

## ПРИМЕНЕНИЕ ЦИНКОВАНИЯ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ, МЕТОДОМ НАПЫЛЕНИЯ

Абалымов В.Р.,

научный руководитель доцент, канд. техн. наук Ковалева А.А.

*Сибирский федеральный университет*

На предприятии при производстве изделий из малоуглеродистых сталей СтЗсп, СтЗпс, 17ГС, предназначенных для монтажа электрических сетей, используют для холодного цинкования такие составы, как гальванол, алинол. Полученные красочные покрытия предохраняют изделия от атмосферной коррозии. Перед нами была поставлена цель применения современной технологии для получения более качественных и надежных защитных покрытий.

На первом этапе исследования был проведен патентный поиск и сделан анализ литературных источников. Они показали, что в настоящее время универсальным и технологичным процессом, обеспечивающим более длительную и надёжную коррозионную стойкость металлоконструкций, является металлизация - напыление коррозионно-стойких алюминиевых, цинковых и прочих покрытий с использованием специальных установок. В мировой практике среди металлических покрытий широко используют цинковые.

На втором этапе был выполнен сбор установки для электродуговой металлизации толкающего типа «УЭМ- 500 ТЛ» (рисунок 1) и отладка технологических операций нанесения цинковых покрытий.

Принцип работы установки основан на подаче двух электропроводных проволок. Под действием сильного нагрева происходит плавление цинка, далее напором сжатого воздуха мелкие его частицы наносятся на подготовленную поверхность изделия, образуя защитное покрытие слоистой структуры.

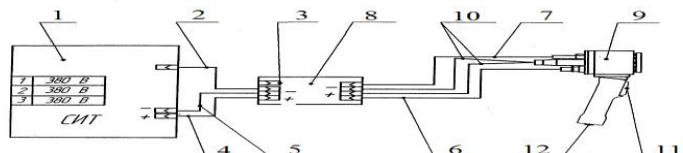


Рисунок 1 – Схема металлизатора УЭМ-500 ТЛ : 1 - сварочный источник тока ВДУ-506С; 2 - кабель управления; 3 - ниппель подключения сжатого воздуха; 4 - кабель сварочный силовой «+»; 5 - кабель сварочный силовой «-»; 6 - кабель управления; 7 - шланг подачи сжатого воздуха на распыление; 8 - блок управления с подающим и размоточным устройствами; 9 - ручной электродуговой пистолет; 10 - кабель сварочный силовой; 11 - клавиша включения подачи проволоки (верхняя); 12 — кнопка подачи сжатого воздуха на распыление материала (блокировка включения ВДУ).

Эксперимент показал, что при нанесении цинкового покрытия на гладкую, не шероховатую стальную поверхность сцепления не происходит, покрытие не держится на металлической основе. Это можно объяснить следующим образом.

Согласно современным представлениям процесс образования цинкового покрытия должен протекать в две стадии: возникновение и развитие физического контакта, и образование химической связи между атомами контактирующих поверхностей вследствие квантомеханического взаимодействия их электронных оболочек. Возникновение физического контакта и возбуждение химической связи между атомами на поверхностях достигается при смачивании жидким цинком стальной поверхности (рисунок 2). Прочность соединения будет зависеть от типа действующих на контактной поверхности межатомных сил. Если твердый и жидкий металлы

способны к химическому взаимодействию, то смачивание должно обеспечить образование прочной связи.

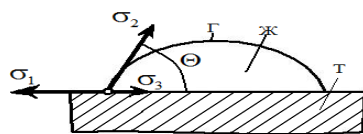


Рисунок 2 – Схема смачивания

Известно, что количественным критерием смачивания служит краевой угол смачивания  $\Theta$ .

Таким образом, напрашивается вывод: поверхность стали перед металлизацией должна быть не гладкой, а шероховатой. Этому способствует дробеструйная обработка. Поэтому этот этап обязательно должен присутствовать в технологическом процессе (рисунок 3). С этой целью использовали аппарат АСО-150.

Шероховатость поверхности после дробеструйной обработки, перед нанесением покрытия, оценивали визуально. Кроме того, следили, чтобы на поверхности не было следов масла, пыли и влаги.

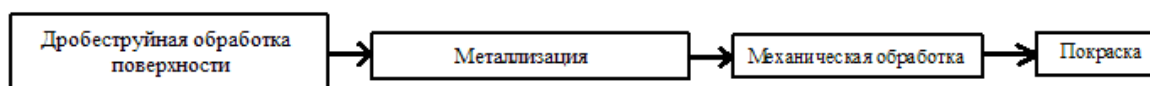


Рисунок 3 – Технологическая схема производства

Далее была поставлена цель: выбор оптимальных параметров цинкования; исследование сформированного защитного слоя и места контакта цинк – малоуглеродистая сталь.

В качестве варьируемых факторов выбрали напряжение дуги (17-24В) и расстояние от точки плавления проволоки до металлизуемой поверхности (60-100 мм).

