

УСТРОЙСТВО АНТИКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ С УПРАВЛЕНИЕМ ПО ПРЕРЫВАНИЮ ИМПУЛЬСНОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Введение. Стали и чугуны, основным компонентом которых является железо, считаются на сегодня самыми распространёнными конструкционным материалами, с развитыми технологиями производства и обработки. По подсчетам специалистов безвозвратные потери металла из-за коррозионных повреждений в мировом масштабе составляют, в настоящее время, около 10...15% от объема производства стали.

В ряду металлоконструкций с повышенной трудоёмкостью изготовления находятся технологические и бытовые системы для хранения и обработки технической и питьевой воды. Значительная часть продукции изготавливается, с использованием низколегированной углеродистой стали с эмалированной поверхностью. Применение легированной нержавеющей стали удорожает продукцию, снижает её рыночные качества. Кроме того, повышенное содержание ионов хлора в воде и водных электролитах снижает коррозионную стойкость и может вызвать локальное или точечное разрушение поверхности легированных сплавов. Ввиду этого приборы и агрегаты, изготовленные из нержавеющей стали, также должны оснащаться антикоррозионной защитой [1].

Постановка задачи. Скорость коррозии металла в воде, почве и водных растворах зависит от потенциала Е материала в окружающей среде. При смещении потенциала в направлении отрицательных значений скорость коррозии снижается, что достигается посредством электрического постоянного тока приложенного через систему анодов к металлической поверхности защищаемого объекта. Установленная нормами скорость износа материала должна составлять менее 0,01 мм в год. Такая скорость износа обеспечивает предусмотренный ресурс работы объекта, при котором не проявляется влияние какого-либо коррозионного износа.

Катодная защита поверхности металла, ввиду своей технологичности и возможности применения в широком диапазоне параметров окружающей среды, является на сегодня самым распространённым способом антикоррозионной защиты. Катодная защита основана на смещении потенциала металла в сторону отрицательных значений, при этом при катодной поляризации уменьшается скорость анодной реакции, что вызывает уменьшение скорости коррозии.

Известные устройства антикоррозионной защиты используют регулируемые источники напряжений для создания поляризационного потенциала. Такие регуляторы должны иметь обратную связь с информацией о величине достигнутой поляризации для соответствующего изменения своего выходного напряжения. Принцип регулирования объясняется классической электрической схемой регулирования потенциала, которая показана на рис. 1 [2].

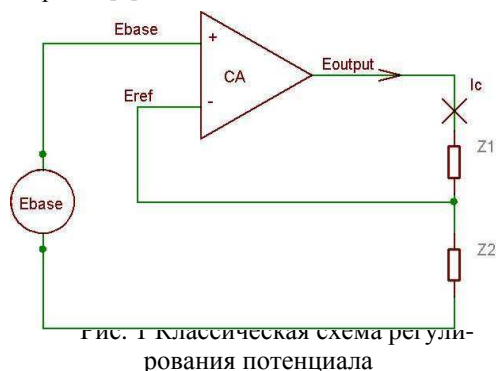


рис. 1 классическая схема регулирования потенциала

На схеме представлены следующие элементы: Z1 представляет собой сумму последовательного соединения импеданса токового шунта и импеданса между рабочим электродом и электродом сравнения; Z2 – импеданс между рабочим электродом и электродом сравнения, который последовательно включен с импедансом Z1. На схеме также показано компаратор-усилитель CA с коэффициентом усиления А, который имеет высокоомные входы Ebase и Eref; Ebase – источник постоянного опорного напряжения; Eref – напряжение между рабочим электродом и электродом сравнения.

Схема регулирования потенциала поддерживает напряжение между рабочим электродом и измерительным электродом на уровне, заданным опорным напряжением Ebase. При этом в зависимости от изменения импеданса Z1, Z2 изменяется выходной ток устройства Ic для поддержания уровня потенциала поляризации на заданном уровне. Отклонение баланса Ebase и Eref за пределы допуска сигнализирует опасность развития коррозионного процесса на защищаемом объекте.

Процесс регулирования является непрерывным. Из установленного на практике большого значения постоянной времени измеряемого напряжения между рабочим и измерительными электродами существует опасность возникновения автоколебательных процессов. Ввиду эксплуатационной недолговечности измерительный электрод подлежит регулярному юстированию, наличие 3-го электрода удорожает конструкцию. Схема имеет низкий КПД, вследствие рассеивания мощности на регулирующих элементах потенциостата оконечного каскада. Индикация возможного отказа антикоррозионной защиты нестабильна [13].

Недостатком такого потенциостатического способа регулирования является низкая точность сопровождения изменения степени поляризации защитного слоя ввиду. Низкая точность является следствием того, что измерительный электрод любого вида имеет значительные физические размеры, поэтому он измеряет не потенциал пограничного слоя толщиной в несколько ангстремов, а только его приближённое значение под влиянием воздействия той же рабочей среды, но на значительном удалении от назначенного места измерения.

Изложение основного материала. Для преодоления указанных недостатков классического метода регулирования потенциала предлагается использовать принцип прерывания напряжения, приложенного к токовому электроду. Во время прерывания активатор (токовый электрод) является измерительным электродом. Управляющее устройство считывает информацию об измеренном потенциале и после окончания прерывания на токовый электрод подаётся уже изменённое в соответствии с алгоритмом регулирования напряжение. Процесс измерения происходит дискретно через определённые промежутки времени. Ввиду большого значения постоянной времени, краткосрочные прерывания не ухудшают качества защиты и не приводят к существенному снижению поляризации.

