1927–1930 гг.

Необходимо отметить, что в литературе трудно найти источники, содержащие полную информацию о структуре и свойствах алитированного слоя на углеродистых конструкционных сталях при низкотемпературном процессе алитирования.

Для проведения исследований выбрали низкоуглеродистую сталь 10, с феррито–перлитной структурой. Порошковая смесь была приготовлена на основе алюминия марки ПА–4, температура опыта 570 °С, время проведения алитирования составляло 5ч. Насыщение проводили при печном нагреве в герметичном контейнере с плавким затвором. Использовали шахтную электрическую печь с селитовыми нагревателями. После проведения химико–термической обработки, образцы были разрезаны и подготовлены для микроструктурного анализа. Затем провели травление в 3%–ой азотной кислоте (HNO_3), время травления составило 5–10 с.

В результате макро и микроанализа поверхности темплета под микроскопом была выявлена структура основного металла, состоящая из зерен феррита и небольшого количества перлита с плохо выраженной границей зерен. На исследуемых образцах также был проведен микродюрометрический анализ с целью определения изменений микротвердости, характеризующий структурные изменения за счет диффузии легирующего элемента в поверхность образцов. Анализ проводили на приборе ПМТ–3 при нагрузке $P=0,196$ Н. Измерения показали увеличение микротвердости на поверхности в 1,3 раза выше микротвердости основы. Толщина алитированного слоя за 5 часов обработки составила около 25 мкм. На рисунке 1 представлена микроструктура поверхностного слоя стали 10 после низкотемпературного алитирования.

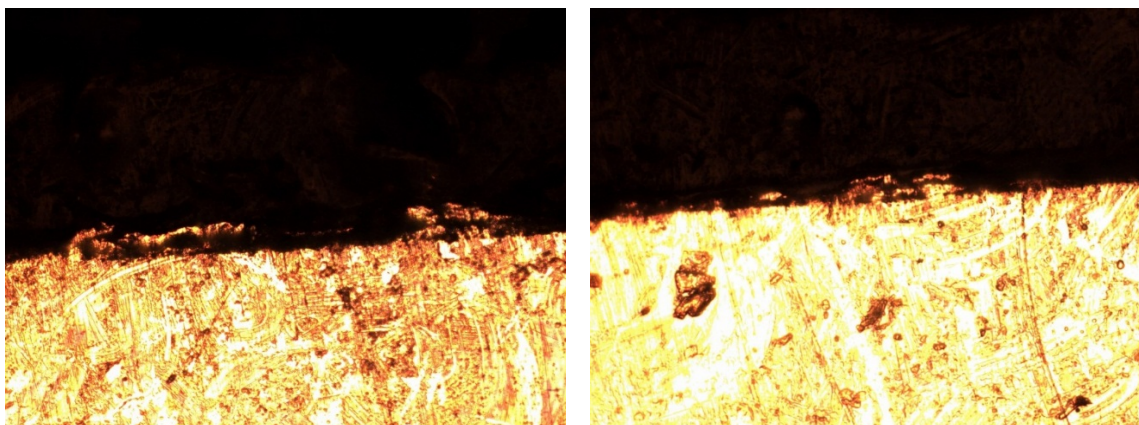


Рисунок 1 – Микроструктура поверхностного слоя стали 10 после низкотемпературного алитирования. $\times 200$

Для проведения высокотемпературного алитирования применяли порошковую смесь состоящую из 49% алюминиевой пудры, 49% оксида алюминия Al_2O_3 и 2% хлорида аммония NH_4Cl . Режим обработки: температура – $900^\circ C$, время – 4ч. Насыщение проводили аналогично низкотемпературному алитированию в шахтной электрической печи с селитовыми нагревателями. Отмечено оплавление смеси и фрагментарное припекание ее на поверхности образца.

Было проведено аналогичное травление 3%-ой азотной кислотой (HNO_3), время травления составило 5–10с. Поверхность образца имеет диффузионный слой с неравномерным распределением алюминидных фаз. В результате замера микротвердости поверхности образца установлено её увеличение в 2,5–2,8 раза по сравнению с исходной. Толщина алитированного слоя за 4 часа обработки составила около 150 мкм. На рисунке 2 представлена микроструктура поверхностного слоя стали 10 после высокотемпературного алитирования.

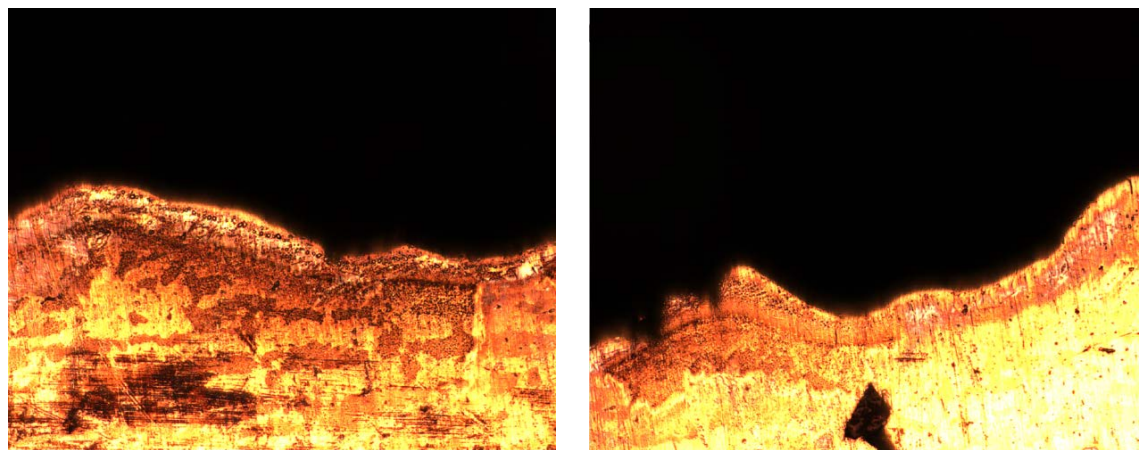


Рисунок 2 – Микроструктура поверхностного слоя стали 10 после высокотемпературного алитирования. $\times 200$

В результате выполненной работы подтверждена работоспособность описанных в литературных источниках составов смесей для низкотемпературного и высокотемпературного алитирования конструкционной стали марки 10.

За 5 часов обработки образуется диффузионный слой толщиной до 25 мкм для низкотемпературного алитирования и до 150 мкм за 4 часа обработки для высокотемпературного алитирования. Кроме этого, необходимо отметить недостаточно высокое качество полученных диффузионных слоев. Ввиду этого требуются дополнительные исследования по совершенствованию состава смеси и температурно–временных параметров обработки для рассматриваемой конструкционной стали 10.

Список использованных источников

1. Герасимова, Н.С. Химико-термическая обработка сталей и сплавов: учебное пособие по курсу «Материаловедение» / Н.С. Герасимова – Калуга: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017. – 48 с.
2. Методические указания РД 50–412–83. Надежность в технике. Упрочнение деталей машин. Выбор режимов алитирования по долговечности. Общие требования. – М.: Издательство стандартов, 1984. – 27 с.
3. Коломыцев, П.Т. Жаростойкие диффузионные покрытия / П.Т. Коломыцев. – М.: Металлургия, 1979. – 272 с.