

На правах рукописи

УДК 628.33

ДЖАХ - ДЖАХ СУХЕЛЬ АЛИ

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОЛЕВОГО СОСТАВА
НА КОРРОЗИОННЫЕ СВОЙСТВА ОХЛАЖДАЮЩЕЙ ВОДЫ
(применительно к Республике Сирия)**

05.26.05 - Инженерная экология

05.23.04 - Водоснабжение, канализация

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

ЛВ 36, 740

36.000
28.9
28.2

ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00760974 (X)

Диссертация является рукописью.
Диссертационная работа выпущена в
академии городского хозяйства и
водоотведения и очистки сточных вод

Научный руководитель:

1. доктор технических наук,
профессор

Г.С. Пантелят

Официальные оппоненты:

1. доктор технических наук,
профессор

А.Я. Найманов

2. кандидат технических наук,
доцент

С.М. Эпоян

Ведущая организация:

Украинский научный центр
охраны вод (УкрНЦОВ)

Защита диссертации состоится "20" февраля 1997 г. в 13 часов на
заседании специализированного ученого совета Д 27.01.01 в Донбасской
государственной академии строительства и архитектуры (Украина,
339023, Донецкая обл., г. Макеевка, пос. Дзержинского, ул. Державина,
2).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Донбасской
государственной академии строительства и архитектуры. (Украина,
339023, Донецкая обл., г. Макеевка, пос. Дзержинского, ул. Державина,
2).

Автореферат разослан "18" января 1997 г

Ученый секретарь Специализированного
совета, доктор технических наук, профессор

В.И.Братчун

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Основными причинами, препятствующими созданию замкнутых систем водяного охлаждения различного теплообменного и технологического оборудования, являются образование плотных солевых отложений и коррозионный износ металла по тракту движения воды.

Создание замкнутых систем оборотного водоснабжения промышленных предприятий, исключая сброс сточных вод в водоемы, является наиболее надежным средством защиты водоемов от загрязнения и эффективным направлением рационального использования водных ресурсов.

Водно-химический режим замкнутых, работающих без продувки, систем водоснабжения характеризуется сравнительно высокими коэффициентами концентрирования хорошо растворимых солей. Это определяет трудности в эксплуатации таких систем водоснабжения.

Еще более сложный водно-химический режим замкнутых систем водоснабжения создается при использовании в качестве подпитки высокоминерализованной и морской воды.

Таким образом, исследования влияния солевого состава на коррозионные свойства воды являются весьма актуальной задачей как для стран СНГ, так и для Республики Сирия, испытывающей острый дефицит пресной воды.

Целью диссертационной работы является разработка технических решений и технологий предотвращения коррозионного износа металла, позволяющих создать замкнутые системы водоснабжения, работающие с подпиткой минерализованной и морской водой.

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

1. Исследовано влияние общего солесодержания и его компонентов на интенсивность коррозионного износа металлов.
2. Выполнены систематические исследования коррозионного и электрохимического поведения углеродистой стали в растворах двуокиси углерода в зависимости от парциального давления CO_2 , концентрации солей, бикарбонат-ионов, кислорода, температуры и скорости перемешивания.

3. Предложена зависимость для определения скорости коррозии от концентрации бикарбонат-ионов и температуры.

4. Предложен новый метод ингибирования коррозии углеродистой стали в воде с повышенным содержанием солей с помощью триполифосфата натрия (ТПФН).

Практическое значение работы:

1. Обоснована возможность создания замкнутых систем оборотного водоснабжения, которые работают с подпиткой водой с высоким содержанием солей или морской водой.

2. Разработан новый метод предотвращения коррозионного износа скрубберов очистки газов тепловых электрических станций (ТЭС) и газоочисток доменных печей с помощью ТПФН.

3. Разработаны технические решения по предотвращению коррозионного износа металла в системах оборотного водоснабжения, использующих для подпитки высокоминерализованную воду.

4. Технические решения, разработанные в данной работе, включены в отраслевые нормы технологического проектирования предприятий черной металлургии Украины (том 12 и том 14).

Методология исследований. Исследования проведены в лабораторных и промышленных условиях. Статистическая обработка экспериментальных данных выполнена с использованием персональной электронно-вычислительной машины IBM PC-386.

