

**ВЛИЯНИЕ СОЛЕВОГО СОСТАВА НА КОРРОЗИОННЫЕ СВОЙСТВА
ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ВОДЫ**

Приводятся результаты исследования скорости коррозии углеродистой стали в зависимости от концентрации бикарбонатов и температуры воды в системах оборотного водоснабжения. Установлено, что для повышения устойчивости углеродистой стали в водной среде необходимо повышать концентрацию бикарбонатной щелочности воды.

В большинстве систем оборотного водоснабжения процесс коррозии металлов протекает под влиянием растворенного в воде кислорода. Даже в полностью замкнутых (закрытых) системах водоснабжения в оборотную воду поступает кислород при восполнении безвозвратных потерь свежей водой [1-3]. В то же время существует мнение, что коррозионные процессы могут активизироваться с возрастанием соледержания оборотной воды, так как повышение концентрации солей увеличивает электропроводность раствора, а ионы Cl^- и SO_4^{2-} уменьшают защитные свойства пленок из продуктов коррозии. В связи с этим нами проведены исследования влияния концентрации хлор- и сульфат-ионов отдельно и при их совместном действии на коррозионную устойчивость углеродистой стали. Сравнение общей потери массы в растворах $NaCl$ и Na_2SO_4 показывает, что скорость коррозии в растворе Na_2SO_4 до концентрации 1000 мг/л находится примерно на постоянном уровне до 0,27 мм/год, а при более высоких концентрациях (1200-9000 мг/л) снижается.

Результаты исследований по определению скорости коррозии (см. таблицу) в зависимости от концентрации бикарбонат-ионов и температуры воды при постоянных концентрациях ионов кальция и барботаже углекислым газом в присутствии растворенного кислорода обрабатывали с помощью персонального компьютера. Получено уравнение, отражающее зависимость скорости коррозии от концентрации бикарбонатов и температуры воды:

$$y = 1,19 \cdot C^{-0,25} \cdot e^{\frac{-7,5}{T}}, \quad (1)$$

где y – скорость коррозии, мм/год; C – концентрация бикарбонатов, мг-экв/л; T – абсолютная температура, °К.

Погрешность аппроксимации экспериментальных данных по зависимости (1) не превышает 9,0%, что приемлемо для практических инженерных расчетов.

Зависимость скорости коррозии стали Ст.3 от концентрации бикарбонатов и температуры воды, мм/год

Температура воды, °С	Концентрация ионов HCO_3^- , мг-экв/л					
	2,5	5,0	10,0	20,0	25,0	50,0
20	0,520	0,512	0,483	0,453	0,417	0,355
30	0,612	0,540	0,506	0,492	0,421	0,362
35	0,784	0,639	0,561	0,543	0,429	0,379
40	0,862	0,671	0,599	0,549	0,430	0,386
45	0,887	0,726	0,605	0,562	0,447	0,388
50	0,907	0,871	0,622	0,581	0,459	0,389
55	0,951	0,866	0,649	0,597	0,463	0,391
60	0,989	0,892	0,683	0,611	0,475	0,392

Данные таблицы и расчеты по формуле (1) свидетельствуют, что при увеличении концентрации бикарбонатов скорость коррозии уменьшается. В связи с этим для повышения устойчивости углеродистой стали в условиях коррозии нужно повышать концентрацию бикарбонатной щелочности воды, что можно достигнуть созданием замкнутых систем оборотного водоснабжения.

Исследование влияния интенсивности перемешивания на скорость коррозии стали Ст.3, а также на кинетику электродных процессов проводили на установке с вращающимся диском. Чтобы вторичные реакции, в частности, образование карбоната кальция, не мешали исследованиям, растворы готовили из Na_2SO_4 и NaCl при концентрации 3,0 и 4,8 г/л соответственно.

Для предельных токов реакции и диффузии, когда предельная плотность тока диффузии (I_{np}) на вращающийся дисковый электрод регулируется изменением числа оборотов (ω), характерна зависимость [1, 2]

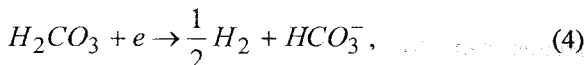
$$\frac{I_{np}}{\sqrt{\omega}} = A \left[1 - \frac{1}{(I_p)^{1/4} q} \cdot I_{np}^{1/4} \right], \quad (2)$$

где

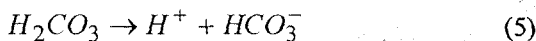
$$A = \frac{n \cdot F \cdot D^{2/3}}{1,75 \cdot \nu^{1/6}}, \quad (3)$$

n – число электронов, участвующих в реакции; F – число Фарадея, 96500 Кл; D – коэффициент диффузии ионов водорода, м²/с; ν – кинематическая вязкость, м²/с; I_p – плотность тока реакции, А/м²; q – порядок гомогенной реакции.

