

2. Сравнение структуры и свойств литых и наплавленных износостойких материалов / Емельюшин А.Н., Нефедьев С.П. и др. // Литейные процессы. – 2012. – №11. – С.141–145.
3. Гнусов С.Ф., Дегтерёв А.С. Влияние режимов плазменной наплавки на микроструктуру карбида ванадия в покрытиях на основе порошка ПР-Х18ФНМ // Известия Томского политехнического университета. – 2014. – Т.324. – № 2. – С. 63–71.
4. Емельюшин А.Н., Нефедьев С.П., Гусева Е.Н. Повышение эксплуатационной стойкости деталей подшипниковых узлов клетей прокатных станов // Механическое оборудование металлургических заводов: межрегион. сб. науч. тр. / под ред. Корчунова А.Г. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. – С. 109–113.

УДК 669.58

И.А. Булойчик

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРА ФОРМИРОВАНИЯ ЦИНКОВЫХ ДИФфуЗИОННЫХ СЛОЕВ НА СТАЛИ В РАЗЛИЧНОМ СТРУКТУРНОМ СОСТОЯНИИ

Одним из альтернативных направлений в сфере получения защитных цинковых покрытий на стальных изделиях является способ термодиффузионного цинкования в порошковых насыщающих средах (ТДЦ) [1]. Преимущественной особенностью данного способа является возможность замены процессом ТДЦ ряда операций термической обработки деталей (отпуска), что ведет к снижению затрат на термическую и антикоррозионную обработку изделий. При формировании интерметаллидных слоев на основе цинка важное значение имеет структура стальной основы, на которой происходит диффузионное взаимодействие атомов насыщающего элемента и насыщаемой основы. В большинстве случаев при антикоррозионной обработке стальных изделий данным способом формирование диффузионного слоя происходит на ферритно-перлитных структурах с низким содержанием легирующих элементов [2]. С учетом традиционного температурного интервала протекания процессов ТДЦ (380–420°С) формирование диффузионного

цинкового слоя на стальных изделиях возможно также после закалки на мартенсит [3]. В этом случае процесс происходит в условиях распада пересыщенного твердого раствора (мартенсита).

Цинкованию подвергали образцы из стали 65Г в структурном состоянии перлит зернистый (состояние поставки проволоки из стали 65Г), мартенсит и отожженном состоянии при 830°C, структурно соответствующему ферритно-перлитной смеси (Ф+П). Формирование слоя производили термодиффузионным цинкованием во вращающемся контейнере и в стационарных тиглях с применением порошковых насыщающих сред на основе чистого цинка без использования активаторов при различной длительности выдержки. С применением вращающегося контейнера длительность выдержки образцов составляла 30 и 50 мин. Длительность выдержки образцов с применением стационарных тиглей была до 2,5 ч. Толщина цинковых диффузионных слоев, полученных способом во вращающемся контейнере составляла порядка 20 мкм для каждого типа подложек (рис. 1–3).

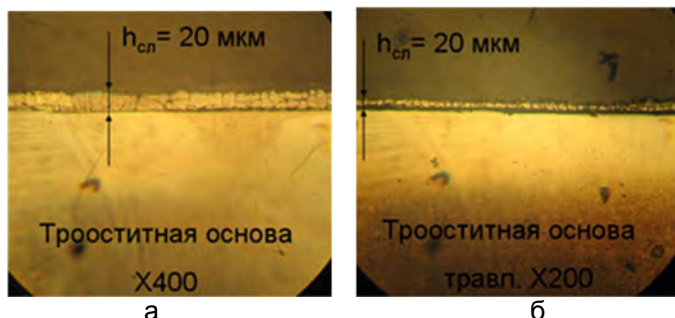


Рис. 1. Диффузионный цинковый слой, полученный на стали 65Г после закалки. Исходная структура стальной основы: мартенсит тетрагональный и аустенит остаточный. Цинкование 410°C, 30 мин: а – шлиф не травлен; б – травление 3% HNO_3

Повышение качества цинковых диффузионных слоев, сформированных на мартенситной подложке, отмечено только при формировании диффузионных слоев сравнительно небольшой толщины (20 мкм).