Основным методом исследования коррозионно-электрохимического поведения различных металлов, примененным в диссертационной работе, является снятие потенциодинамических поляризационных кривых как в перемешиваемых растворах, так и с применением вращающегося дискового электрода конструкции ИЭЛ АН Российской Федерации.

Для оценки изменения поверхности образцов стали (Ст.3) в процессе коррозии снимали профилограммы с помощью прибора "Профилограф-профилометр 2 01". Скорость коррозии, кроме гравиметрического метода, оценивали колориметрически на ФЭК-56.

НА ЗАЩИТУ ВЫНОСИТСЯ:

1. Результаты исследований влияния общего солевого содержания и его компонентов на интенсивность коррозионного износа.

2. Новый метод ингибирования коррозии углеродистой стали в воде с повышенным солевым содержанием с помощью ТПФН.

3. Обоснование возможности создания замкнутых систем оборотного водоснабжения, работающих с подпиткой водой с высоким содержанием солей или морской водой.

4. Разработка технических решений по предотвращению коррозионного износа металла в системах оборотного водоснабжения, использующих для подпитки высокоминерализованную воду.

Апробация работы. Основные результаты исследований и главные положения диссертации докладывались на ежегодных научных конференциях профессорско-преподавательского состава Харьковской государственной академии городского хозяйства в 1996 году и Харьковского государственного технического университета строительства и архитектуры в 1996 году.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 10 статей.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, общих выводов, списка литературы из 125 наименований и содержит 146 страниц машинописного текста, 45 таблиц, 26 рисунков и три приложения.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность работы, сформулированы цель и задачи исследований, научная новизна, практическая значимость, положения, защищаемые автором.

В первой главе рассмотрено состояние вопроса стабилизационной обработки воды в системах водоснабжения промышленных предприятий, дан анализ существующих методов оценки стабильности воды: методы Ризнара, Ланжелье и другие. Показано, что определение равновесной

щелочности воды также является надежным методом оценки стабильности воды. Этому методу придерживаются Кучеренко, Крушель, Шуб. Определение стабильности воды по равновесной щелочности имеет преимущества, так как дает возможность количественно оценить отклонение химического состава рассматриваемой воды от стабильного состояния, что позволяет правильно выбрать метод стабилизационной обработки воды.

Рассмотрен механизм коррозионных процессов в водных растворах. Показано, что в настоящее время практически из всех систем оборотного водоснабжения производится некоторый сброс воды и замена ее водой лучшего качества, то есть осуществляется продувка. Размер ее в ряде случаев колеблется в широких пределах ввиду отсутствия научно обоснованных требований (нормативов) к качеству воды, используемой различными потребителями промышленных предприятий. Это препятствовало созданию систем оборотного водоснабжения, исключаящих сброс сточных вод в водоемы.

Проектировщики и эксплуатационники пользовались разрозненными, зачастую противоречивыми данными, заимствованными из смежных отраслей, что чаще всего не соответствовало специфике использования воды в каждом конкретном случае.

Анализ литературных данных и данных, полученных в настоящей работе, показал, что рост соледержания и концентрации отдельных компонентов в системах оборотного водоснабжения снижает скорость коррозионного износа трубопроводов и оборудования. Это позволяет не нормировать величину общего соледержания и его компонентов (например, хлоридов и сульфатов) с точки зрения коррозионного износа и не препятствует созданию замкнутых систем оборотного водоснабжения.

Существующие методы борьбы с углекислотной коррозией оказались недостаточными в условиях работы замкнутых систем оборотного водоснабжения. В частности, наиболее эффективными ингибиторами коррозии являются реагенты, содержащие в своем составе хроматы и бихроматы. Однако высокая степень токсичности указанных реагентов в условиях оборотного водоснабжения препятствует их применению.

Представляют интерес патенты США, в которых предложены способы защиты от коррозии стали с помощью ингибиторов фосфатного типа.

Изучение литературных и патентных материалов, опыта проектирования, наладки и эксплуатации систем оборотного водоснабжения, работающих с использованием засоленных и морских вод, позволило сформулировать цель и основные задачи диссертационного исследования.

Во второй главе приведены результаты изучения особенностей водного хозяйства промышленных предприятий, что позволило сопоставить опыт их эксплуатации, определить основные недостатки и наметить пути усовершенствования действующих систем оборотного водоснабжения как в странах содружества независимых государств (СНГ), так и в Республике Сирия.

