

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ДИФфуЗИОННОГО ТИТАНОКОБАЛЬТИРОВАНИЯ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ НА ОСНОВЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

К. К. Бахронов, Б. Д. Лыгденов, И. В. Васюткин

Восточно-Сибирский государственный технологический университет,
г. Улан-Удэ, Россия

В данной статье рассматривается получение модифицированных диффузионных титанокобальтированных покрытий на основе анализа рациональной рабочей газовой среды. Проведен полный анализ образующейся многокомпонентной равновесной рабочей газовой среды в процессе титанокобальтирования, а также химических соединений, как участвующих в процессе насыщения, так и балластных, попутных соединений. Приведены результаты по толщине и кинетике получения покрытий.

Исследования механизма и кинетики формирования диффузионных слоев были выполнены на сталях 45, У8.

Все процессы химико-термической обработки проводили с использованием реактивов классификации «ХЧ», «Ч», «ЧДН». Крупность порошков не превышала 0,2 мм. Применяемые реактивы приведены в таблице 1, в случае использования алюмотермической смеси составы предварительно определяли теоретическим расчетом, исходя из стехиометрического соотношения восстановителя и окисла насыщаемого элемента.

Процесс титанокобальтирования поверхности проводили в пастах. Состав пасты приведен в таблице 2.

В качестве связующего вещества использовали жидкое стекло. Пасту, разведенную до сметанообразного состояния, наносили на поверхность стальных заготовок с помощью кисти. Толщина обмазки составляла не менее 2 мм. Далее заготовки высушивали при комнатной температуре в течение 24 ч. После этого, сушили при 200 °С в течение 2 ч. Затем полученные заготовки помещали в жаростойкий металлический контейнер диаметром 50–60 мм и высотой 100–120 мм, и засыпали порошком оксида алюминия, предварительно прокаленного при 900 °С. Контейнер с образцами помещали в печь, нагретую до 950 °С и 1050 °С и выдержки в течение 2 и 4 ч. Процесс проводили в печи марки СНОЛ 12/12-В.

Термодинамическое моделирование образующихся соединений в рабочей газовой среде, изучали с применением программного комплекса «TERRA», представленной на рисунке 1.

Таблица 1 – Применяемые материалы

Наименование Марка	Стандарт или ТУ
Оксид титана (порошок)	ГОСТ 5382-91
Оксид кобальта порошок	ГОСТ 4467-79
Алюминий порошок (ПА-4)	ГОСТ 6058-73
Оксид алюминия	ГОСТ 1414-49
Тетрафтороборат калия порошок	ТУ 6-02-1289-84
Бентонит	ГОСТ 28177-89
Графит	ГОСТ 4596-75

Таблица 2 – Состав пасты

Наименование порошка	Содержание, %
50 % Ti (восст. Из TiO_2) + 50 % Co (восст. из CoO)	80
Бентонит	5
Графит	12
KBF_4 (активатор)	3



Рисунок 1 – Рабочее окно программного комплекса «TERRA»

Для расчета были приняты следующие исходные параметры среды: температура насыщения – 900–1050 °С, абсолютное давление (0,10 МПа, 0,05 МПа, 0,01 МПа), массовая загрузка источника Ti и Co, источника газовой среды и сталь 45.

После проведения процессов диффузионного насыщения визуально контролировали качество образцов, измеряли толщину слоя – на оптическом микроскопе «Neophot-21» и микротвердость на микротвердомере марки ПМТ-3. Результаты представлены на рисунках 1 и 2.

Толщина диффузионного слоя на стали 45 составило 30–35 мкм при 900 °С и 54–60 мкм при температуре насыщения 1050 °С и выдержке в течение 2 и 4 ч, соответственно. Микротвердость диффузионного слоя незначительно выше от микротвердости основы (рисунок 2, 3).

После проведенных расчетов выявлено преимущественное содержание кобальта в равновесной рабочей газовой среде около 3 моль/кг и TiC около 4,2–4,5 моль/кг. Диффузионное титанокобальтирование осуществляется за счет образования этих активных соединений в насыщающей фазе, содержание других соединений BF_3 , TiF_3 , TiB_2 , KF незначительно порядка 10^{-10} – 10^{-20} моль/кг.

