

УДК 620.193.01

Алейникова А.И.,

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ ТРУБОПРОВОДОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

В статье рассмотрена сущность коррозии приведена классификация коррозионных процессов. Выявлены виды коррозии, которым наиболее подвержены сети питьевого водоснабжения.

Ключевые слова: *коррозионные процессы, блуждающие токи, микробиологическая коррозия.*

Постановка проблемы и актуальность исследования. Одной из ключевых составляющих в структуре обеспечения централизованным питьевым водоснабжением являются распределительные водопроводные сети, объединяющие отдельные компоненты технологической цепи в единый производственный комплекс. Строительство и проектирование наружных систем водоснабжения городов Украины преимущественно осуществлялось в период массового строительства без должного учета требований надежности по применяемым материалам и организационно-технических возможностей эксплуатационных организаций. Основными материалами трубопроводов являются сталь и чугун. Многообразие условий эксплуатации трубопроводов обуславливает различные виды и причины их повреждений, одной из наиболее существенных причин является коррозия. Стоимость системы подачи и распределения воды составляет примерно 50-70 % стоимости всей системы водоснабжения, как следствие снижение количества повреждений от коррозионных процессов является приоритетным вопросом функционирования предприятий водопроводного хозяйства в условиях высокого материального износа и ограниченных финансовых ресурсов.

Целью данного исследования является анализ коррозионных процессов трубопроводов, влияющих на устойчивость функционирования систем водоснабжения.

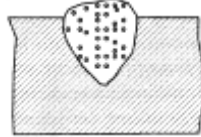
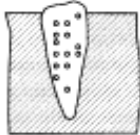


Изложение основного материала. Одной из главных причин возникновения аварийных ситуаций, а также выхода из эксплуатации отдельных участков или целых трубопроводных систем является коррозия. Трубы, а также их составляющие, произведенные из таких материалов, как сталь или чугун, нередко страдают от коррозии [4]. Детали трубопроводов, стальные отводы и переходы, не проявляющие устойчивость к коррозии, быстро выходят из строя, значительно сокращая сроки эксплуатации

трубопровода. Исследования вопросов коррозионных процессов трубопроводов, а также пути их решения проводились в работах Петросова В. А. [1], Терентьева В. И. [2], Храменкова С. В. [3].

Коррозия (от лат. *corrosio* — разъедание) — это самопроизвольное разрушение металлов в результате химического или физико-химического взаимодействия с окружающей средой. Причиной коррозии служит термодинамическая неустойчивость конструкционных материалов к воздействию веществ, находящихся в контактирующей с ними среде [7]. Коррозионные процессы классифицируют по механизму взаимодействия металлов с внешней средой, по виду коррозионной среды и условиям протекания процесса, по характеру коррозионных разрушений (табл. 1).

Таблица 1 – Классификация коррозионных процессов

Вид коррозии	Характеристика	
По механизму взаимодействия металла с внешней средой:		
Химическая коррозия	Процесс взаимодействия металла с коррозионной средой, при котором окисление металла и восстановление окислительного компонента среды протекают одновременно в одном акте. Продукты взаимодействия пространственно не разделены.	
Электрохимическая коррозия	Процесс взаимодействия металла с коррозионной средой (раствором электролита), при котором ионизация атомов металла и восстановление окислительного компонента коррозионной среды протекают не в одном акте и их скорости зависят от электродного потенциала.	
По типу агрессивных сред, в которых протекает процесс разрушения:		
Почвенная коррозия	Разрушение металла под воздействием агрессивной почвенной среды. Этому виду коррозионного разрушения подвергаются металлы и конструкции, находящиеся в почве, то есть различные подземные резервуары, трубопроводы, сваи, кабель и т. п.	
Биокоррозия	Коррозия, протекающая под влиянием жизнедеятельности микроорганизмов.	Аэробный вид коррозии обусловлен присутствием достаточного количества свободного или растворенного в воде кислорода. Возбудителями аэробной коррозии являются тионовые, нитрифицирующие и железобактерии.
		Анаэробный вид коррозии обусловлен присутствием недостаточного количества свободного или растворенного в воде кислорода. Основными возбудителями являются сульфатредуцирующие бактерии, ответственные за восстановление сульфатов до сероводорода и относящиеся к родам <i>Desulfovibrio</i> и <i>Desulfotomaculum</i> .
Газовая коррозия	Химическая коррозия металлов в газовой среде при минимальном содержании влаги (как правило не более 0,1%) или при высоких температурах. В химической и	