В Республике Сирия в эксплуатации находятся несколько промышленных предприятий, работающих с использованием для целей водоснабжения воды с повышенным содержанием морской воды. Наиболее крупные из них работают в городах Тартусе, Баниясе, Мхарды, Дамаске и других.

В Республике Сирия морская вода чаще всего используется для водоснабжения тепловых электрических станций. В Украине также имеются примеры организации систем водоснабжения крупных промышленных предприятий на морской воде. В первую очередь это относится к металлургическому комбинату "Азовсталь" (г. Мариуполь), а также к сталепрокатному заводу (г. Одесса). Водоснабжение указанных предприятий как в Республике Сирия, так и в Украине организовано по прямоточной схеме.

Наиболее крупным потребителем морской воды в Украине является металлургический комбинат "Азовсталь", представляющий собой предприятие с полным металлургическим циклом от переработки руды до получения готовой продукции в виде изделий различных прокатных станов. Общее водопотребление комбината в настоящее время составляет 245,3 тыс. м³/ч. Около 75% общего водопотребления комбината приходится на долю систем водяного охлаждения, где используется преимущественно

морская вода. К таким потребителям относятся: ТЭЦ, кислородные и компрессорные станции, охлаждение доменных печей №№ 1-6, охлаждение оборудования сталепрокатных цехов и другое. Указанные потребители воды работают по прямоточной схеме со сбросом сточных вод в Азовское море.

Дана подробная характеристика водного хозяйства некоторых тепловых электрических станций (ТЭС) Республики Сирия, работающих с использованием морской воды. В г.Баньясе водоснабжение тепловой электрической станции (ТЭС) организовано по прямоточной схеме на морской воде (Средиземное море). Химический состав используемой морской воды приведен в табл.1.

Таблица 1

Химический состав морской воды,
используемой для водоснабжения ТЭС (г.Баньяс)

№№ п/п	Ингредиенты	Концентрация, мг/л
1	Cl^-	23500
2	HCO_3^-	168
3	SO_4^{2-}	3085
4	Ca^{+2}	453
5	Mg^{+2}	1549
6	K^+	460
7	Na^+	12880
8	Солесодержание (сухой остаток)	41800

В г.Тартусе система водоснабжения ТЭС работает по оборотной схеме с подпиткой водой из реки Аль-Ассы (табл.2), отличающейся высоким солесодержанием.

Приведена характеристика работы циркуляционной системы водоснабжения ТЭС в городе Тартусе (Республика Сирия), систем водоснабжения металлургического комбината "Азовсталь" (г.Мариполь, Украина), сталепрокатного завода (г.Одесса, Украина).

Таблица 2

Химический состав воды из реки Аль-Ассы

№№ п/п	Показатели качества воды	Единицы измерения	Концентрация
1	Щелочность	мг.экв/л	5,4
2	Жесткость	мг.экв/л	13,3
3	Кальций	мг.экв/л	9,2
4	Магний	мг.экв/л	4,1
5	Сульфаты	мг/л	380,0
6	Хлориды	мг/л	420,0
7	Окисляемость	мг/л	6,6
8	Сухой остаток	мг/л	1649,0

Установлено, что при применении морской воды в системах водоснабжения конденсаторов паровых турбин в городах Тартусе и Баниясе (Республика Сирия) и систем водяного охлаждения металлургического комбината "Азовсталь" (г. Мариуполь, Украина) интенсивность солевых отложений и коррозионного износа металла не превышает интенсивность аналогичных явлений, имеющих место на аналогичных объектах, работающих на пресной воде.

В третьей главе приведены результаты исследований коррозионного износа металлов в водных средах в лабораторных условиях.

В подавляющем 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 воздуха при восполнении безвозвратных потерь свежей водой. В то же время существует мнение, что коррозионные процессы могут активизироваться с возрастанием солесодержания 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 проведены исследования влияния концентрации хлор- и сульфат-ионов в отдельности и при совместном их действии на коррозионную устойчивость углеродистой стали.

Сравнение общей потери массы в растворах $NaCl$ и Na_2SO_4 показывает, что скорость коррозии в растворах Na_2SO_4 до концентрации 1000 мг/л находится примерно на постоянном уровне до 0,27 мм/год, при более высоких концентрациях 1200-9000 мг/л скорость коррозии снижается.