Важной кинематической характеристикой, позволяющей раскрыть механизм реакции, является ее порядок. Для определения последнего строим зависимость $I_{np} \cdot \sqrt{\omega}$ от $\sqrt[q]{I_{np}}$ при потенциале поляризации 0,7 В. Линейная зависимость наблюдается при $q=1$, что указывает на первый порядок химической реакции. В буферном растворе угольной кислоты протекает суммарная электродная реакция



которая складывается из замедленной предшествующей реакции



и электродной реакции



$$\text{Для } q = \frac{P_{H_2CO_3} + \frac{\nu_{H_2CO_3}}{\nu_{H^+}}}{2} = \frac{1+1}{2} = 1, \text{ что согласуется с экспериментальными данными Фильштинга и Яна, полученными для растворов слабых органических кислот.}$$

В этом случае уравнение (2) можно представить в виде

$$\frac{1}{I} = \frac{1}{I_p} + \frac{1}{A} \cdot \frac{1}{\sqrt{\omega}}. \quad (7)$$

Величина $A = \frac{I}{\sqrt{\omega}}$ при предельных токах диффузии не зависит от ω и I_q . Применяя метод Фрумкина А.Н. и Теодоразде Г.А., найдем предельную плотность тока реакции. Для этого строим зависимость $\frac{1}{I}$ от $\frac{1}{\sqrt{\omega \cdot 2\pi}}$. При бесконечно большой скорости вращения дискового электрода ($\frac{1}{\omega} \rightarrow 0$) снимаются диффузионные огра-

ничения и отрезок, отсекаемый на оси ординат, соответствует $\frac{1}{I_p}$.

По нему находим плотность тока реакции диссоциации угольной кислоты:

$$I_p = 1,43 \mu A. \quad (8)$$

Скорость коррозии, рассчитанная графическим путем из поляризационных кривых, полученных на вращающемся дисковом электроде, увеличивается с ростом числа оборотов, что указывает на диффузионный контроль процесса.

Расчеты с использованием зависимостей (2), (3) и (7) имеют хорошую сходимость (в пределах 8,0-12,0%) с экспериментальными данными.

На основании лабораторных исследований установлено, что увеличение скорости движения растворов, содержащих кислород и двуокись углерода, оказывает существенное влияние на повышение интенсивности коррозии углеродистой стали.

1. Кучеренко Д.И., Гладков В.А. *Оборотное водоснабжение (системы водяного охлаждения)*. – М.: Стройиздат, 1980. – 168 с.

2. Малишевский Н.А. *Использование морской воды в системах охлаждения электростанций*. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1961. – 212 с.

3. Пантелей Г.С., Абуд Мазен. *Исследование интенсивности солевых отложений и коррозии в оборотных циклах водоснабжения // Водоснабжение и санитарная техника*. – 1993. – №12. – С.35-36.

Получено 20.07.2000

УДК 666.1.013

В.Ф.ГУБАРЬ, д-р техн. наук, З.В.УДОВИЧЕНКО,

И.В.ГУБАРЬ, канд. техн. наук, А.Г.ЯЦЕНКО, канд. техн. наук

Донбасская государственная академия строительства и архитектуры, г.Макеевка

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ ВЫБРОСОВ СТЕКЛОВАРЕННЫХ ПЕЧЕЙ

Приводятся результаты исследования в промышленных условиях характера пылевых отложений на охлаждаемых трубах в газоходах за регенераторами стекловаренной печи.

Основными параметрами, определяющими применимость различных газоочистных аппаратов, являются эффективность извлечения из очищаемых газов вредных ингредиентов, эксплуатационные и капитальные затраты на газоочистку, а при очистке высокотемпературных вентиляционных выбросов – возможность утилизации теплоты газов. Важными факторами, которые устанавливают эффективность очистки