

ЦИНКОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ УГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ МОНТАЖЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Абалымов В.Р.,

научный руководитель канд. техн. наук Краснова Е.В.

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, цинол, 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. Основными причинами, обусловившими выбор именно цинковых покрытий при металлизации для защиты от атмосферной коррозии изделий из стали, являются:

- обеспечение двойного эффекта защиты от коррозии - на основе электрохимической природы и в качестве преграды для проникновения коррозионных возбудителей;
- более длительный срок службы защищаемого изделия, часто равный сроку его эксплуатации;
- значительное снижение эксплуатационных расходов;
- возможность нанесения покрытия на изделиях любых габаритов и сложной конфигурации;
- микропористость напылённого покрытия способствует сохранению в порах продуктов коррозии и, тем самым, значительно замедляет коррозионный процесс;
- возможность получения покрытий значительно большей толщины, чем при горячем погружении в расплав или при термодиффузионном методе;
- относительная простота, технологическая доступность и компактность процесса, не требующего повышенной квалификации обслуживающего персонала.

На втором этапе выполнения настоящей работы был выполнен сбор установки для электродуговой металлизации толкающего типа «УЭМ- 500 ТЛ» (рисунок 1) и отладка технологических операций нанесения цинковых покрытий на изделиях из сталей СтЗсп, СтЗпс и 17ГС.

Установка представляет собой модульную систему, в которую входят: мобильный источник тока 500А, ручной электродуговой пистолет, комплекты кабелей и шлангов, блок управления. Она позволяет производить нанесение покрытий, как на открытом воздухе, так и в специально оборудованных камерах (боксах).

Принцип работы установки основан на подаче двух электропроводных проволок (в нашем случае из цинка марки Ц1). Под действием сильного нагрева происходит плавление цинка, далее напором сжатого воздуха мелкие его частицы наносятся на подготовленную поверхность изделия, образуя защитное покрытие слоистой структуры.

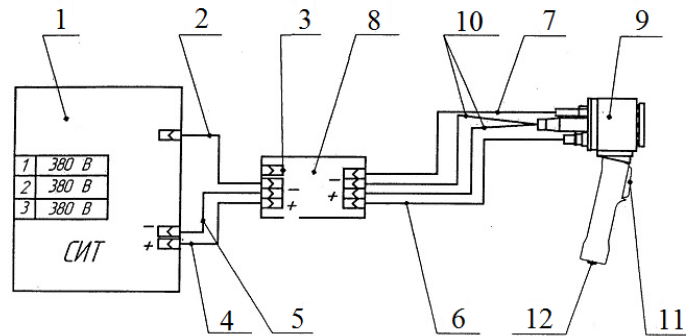


Рисунок 1 – Схема металлизатора УЭМ-500 ТЛ : 1 - сварочный источник тока ВДУ-506С; 2 - кабель управления; 3 - ниппель подключения сжатого воздуха; 4 - кабель сварочный силовой «+»; 5 - кабель сварочный силовой «-»; 6 - кабель управления; 7 - шланг подачи сжатого воздуха на распыление; 8 - блок управления 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.

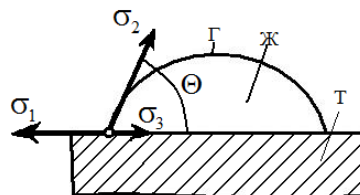


Рисунок 2 – Схема смачивания

Известно, что количественным критерием смачивания служит краевой угол смачивания Θ . Его находят из условия равновесия векторов сил поверхностного натяжения капли жидкости на твердой поверхности. При $\Theta=180^\circ$ смачивание отсутствует, при $\Theta=0^\circ$ наблюдается полное смачивание. Если $0^\circ < \Theta < 180^\circ$, то имеет место частичное смачивание.

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.

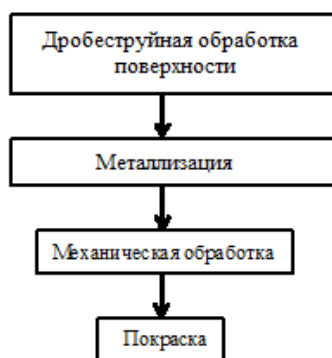


Рисунок 3 – Технологическая схема производства

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

В качестве варьируемых факторов выбрали напряжение дуги (от 17 В до 24 В) и расстояние от точки плавления проволоки до металлизированной поверхности (от 60 мм до 100 мм). Цинковые покрытия были получены при разных условиях.

Далее исследовали микроструктуру с помощью микроскопа Carl Zeiss AXIO Observer.A1m и программы-анализатора AxioVision (рисунки 4 и 5). Толщина полученных покрытий в основном соответствовала требованиям.