Результаты исследований по определению скорости коррозии (см.табл.3) в зависимости от концентрации бикарбонат-ионов и температуры при постоянных концентрациях ионов кальция при барботаже углекислым газом и в присутствии растворенного кислорода обработаны с помощью электронно-вычислительной машины семейства IBM PC-386. В результате получено уравнение, отражающее зависимость скорости коррозии от концентрации бикарбонатов и температуры:

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

где: y - скорость коррозии, мм/год;

C - концентрация бикарбонатов, мг.эквл/л;

T - абсолютная температура, °K.

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

Данные табл.3 и расчеты по формуле (1) показывают, что при увеличении концентрации бикарбонатов скорость коррозии уменьшается. В связи с этим для повышения устойчивости углеродистой стали в условиях коррозии необходимо повышать концентрацию бикарбонатной щелочности воды, что может быть достигнуто 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. Для того, чтобы вторичные реакции, в частности, образование карбоната кальция, не мешали в процессе исследования, растворы готовили из Na_2SO_4 и $NaCl$ при их концентрации 3,0 и 4,8 г/л соответственно.

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

Температура воды, °C	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

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

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

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

n - число электронов, принимающих участие в реакции;

F - число Фарадея, 96500 Кл;

D - коэффициент диффузии ионов водорода, m^2/c ;

C - концентрация ионов водорода, $г \cdot моль / м^3$;

ν - кинематическая вязкость, m^2/c ;

I_p - плотность тока реакции, A/m^2 ;

q - порядок гомогенной реакции.

Важной кинематической характеристикой, позволяющей раскрыть механизм реакции, является ее порядок. Для определения порядка реакции строим зависимость $I_{np} / \sqrt{\omega}$ от $\sqrt{I_{np}}$ при потенциале поляризации $-0,7В$. 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



Для $q = \left(P_{H_2CO_3} + \frac{v_{H_2CO_3}}{v_{H^+}} \right) / 2 = \frac{1+1}{2} = 1$, что согласуется с

экспериментальными данными Фильштига и Яна, полученными для растворов слабых органических кислот.

В этом случае уравнение (2) может быть представлено в виде:

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

Величина $A = I/\sqrt{\omega}$ при предельных токах диффузии не зависит от ω и I_p . Применяя метод Фрумкина А.Н. и Теодорадзе Г.А., находим предельную плотность тока реакции. Для этого строим зависимость $1/I$ от $\frac{1}{\sqrt{\omega \cdot 2\pi}}$. При бесконечно большой скорости вращения дискового электрода ($1/\omega \rightarrow 0$) снимаются диффузионные ограничения и отрезок, отсекаемый на оси ординат, соответствует $1/I_p$. 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 (см. рис.1), что указывает на диффузионный контроль процесса.

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

На основании лабораторных исследований выявлено, что увеличение скорости движения растворов, содержащих кислород и двуокись углерода,

оказывает существенное влияние на увеличение интенсивности коррозии углеродистой стали.

В четвертой главе приведены результаты опробования различных реагентов и их композиций для предотвращения коррозии металлов.

Учитывая, что разрушение металлов в электролитах является результатом действия двух взаимно связанных электрохимических процессов - анодного, заключающегося в переходе ионов металла в раствор с освобождением электронов, и катодного, связанного с разрядом ионов водорода или ассимиляцией электронов кислородом или другим деполяризатором, то ингибитор может изменить скорость коррозии, тормозя один из этих процессов или оба одновременно.

Из табл.4 видно, что фосфорно кислый натрий и двузамещенный фосфорно кислый натрий не оказали существенного влияния на коррозионную стойкость образцов из Ст.3. Лучшие результаты получены при применении триполифосфата натрия (ТПФН) - $Na_5P_3O_{10}$. На лабораторной установке осуществлен подбор доз реагентов. Проведены опыты с добавками ТПФН дозами 40, 20, 8, 0 мг/л в расчете на P_2O_5 (см. рис.2).

Таблица 4

Сравнительная эффективность ингибиторов фосфатного типа

Скорость коррозии, мм/год				
Без реагентов	$Na_5P_3O_{10}$	Na_3PO_4	Na_2HPO_4	$NaHPO_4$
0,2086	0,1292	0,1672	0,2021	0,1985
0,2063	0,1350	0,1835	0,1986	0,1952
0,2071	0,1297	0,1718	0,1994	0,1939
0,2059	0,1311	0,1769	0,2012	0,1972

Установлено, что коррозия внутренней поверхности скрубберов газоочисток тепловых электрических станций (ТЭС) и доменных печей представляет собой электрохимический процесс с водородной и кислородной деполяризацией.

