О защите трубопроводов теплосети от внутренней коррозии

Д.т.н. Ю.В. Балабан-Ирменин, главный научный сотрудник,
Лаборатория водного режима и коррозии оборудования ТЭС,
ОАО «Всероссийский теплотехнический институт» (ВТИ), г. Москва

В журнале «Экология и промышленность России» опубликована статья Ф.Ф. Чаусова «Эффективный способ защиты стального оборудования инженерных сетей от коррозии»[1]. Статья начинается с оценки сегодняшних мероприятий для предотвращения внутренней коррозии в тепловых сетях России. Автор упоминает деаэрацию, введение в воду ингибиторов коррозии и перечисляет некоторые зарубежные ингибиторы. К сожалению, не упоминается такой ингибитор, как NaOH, т.е. режим повышенного pH сетевой воды, который успешно внедрен в Москве и других городах [2]. Специально для реализации этого режима в Правила технической эксплуатации [3] было введено разрешение увеличивать pH сетевой воды для закрытых теплосетей до 10,5.

Нужно сказать, что в западных странах в основном эксплуатируются тепловые сети закрытого типа. Плотность сетей в зарубежных закрытых системах теплоснабжения на 1-2 порядка выше, чем у закрытых сетей России. В западных странах есть два подхода к снижению до минимума внутренней коррозии [2]. Западно-европейский подход – деаэрация воды и стремление обеспечить коррозионнобезопасную сетевую воду (например, конденсат). Способ, применяемый в США, обычно исключает деаэрацию. За счет очень малой подпитки недеаэрированной воды и расходования кислорода на коррозию содержание кислорода в сетевой воде снижается до минимума очень быстро (расчеты такого режима приведены в [4]). Одновременно используются ингибиторы [2]. Автор вышеупомянутой статьи [1] склонен к использованию последнего варианта – с применением ингибитора коррозии. В статье указано, что во всех описанных экспериментах в качестве ингибитора использовался цинковый комплекс оксиэтилидендифосфоновой кислоты в виде натриевой соли (ОЭДФ-цинк), выпускаемый под торговой маркой «ОПТИОН-313-2». Все испытания проводились при постоянной температуре 75 °С и одинаковой концентрации ОЭДФ-цинк – 4 мг/дм³. Плоские образцы из стали 10 помещали в воду на 10 суток. Состав воды: NaCl=410 мг/дм³, Na_2SO_4=296 мг/дм³, $NaHCO_3$=400 мг/дм³, $Ca(NO_3)_2$=410 мг/дм³. В одной серии опытов варьировали концентрацию растворенного кислорода C_{O_2} от 0,04 до 7,6 мг/дм³ (частичная деаэрация кипячением). Величина pH была постоянна и равна 8,5, для чего в воду добавляли аммиак и ОЭДФ-цинк. В другой серии опытов при постоянной концентрации C_{O_2}=2,1 мг/дм³ изменяли величину pH от 7 до 11 с помощью добавки аммиака вместе с ОЭДФ-цинк. Результаты экспериментов представлены в статье [1] в виде зависимости степени защиты (Z) стали от исследуемых параметров. Степень защиты стали Z рассчитывали, сравнивая результаты опытов без ингибитора и в его присутствии. По этой разнице оценивали ситуацию. В результате экспериментов при pH=8,5 автор получил следующие данные: при малых (0,04 мг/дм³) и больших (7,6 мг/дм³) содержаниях кислорода Z=70-80%. При C_{O_2} от 0,1 до 6,2 мг/дм³ Z около 90%. Во второй серии опытов, где C_{O_2}=2,1 мг/дм³, при pH=7÷11 Z была равна около 80%, а при pH=7,5÷10 Z была около 90%.

Автором выбран не совсем удачный метод оценки экспериментов. В статье [1] не указывается, как изменяется скорость коррозии в опытах без ингибитора и в его присутствии. Но эксплуатацию волнует не степень защиты, а скорость коррозии. Например, если при условиях опыта «а» скорость коррозии без ингибитора $C^а$ была 6×, а с ингибитором ($C^а_и$) – 2×, то Z=66%. Если в опыте «б» $C^б$ была 4×, а $C^б_и$=2×, то Z=50%. Таким образом, в рассматриваемом примере величина Z стала меньше, а скорость коррозии в присутствии ингибитора не изменилась при изменении условий опыта.

Но проблема в другом. Возникает много сомнений и вопросов к технике проведения эксперимента. Каким образом в открытом объеме с частичной деаэрацией кипячением в течение 10 суток надежно поддерживалась постоянная концентрация кислорода и постоянная температура 75 °С? Как было организовано это частичное кипячение? Как изменялась температура воды при кипячении? Автор статьи [1] указывает, что pH и содержание кислорода контролировали анализатором «АНИОН-7051», но этот прибор нормально работает только при температуре не более 50 °С, т.е. не ясно, насколько надежным был контроль за параметрами опытов. Возможно, эти огрехи и привели к тому, что полученные в статье данные не похожи на данные других авторов. Например, в работах Ю.И. Кузнецова, впервые в СССР показавшего эффективность ОЭДФ-цинк,

