

# **Системы протекторной защиты от коррозии**

## **Принцип действия**

**Магниевые протекторы**

**Цинковые протекторы**

**Алюминиевые протекторы**

**Методика расчета и подбора**

**Альтернативные методы**

## **Принцип действия**

Метод электрохимической защиты был изобретен и впервые применен в Англии в 1824 году для защиты обшивки кораблей от коррозии.

Электрохимическая протекторная защита металлов от коррозии основана на прекращении коррозии металлов под действием постоянного электрического тока.

Поверхность любого металла гальванически неоднородна, что и является основной причиной его коррозии в растворах электролитов, к которым относятся морская вода, все пластовые и все подтоварные воды. При этом в первую очередь разрушаются участки поверхности металла с наиболее отрицательным потенциалом (аноды), с которых ток стекает во внешнюю среду, а участки металлов с более положительным потенциалом (катоды), в которые ток втекает из внешней среды, не разрушаются. Механизм действия протекторной защиты заключается в превращении всей поверхности защищаемой металлической конструкции в один общий неразрушающийся катод. Анодами при этом будут являться подключенные к защищаемой конструкции электроды из более электроотрицательного металла — протекторы. Электрический защитный ток получается вследствие работы гальванической пары протектор–защищаемая конструкция. При своей работе протекторы постепенно изнашиваются (анодно растворяются), защищая при этом основной металл, поэтому за рубежом протекторы называют «жертвенными анодами». Электрохимическая защита одинаково эффективна как для строящихся, так и для находящихся в эксплуатации судов, резервуаров и другого оборудования.

Протекторная защита обычно применяется совместно с лакокрасочными покрытиями. Такое сочетание пассивной, какой является окраска, и активной защиты, к которой относится протекторная, позволяет уменьшить расход протекторов и тем самым увеличить срок их службы, обеспечить более равномерное распределение защитного тока по поверхности защищаемых конструкций и, наконец, компенсировать все дефекты покрытия, связанные с неизбежным его разрушением при монтаже, транспортировке и процессе эксплуатации, в том числе вследствие естественного старения (набухания, вспучивания, растрескивания, отслаивания). При этом следует отметить, что на оголенной поверхности металла при его катодной поляризации в морской, пластовой и подтоварной водах выпадает катодный солевой осадок, состоящий из нерастворимых солей кальция и магния и играющий роль дополнительного покрытия.

Вместе с тем, протекторная защита в состоянии обеспечить полную защиту от коррозии стальных сварных сооружений и без их окраски. В этом случае должна быть обеспечена более высокая плотность защитного тока на неокрашенной стальной поверхности, что потребует увеличения количества протекторов и усилит их расход. Однако, принимая во внимание высокую трудоемкость нанесения лакокрасочных покрытий, особенно на судах и резервуарах, уже находящихся в эксплуатации, такой способ противокоррозионной защиты с помощью установки только одних протекторов представляется для них весьма перспективным.



протекторная защита внутренней поверхности дна и первого пояса стальных резервуаров



протекторная защита дна стальных резервуаров от грунтовой коррозии

Поскольку основная масса металлических конструкций делается, как правило, из стали, в качестве протектора могут использоваться металлы с более отрицательным, чем у стали электродным потенциалом. Среди основных их три — цинк, алюминий и магний. Использовать чистые металлы в качестве протекторов не всегда целесообразно. Так, например, чистый цинк растворяется неравномерно из-за крупнозернистой дендритной структуры, поверхность чистого алюминия покрывается плотной оксидной пленкой, магний имеет высокую скорость собственной коррозии. Для придания протекторам требуемых эксплуатационных свойств в их состав вводят легирующие элементы.

### **Магниевые протекторы**

Из-за высокого рабочего потенциала магниевых протекторных сплавов (минус 1,45 В по хлорсеребряному электроду сравнения) происходит быстрый износ протекторов и поэтому не представляется возможным с помощью этих протекторов осуществить защиту на приемлемый для практики длительный срок.

Следует отметить также что у магния и магниевых сплавов, в отличие от цинка и алюминия, отсутствует поляризация, сопровождаемая уменьшением токоотдачи.

### **Область применения**

**ВАЖНО!** Нежелательно применение магниевых протекторов для защиты

внутренней поверхности танков, резервуаров других емкостей для хранения, отстоя или перевозки нефти и нефтепереработки, так как магниевые протекторы являются крайне взрывопожароопасными (при соударении магния со сталью образуются искры), а при работе магниевых протекторов выделяется газообразный водород, который сам способен создавать взрывопожароопасную среду.

Наиболее выгодно применение магниевых протекторов для защиты трубопроводов, днищ резервуаров снаружи, металлоконструкций, работающих в среде пресной воды, атмосферных условиях, зонах переменного смачивания и грунтах с высоким удельным сопротивлением.

