

В последнее десятилетие участились случаи немотивированной ускоренной коррозии трубопроводов систем водоснабжения и отопления зданий.

При соблюдении основных требований к составу воды (включая содержание растворенного кислорода), материалу труб и температурному режиму коррозия ускоряется в 2-10 раз по сравнению с проектными расчетными данными.

Опыт работы специалистов Центра электромагнитной безопасности (ЦЭМБ) позволяет утверждать, что одной из причин ускоренной коррозии трубопроводов в современных условиях являются несанкционированно протекающие по ним токи промышленной частоты, источниками которых являются токи утечки системы электроснабжения этих же зданий.

Неисправности систем электроснабжения зданий ускоряют коррозию трубопроводов

Олег Григорьев,
Виктор Петухов,
Василий Соколов,
Центр электромагнитной безопасности,
г. Москва

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПРОТЕКАЮЩИХ ТОКОВ И КОРРОЗИИ

Термин «коррозия, вызванная токами (блуждающими токами)» обычно связывают с постоянным током в подземном металлическом сооружении. Источники таких токов находятся вне поврежденной конструкции: электрифицированный транспорт (трамваи, метрополитен, железная дорога), системы катодной защиты, шахтные системы электроснабжения постоянным током и т.д. [1-5] При этом интенсивные коррозионные разрушения происходят в местах стекания постоянного тока с внешней поверхности металла в электролит (воду или грунт). Отечественная и мировая практика эксплуатации систем водоснабжения признает эту проблему и учитывает ее.

Однако на внутренней поверхности определенных участков трубопроводов, проложенных внутри зданий и находящихся вне зоны растекания блуждающих токов в обычном их понимании, также возникают и повторяются характерные «свищи», что требует специального рассмотрения и объяснения.

В период с 1996 по 2002 год были выполнены прямые осциллографические измерения токов, протекающих по внутренним трубопроводам систем отопления и водоснабжения зданий на более чем 200 объектах г. Москвы. Измерения проводились с помощью специально разработанной методики «Проведение работ по определению наличия источников и основных путей попадания токов утечки от системы электроснабжения на металлоконструкции и трубопроводные системы зданий» и аппаратуры на основе многоканального аппаратно-компьютерного комплекса регистрации токов. В ходе работ было зафиксировано, что по трубопроводам протекают переменные токи промышленной частоты с от 0,1 до 18,2 А. Распределение токов приведено на рис. 1.

Анализ полученных данных позволил установить корреляцию между величиной протекающего тока и скоростью коррозии трубопроводов. В таблице 1 приводятся типичные данные о сроках службы трубопроводов до начала проявившегося выраженного коррозионного процесса (критерий – появление первого «свища») в сопоставлении с зафиксированными токами, протекающими по трубопроводам.

На основании данных, приведенных в таблице 1, а также экспертных заключений ВНИИ Коррозии и Ассоциации разработчиков и производителей средств противокоррозионной защиты для топливно-энергетического комплекса (КАРТЭК) [6,7], можно сделать вывод о прямой корреляции между скоростью коррозии внутренних трубопроводов зданий и величиной протекающих по ним переменных и постоянных токов.

Необходимо обратить особое внимание на то, что одной из особенностей токов, протекающих по трубопроводам, является изменение их величины (вплоть до полного исчезновения в определенные моменты времени) в зависимости от изменения электрических нагрузок в здании.

Типичный пример измерения тока, протекающего по трубопроводу, приведен на рис. 2. Характерные причины попадания токов утечки на трубопроводы показаны на рис. 2-5.