приводилось большое количество коррозионных испытаний, в которых концентрация кислорода была на уровне насыщения. В том числе при опытах в неперемешиваемом растворе в течение 10 суток при 20 °С, pH близком к 7 и концентрации ОЭДФ-цинк равной 10 мг/л величина Z была 42%, а при трехсуточных испытаниях, t=50 °С, концентрация ОЭДФ-цинк составила 100 мг/л – Z=72% [5]. В растворе, содержащем NaCl и Na_2SO_4 и pH~7, в неперемешиваемом виде при 60 °С и концентрации ОЭДФ-цинк 100 мг/л была получена Z=64,5% [6]. Эти цифры достаточно далеки от данных, полученных в рассматриваемой статье. При исследовании работы ингибиторов коррозии на воде следующего состава: SO_4^{2-}=81,6 мг/дм³, Cl^-=40,5 мг/дм³, pH=7,2 и температуре 90 °С, O_2=600 мкг/дм³ ВТИ были получены данные, представленные в таблице [4].

Во всех перечисленных случаях, цифры значительно отличаются от данных, показанных при pH=7 в рассматриваемой статье.

В ВТИ есть стенд с постоянным регулируемым движением жидкости относительно испытываемого металла, температура воды до 95 °С. В воде этого стенда концентрация кислорода и pH надежно поддерживаются с помощью постоянной, контролируемой и регулируемой продувки испытуемой воды тремя газами: аргоном, смесью CO_2 и азота, кислородом [2, 4]. Хочется предложить Ф.Ф. Чаусову воспользоваться стендом ВТИ, чтобы получить надежные экспериментальные данные. Мы готовы провести необходимые эксперименты, четко выдерживая все параметры.

Есть еще один очень серьезный вопрос, который нужно будет решать в случае внедрения предлагаемых технологий применительно к системам горячего водоснабжения (ГВС). Это разночтения в допустимой концентрации ОПТИОН-313-2. В обсуждаемой статье указано, что ОПТИОН-313-2 выпускается ООО «Экоэнерго» (г. Ростов-на-Дону) по ТУ 2439-005-24210860-07 и этот реагент является цинковым комплексом ОЭДФ (1-гидроксиэтилидендифосфоновой кислоты цинкового комплекса динатривая соль). В статье также указано, что в соответствии с экспертным заключением НИИ медицины труда РАМН от 23.01.2008 г. № 188 ПДК препарата ОПТИОН-312-2 (ОЭДФ-цинк) в воде системе ГВС составляет 10 мг/л. Но в соответствии с гигиеническими нормативами ГН 2.1.5.1315-03 (2003 г.) для ОЭДФ-цинк в питьевой воде и воде ГВС (см. п. 1.3 в ГН 2.1.5.1315-03) допустима концентрация не более 5 мг/л, а в соответствии с последним документом ГН 2.1.5.22800-07 (2007 г.) для воды объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования и соответственно для воды ГВС (см. вышеуказанный п. 1.3 в ГН 2003 г.) ПДК ОЭДФ-цинк составляет 0,6 мг/л. С этой концентрацией реагента эффект, рассматриваемый в статье [1], не возможен.

Таблица. Данные о работе ингибиторов коррозии (на воде следующего состава: SO_4^{2-}=81,6 мг/дм³, Cl^-=40,5 мг/дм³, pH=7,2 и температуре 90 °С, O_2=600 мкг/дм³).

Концентрация ОЭДФ-цинк, мг/дм³	5	15	25
Степень защиты стали Z, %	21	50	70

ВТИ направлял запрос в Роспотребнадзор по величине ПДК ОЭДФ-цинк в системе ГВС, но конкретного ответа не получил. Очевидно, что этот вопрос требует решения.

Литература

1. *Чаусов Ф.Ф. Эффективный способ защиты стального оборудования инженерных сетей от коррозии // Экология и промышленность России. 2009, февраль. С. 8-12.*
2. *Балабан-Ирменин Ю.В., Липовских В.М., Рубашов А.М. Защита от внутренней коррозии трубопроводов водяных тепловых сетей. М.: Изд-во «Новости теплоснабжения», – 2008. – 288 с.*
3. *Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ. С.-П.: ДЕАН, 2003. – 336 с.*
4. *Балабан-Ирменин Ю.В., Фокина Н.Г. Исследование ингибиторов внутренней коррозии трубопроводов систем теплоснабжения при высоком содержании кислорода в сетевой воде // Электрические станции, 2007. № 6. С. 35-39.*
5. *Кузнецов Ю.И., Трунов Е.А., Розенфельд И.Л. и др. Исследование фосфорсодержащих соединений в качестве ингибиторов коррозии металлов в системах промышленного водоснабжения (мягкая вода): В сб. Коррозия и защита в нефтегазовой промышленности. М.: ВНИИОЭНТ, вып. 7, 1980, с. 5-9.*
6. *Кузнецов Ю.И., Трунов Е.А., Исаев В.А. Защита низкоуглеродистой стали цинкфосфонатами // Защита металлов. 1987. Т. 23. № 1. С. 86-92.*

НОВИНКА от издательства "Новости теплоснабжения"

Балабан-Ирменин Ю.В., Рудакова Г.Я., Маркович Л.М.

Применение антинакипинов в энергетике низких температур

Полное описание книги на сайте www.ntsn.ru

Закажите книгу по телефону/факсу (495) 231-21-26 или на сайте www.ntsn.ru
Доставка по России бесплатно заказной бандеролью после оплаты счета.