

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОБРАБОТКИ ТВЧ
НА СВОЙСТВА ЦИНКОВЫХ ДИФФУЗИОННЫХ СЛОЕВ
ФОРМИРУЕМЫХ ПОСЛЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ
ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО
НАНЕСЕННЫХ ЦИНКОВЫХ ПОКРЫТИЙ**

Для ряда деталей и конструктивных элементов металлоконструкций перспективным является формирование диффузионного слоя при помощи дополнительной обработки уже нанесенного на детали цинкового покрытия. Формирование диффузионного слоя позволяет повысить прочность сцепления защитного покрытия с основой, а так же улучшить антикоррозионную защиту за счет преимущественного формирования наиболее коррозионностойких фаз по сечению диффузионного слоя. Известен ряд способов, включающих дополнительную обработку уже нанесенного из расплава либо газотермически напыленного цинкового покрытия с использованием печного нагрева [1, 2]. Результатом такого типа обработки является формирование интерметаллидных соединений на основе цинка типа $FeZn_7$, обеспечивающую повышенную пластичность покрытия и стойкость в атмосферных условиях в присутствии SO_2 в сравнении с цинковыми покрытиями, полученными из расплава без дополнительной термической обработки [3].

Реализация принципа воздействия при помощи токов высокой частоты (ТВЧ) на уже нанесенное цинковое покрытие позволяет сократить энергетические и временные затраты на обработку ряда изделий металлоконструкций, представленных трубами либо профилями большой площади.

При дополнительной термической обработке покрытий, полученных из расплавов, следует подвергать покрытия, полученные из расплавов чистого цинка, либо при легировании расплава цинка алюминием, в количестве, не превышающем 10 % масс [3]. На рисунке 1 приведена кинетика изменения структурных составляющих цинкового покрытия, полученного в расплаве цинка с добавкой 0.12 % масс. Алюминия после дополнительной термической обработки в индукторе в интервале температур от 400 до 650 °С.

Из рисунка видно, что с повышением температуры отжига до 550 °С интенсивно растет слой δ фазы и уменьшается интенсивность

роста ζ фазы. Толщина слоя Γ фазы минимально возрастает до значений порядка 5 мкм при температурах свыше 600 °С. На основании данных [3], получить однородную структуру диффузионного слоя с преимущественно развитой δ фазой по сечению диффузионного слоя возможно только для расплавов цинка с содержанием 0,12 % масс алюминия.

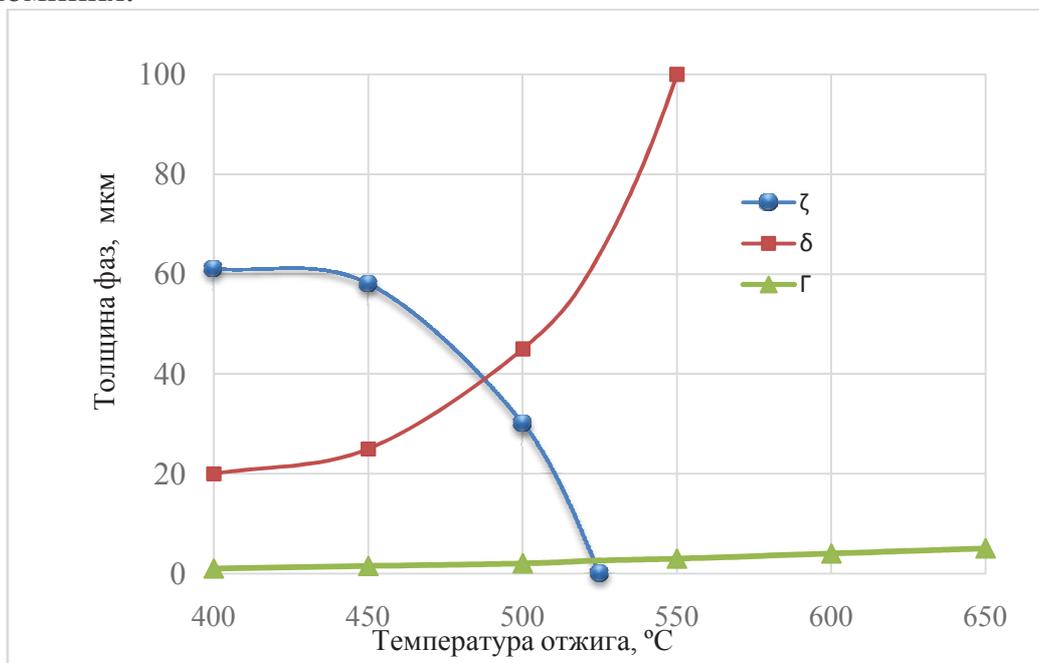


Рисунок 1 – Кинетика изменения структурных составляющих цинкового покрытия, полученного в расплаве цинка с 0,12 % масс. алюминия после термической обработки в индукторе.

В случае дополнительной термической обработки горячецинковых покрытий с содержанием 0,04 % масс алюминия, либо без добавок лигатур во внешней зоне диффузионного слоя в исследуемом интервале температур дополнительной термической обработки происходит формирование ζ фазы (либо отдельных кристаллов δ фазы), имеющей столбчатую структуру и отличающейся повышенной хрупкостью.

Не смотря на то, что первоначальный слой цинкового покрытия на стали может быть получен с применением широкого спектра существующих технологий, включающих: цинкование в расплавах, электролитическое цинкование, газотермическое напыление цинка, цинкование с использованием обмазок, следует отметить, что особенностью индукционной обработки предварительно нанесенных цинковых покрытий является повышенное испарение цинка и окисление обрабатываемой поверхности при обработке покрытий малой толщины (менее 20 мкм.) [4]. Ряд проведенных экспериментов по индукцион-

ной обработке предварительно нанесенных обмазок на основе цинкового порошка выявил сильное окисление обрабатываемой поверхности связанное, по-видимому, с повышенным термическим воздействием индукционного поля на отдельно расположенные частицы цинкового порошка в обмазке (рисунок 2).