	нефтехимической промышленности такой вид коррозии встречается часто. Например, при получении серной кислоты на стадии окисления диоксида серы, при синтезе аммиака, получении азотной кислоты и хлористого водорода, в процессах синтеза органических спиртов, крекинга нефти и т.д.	
Атмосферная коррозия	Коррозия металлов в атмосфере воздуха или любого влажного газа.	
Контактная коррозия	Вид коррозии, вызванный контактом металлов, имеющих разные стационарные потенциалы в данном электролите.	
Коррозия внешним током и коррозия блуждающим током	В первом случае — это коррозия металла, возникающая под воздействием тока от внешнего источника. Во втором случае — под воздействием блуждающего тока.	
Фреттинг-коррозия	Коррозия, вызванная одновременно вибрацией и воздействием коррозионной среды.	
Коррозионная кавитация	Разрушение металла, обусловленное одновременным коррозионным и ударным воздействием внешней среды.	
По характеру разрушения:		
Сплошная коррозия, охватывающая всю поверхность	Равномерная	
	Неравномерная	
	Избирательная	
Локальная (местная) коррозия, охватывающая отдельные участки	Коррозия пятнами	
	Язвенная коррозия	
	Точечная коррозия (или питтинг)	
	Сквозная коррозия	
	Межкристаллитная коррозия	

Около 28% трубопроводов от общей протяженности сетей водоснабжения г. Харькова выполнены из стали, около 70% приходится на чугун. Нарушения в подаче и распределения воды в сети связаны главным образом с авариями на линейной части. Основными причинами повреждений водопроводных сетей являются: низкое качество труб при их значительном сроке службы, интенсивная внутренняя и внешняя коррозия и др. [2, 4, 5].

В стальных и чугунных наземных водоводах материал труб разрушается в первую очередь под воздействием внешней коррозии. При наличии оболочки процессу коррозии предшествует ее разрушение. При этом следует различать:

- поверхностную коррозию: металлический материал труб равномерно осыпается. Как правило, поверхностная коррозия в трубопроводах наступает редко (рис. 1, а);
- коррозию в виде углублений (желоба): она указывает на образование на трубах таких элементов, при наличии которых область углубления работает как анод, окрестность – как катод (рис. 1, б);
- дырчатую коррозию: сквозные коррозионные разрушения стенок трубы (рис. 1, в).

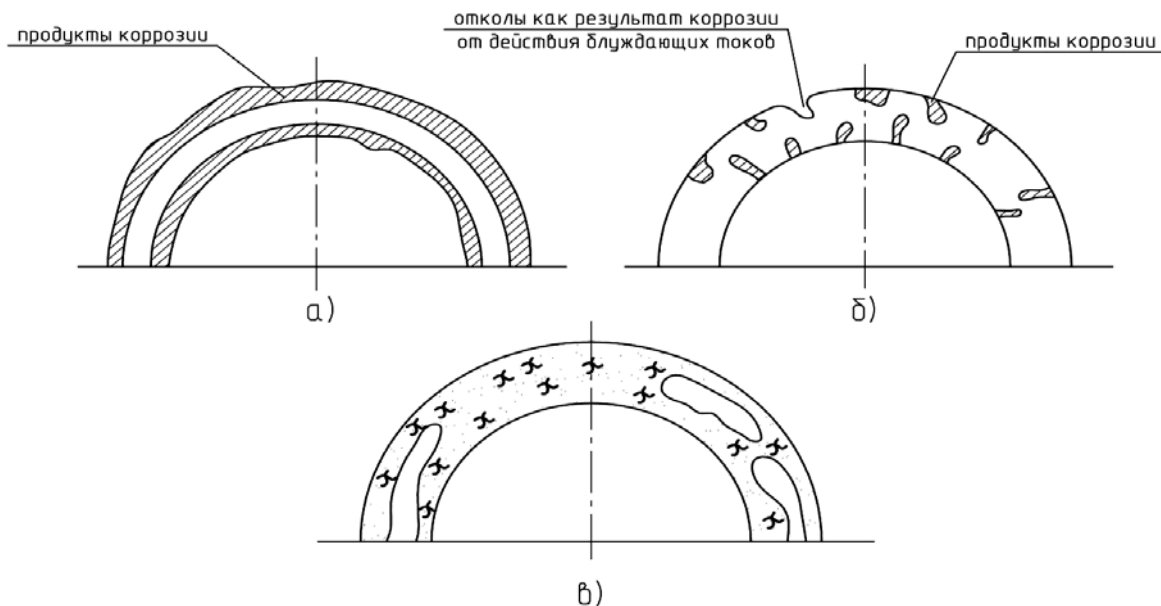


Рис. 1 – Форма проявления коррозии трубопроводов водоснабжения:

Как отмечено в работах [1, 3, 4], основной причиной аварийных отказов сети является коррозия труб, при этом коррозионное разрушение трубопроводов чаще всего вызвано воздействием блуждающих токов, возбуждаемых электрифицированным рельсовым транспортом. Аномально высокие скорости разрушения имеют участки трубопроводов, расположенные вблизи рельсовых путей и районных тяговых подстанций. Иллюстрация возникновения блуждающих токов и влияния их на трубопровод приведена на рисунке 2.

Помимо внешней коррозии трубопроводов водоснабжения следует выделить и внутреннюю коррозию. В процессе эксплуатации водоводы инкрустируются отложениями солей, различными биологическими структурами, ржавчиной. Данный процесс приводит не только к снижению

эффективности функционирования водораспределительной системы, но и к ухудшению качества воды, изменению ее состава.

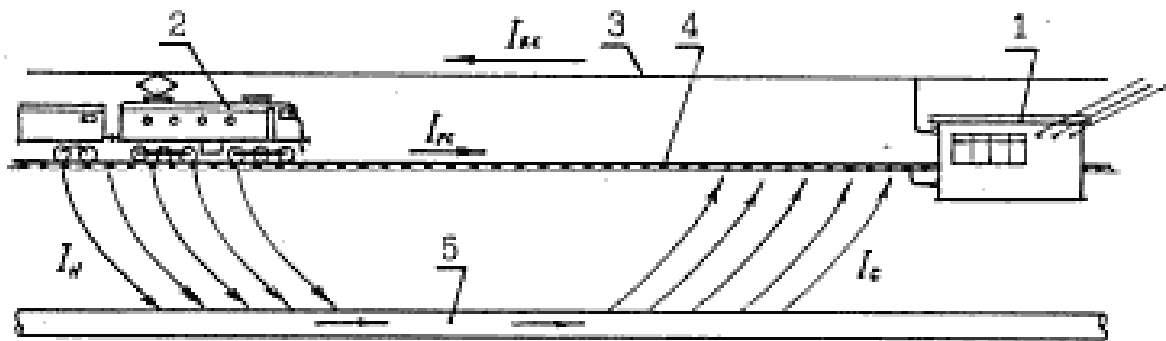


Рис. 2 – Схема возникновения блуждающих токов на железной дороге с электрической тягой на постоянном токе.

1 – тяговая подстанция; 2 – нагрузка; 3 – контактная сеть; 4 – ходовая рельсовая сеть; 5 – трубопровод; $I_{кк}$ – ток в контактной сети, $I_{рс}$ – ток в ходовой рельсовой сети, I_n – натекающий ток на трубопровод, I_c – стекающий ток с трубопровода.