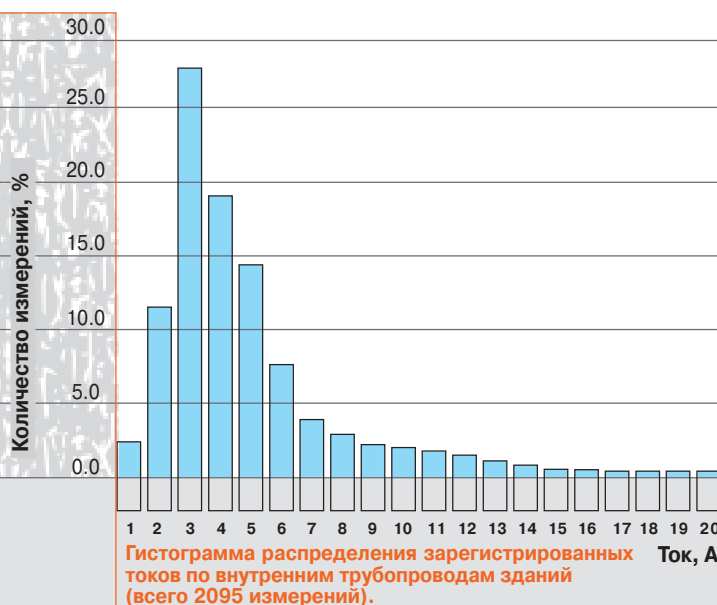


Рис. 1

Таблица 1

Тип объекта	Повреждаемые коррозией элементы	Материал трубопровода	Срок службы с момента ввода в эксплуатацию до появления первого «свища», лет	Максимальные зарегистрированные токи, А
Жилой дом	Трубопроводы горячей воды в подвале	Сталь	1 год	15
Больница	Трубопроводы горячей воды в подвале Магистральные подводящие трубопроводы горячей воды (в земле)	Сталь	2 год	5
Учебное учреждение	Трубопроводы горячей воды в подвале	Сталь	1 год	7
Административное здание	Расширительный бак системы отопления	Нерж. сталь	3 год	7,5
Гостиница	Трубопроводы горячей воды 1 технического этажа	Сталь	2 года	10
Производственное здание	Трубопроводы горячей воды между котельной и цехом №1	Сталь	2,5 года	12,7
			1,5 года	Переменный – до 3 А, Постоянный – до 18 А.

ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ТОКОВ УТЕЧКИ

Основными причинами возникновения токов утечки и падения их на трубопроводы являются:

- непрофессиональная эксплуатация действующей системы электроснабжения, например, преднамеренное использование трубопроводных систем в качестве нулевых рабочих проводников (см. рис. 3,4);
- некорректное подключение электропотребителей (стерилизаторы, стиральные машины гидромассажные ванны, душевые кабины, водонагревательные котлы, посудомоечные машины и т.д.), связывающих трубопроводные системы с системой электроснабжения зданий (см. рис. 5);
- возникающие в процессе эксплуатации повреждения изоляции кабельных линий и/или электрооборудования, ослабление, отгорание и механические повреждения нулевых рабочих проводников.

При реконструкции старых систем электроснабжения и монтаже новых в соответствии с требованиями [6,7] внедряется 3-х и 5-ти проводная схема подключения электрооборудования, то есть фактически к фазным и нулевому рабочему проводникам добавляется нулевой защитный проводник.

Любая неочевидная ошибка в подключении электрооборудования в этих схемах (чаще встречается подключение нулевого рабочего проводника к клемме нулевого защитного и наоборот, либо подключение под один контактный зажим обоих проводников) приводит к неконтролируемому растеканию токов по металлоконструкциям и трубопроводам систем водоснабжения и отопления, которое не только увеличивает скорость точечной коррозии трубопроводов, но и представляет опасность поражения людей электрическим током. В отчетах эксплуатирующих водопроводы организаций указывается на искрение между разъединенными концами трубопровода, жалобы обслуживающего персонала на «удары» током.

КОРРОЗИЮ ЛЕГЧЕ ПРЕДОТВРАТИТЬ, ЧЕМ «ЛЕЧИТЬ»

Обычно для решения проблемы неконтролируемого растекания токов электрически изолируют все внутренние водопроводные линии от подводящей магистрали или проводят замену подверженных ускоренной электрохимической коррозии металлических труб на пластиковые.