### **Цинковые протекторы**

Протекторы из цинкового сплава полностью взрывопожаробезопасны, что позволяет их применять на объектах, к которым предъявляются жесткие требования по взрывопожаробезопасности. Кроме того, при их анодном растворении не образуются продукты, загрязняющие рабочую среду.

### **Область применения**

Опыт показывает, что в песчано-парафинистых отложениях на днищах резервуаров из-за их невысокой электропроводности анодной активности алюминиевого сплава недостаточно. Поэтому, учитывая, что протекторы из цинкового сплава имеют более высокий рабочий потенциал, чем протекторы из алюминиевого сплава, для защиты от коррозии внутренней поверхности нефтяных резервуаров, в первую очередь, днищ и нижних поясов, наиболее рационально применять протекторы из цинкового сплава.

### **Алюминиевые протекторы**

Короткозамкнутые протекторы из сплава с повышенной анодной активностью предназначены для защиты днищ резервуаров, подверженных накоплению песчано-парафиновых отложений, удельная электропроводность которых значительно ниже, чем у пластовых вод. Такой материал характеризуется величиной рабочего и стационарного отрицательного потенциала по водородному электроду сравнения соответственно 850-900 мВ. Применение таких сплавов позволяет также обеспечить защиту конструкции при наличии в агрессивной среде сульфатвосстанавливающих бактерий, присутствующих в нефти практически всегда.

Браслетные алюминиевые протекторы позволяют защитить сварные стыковые соединения промышленных трубопроводов, которые наиболее уязвимы для коррозии.

### **Методика расчета протекторной защиты**

#### **Расчет протекторной защиты днища стальных резервуаров от грунтовой коррозии**

При противокоррозионной защите днищ РВС протекторными установками, заглубленными в грунт, основной задачей является определение числа протекторов и срока их службы.

В основе расчета - достижение плотностью тока в цепи протектор-резервуар защитного значения, которое выбирают в зависимости от переходного

сопротивления изоляции днища и удельного электрического сопротивления грунтов.

Алгоритм расчета протекторной защиты днища стальных резервуаров от грунтовой коррозии выглядит следующим образом:

1. оценивается переходное сопротивление изоляции днища резервуара исходя из переходного сопротивления системы резервуар-грунт, определяемого по показаниям прибора и площади днища резервуара;

2. защитная плотность тока принимается в зависимости от удельного электрического сопротивления грунта и находится сила тока, необходимая для защиты днища резервуара от коррозии;

3. проверяется возможность полной защиты резервуара от коррозии с помощью протекторов;

4. определяется ориентировочное число протекторов исходя из сопротивления растеканию тока с протектора, сопротивления соединительного провода, силы тока и абсолютных значений потенциалов резервуара и протектора до подключения;

5. после корректировки числа протекторов с помощью коэффициента экранирования, принимается их окончательное количество;

6. на заключительном этапе оценивается срок службы протектора с учетом его КПД, массы, силы тока, коэффициента использования и теоретического эквивалента материала протектора.

### **Расчет протекторной защиты внутренней поверхности днища и первого пояса стальных резервуаров**

Как и в предыдущем случае, основной задачей расчета является определение количества протекторов, располагаемых на днище резервуара, и срок их службы.

Число протекторов можно определить исходя из радиуса резервуара, зоны действия одного протектора и уровня подтоварной воды в резервуаре.

Срок службы оценивается с учетом технологического коэффициента, характеризующего условия работы резервуара, массы протектора и силы его тока, которая, в свою очередь, зависит от диаметров протектора и электролита (резервуара), поляризационного сопротивления протектора, разности потенциалов протектор-днище при разомкнутой цепи и поправочного коэффициента, зависящего от уровня подтоварной воды.

### **Протекторная защита магистральных трубопроводов**

При проектировании протекторной защиты трубопроводов решают как прямую задачу (определение протяженности зоны защиты установки при заданном количестве протекторов), так и обратную (определение необходимого числа протекторов для защиты трубопровода известной длины).

При решении прямой задачи длина зоны защиты протекторной установки на изолированном трубопроводе определяется с учетом потенциала протектора до подключения его к трубопроводу и сопротивления растеканию тока протекторной установки, которое, в свою очередь, зависит от сопротивления растеканию тока одиночного протектора, числа протекторов в группе и коэффициента, учитывающего взаимное экранирование протекторов в группе.

При решении обратной задачи число протекторов в группе, необходимое для защиты участка трубопровода заданной длины определяется как отношение величины необходимого защитного тока к токоотдаче одного протектора. Величина необходимого защитного тока определяется из условия создания на трубопроводе наложенной разности потенциалов не ниже минимальной.

**ВАЖНО!** Если сдвиг потенциала в отрицательную сторону превысит определённое значение, возможна так называемая "перезащита", связанная с выделением водорода, изменением состава приэлектродного слоя и другими явлениями, что может привести к ускорению коррозии защищаемого материала.