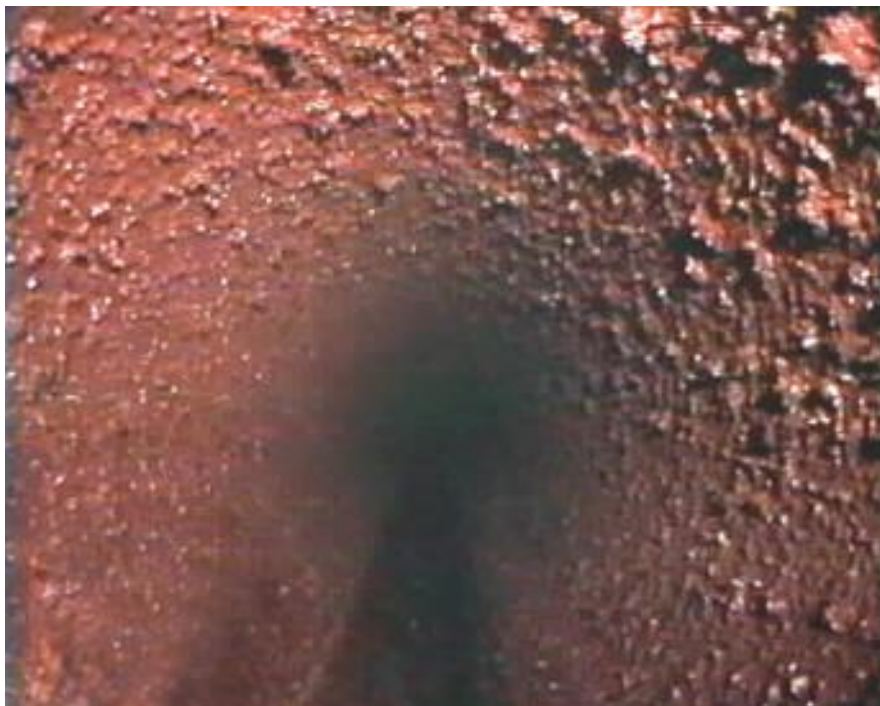


Рис. 3 – Инкрустация на внутренней поверхности водовода диаметром 1200 мм (время эксплуатации водовода 37 лет).

Исследования биохимической коррозии внутренней поверхности водоводов свидетельствуют о том, что чем дольше труба была в эксплуатации, тем более разнородным и сложным становится слой нароста и тем труднее характеризовать реакции продуктов коррозии [1]. На рис. 3-4 видно, что на

внутренней поверхности действующих магистральных водоводов имеются макрошероховатости различной формы, разной высоты и ширины, напоминающие сталактиты. В сухом виде они представляют собой бурую рыхлую пористую массу плотностью $1,4\text{--}1,6\text{ г/см}^3$, с открытой пористостью $51\text{--}55\%$, с водопоглощением $33\text{--}39\%$ [1].



Рис. 4 – Характер макрошероховатости внутренней поверхности водовода диаметром 1200 мм (время эксплуатации водовода 37 лет).

Основными причинами микробиологической коррозии являются:

- 1) выделение коррозионно-агрессивных продуктов жизнедеятельности (метаболитов) и изменение pH среды при развитии бактерий;
- 2) создание условий для появления пар дифференциальной аэрации и возникновения концентрационных ячеек на поверхности металла;
- 3) непосредственное участие бактерий в процессе коррозии;
- 4) разрушение защитных покрытий на металле.

Выводы. Исследования состояния трубопроводов водоснабжения показали, что коррозия трубопроводов водоснабжения — процесс неизбежный. Службы, осуществляющие эксплуатацию систем водоснабжения, могут существенно снизить влияние коррозионных процессов таким образом, чтобы обеспечить сохранение работоспособности трубопроводов в течение достаточно длительного времени. Защита трубопроводов от коррозии может быть активной и пассивной. К активным средствам защиты трубопроводов от наружной коррозии относятся электрические методы, катодная и протекторная

защита. При пассивной защите на наружную поверхность трубопроводов наносят покрытия и изоляцию, при активной - устраняют причины, вызывающие коррозию.

Список литературы.

1. Петросов В.А. Устойчивость водоснабжения. – Харьков: Издательский дом «Фактор», 2007. – 357 с.
2. Терентьев В.И., Караван С.В., Павловец Н.М. Борьба с коррозией в системах водоснабжения. – СПб.: Проспект науки, 2007. – 328 с.
3. Храменков С.В., Примин О.Г. Оценка надежности трубопроводов системы водоснабжения Москвы // Водоснабжение и санитарная техника (ВСТ). – 1998. – Вып. 7. – С. 6–9.
4. Гончаренко Д.Ф., Старкова О.В., Вевеллер Х. К вопросу о состоянии сетей водоснабжения Харькова // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. – К.: Техника, 2010. – Вып. 98. – С. 55–59.
5. Гончаренко Д.Ф., Старкова О.В., Вевеллер Х., Паболков В.В. Технологические решения замены трубопроводов водоснабжения // Наук. вісн. будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2009.– Вип. 54. – С. 46–51.
6. ДСТУ 3830-98. Корозія металів і сплавів. Терміни та визначення основних понять.-//Стандарти України: Показчик.-К.: Держстандарт України,2003 -178 с.
7. В.І.Алімов, З.А.Дурягіна. Корозія та захист металів від корозії. Донецьк-Львів: ТОВ «Східний видавничий дім», 2012. – 328 с.

Анотація

У статті розглянуто сутність корозії та наведено класифікацію корозійних процесів. Виявлено види корозії, яким найбільш схильні мережі питного водопостачання.

Ключові слова: корозійні процеси, блукаючі струми, мікробіологічна корозія.

Annotation

The article describes the essence of pipeline corrosion and a classification of water corrosion processes. Identified types of corrosion, where most of the network of drinking water.

Keywords: corrosion processes, stray currents, microbiological corrosion.