Определено, что эффективным ингибитором коррозии скрубберов ТЭС является ТПФН дозой 5,0-10,0 мг/л в пересчете на P_2O_5 .

При этом скорость коррозии уменьшается в 3-4 раза.

Коррозионная стойкость сварных образцов из Ст.3 в растворах с концентрацией сульфатов и хлоридов на уровне 5000 мг/л та температуре 60°C при добавлении ТПФН дозой 8,0 мг/л увеличивается в 4 раза.

В результате исследований по подбору и испытанию различных марок сталей для изготовления скрубберов установлено, что наиболее приемлемыми являются стали аустенитного типа с содержанием хрома 13-14% (X14AG8, X13AG19, X14AG14).

Проведенные исследования не подтвердили наличие в морской воде буферной емкости большей, чем в пресной воде. Таким образом, морская вода не имеет преимуществ по сравнению с пресной при очистке выхлопных газов от пыли и сернистого ангидрида.

Пятая глава посвящена разработке технических решений по предотвращению коррозии металлов в системах водоснабжения, использующих высокоминерализованную и морскую воду.

Полученные в объеме настоящей работы результаты, обобщение опыта исследований и проектирования, а также опыта эксплуатации замкнутых систем оборотного водоснабжения позволяют сделать вывод о возможности использования засолоненных вод для подпитки циркуляционных систем.

Одновременно разработан эффективный метод предотвращения коррозионных процессов в аппаратах газоочисток, например, скрубберов тепловых электрических станций, различных технологических агрегатов.

Разработана программа расчета водно-химического режима работы замкнутых систем оборотного водоснабжения на персональной ЭВМ, позволяющая определить необходимость стабилизационной обработки воды.

Для уменьшения вредного воздействия на окружающую среду каплеуноса с вентиляторных градилен рекомендуется применить усовершенствованные водоуловители, позволяющие уменьшить величину капельного уноса до 0,05% от расхода оборотной воды и установку для опреснения оборотной воды в количестве 0,1-0,5% от расхода оборотной воды.

Разработан и внедрен метод предотвращения коррозионного износа скрубберов газоочисток доменных печей с помощью ТПФН дозой 8,0 мг/л в расчете на P_2O_5 (см. рис.3).

Разработаны технические решения для предотвращения коррозии в системах водоснабжения при использовании морской воды применительно Республики Сирия. В частности, разработан метод защиты от коррозии с помощью ТПФН скрубберов газоочистки выхлопных газов ТЭЦ и дизель-электростанций от сернистого ангидрида в г.Тартусе (Республика Сирия).

Внедрение разработанной технологии обработки воды с помощью ТПФН позволило получить существенный экономический эффект - 86,7 тыс.руб. для одного объекта в ценах 1984 года.

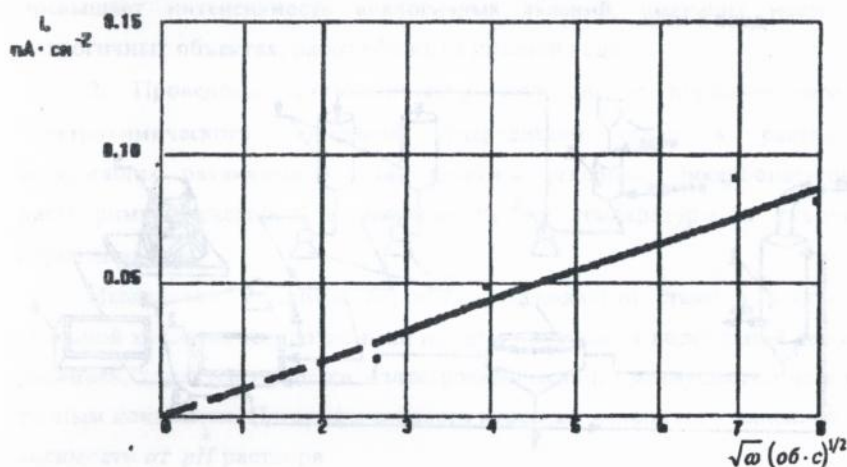


Рис.1. Зависимость скорости коррозии L (тока I) от корня квадратного из скорости вращения дискового электрода $\sqrt{\omega}$.

