

© И.А. Чижов, 2012 г.  
ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет  
им. первого Президента России Б.Н. Ельцина»  
г. Екатеринбург  
ОАО «Первоуральский новотрубный завод», г. Первоуральск  
*chizh@pervouralsk.ru*

## **МЕТОДИКА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ И СТОИМОСТЬЮ ЦИНКОВОГО ПОКРЫТИЯ МУФТ НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫХ ТРУБ**

Накопленный опыт эксплуатации насосно-компрессорных труб (НКТ) в различных климатических условиях нефтедобычи показывает, что в 50–70 % случаев причиной их отказа является разрушение резьбового соединения «труба-муфта». Одним из перспективных направлений предотвращения указанных повреждений является применение защитных покрытий муфт в колоннах НКТ.

Среди многочисленных защитных покрытий (металлических и неметаллических) цинковые покрытия являются одними из наиболее эффективных. Следует отметить, что в последние годы получены новые данные о свойствах различных цинковых покрытий, которые остаются неизвестными широкому кругу специалистов. В связи с этим представляет большой практический интерес провести сравнительный анализ свойств различных цинковых покрытий для получения обоснованных данных о технико-экономических показателях и наиболее рациональных областях их использования, а также разработать методику, позволяющую прогнозировать качество получаемых цинковых покрытий в различных условиях производства. Создание такой методики позволит снизить материальные затраты как на подготовку производства, так и на само производство, уменьшить потери металла, связанные с появлением бракованной продукции, снизить себестоимость продукции, что повысит конкурентоспособность выпускаемых предприятием труб указанного сортамента.

В данной работе проводится исследование свойств различных цинковых покрытий муфт НКТ, изготавливаемых ОАО «Первоуральский новотрубный завод». На основе анализа требований к стальной муфтовой заготовке и цинковому покрытию была предложена схема формирования качества (рис. 1) оцинкованных муфт и определены основные показатели качества покрытия – толщина покрытия, адгезия и коррозионная стойкость.

В условиях технологии термодиффузионного цинкования Финишного центра толщина покрытия регламентируется технологической инструкцией ТИ 159-ТР.ТБ-271-10. С помощью неразрушающего метода контроля, в основу которого положен принцип вихревых токов,

определяется толщина покрытия на внутренней поверхности муфт, которая согласно ГОСТ 9.302-88 должна быть в пределах 31–60 мкм.



Рис. 1. Блок-схема свойств термодиффузионно оцинкованных муфт

Среднее значение толщины покрытия рассчитывалось не менее чем по 6 точкам в каждой плоскости замера. Было проконтролировано 200 муфт, в том числе 50 из стали 37Г2С, соответствующей группе прочности «К» (горячая ковка) с термодиффузионным цинковым покрытием. Результаты контроля толщины покрытия приведены на рис. 2, что свидетельствует о соответствии толщины требованиям ГОСТ.