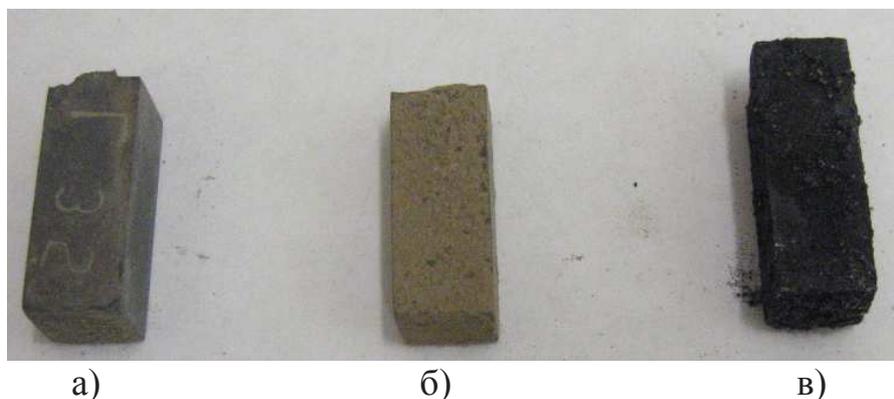


Рисунок 2 – Состояние поверхности образцов с нанесенными обмазками на основе цинкового порошка, после дополнительной обработки в индукторе при 600 °С; а – Цинкование, б – цинк-азотирование; в – цинк-борирование

Следующей особенностью применения индукционного цинкования для термической обработки предварительно нанесенных цинковых покрытий является активация роста Γ -фазы при нагреве индуктором свыше 600 °С. На рисунке 3 приведены микроструктуры цинковых диффузионных слоев с сильно развитой Γ -фазой. Данная фаза содержит максимальное количество железа из всех возможных фаз, формируемых согласно диаграмме состояния Fe-Zn, и является очень хрупкой, что приводит к скалыванию покрытия при его эксплуатации.

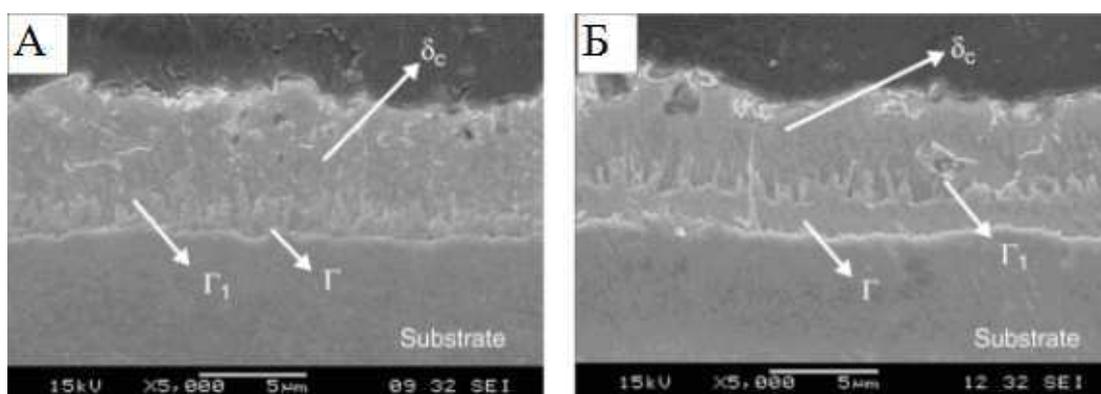


Рисунок 3 – Сравнение термически обработанных горячецинковых покрытий при 550 °С в течение 3 сек. (А) и 90 сек. (В)[5]

Таким образом, реализация принципа термической обработки в индукторах предварительно нанесенных цинковых покрытий пред-

ставляет ряд преимуществ, связанных с повышением эксплуатационных свойств за счет формирования интерметаллидных соединений по всему сечению цинкового покрытия, а также является актуальной альтернативой существующим процессам печного отжига антикоррозионных цинковых покрытий. В свою очередь, применение данного способа связано с рядом технологических особенностей, связанных с активным испарением цинка в условиях воздействия электромагнитного поля, которые следует учитывать при выборе режимов термической обработки покрытий и способа предварительного формирования покрытия.

ЛИТЕРАТУРА

1. N. Bandyopadhyay, [et all]. Corrosion behavior of galvanized steel sheet // *Surface and Coating Technology*, 2006, № 200, P. 4312-4319
2. Исследование влияния термообработки на свойства цинковых покрытий, полученных способом активированной электродуговой металлизации // *Проблемы недропользования: сборник научных трудов международного форума-конкурса молодых ученых*, 2011 г. / Санкт-Петербургский горный институт имени Г.В. Плеханова. - Санкт-Петербург, 2011. - С. 32-34.
3. Проскуркин, Е.В. Горбунов Н.С. Диффузионные цинковые покрытия. – Москва: *Металлургия*, 1972. – 248 с.
4. *Industrial Solutions for Inductive Heating of Steels* [Electronic resource] / ed. Emile Hays. – Master's thesis, 2013. – Mode of access: <http://tu.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1020341&dswid=-9663>. Date of access: 05.10.2017.
5. Augusto César Lacerda de Oliveira, [et all]. A novel iron enrichment isothermal kinetic model proposal for galvanized coatings // *Journal of materials and Research Technology*, 2013, № 2, P. 117-124.