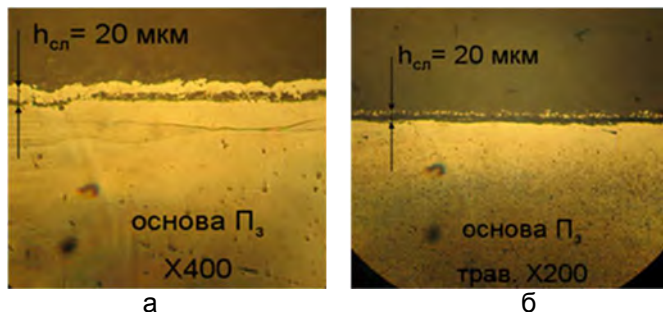


Рис. 2. Подложка перлит зернистый. Цинкование 410°C , 30 мин:
а – шлиф не травлен; б – травление 3% HNO_3

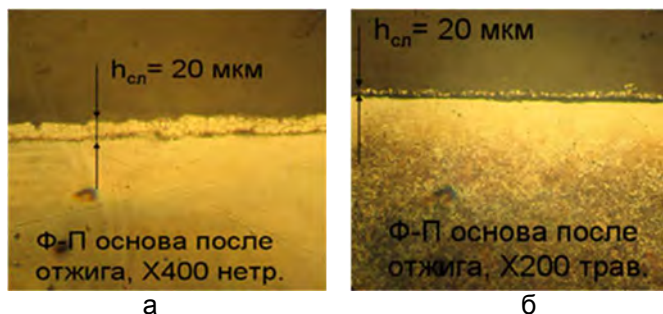


Рис. 3. Подложка Ф+П(пластинчатый). Цинкование 410°C , 30 мин:
а – шлиф не травлен; б – травление 3% HNO_3

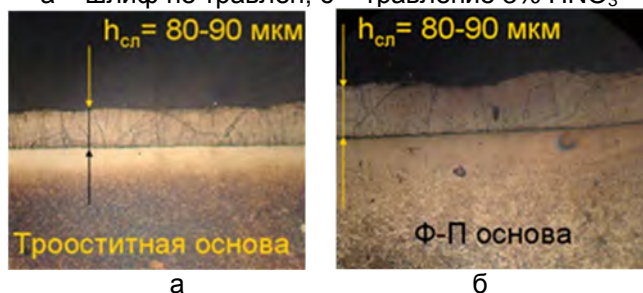


Рис. 4. Сравнение цинковых диффузионных слоев, сформированных термодиффузионным цинкованием в стационарных тиглях на мартенситной (а) и ферритно-перлитной основах (б), $\times 200$

Сравнительный анализ микроструктур цинковых диффузионных слоев большей толщины, полученных при цинковании в стационарных тиглях на мартенситной (а) и ферритно-перлитной основах (б), $\times 200$

нарных тиглях и увеличении времени выдержки до 2,5 ч, не выявил различия в качестве формируемых диффузионных слоев на подложках различного типа (рис. 4). Толщина диффузионных слоев, сформированных на ферритно-перлитной и мартенситной подложках, составляла порядка 80–90 мкм.

Данные микрорентгеноспектрального анализа свидетельствуют об одинаковом среднем содержании цинка и железа по сечению диффузионного слоя (рис. 5, 6). Однако для образцов с основой Пз характерно более плавное (постепенное) изменение концентраций цинка и железа в зоне порядка 20 мкм, захватывающей нижние слои цинкового диффузионного слоя и часть стальной основы, представленной твердым раствором цинка в железе. Для образца с основой Пз характерно неравномерное распределение концентраций Zn и Fe по сечению д.с., что может свидетельствовать о различном фазовом составе диффузионных слоев, сформированных на стальных основах в структурном состоянии перлит зернистый и троостит.

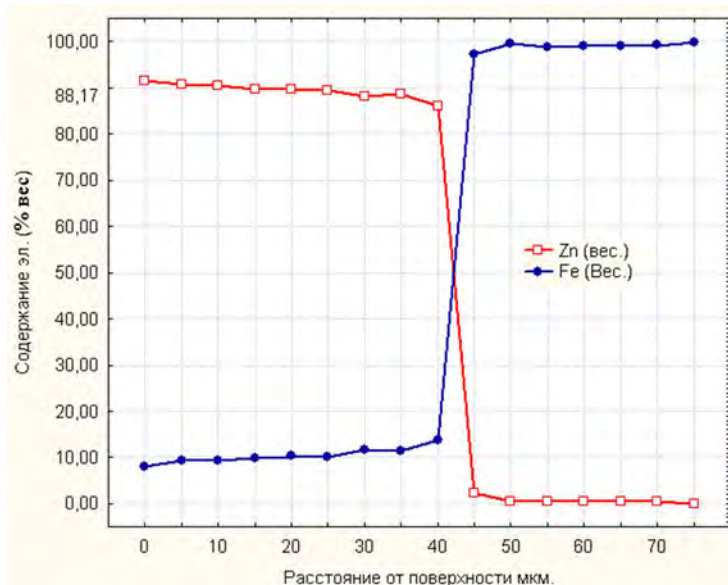


Рис. 5. Распределение содержания цинка и железа по сечению диффузионного слоя для образца с трооститной основой (распавшийся мартенсит)

