

А.А.Делекторский, Н.В.Стефов

## ОСОБЕННОСТИ РЕЦЕПТУРНЫХ ФАКТОРОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОТЯЖЕННЫХ ГИБКИХ АНОДОВ

*В настоящее время протяженные гибкие анодные заземлители из электропроводной резины серии ЭР находят все более широкое применение при электрохимической защите подземных металлических сооружений различного назначения, в первую очередь подземного трубопроводного транспорта [1,2,3].*

Протяженные гибкие аноды представляют собой провод (обычно состоящий из гибкой медной жилы), заключенный в высокоэлектропроводную резиновую оболочку. Поскольку электропроводная резиновая оболочка является основным расходным материалом, обеспечивающим нормативный срок службы электродов, то к ней помимо свойств, удовлетворяющих строительству и монтаж анодного заземления, предъявляются требования низкой анодной растворимости и экологической чистоты работы в процессе эксплуатации.

Оболочка провода представляет собой каучуковую диэлектрическую матрицу, наполненную электропроводящим углеродным наполнителем (специальные марки электропроводящего технического углерода, графита, углеродные волокна и др.), при этом каучуковая матрица и наполнители органически связаны между собой.

Помимо этого с целью придания оболочке прочности, высокоэластичности, атмосферостойкости в ее состав включены целевые добавки (вулканизирующая группа, группа стабилизаторов, пластификаторы, мягчители и др.), которые в процессе переработки каучуковой композиции придают оболочке необходимый комплекс технических свойств.

Ранее было установлено [4], что

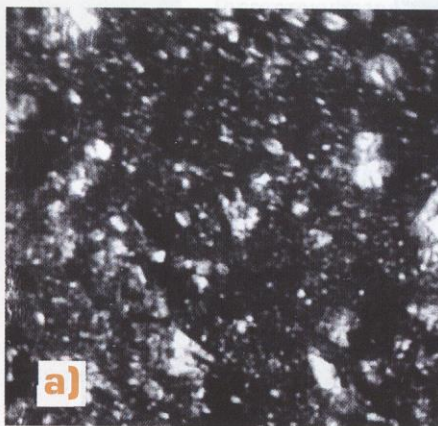


Фото поверхностного слоя (2 мм) резиновой оболочки до начала работы (а) и после одного года работы (б) электрода.

окислительные процессы, приводящие к разрушению полимерной оболочки резиновых анодов и, таким образом, определяющие срок их службы, проходят одновременно:

- на поверхности анода с разложением почвенного электролита и разрушением верхнего резинового слоя;
- внутри резиновой оболочки электрода и диффузией газообразных продуктов «внутреннего» электролиза на поверхность анода.

На Рис.1 приведены фотографии внешнего поверхностного слоя резиновой оболочки до (А) и после года работы (Б) электрода ЭР-6 при токовой нагрузке 0,3 А/м.

Исходя из вышеизложенного, можно

уверенно утверждать, что состав резиновой оболочки, т.е. тип каучука, тип и содержание ингредиентов резиновых смесей, а также стойкость их к окислению в значительной степени определяют срок службы резиновых анодов.

Хотя процессы поведения высоконаполненных резин под действием электрического тока в различных средах далеко не изучены, уже можно сформулировать некоторые общие требования к каучукам и ингредиентам, используемым при создании резиновых анодов:

1. Каучуки должны быть максимально стойкие к окислению в различных средах, при этом желательно использовать композицию каучуков с насыщенными пластиками и синтетическими смолами.



2. Основным ингредиентом резиновой оболочки, определяющим срок службы анодов в целом, является тип электропроводного углеродного наполнителя и его количество. В процессе смешивания каучука с техническим углеродом, последний активно взаимодействует с макромолекулами каучука, образуя в диэлектрической матрице полимера токопроводящие цепочные структуры. Высокая степень наполнения полимерной оболочки, более 65 массовых процентов, и низкая скорость анодного растворения технического углерода - около 1 кг/А·год - в сочетании с правильной токовой нагрузкой обеспечивают нормативный срок службы резиновых анодов - не менее 15 лет. Основное требование к электропроводящему техническому углероду - это минимальное содержание летучих компонентов и отсутствие влаги.

Отсутствие влаги, а для некоторых ингредиентов резиновых композиций кристаллизационной воды, является необходимым требованием при создании долговечных резиновых оболочек эластичных анодов. Поэтому все ингредиенты должны пройти необходимую термическую обработку.

3. Необходимо исключить из состава резиновых композиций ингредиенты, которые при взаимодействии друг с другом в процессе формирования пространственной структуры выделяют воду. Например, традиционно используемые в качестве активаторов вулканизации каучуков стеариновая кислота и оксид цинка образуют при взаимодействии цинковую соль и воду, которые в процессе работы анода подвергаются электролизу с выделением газообразных продуктов. Необходимо также заменить традиционные серусодержащие вулканизирующие системы, например: серу, тиурамы, тиазолы, сульфенамиды и т.п., на другие, не содержащие серы, поскольку первые в результате взаимодействия с кислоро-

дом также образуют газообразные продукты окисления. По мере накопления в массе полимера газообразные продукты стремятся на поверхность анода, разрывая резиновую оболочку, тем самым сокращая его срок службы.

Одним из определяющих факторов, влияющих на характер и скорость описываемых процессов, является также величина плотности электрического тока.

Регулирование процессов окисления компонентов в резиновых смесях, а соответственно и срока службы анодов серии ЭР, возможно изменением удельной токовой нагрузки на единицу длины анода, которая для каждого типа резиновой оболочки должна быть своя и указываться в нормативно-технической документации завода изготовителя анодов.

Как видно из вышеизложенного создание резиновых анодов является сложной материаловедческой задачей, правильное решение которой позволяет создавать протяженные гибкие аноды, устойчиво работающие в различных средах в течение нормативного срока службы.

#### Список литературы

1. В.В.Притула. Реальный современный уровень электрохимической защиты. М., «Практика противокоррозионной защиты», № 2 (32), 2004г., с.22-25.
2. А.А.Делекторский, Н.В.Стефов. Протяженные гибкие аноды- универсальное решение проблемы долговечности электрохимической защиты подземных металлических трубопроводов. М., «Территория «Нефтегаз», № 4, 2004г., с.14-15.
3. В.В.Притула, С.В.Ржевский, В.Е.Копытин. Катодная защита газопровода «Находкинское месторождение - ГКС-1,2 «Ямбургская». М., «Территория «Нефтегаз», № 3, 2005г., с.20-23.
4. А.А.Делекторский, Н.В.Стефов, М.А.Сурис, Н.П.Глазов, К.Л.Шамшетдинов. Новые протяженные гибкие аноды для защиты теплосетей от коррозии и особенности их применения. М., «Новости теплоснабжения», № 3, с. 32-36.

**ООО «МИНАДАГС»**  
119435, г. Москва,  
ул. Малая Пироговская,  
д. 1 (МИТХТ), 2 эт.  
тел./факс: +7 (095) 246 2741