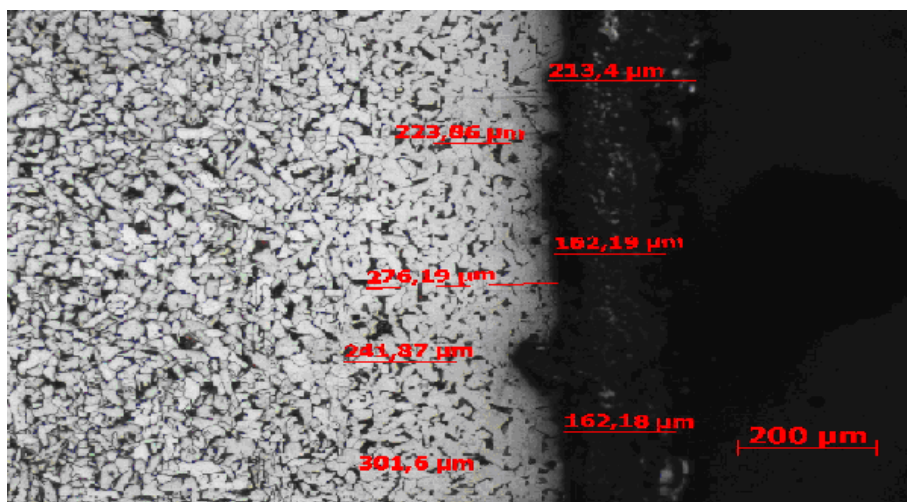


Рисунок 4 - Сталь 3сп с покрытием цинка (травитель 4 % раствор азотной кислоты в спирте)

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 6 и таблица 1); рентгеноспектральный анализ на спектрометре Shimadzu XRF-1800, прогр. FP.; рентгенофазовый анализ на дифрактометре Shimadzu XRD-6000, излучение CuKa.

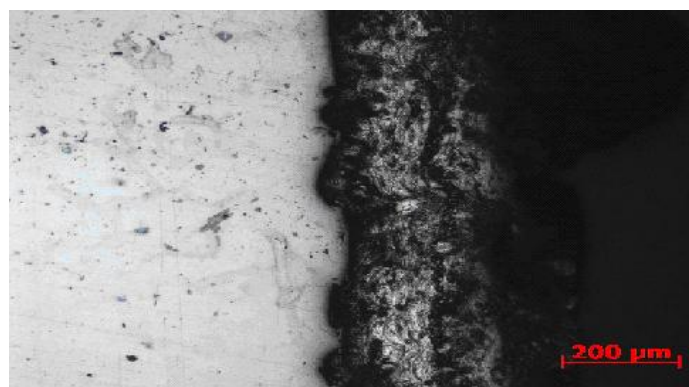


Рисунок 5 - Покрытие цинковое на Ст3сп (травленное HCl)

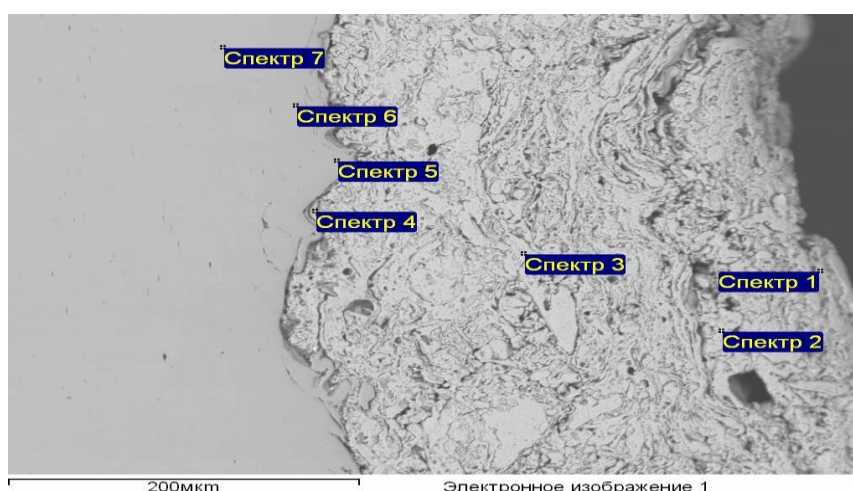


Рисунок 6 – Точки спектра на покрытии

Таблица 1 - Данные спектрального анализа образца (% весовые)

Спектр	Встат.	O	Si	Mn	Fe	Zn	Итог
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	

Механическая обработка после цинкования, предусмотренная в технологическом процессе (рисунок 3), помимо коррозионной защиты придаёт покрытию декоративные свойства. После шлифовки изделие приобретает ровную и блестящую поверхность. Дополнительно после механической обработки цинкового слоя можно применить покрытие краской. Последние этапы технологического процесса увеличивают срок службы цинкового покрытия и устраняют один из его недостатков – наличие пор в верхних слоях. Микропоры, благодаря пропитке, закупориваются и вещества, вызывающие коррозию, не проникают вглубь защитного слоя.

Результаты исследования показали, что сам процесс формирования защитного слоя при металлизации и его строение представляют интерес с научной точки зрения. Кроме того, необходимо продолжить работу по оптимизации параметров металлизации изделий из углеродистой стали, используемых при монтаже электрических сетей.