

Современные измерительные приборы позволяют быстро и точно определить антикоррозионные качества покрытия. Чтобы определить качество **многослойного никелевого покрытия** требуется специфическое измерительное оборудование, которое позволяло бы одновременно измерить толщину покрытия и его электрохимический потенциал непосредственно после завершения процесса. Как известно, никелирование используется для улучшения декоративных, антикоррозионных и механических свойств поверхности (твердости и т.д.).

Материал подложки – сталь, алюминий и синтетические материалы. Никелированные элементы используются в автомобилестроении и к ним предъявляются крайне высокие требования в отношении коррозионной устойчивости, в связи, с чем однослойного никелевого покрытия бывает не достаточно для обеспечения требуемого уровня защиты.

Для решения этой проблемы была разработана сложная система покрытий, состоящая из 2, 3 и даже 4 слоев никеля разных типов, а также дополнительных слоев хрома и меди. Основная задача этой сложной системы – продлить срок службы покрытия. В большинстве случаев многослойные никелевые покрытия наносят на такие элементы автомобилей, как колеса, отделка салона, корпуса зеркал, фар, решетки и бамперы.

Поскольку все вышеперечисленные детали устанавливаются на виду и сразу привлекают внимание, коррозионная устойчивость покрытий на этих элементах проверяется путем специальных испытаний соляным туманом.

Промышленные металлообрабатывающие компании сталкиваются с многочисленными техническими проблемами, связанными с жесткими производственными условиями и необходимостью своевременного анализа свойств покрытий, в том числе и измерения толщины слоя.

Система «Couloscope CMS Step Measurement System» была разработана с учетом сложных условий, в которых проводятся процедуры измерения и испытаний на [гальванических предприятиях](#). Она позволяет в короткие сроки получить достоверную информацию о свойствах покрытия сразу после завершения процесса нанесения.

## ХАРАКТЕРИСТИКИ МНОГОСЛОЙНОГО ПОКРЫТИЯ НИКЕЛЬ-ХРОМ

На рис. 1 схематично изображена структура типичного многослойного покрытия. Технические требования к этому процессу приведены в стандарте DIN EN 12540, Защита металлов от коррозии. Крупные авто-концерны, такие, как DaimlerChrysler, General Motors и Ford, разрабатывают собственные спецификации, содержащие критерии и способы оценки качества гальванических покрытий.

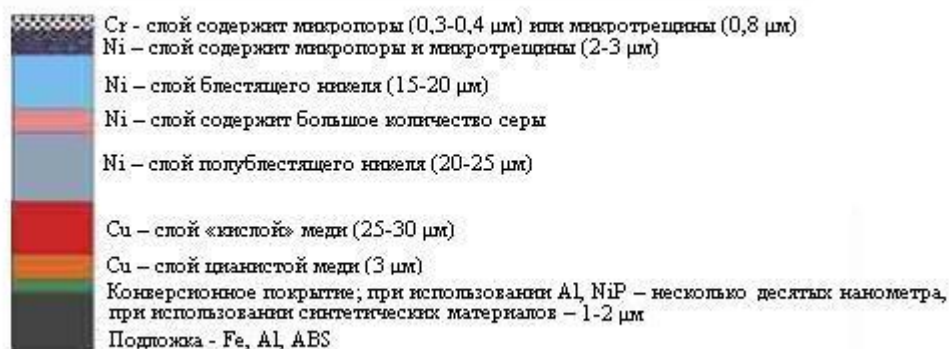


Рис. 1. Структура многослойного никелевого покрытия

## ПОСЛОЙНЫЙ АНАЛИЗ

Слой хрома, содержащий микропоры/ микротрещины: Этот слой, отличающийся повышенной твердостью, пассивируется под влиянием кислорода воздуха. На поверхности образуется тонкая кислородная пленка с электрохимическим потенциалом около 1,3В. Благодаря этой пленке покрытие приобретает степень коррозионной устойчивости, не уступающей стойкости благородных металлов, а слой хрома придает поверхности блеск. Наличие пор или микротрещин обеспечивает образование однородного анодного подслоя менее благородного никеля, в связи, с чем резко снижается риск возникновения местной коррозии.

Слой никеля, содержащий микропоры/микротрещины: Этот слой никеля более благороден, чем блестящий никелевый слой, расположенный под ним (пример катодной защиты). Таким образом, коррозия воздействует главным образом на блестящий слой. Разница потенциалов этих двух слоев должна составлять, согласно спецификации TL 196, разработанной Volkswagen AG, 20-40 мВ. Однако подрядчикам следует помнить, что каждый автопроизводитель, как правило, определяет собственные нормы и пределы.

