

Эти блуждающие токи

Н. ПАРАВЯН

ЕДЕТ ПО ГОРОДУ трамвай. Едет, деловито погромыхивая на стрелках и рельсовых стыках. Такая простая, обыденная картина... Но вот на участок дороги, что проходит рядом с трамвайными путями, пришли муниципальные рабочие, вырыли яму, и оказалось, что пролегающий под землей водопровод в нескольких местах сильно поврежден коррозией.

Вообще говоря, коррозия — явление весьма неприятное и вредное. И что она повредила водопровод, конечно, очень плохо. Но как это произошло? Оказывается, виновником стал... трамвайный путь! Попробуем разобраться.

На трамвайные рельсы подается отрицательный потенциал источника постоянного тока, а на контактный провод, подвешенный над путями, — положительный. В том месте, где на стыке рельсов нарушен контакт, а сами рельсы плохо изолированы от почвы, ток, найдя под землей наименьшее электрическое сопротивление в виде подземного водо- или газопровода, труб канализации, оболочки кабеля и т.п., частично ответвляется в землю и блуждает в ней по различным подземным металлическим сооружениям. В другом месте такой ток, называемый *блуждающим*, снова возвращается в рельс. При этом рельсы разрушаются в местах выхода тока в землю, а подземные коммуникации — в местах возвращения тока в рельс. Эти участки называются анодными зонами (рис. 1). Блуж-

дающие токи могут достигать десятков ампер и причинять серьезные разрушения. Например, ток в один ампер, протекающий по металлическому сооружению в течение года, разрушает в анодной зоне примерно 9 кг железа, 36 кг свинца и т.д.

Возможно, вы не очень-то поверили в блуждающие токи: дескать, сказки все это. Что ж, вы можете проверить наличие блуждающих токов экспериментально.

Опыт 1. Соберите установку, изображенную на рисунке 2. Для этого согните кусок толстого зачищенного от эмалевой оболочки медного провода в виде буквы «П», соедините его последовательно с реостатом и через амперметр подключите к любому источнику постоянного электрического тока. В цилиндрический стеклянный (или полиэтиленовый) сосуд с низкими бортиками (кристаллизатор или большое фарфоровое блюдечко) налейте 150 мл индикаторного раствора, о приготовлении которого скажем чуть позже. На дно сосуда положите два кусочка стеклянной трубочки, а на них, как на подставку, уложите полоску обычной углеродистой стали, например кусок проволоки или большой железный гвоздь, так, чтобы она была параллельна медному контуру и находилась на небольшом расстоянии от него.

Включите ток в цепи. Пока сопротивление контура — медный провод плюс участок реостата — небольшое, весь ток течет по нему. Теперь увеличьте сопротивление контура, медленно и плавно введя ползунок реостата, — амперметр покажет уменьшение силы тока в цепи. При этом, как оказывается, часть тока пойдет по пути меньшего сопротивления, т.е. по железу (стали). Это можно увидеть невооруженным глазом. А именно, в том месте

железной пластинки, откуда ток возвращается в медный провод, в растворе появляется синее окрашивание. Оно показывает, что здесь произошло ра-

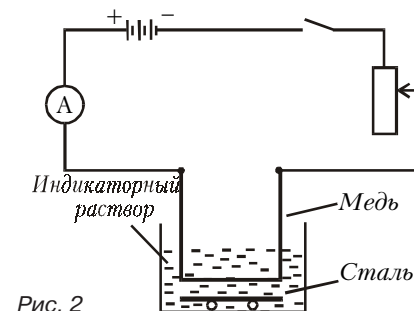
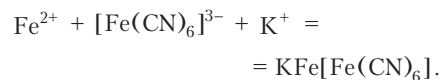


Рис. 2

створение железа: $Fe^0 - 2e \rightarrow Fe^{2+}$, а образовавшиеся ионы железа тут же взаимодействовали с красной кровяной солью (она входит в состав индикаторного раствора) и образовали взвесь турбуллевой сини (синего цвета):



В том же месте, где ток вошел в железную пластинку, т.е. вышел из медного провода, индикаторный раствор порозовел, так как здесь образовался избыток отрицательных ионов гидроксила: $H_2O + \frac{1}{2} O_2 + 2e \rightarrow 2OH^-$, из-за которых и окрасился фенолфталеин, также входящий в состав индикаторного раствора.

А индикаторный раствор для этого опыта надо готовить так. Растворите в 100 мл горячей воды 2 г желатина и в еще теплую жидкость добавьте 4 г поваренной соли и 2 г красной кровяной соли, долейте еще 100 мл теплой воды и 10–15 капель спиртового раствора фенолфталеина, хорошо перемешайте раствор и теплым залейте в стеклянный сосуд установки. (Все нужные химикаты можно взять в кабинете химии, где они обычно имеются.) Когда индикаторный раствор окончательно остынет, он превратится в студнеобразную массу. Кстати, желатин нужен для того, чтобы синяя и малиново-розовая окраски не расплылись по всей массе (из-за диффузии), а фиксировались именно в тех местах студня, где образовались катодная и анодная зоны.

Как же бороться с блуждающими токами, этим истинным злом подземных металлических коммуникаций? Для защиты используют так называемый электродренаж, для чего ток от подземных коммуникаций отводят по специально проведенным проводам на

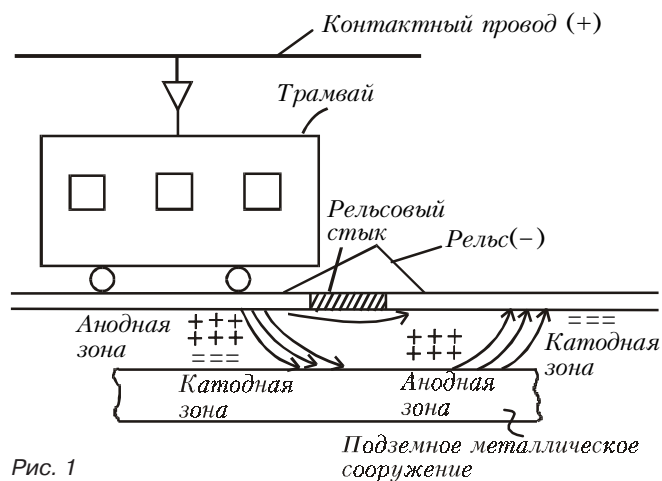


Рис. 1