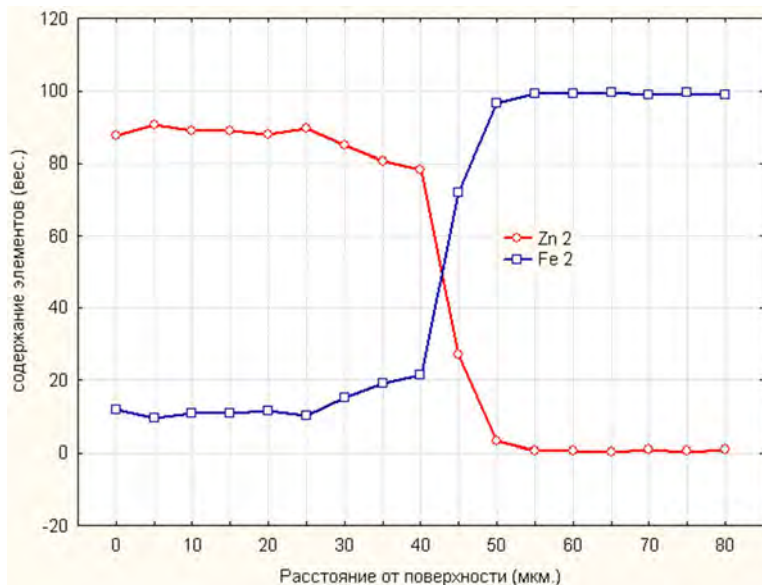


Рис. 6. Распределение содержания цинка и железа по сечению диффузионного слоя для образца с основой перлит зернистый

Таким образом, исходная структура стального изделия перед процессом цинкования может оказывать существенное влияние на характер формирования диффузионного слоя. Наличие мартенситной структуры стальной основы влияет на качество формирования цинковых диффузионных слоев толщиной не более 20 мкм. Для цинковых диффузионных слоев, сформированных на ферритно-перлитных и перлитных основах, характерна неравномерность формирования слоя по периметру среза шлифа, что может быть связано с более низкой активностью протекания диффузионных процессов на данном типе стальной основы.

Список литературы

1. Проскуркин Е.В., Горбунов Н.С. Диффузионные цинковые покрытия. – М.: Металлургия, 1972. – 248 с.
2. Сотсков Н.И., Жуков Б.М. Исследование физико-химических и технологических процессов при термодиффузионном

- цинковании // Промышленное и гражданское строительство. – 2009. – №5. – С. 28–31.
3. Константинов В.М., Булойчик И.А. Особенности реализации процессов термодиффузионного цинкования при антикоррозионной защите термообработанных стальных изделий // Материалы 3-го Республиканского научно-технического семинара «Создание новых и совершенствование действующих технологий и оборудования нанесения гальванических и их замещающих покрытий». – Минск: БГТУ, 2013. – С. 66–70.

УДК 621.785.5

Г.А. Ткаченко

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

ОСОБЕННОСТИ ИНДУКЦИОННОЙ ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ

Широко используемые процессы термической и химико-термической обработки металлов и сплавов, основанные на однократном нагреве и охлаждении, наиболее распространены в промышленном производстве. Цементация, азотирование, закалка и отпуск изучены, отработаны и обеспечивают требуемые окончательные свойства сплава. Недостатком стационарных процессов является их ограниченное влияние на микро- и субструктуру материала, а следовательно, на комплекс эксплуатационных свойств готового изделия.

Целью настоящей работы является создание технологии повышения эксплуатационных свойств изделий за счет установленных закономерностей структурообразования поверхности и сердцевины сталей при термоциклическом режиме ТО и ХТО стальных изделий.

Процесс термоциклирования основан на чередовании стадий нагрева и охлаждения, которые могут повторяться с разной интенсивностью в количестве от двух и более раз. Основными параметрами термоциклической обработки являются