А.А. Делекторский, И.Ю. Ловчиновский, Н.В. Стефов, К.Л. Шамшетдинов

ИЗМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛАСТОМЕРНЫХ АНОДОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ГОРЮЧЕ-СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В последнее время эластомерные аноды находят широкое применение при защите днищ резервуаров и других емкостей хранения нефти и нефтепродуктов от подземной коррозии.

В процессе затаривания нефтепродуктов в емкости возможна их частичная утечка и попадание через грунт на эластомерные аноды. Последнее, вследствие набухания эластомеров в бензине и др. органических растворителях [1], может привести к увеличению электрического сопротивления эластомерных анодов и, как следствие, нарушению работы анодного заземления.

Поэтому, целью настоящей работы было исследование влияния воздействия горюче-смазочных материалов, в частности бензина и индустриального масла И-40А, на электрофизические параметры эластомерных анодов.

В качестве анодов исследовались образцы маслобензостойких протяженных кабельных проводов типа ПАРМ, выпускаемых ОАО «Электрокабель «Кольчугинский завод» и ОАО «Камкабель», изготавливаемых по ТУ 3555-001-00217053-2006 (ТУ 16.К71-299-2006).

Исследования проводились на лабораторной установке, принципиальная схема которой приведена на рис.1.

Экспериментальная лабораторная установка представляет собой два идентичных электролизера, объединенных в единый блок. Емкость катодной и анодной камер каждого электролизера составляет по 10 литров, таким образом, общий объем установки составляет 40 литров. Установка выполнена из органического стекла толщиной 10 мм. Катодное и анодное пространства разделены диафрагмой из фильтровальной ткани (бельтинг). В крышке установки имеются приспособления для крепления катода и анода, а также отверстия для забора проб электролита и пробы состава выделяющихся газов.

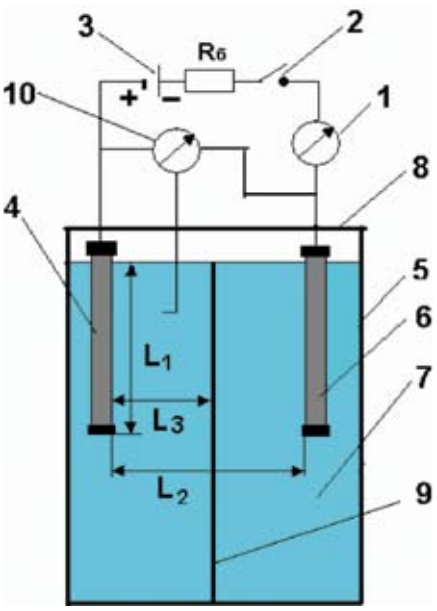


Рис. 1. Принципиальная схема испытательного стенда

1 — амперметр; 2 — выключатель; 3 — регулируемый источник тока или выпрямитель; 4 — испытуемый образец — анод; 5 — ванна-электролизер из органического стекла; 6 — вспомогательный стальной электрод — катод; 7 — электролит; 8 — крышка из органического стекла; 9 — разделительная мембрана из нетканого или термоскрепленного полотна; 10 — вольтметр; $R_б$ — балластное сопротивление

Для испытаний был выбран электролит, имитирующий кислые почвы, с pH равным 4,2. В состав электролита входят катионы ($1 \cdot 10^{-3}$М): Ca^{2+} – 0,5, Mg^{2+} – 0,7, K^{+} – 0,4, Na^{+} – 4,4, а также анионы ($1 \cdot 10^{-3}$М): NO_3^{-} – 3,8, Cl^{-} – 0,2, SO_4^{2-} – 0,4 [2].

Токовая нагрузка составляет 20 мА на погонный метр эластомерного анода (5 мА на образец, который погружен в электролит на 0,25 м).

Для проведения испытаний все образцы анодов были электрически изолированы с торцов, погружаемых в электролит. Противоположный конец анодов зачищался от резины и к нему крепился токопровод. Подготовленные аноды взвешивались.

Электролизеры заполнялись электролитом. Крышки электролизеров, с закрепленными на них катодами и анодами, закрывались и устанавливались необходимые параметры токовой нагрузки.

В процессе проведения испытаний измеряли pH электролита и удельную электропроводность электролита в анодных камерах, а также напряжение на клеммах между катодом и анодом и потенциалы катодов и анодов относительно хлоридсеребряного электрода сравнения, используя капилляр Лугина.