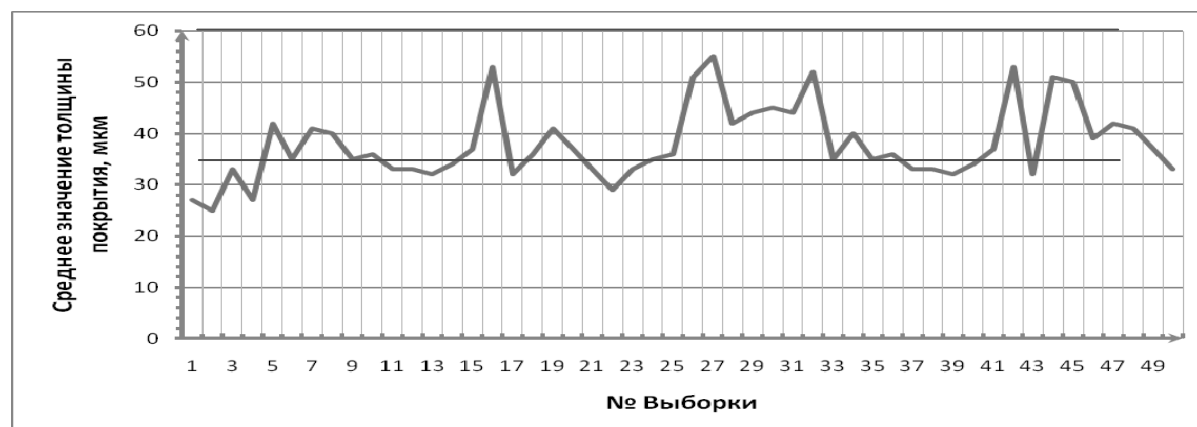


Рис. 2. Распределение средней толщины термодиффузионного цинкового покрытия муфт из стали 37Г2С

В работе проводилось также исследование коррозионных свойств различных цинковых покрытий, нанесенных на образцы из разных трубных сталей размером 25×10×10мм, вырезанных из 5 заготовок для муфт НКТ холодным способом. В работе исследовали следующие стали:

1. Стали 30Г2 (труба 88,9×12 мм), после т/о на группу прочности «М».
2. Стали 37Г2Ф (труба 88,9×12 мм), группа прочности «Е».
3. Стали 45 (труба 88,9×12 мм), группа прочности «Д».
4. Стали 30Г2 (труба 73×10,5 мм), после т/о на группу прочности «Л».

5. Стали 37Г2С (труба 73×10,5 мм), группа прочности «К».

В качестве защитных покрытий использовали цинкование трех видов: гальваническое (ГВЦ), термодиффузионное (ТДЦ) и горячее (ГЦ). Целью исследования было изучение сопротивления питтинговой коррозии (ПК) трубных сталей различных групп прочности в зависимости от вида защитного покрытия.

Защитные цинковые покрытия наносили согласно стандартной технологии в соответствии с регламентом. Питтинговую коррозию изучали с помощью электрохимической лаборатории VoltaLab 10-PGZ100 в 3,5 % – NaCl с использованием хлор-серебряного электрода сравнения. В основу действия прибора положен потенциостат, который вместе с электрохимической ячейкой образует замкнутую систему регулирования с отрицательной обратной связью. В современном приборе VoltaLab 10 задатчик потенциала, усилитель и измерительный блок работают по соответствующей программе в зависимости от заданных параметров. По результатам исследования строят кривые ПК, по которым определяют основные параметры ПК:  $E_{по}$  – потенциал питтингообразования;  $E_p$  – потенциал репассивации (восстановления пассивной пленки), и  $\Delta E = E_{по} - E_p$ . Чем выше значение  $E_{по}$ , тем выше сопротивление стали образованию питтинга. Разность потенциалов характеризует процесс восстановления пассивной пленки на поверхности стали: чем меньше разность, тем быстрее она восстанавливается.

На рис. 3, а показана поверхность стали 30Г2, обработанной по режиму 1, без покрытия после испытания питтинговой коррозии, а на рис. 1, б, в, г – после гальванического, термодиффузионного и горячего цинкования, соответственно. В табл. 1 приведены значения очагового фактора коррозии (среднее число питтингов на единицу поверхности, возникших в одинаковых условиях испытаний) всех исследованных сталей после коррозии, а также поверхности с покрытием. Видно, что цинкование существенно повышает сопротивление сталей ПК, причем наименее подвержена ПК поверхность стали после гальванического цинкования, а наиболее – после горячего цинкования.