Блестящий никелевый слой: В соответствии со спецификациями TL 196 или DBL 8465 («DaimlerChrysler AG»), его электрохимический потенциал должен быть как минимум на 120 мВ ниже потенциала полублестящего слоя. Таким образом достигается эффект поверхностной коррозии.

Только после полного разрушения этого анодного слоя коррозии подвергается более благородный полублестящий слой никеля. Поверхностную коррозию блестящего слоя, особенно в областях, граничащих с полублестящим слоем, можно предотвратить путем осаждения никелевого покрытия с высоким содержанием серы (%S > 1,5 по DIN EN 12540), обладающего более высоким отрицательным потенциалом. Как видно из Рис.1, коррозионная стойкость покрытия, полученного подобным путем, зависит не только от толщины слоев, но и от разницы электрохимических потенциалов между ними.

Чтобы во время предотвратить образование дефектов и предпринять корректирующие меры, разница потенциалов слоев покрытия должна быть определена непосредственно после завершения процесса нанесения.

**Одновременное измерение толщины и разницы электрохимических потенциалов:** Процесс одновременного измерения толщины покрытия и разницы электрохимических потенциалов между слоями, выполняемый путем кулонометрического снятия слоев с помощью электрода сравнения, описывается стандартом ASTM В 764 (процедура испытания STEP).

Особое внимание следует уделить выбору электрода – рекомендуемый химический состав: 300 г/л NiCl<sub>2</sub> 6H<sub>2</sub>O, 50 г/л NaCl, 25 г/л H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> при pH 3. Специалисты ISO TC уже разработали новое издание стандарта ISO/DIS 16141, регулирующего эту процедуру.

Этот документ, как и спецификация ASTM В 764 рекомендует использовать в качестве электрода сравнения капиллярную трубку. Однако подобная конструкция отличается повышенной хрупкостью, в связи, с чем ее не очень удобно использовать при исследовании гальванических покрытий. Чтобы решить эту проблему, специалисты проводят исследования с целью определить, возможно ли достижения аналогичных результатов при использовании более прочных электродов.

Создание системы, ориентированной на производственные условия: Капиллярная трубка представляет собой тонкую серебряную проволоку, покрытую слоем хлорида серебра (Ag-AgCl), расположенную в стеклянной колбе с раствором высоко концентрированного KCl, суженной на одном конце.

Конец стеклянной трубки, контактирующий с электролитом, герметично закрыт мембранной перегородкой, что делает возможным передвижение ионов, необходимое для измерения потенциалов, одновременно предотвращая загрязнение электрода сравнения никелевым электролитом.

Некоторые производители предлагают электроды, представляющие собой проволоку из Ag-AgCl, расположенную внутри пластиковой трубки. Недостаток этой модели состоит в необходимости постоянного сохранения определенного расстояния от исследуемой поверхности.

Система «Couloscope STEP» лишена описанных выше недостатков и обладает всеми функциями, необходимыми для выполнения измерений согласно стандарту ASTM B 504. Этот прибор позволяет измерить толщину слоя хрома, расположенного над никелевым слоем, или слой меди под слоями никеля. Кроме того, система оснащена модулем для контроля электрического напряжения электрода сравнения. Камера снятия слоев гальванического покрытия фиксируется на специальной платформе.

Электрод под током вводится через верхнюю часть в камеру. Электрод сравнения, изготовленный из серебра, имеет конусообразную форму и составляет нижнюю часть прибора. Активная часть электрода сравнения выполнена в форме кольца.

Уплотнительное кольцо встраивается в конусообразную часть прибора, благодаря чему, во-первых, обеспечивается электрическая изоляция между электродом сравнения и исследуемым объектом, а во-вторых, точно определяется площадь исследования. Подобная конструкция позволяет сохранять определенное расстояние между электродом сравнения и образцом для испытаний без каких-либо дополнительных усилий и манипуляций, что значительно упрощает процедуру измерений и повышает достоверность их результатов.

Электрическое соединение между электродом сравнения и входящим коннектором измерительного модуля поддерживается обычной изолированной медной проволокой, подсоединяемой к электроду сравнения с помощью штепсельной вилки. Кривая потенциалов, соответствующая результатам снятия слоев, отображается на широком жидкокристаллическом экране. С помощью электронных курсоров демонстрируется толщина каждого никелевого слоя и его потенциал.