Через 13 дней электролиз был остановлен. Аноды извлечены из электролита, обработаны дистиллированной водой, после высыхания взвеше-

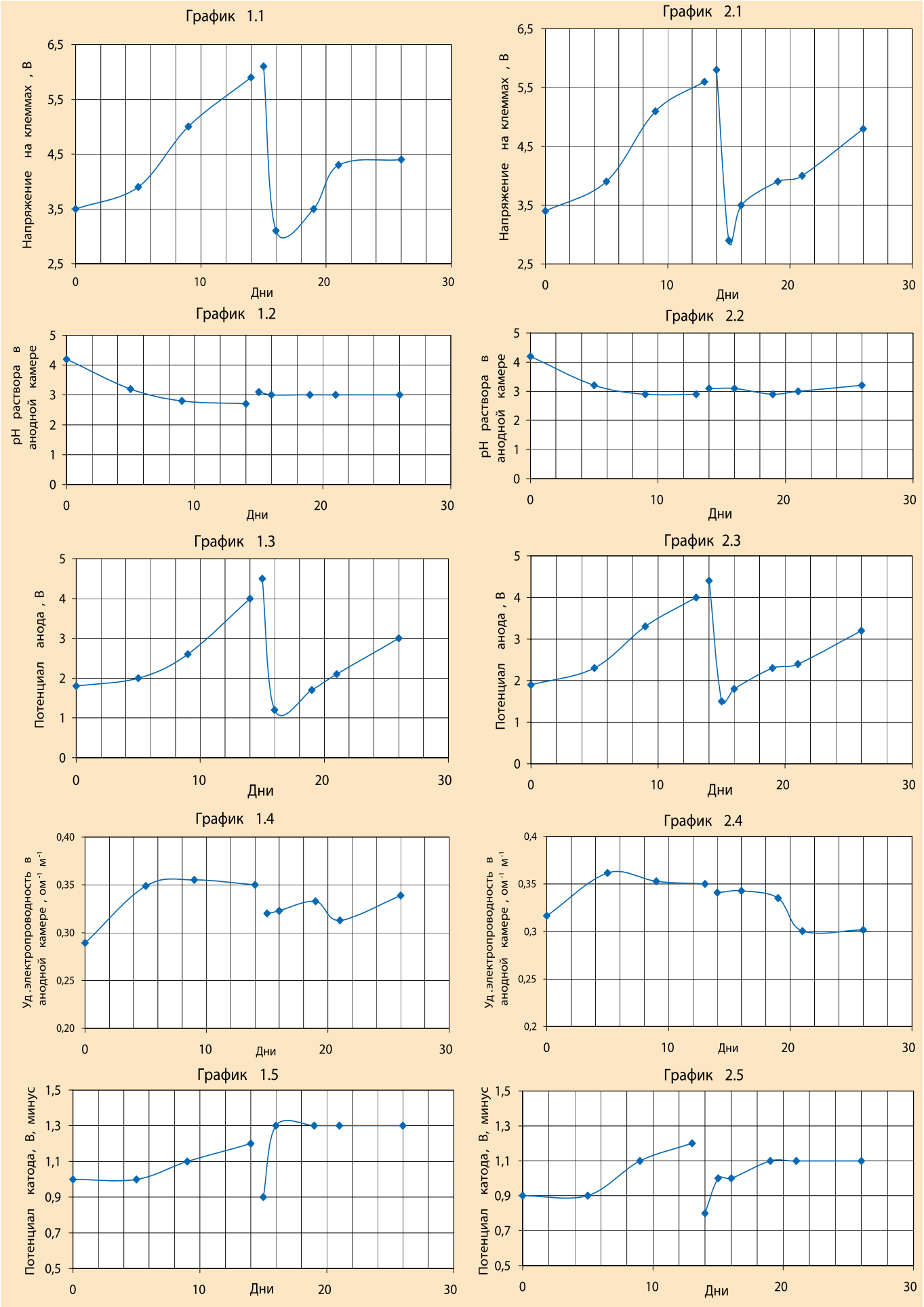


Рис. 2. Испытание анодов на устойчивость в бензине

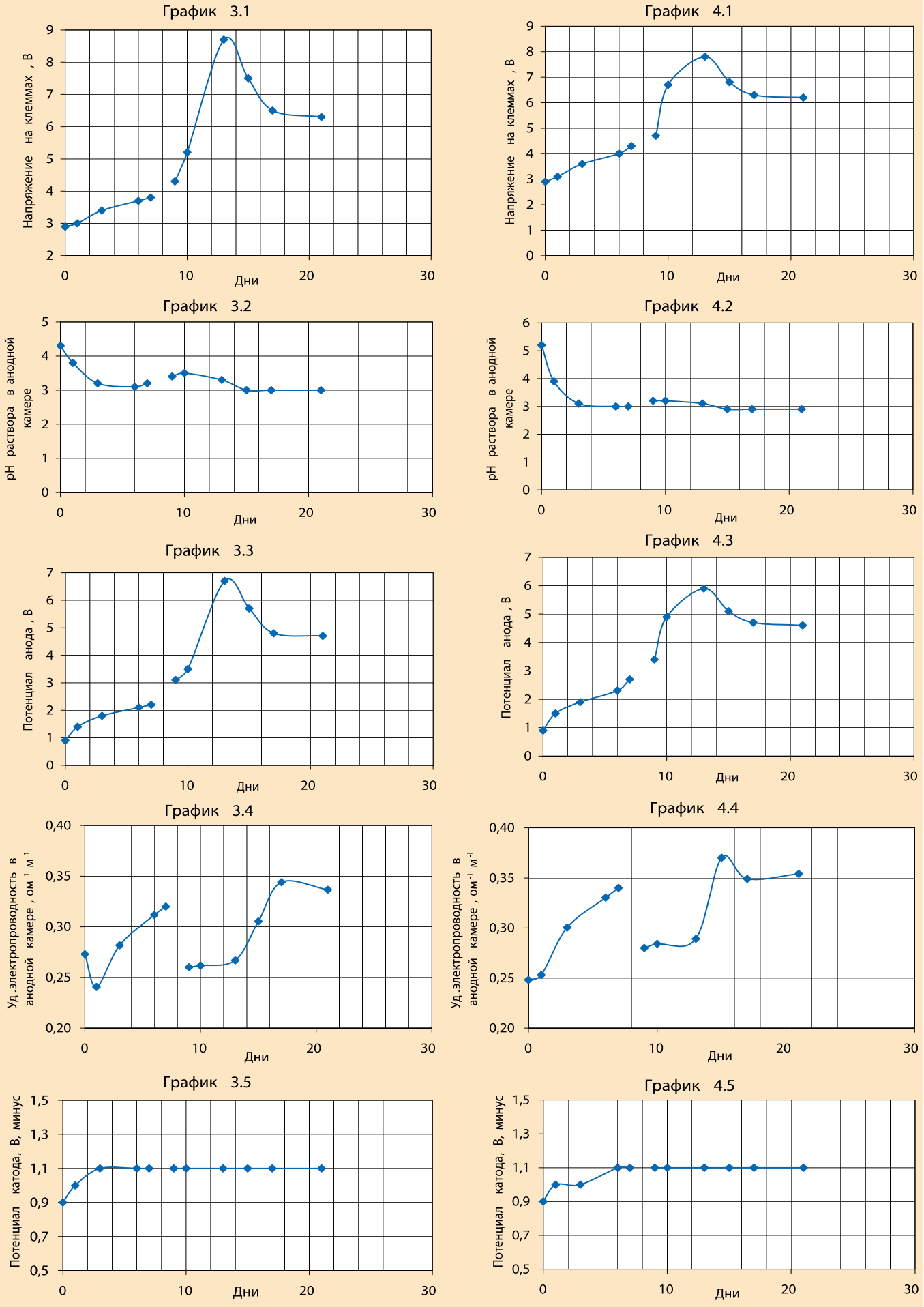


Рис. 3. Испытание анодов на устойчивость в масле

ны. Затем оба анода (из двух электролизеров) были помещены на 24 часа в бензин с объемом, в 10 раз превышающим объем анода. После извлечения из бензина и высыхания аноды были взвешены. Затем аноды были помещены в электролит и на них подана та же токовая нагрузка, которая была вначале.

Через 26 суток электролиз был вновь остановлен. Аноды извлечены из электролита, промыты дистиллированной водой, обсушены и взвешены.