Однако нельзя забывать, что трубопроводы фактически являются элементами системы электроснабжения, поэтому при замене металлических труб на пластиковые решается вопрос об устранении их электрохимической коррозии, но одновременно может существенно возрасти нагрузка на нулевые рабочие проводники и в значительной степени увеличиться сопротивление петли «фаза-ноль», что приводит к уменьшению величины токов короткого замыкания.

Вышеуказанные обстоятельства могут привести к отгоранию нулевых рабочих проводников, вследствие чего напряжение у потребителей наименее нагруженных фаз резко возрастает, что зачастую приводит к выходу из строя электрооборудования и пожарам.

При увеличении сопротивления петли «фаза-ноль» возможно несрабатывание устройств защиты от коротких замыканий (автоматических выключателей) вследствие возникшего после замены труб несоответствия уставок автоматических выключателей и уменьшившихся величин токов К.З.

ПУЭ допускает использование водопроводных труб в качестве защитного заземляющего проводника. Поэтому в целях обеспечения электробезопасности при замене металлических труб на пластиковые требуется особенно тщательная проверка наличия и измерения величины сопротивления цепей заземления электропотребителей.

Мы считаем, что наиболее технически грамотным и эффективным методом борьбы с вышеуказанными является не ликвидация последствий, а устранение первопричины возникновения токов утечки, т.е. полное обследование системы электроснабжения зданий с определением источников и конкретных мест возникновения таких токов.

Рис. 2.	Прямые измерения тока, протекающего по трубопроводу	
Рис. 3, 4.	Использование трубопроводов отопления (слева) и водоснабжения (справа) в качестве нулевых рабочих проводников	
Рис. 5.	Ток по трубе подачи воды в стерилизатор. Причина – подключение нулевого рабочего проводника к корпусу электроприемника.	

Очевидно, что исследования связи коррозии с протекающими по трубопроводам токами промышленной частоты должны быть продолжены, как в направлении разработки физической модели механизма, так и в направлении накопления фактического статистически значимого материала. Однако для эксплуатирующих служб, по нашему мнению, в первую очередь целесообразно выполнять работы по обследованию системы электроснабжения зданий, в целях выявления ошибок в подключении электрооборудования и их устранения, что, несомненно, приведет к существенному снижению скорости интенсивной точечной коррозии трубопроводов систем водоснабжения и отопления зданий.

ЛИТЕРАТУРА

1.	Исаев Н.И. «Теория коррозионных процессов». – М., Металлургия, 1997.
2.	Стрижевский И.В. и др. «Защита подземных металлических сооружений от коррозии». Справочник. – М., Стройиздат, 1990.
3.	Michael Horton. «Corrosion effects of electrical grounding on water pipe». Corrosion 91 The NACE Annual Conference and Corrosion Show. - March 11-15 1991 Cincinnati, Ohio.
4.	W.F. Bennett, Albert C. Holler, William D. Hurst C.M. //An Unusual Form of Corrosion. Journal AWWA. – 1977, № 1. – pp.26-30.
5.	Петухов В.С. и др. «Коррозионные повреждения трубопроводов зданий, вызванные протеканием по ним токов». – М.: Практика противокоррозионной защиты, №4 (10), 1998.
6.	Письмо Всероссийского НИИ коррозии № 87 от 06.11.2001.
7.	Письмо Ассоциации разработчиков и производителей средств противокоррозионной защиты для топливно-энергетического комплекса (КАРТЭК) № 01/2007 от 04.12.2000.
8.	«Правила устройства электроустановок». Раздел 6, Раздел 7, Главы 7.1, 7.2. – 7-е изд. – М.: Издательство НЦ ЭНАС, 1999.
9.	ГОСТ Р50571.10-96. «Заземляющие устройства и защитные проводники». – М.:Издательство стандартов, 1998.
10.	Карякин Р.Н. «Нормативные основы устройства электроустановок.» -М.: Энергосервис, 1998.