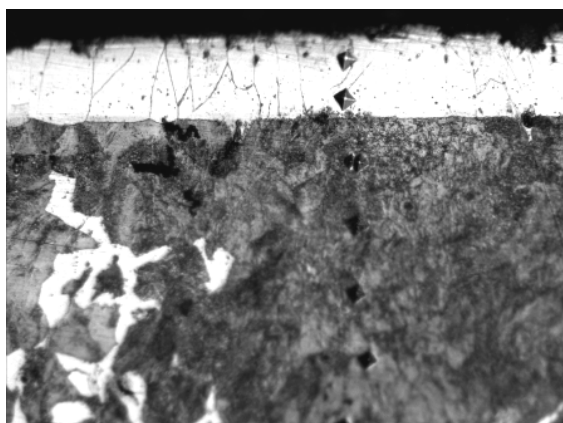


Рисунок 2 – Микроструктура диффузионного слоя на стали 45 ($t=1050$ °С; $\tau=4$ ч); $\times 200$

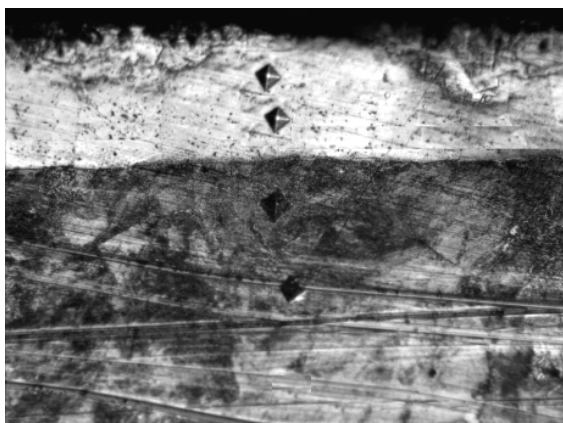


Рисунок 3 – Микроструктура диффузионного слоя на стали У8 ($t=1050$ °С; $\tau=4$); $\times 200$

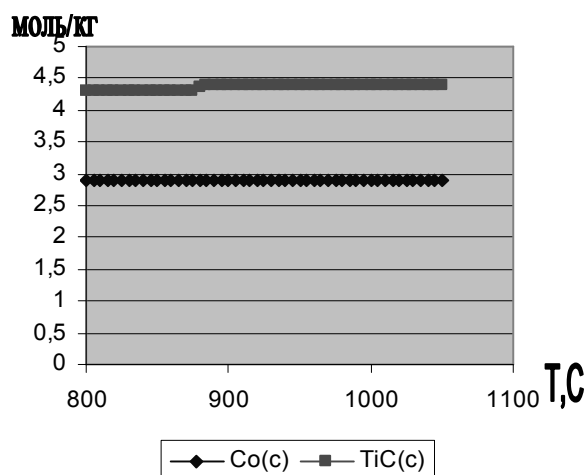


Рисунок 4 – Равновесное количество веществ Co и TiC в равновесной рабочей газовой среде в зависимости от температуры

Выводы

Процессы титанокобальтирования или кобальтирования изучены очень слабо. Целью данной работы было исследование оригинальных свойств диффузионного слоя. На данном этапе можно констатировать тот факт, что диффузионные слои имеют четко выраженные границы раздела от основного металла, имеют хорошее адгезионное взаимодействие с основой и представляют в перспективе как защитные покрытия от коррозии и износостойкости в зависимости от материала пары трения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лахтин Ю. М., Арзамасов В. Н. Химико-термическая обработка металлов. М.: Металлургия, 1985. – 256 с.
2. Мудрова А. Г., Фомин В. В. Диффузионное титанирование углеродистой стали. – Изв. вузов. Машиностроение, 1968, № 5.
3. Лизун О. Я. Влияние активаторов на строение и свойства титановых покрытий. – В кн.: Защитные покрытия на металлах. Киев: Наукова думка, 1980, вып. 7.
4. Интенсификация процессов химико-термической обработки. Материалы семинара. – М.: Машпром, 1973, с.180.
5. Лыгденов Б. Д., Гурьев А. М. Фазовый состав и механизм образования диффузионного слоя углеродистых сталей при титанировании в насыщающей смеси содержащей титаноникелевую лигатуру. Эволюция дефектных структур в конденсированных средах: тезисы докладов. 19-23 ноября 2001 г. / под ред. Старостенкова М. Д. //АлтГТУ. – Барнаул: 2001 г.