

$$P_{Zk}^f = \begin{cases} P_k^f, & k = \overline{z_c + 1, z}, \\ P_{Zk} \cdot \prod_{i=1}^{card W_k} P_{ki}, & k = \overline{1, z_c}, \end{cases} \quad (1)$$

де P_k^f – функціональна надійність трубопровідної мережі відносно k -ї аварійно-ремонтної зони; P_{Zk} – технічна надійність k -ї аварійно-ремонтної зони.

Розроблений нами метод побудови математичних моделей для розрахунку функціональної надійності водо- і газопровідних систем дозволяє визначити ймовірність постачання цільового продукту конкретному споживачеві залежно від структури трубопровідної мережі й надійності функціонування її окремих елементів. Результат даного дослідження дозволяє забезпечити раціональну експлуатацію і проектування систем водо- та газопостачання, підвищити їх безпеку і надійність функціонування.

1. Програма розвитку і реформування житлово-комунального господарства Харківської області на 2003-2010 р.р. / Колектив авторів під кер. Л.М.Шутенка, А.А.Кравчука, В.Т.Семенова. – Харків: ХНАМГ, 2003. – 247 с.

2. Програма підвищення ефективності місцевого самоврядування на основі науково-технічного, соціально-технічного, соціально-економічного і кадрового потенціалів м.Харкова на 2003-2006 рр. Комплексний підхід до розвитку, підвищення безпеки й ефективності системи газопостачання м.Харкова / Розробник канд. техн. наук В.С.Седак. – Харків: ВАТ „Харківміськгаз”, 2002.

3. Самойленко М.І. Функціональна надійність трубопровідних транспортних систем / М.І.Самойленко, І.О.Гавриленко. – Харків: ХНАМГ, 2009. – 184 с.

Отримано 09.02.2011

УДК 613.164

А.В.САФОНОВА, Е.Ю.ВАШКЕВИЧ

*ГВУЗ «Придніпровская государственная академия строительства и архитектуры»,
г.Днепропетровск*

КОРРОЗИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ

Приводятся данные исследований, связанные с обеспечением коррозионной защиты при эксплуатации трубопроводов тепловой сети.

Наводятся дані досліджень, пов'язані із забезпеченням корозійного захисту при експлуатації трубопроводів теплової мережі.

In the article information of researches is presented related to providing of corrosive defence during exploitation of pipelines of thermal network.

Ключевые слова: коррозия, тепловая сеть, ингибитор.

Надежность эксплуатации тепловых районных пунктов (ТРП), протяженных тепловых сетей является одной из острых проблем не только теплоэнергетики, но и безопасности жизнедеятельности населения городов. Основным показателем амортизационного износа является скорость коррозии внутренних поверхностей стальных магистралей. Повреждение оборудования теплотрасс коррозией требует дополнительных материальных финансовых затрат. Дефицит многих ингибиторов коррозии стали применительно для тепловых сетей не позволяет в полной мере удовлетворить запросы теплоэнергетики. По этой причине делаются попытки, исходя из наличия доступных для применения химических реагентов, найти оптимальное решение этой важной проблемы.

Проблема коррозионной безопасности на трубопроводах горячего водоснабжения освещена в работах [1, 2, 4].

В настоящей работе приводятся результаты испытаний в лабораторных условиях действия фосфата и гексафосфата натрия при введении дополнительно в коррозионную среду сульфата и тиосульфата натрия, как известно, обладающих восстановительными свойствами.

Коррозионной средой являлась вода теплосети после ее химической обработки с целью удаления кислорода и солей жесткости. Ее основные показатели: жесткость общая – 3,8 мг-экв/л, щелочность общая – 3,4 мг-экв/л, кислород – 0,05 мг/л, рН 7,0, общ. 1,118 мг/л, солевой остаток – 120,0 мг/л.

Коррозионные исследования проводили гравиметрическим методом, определяя потери массы образцов из стали марки ст.20 за период 1080 ч при температуре среды (20,0±0,1) °С. Образцы стали индикаторов коррозии перед испытаниями зачищали наждачной бумагой, обезжировали спиртом, высушивали и взвешивали на аналитических весах с точностью ± 0,0001 г.

Исходными ингибиторами коррозии и добавками являются соли марки х.ч. – тринатрийфосфат ($\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$), гексаметофосфат натрия [$(\text{Na}_3\text{PO}_4)_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$], сульфат натрия ($\text{Na}_2\text{SPO}_3 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$), тиосульфат натрия ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$). Растворы ингибиторов коррозии и добавок готовились на дистиллированной воде (обескислородженной) и в определенной концентрации вводились в сосуды с сетевой водой и образцами. Содержание кислорода устанавливалось одометрическим методом. Активная реакция среды (рН) определялась с помощью рН-метра.

В каждом опыте было представлено по три образца. Полученные результаты обработаны статистически и приведены в таблице.