Далее исследовали микроструктуру с помощью микроскопа Carl Zeiss AXIO Observer.A1m и программы-анализатора AxioVision (рисунок 4). Толщина полученных покрытий в основном соответствовала требованиям.

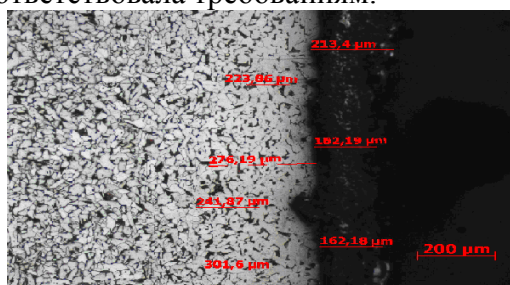


Рисунок 4 - Сталь 3сп с покрытием цинка (травитель 4 % раствор азотной кислоты в спирте)

В настоящей работе были выполнены: спектральный анализ покрытия и стальной подложки на растровом электронном микроскопе EVO 50 HVP (Carl Zeiss) с энергодисперсионным микроанализатором Inca Energy 350 (Oxford Instruments) и программы Smart SEM (рисунок 5 и таблица 1)

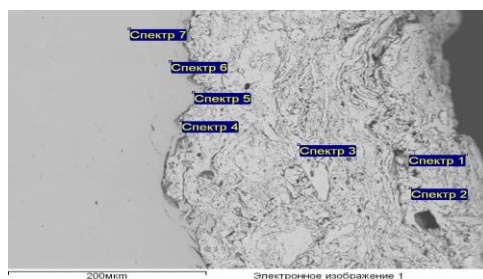


Рисунок 5 – Точки спектра на покрытии

Таблица 1 - Данные спектрального анализа образца (% весовые)

Спектр	Встат.	O	Si	Mn	Fe	Zn	Итого
Спектр 1	Да	2,16	0,97			96,87	100,00
Спектр 2	Да	1,57	0,76			97,67	100,00
Спектр 3	Да	2,07	0,66			97,26	100,00
Спектр 4	Да	6,50	0,43		6,21	86,87	100,00
Спектр 5	Да	1,75	1,06	0,97	94,60	1,61	100,00
Спектр 6	Да	2,38	0,92	0,90	95,80		100,00
Спектр 7	Да	1,61	0,92	0,71	96,76		100,00
Макс.		6,50	1,06	0,97	96,76	97,67	
Мин.		1,57	0,43	0,71	6,21	1,61	

Так же были проведены коррозионные испытания, мы использовали метод испытаний при воздействии нейтрального соляного тумана, по ГОСТ 9.308-85. Испытания проводились на заводе СКАД.

Продолжительность испытаний была выбрана: 24, 48, 145 и 240 часов. Ни на одном образце не было замечено пятен коррозии, лишь белые пятна соли (рисунок 6).



Рисунок 6 – образец после ускоренных коррозионных испытаний

Так же в данной работе произвели замеры микротвердости покрытия и стальной подложки (рисунок 7). В зависимости от глубины, были посчитаны средние, по которым построили гистограммы зависимости (рисунки 8-12). Использовали микротвердомер AFFRI di Affri R.

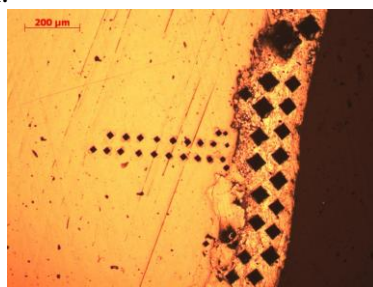


Рисунок 7 – Исследование микротвердости

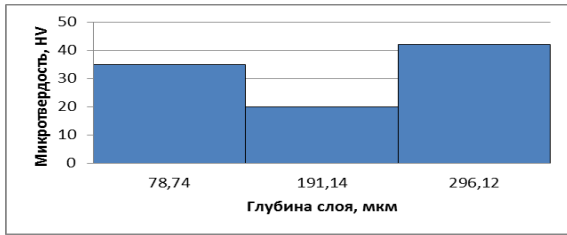


Рисунок 8 – Оразец 1 (толщина слоя 320мкм)

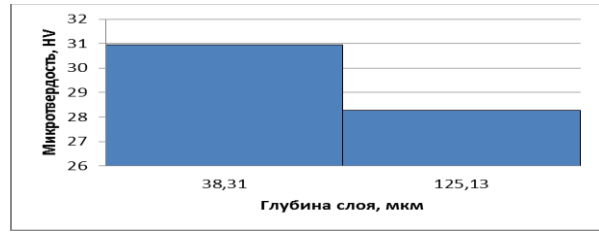


Рисунок 9 – Оразец 1 (толщина слоя 190мкм)



Рисунок 10 – Оразец 2 (толщина слоя 210 мкм)



Рисунок 11 – Оразец 2 (толщина слоя 162 мкм)



Рисунок 12 – Стальная подложка, зависимость микротвердости, от глубины

Установлена связь между толщиной покрытия и микротвердостью. Микротвердость стальной подложки повышается от центра образца к покрытию.