Принцип прерывания напряжения, приложенного к токовому электроду, объясняет рис. 2. Напряжение источника постоянного тока (VDD) приложено к транзисторному ключу Q1. Микроконтроллер U1 обеспечивает постоянным напряжением питания VCC. Через управляющий выход микроконтроллера Output1 посредством управляющего сигнала Uswitch транзистор Q1 включается в режим широтно-импульсной или частотно-импульсной модуляции.

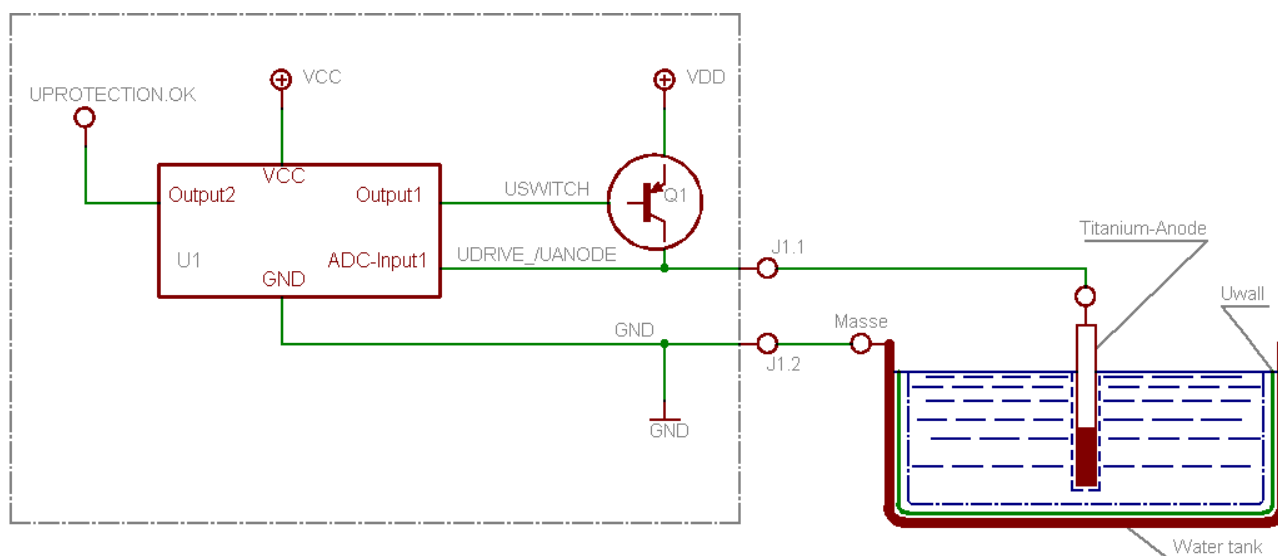


Рис. 2 Устройство антикоррозионной защиты с управлением по прерыванию импульсного напряжения

Транзистор Q1 коммутирует рабочее напряжение Udrive от источника постоянного тока VDD через контакты J1 к титановому аноду, находящемуся в рабочей среде. Вследствие этого на поверхностях стальных конструкций образуется защитный потенциал Uwall, препятствующий диссоциации молекул воды с образованием оксидов железа и останавливающий развитие коррозионного процесса.

Выводы. Регулирование имеет период активного воздействия. Титановый анод является актуатором, а к нему приложено рабочее напряжение Udrive для образования защитного потенциала Uwall. Во время периодических прерываний рабочего напряжения титановый анод является измерительным зондом, через него отражённый по уровню Uwall измеренный потенциал Uanode приложен ко входу АЦП-Input1 микроконтроллера. Далее по алгоритму регулирования происходит соответствующее изменение параметров импульсной модуляции Udrive для поддержания Uanode на заданном уровне.

Обычно для выравнивания пиков импульсной формы напряжения тока широтно-импульсной или частотно-импульсной модуляции и получения постоянного напряжения в виде аналогового сигнала на выходе системы используются фильтры низкой частоты высоких порядков.

В рассматриваемом решении использование аппаратных фильтров низкой частоты не предусмотрено, так как образованные в результате электрохимического взаимодействия гальванической пары поляризационный слой и сама рабочая среда содержат в себе распределённые по объёму и активной поверхности фарадеевские элементы электрохимического импеданса, которые и являются физической заменой фильтра низкой частоты. В результате, как показывают расчёты и измерения, при определённых параметрах приложенного импульсного напряжения происходит полное интегрирование импульсов в постоянную составляющую.

Таким образом, возможно образование и регулирование уровня поляризации защитного антикоррозионного слоя, исключая необходимость изменения приложенного рабочего напряжения и осуществление регулирования уровня поляризации изменением параметров импульсной модуляции.

Литература.

1. Handbuch des kathodischen Korrosionsschutzes / W. v. Baeckmann – Viley-VCH, 1999.
2. Potentiostaten. Eine Einführung / Dr.-Ing. Rudolf Dölling. Clausthal – Zellerfeld, 1995.