O ₂ , мг/л	рН	Ингибиторы коррозии, мг/л				Масса,г		Δ, г	Wкор., г/м ² ·ч	Z,%
		Na ₃ PO ₄	(NaPO ₃) ₆	Na ₂ SO ₃	Na ₂ S ₂ O ₃	до опыта	после опыта			
0,05	7,0	0	0	0	0	14,4000	14,2510	0,1490	0,0877	0
						14,4130	14,2620	0,1510		
						14,3750	14,2200	0,1550		
0,05	8,5	0	0	0	0	14,2270	14,1040	0,1230	0,0744	15,2
						14,2740	14,1330	0,1410		
						14,1580	14,0360	0,1220		
0,05	8,5	0	0,6	0	0	16,1300	15,9990	0,1310	0,0829	5,5
						14,0980	13,9550	0,1480		
						14,2208	13,9700	0,1509		
0,05	8,5	6,0	0	0	0	14,2690	14,1680	0,1010	0,0690	21,3
						14,2990	14,1570	0,1420		
						14,1330	14,0180	0,1150		
0,05	8,5	6,0	0	10,0		14,3772	14,2860	0,0912	0,0527	39,9
						14,3790	14,2864	0,0926		
						14,4074	14,2986	0,1082		
0,05	8,5	6,0	0		10,0	14,3650	14,2800	0,0850	0,0437	50,1
						14,1360	14,0640	0,0720		
						14,4000	14,3300	0,0700		
0,05	8,5	6,0	0	10,0	10,0	14,2990	14,2280	0,0710	0,0283	67,7
						14,2230	14,1810	0,0420		
						14,3200	14,2860	0,0340		

Результаты испытаний скорости коррозии ст.20 в сетевой воде при ингибировании коррозии. Площадь образцов $(16,0 \pm 0,1) \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$. Температура воды $(20,0 \cdot 0,1)^\circ\text{C}$, срок испытаний 1080 ч.

Ингибиторы коррозии тринатрийфосфат и гексаметофосфат натрия известны давно [1-3]. Вместе с тем широкого применения для сетевого водоснабжения они не получили.

В нейтральной среде, к которым относят речную воду, коррозионный процесс на стали проходит по электрохимическому механизму, по виду разрушений – это неравномерная, язвенная коррозия.

Коррозионный процесс на стали в речной воде, в которой содержится растворенный кислород, происходит с каждым контролем. Как видно из полученных данных (таблица), в сетевой воде после деаэрации подпиточной воды содержатся 0,05мг/л растворенного кислорода. Активная реакция среды – рН 7,0. Скорость стали образцов (ст.20) составляет в сетевой воде без ингибиторов и добавок 0,0877 г/м²ч. При изменении рН среда до 8,5 массовая потери стали несколько убывают, составляя 0,0744 г/м²ч.

Защитное действие составляет 5,5%. При введении в сетевую воду $(\text{NaPO}_3)_6$ концентрацией 6,0 мг/л скорость коррозии образцов уменьшается до 0,0744 г/м²ч при защитном действии, равном 15,2%. В

сосудах, содержащих тринатрийфосфат концентрацией 6,0 мг/л (в пересчете на PO_4^{3-} – 3,5 мг/л), скорость коррозии ст.20 была равна 0,0690 г/м²ч с защитным эффектом 21,3%. В опытах с двумя добавками Na_3PO_4 – 6,0 мг/л и 10,0 мг/л Na_2SO_3 средняя скорость коррозии исследуемой марки стали составила 0,0527г/м² при степени защиты 39,9%. В сосудах, содержащих тринатрийфосфат концентрацией 6,0 мг/л и 10,0 мг/л тиосульфат натрия, среднее убавление в массе образцов было равно 0,0437 мг/л при защитном действии – 50,1%. Если в раствор ввести одновременно ингибитор NaPO_4 концентрацией 6,0 мг/л Na_2SO_3 дозой 10,0 мг/л, то средние потери массы образцов были 0,0283 г/м²ч при степени защиты 67,7%.

Таким образом, на основании лабораторных исследований стали марки ст.20 в сетевой воде было установлено, что скорость коррозии исследуемой стали убывает при введении в среду ингибиторов коррозии – Na_3PO_4 , $(\text{NaPO}_3)^6$ и добавок Na_2SO_3 , $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ в зависимости от их концентрации и сочетания. Выбор режима ингибиторами для сетевой воды требует дополнительного корректирования как по применению основного ингибитора, так и избранных добавок. Неоспоримым фактом является достаточно высокая эффективность защиты стали ст.20 от коррозии в сетевой воде при действии изученных ингибиторов коррозии и добавок.

Таким образом, использование ингибиторов позволит увеличить продолжительность безаварийной эксплуатации трубопроводов горячего водоснабжения.

1.Михайловский В.Я., Слобод З.В., Супрунюк Н.Г., Иванов А.М., Ингибирование процессов солеотложения, коррозии и коррозионной усталости стали в нейтральных средах // Физико-химическая механика материалов. – 1953. – Т.19, №5. – С.95-98.

2.Кастальский А.А., Минц Д.М. Подготовка воды для питьевого и промышленного водоснабжения. – М. Высш. шк., 1962. – 526 с.

3.А.с. SU 1694697/ A1, 1991.

4.Томашов Н.Д. Теория коррозии и защиты металлов. – М.: АН СССР, 1960. – 591 с.

Получено 05.04.2011