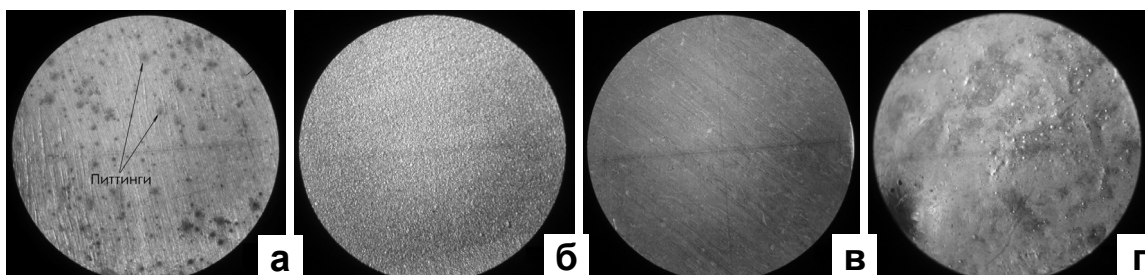
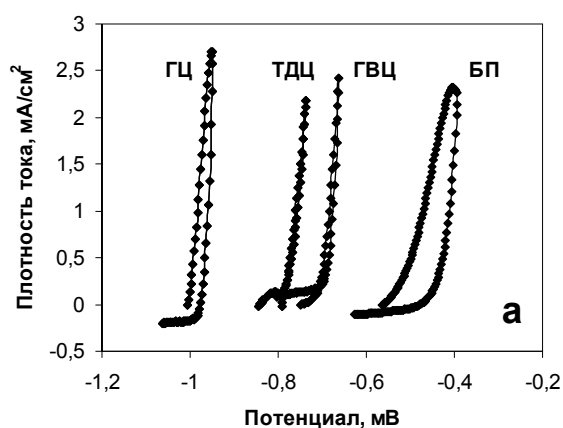


Рис. 3. Поверхность стали 30Г2 (1) после испытаний ПК:  
а) – без покрытия; б) – с покрытием ГВЦ; в) – с покрытием ТДЦ; г) – с покрытием ГЦ×56

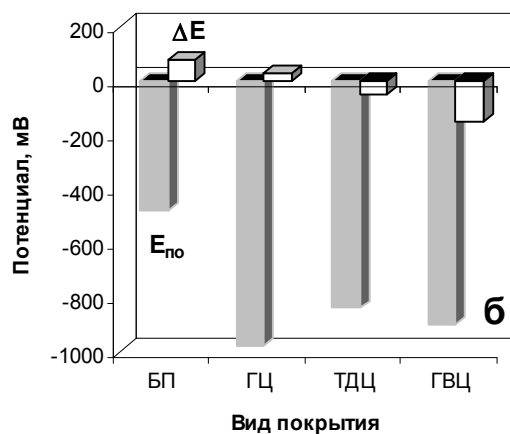
Таблица 1

Количество питтингов на поверхности сталей после коррозии

Среднее число питтингов на 1 см <sup>2</sup> поверхности							
Без покрытия					С покрытием		
30Г2(1)	37Г2Ф	45	30Г2(4)	37Г2С	ГВЦ	ГЦ	ТДЦ
320	193	285	352	60	8	11	14



а)



б)

Рис. 4. Влияние вида цинкования на кривые ПК сталей (а)  
и параметры ПК (б)

Кривые ПК цинкового покрытия всех исследованных видов, а также зависимость потенциалов  $E_{по}$  и разности потенциалов  $\Delta E$  от вида покрытия (рис. 4) показали, что наиболее питтингоустойчиво гальваническое покрытие, менее пригодным для условий ПК следует признать горячее цинкование, хотя в других условиях эксплуатации (атмосферная коррозия) оно может оказаться более эффективным. Кроме того, в работе было показано, что сопротивление ПК всех исследованных трубных сталей без покрытий достаточно низкое: число образующихся питтингов более чем в 20 раз выше, чем на сталях с покрытиями.

Таким образом, по имеющимся на данный момент сравнительным данным наиболее приемлемым с точки зрения сопротивления питтинговой коррозии следует считать гальваническое покрытие муфт НКТ. В дальнейшем предстоит сопоставить их структуру и адгезию.