

УДК 669

Создание механически прочных цинковых покрытий на резьбовых соединениях труб

Магистрант – Шохин А.А.

Научный руководитель – Пучков Э.П.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Трубы нефтяного сортамента, прежде всего насосно-компрессорные и нефтепроводные, в процессе эксплуатации особенно интенсивно подвергаются коррозионно-эрозионному воздействию агрессивных сред и различным механическим нагрузкам. Наиболее слабыми местами в таких условиях являются резьбовые пары, где защитные покрытия имеют повреждения уже после первых операций «свинчивания-

развинчивания». Коррозия поражающая поврежденные места приводит к выходу из строя соединительного узла. Решение данного вопроса может явиться одним из главных факторов в борьбе за конкурентоспособность трубной продукции РУП «Белорусский металлургический завод».

Применение диффузионного цинкования резьбовых концов труб позволит решить данный вопрос.

Наиболее целесообразно в условиях БМЗ этот технологический процесс проводить в два основных этапа:

1. Гальваническое осаждение чистого цинка из водных растворов солей. Принимая во внимание сложность профиля металлической основы (резьба) очень эффективным оказалось применение пирофосфатных электролитов в сочетании со скоростными кислыми электролитами. Вначале используя пирофосфатный электролит, как обладающий высокой рассеивающей способностью, на трубы наносят тонкое (1—2 мкм) цинковое покрытие, а в последующих ваннах с сульфатным электролитом с высокой скоростью осаждения цинковое покрытие увеличивают до необходимой толщины (20—25 мкм). В этом случае за счет применения пирофосфатного электролита обеспечивается прочное сцепление цинкового покрытия с металлом трубы, а высокая скорость осаждения достигается применением больших плотностей тока (до 100 А/дм²) при цинковании в кислом электролите. Покрытие обладает более высокой коррозионной стойкостью.

При гальваническом цинковании основной металл и покрытие никаких сплавов между собой не образуют, так как процесс идет при низкой температуре, не достаточной для интенсивной диффузии.

2. Диффузионный отжиг. Резкое изменение структуры электролитического цинкового покрытия наступает уже после отжига при 450°С в течение 10 мин. Отчетливо виден примыкающий к стальному основанию узкий (~3 мкм) слой интерметаллического соединения Fe₅Zn₂₁ (Г-фаза), а за ним следует δ1-фаза, для которой, особенно в случае выдержки в течение 20 мин, характерна столбчатая структура. Следующий слой — кристаллы ζ-фазы. Следовательно, если до отжига электролитическое цинковое покрытие состоит только из слоя чистого цинка, то после отжига обнаруживаются интерметаллические фазы.

С увеличением выдержки (20, 30 мин) при 450°С структура слоя качественно не меняется. Повышение температуры отжига до 500°С при тех же выдержках приводит к резкому увеличению толщины δ1-фазы и при 550°С все покрытие представляет собой однородный сплошной слой δ1-фазы.

Такой же компактный однородный светлый слой δ1-фазы получается при температуре отжига 600°С и выдержке 10, 20 и 30 мин.

Слой Г-фазы с повышением температуры диффузионного отжига и увеличением выдержки непрерывно увеличивается: если при 450°С и выдержке 10 мин его толщина составляет 3 мкм, то при температуре 600°С и выдержке 30 мин она составляет 10—10,5 мкм.

Известно, что Г-фаза хрупкая и большая ее толщина в качестве подложки будет являться причиной скола цинкового слоя. Преимущественной фазой для создания механически прочного коррозионностойкого слоя является пластичная δ1-фаза. Исходя из вышесказанного, целесообразно стремиться к созданию монослоя δ1-фазы с маленькой толщиной Г-фазы.

Таким образом, оптимальным режимом является диффузионный отжиг при температуре 550°С в течении 10 мин.

Использование диффузионных цинковых покрытий нового поколения (заданного состава и структуры) для защиты труб позволяет одновременно:

- улучшить герметичность резьбовых соединений труб,
- повысить в 2-3 и более раз срок службы труб, коррозионную стойкость и износостойкость резьбовой пары «труба-муфта»,
- увеличить количество операций «свинчивание-развинчивание».

Сочетание диффузионных цинковых покрытий с недорогими и недефицитными металлами обеспечивает значительную экономию средств при производстве и эксплуатации труб.