Результаты испытаний на устойчивость анодов в бензине отражены на рис.2. (Графики 1.1–1.5 и 2.1–2.5).

Испытания на устойчивость анодов в масле проводились в том же режиме, как описано выше. Разница состоит в том, что остановка процесса электролиза была осуществлена на 7 день от начала испытаний и аноды были помещены в масло на 2 суток.

Результаты испытаний на устойчивость анодов в масле отражены на рис.3. (Графики 3.1–3.5 и 4.1–4.5).

Как видно из рисунков, имеется определенное различие в поведении эластомерных анодов после набухания в бензине и индустриальном масле.

Причем это различие характерно как для анодов, выпускаемых ОАО «Электрокабель» (графики 1 и 3), так и ОАО «Камкабель» (графики 2 и 4).

Анализ полученных данных позволяет предположить следующий механизм явлений, происходящих в оболочке эластомерных анодов после набухания в бензине.

В процессе набухания молекулы бензина (низкомолекулярного растворителя полимерных материалов) легко проникают между макромолекулами каучука, причем как поверхностного, окисленного слоя [3], так и основной массы поперечно сшитого эластомера.

Из-за этого увеличивается расстояние между частичками углеродного электропроводящего наполнителя и, как следствие, увеличивается электрическое сопротивление анода. Однако это увеличение незначительно, поскольку аноды выполнены на основе маслобензостойкого каучука.

Одновременно бензин растворяет низкомолекулярные добавки резиновых смесей, в первую очередь мягчители, органические активаторы, низкомолекулярные фракции каучука и т.п.

После возобновления электролиза из набухшего электрода происходит вытеснение бензина и растворенных в нем продуктов диссоциированными молекулами электролита. Вследствие этого резко снижается электросопротивление анода, происходят скачки электродных потенциалов на аноде и катоде, которые (особенно важно для катода) довольно быстро приходят к равновесному значению. О том, что бензин растворяет низкомолекулярные продукты переработки резиновых смесей и выводит их из состава эластомерного анода, можно судить по изменению удельной электропроводности электролита, изменению pH-раствора (Рисунок 2). В подтверждение этого процесса также было визуально отмечено, что электролит заметно потемнел при проведении электролиза после набухания.

В процессе набухания электродов в индустриальном масле механизм, по-видимому, меняется. Это связано в первую очередь с тем, что высокомолекулярное масло (по сравнению с бензином) медленнее проникает в эластомер и не растворяет, или растворяет в малой степени, низкомолекулярные добавки резиновых смесей и низкомолекулярных фракций каучука. Вследствие этого процесс замещения масла электролитом протекает медленнее, без резкого уменьшения электросопротивления эластомера и скачков электродных потенциалов. Происходит медленное «выдавливание» масла из эластомерного анода в электролит, о чем свидетельствует понижение значений электропроводности раствора и незначительное изменение pH.

В свою очередь визуальное наблюдение отмечает отсутствие помутнения раствора электролита, однако на поверхности электролита со временем появляются жирные пятна.

Изменение удельного электрического сопротивления эластомерного анода, рассчитанное из формулы [4]

$$\Delta R = \frac{\rho_{v2} - \rho_{v1}}{\pi l} \ln \frac{d_1}{d_2},$$

где d_1 и d_2 — соответственно внешний и внутренний диаметры эластомерной оболочки анода, показывает, что набухание анодов в бензине и индустриальном масле приводит к увеличению ρ_v эластомерных анодов не более чем в 3 раза.

Последнее может служить обоснованием технических требований по маслобензостойкости эластомерных анодов в нормативной документации, предназначенной для проектирования и изготовления анодного заземлителя в средах (условиях) возможного кратковременного контакта эластомерных анодов с горюче-смазочными материалами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гуль В.Е., Шенфиль Л.З. Электропроводящие полимерные композиции. М., Химия, 1984, с.239

2. Справочник. Защита подземных металлических сооружений от коррозии. М., Стройиздат, 1990, с. 303

3.Делекторский А.А., Стефов Н.В. Особенности работы эластомерных анодов. М., Территория Нефтегаз, № 9, 2006, с.16-19

4. Справочник по силовым кабелям и проводам. Ленинград, Судпром ГИЗ, 1961, с. 8-9.

Тел.: (495) 246-27-41, 225-87-76