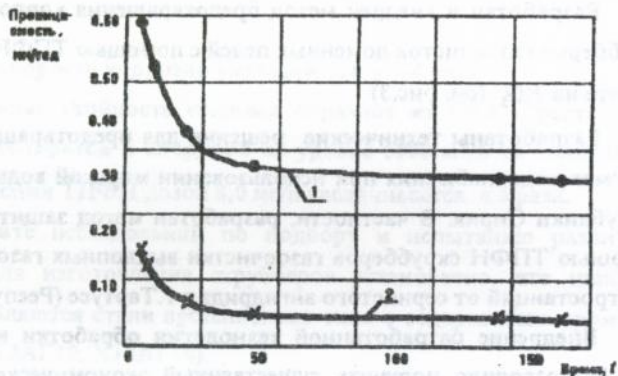


Рис.2. Зависимость скорости коррозии от времени t .

1. Кинетика скорости коррозии в отсутствии ингибитора.
2. Кинетика скорости коррозии в отсутствии ингибитора $Na_3P_3O_{10}$, доза 8 мг/л.

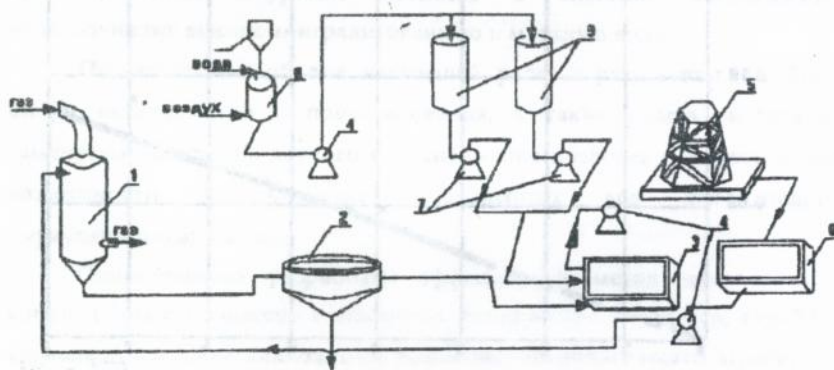


Рис.3. Схема обратного водоснабжения газоочистки доменных печей со стабилизационной обработкой воды триполифосфатом натрия.

- 1 - скруббер высокого давления, 2 - отстойник, 3 - колодец горячей воды,
- 4 - насосы для подачи воды, 5 - градирня, 6 - колодец холодной воды,
- 7 - насосы дозаторы, 8 - растворный бак, 9 - расходный бак, 10 - бункер для загрузки триполифосфата натрия.

ВЫВОДЫ

1. Изучены особенности эксплуатации систем водоснабжения промышленных предприятий Республики Сирия и Украины, использующих засоленные или морские воды. Как правило, эти потребители используют воду по прямоточным схемам. Работа таких систем водоснабжения осложняется образованием плотных солевых (преимущественно карбонатных) отложений и коррозионным износом.

При применении морской воды в системе водоснабжения конденсаторов паровых турбин на ТЭС в городе Тартусе (Республика Сирия) и систем водяного охлаждения металлургического комбината "Азовсталь" интенсивность солевых отложений и коррозионного износа металла не превышает интенсивность аналогичных явлений, имеющих место на аналогичных объектах, работающих на пресной воде.

2. Проведены систематические исследования коррозионного и электрохимического поведения углеродистой стали в растворах, содержащих различные соли, двуокись углерода, бикарбонат-ионы, растворимый кислород в зависимости от температуры и скорости перемешивания.

Исследован механизм коррозии углеродистой стали в растворах угольной кислоты. Коррозионный процесс протекает с водородной деполяризацией, характер процесса - электрохимический, преимущественно с катодным контролем. Логарифм скорости коррозии находится в линейной зависимости от pH раствора.

3. Коррозия внутренней поверхности скрубберов газоочисток доменных печей и ТЭС представляет собой электрохимический процесс с водородной и кислородной деполяризацией:

- под влиянием агрессивной углекислоты протекает коррозионный процесс с водородной деполяризацией. При этом контролирующим фактором является катодный процесс;

- под влиянием кислорода, содержащегося в орошающей воде, протекает коррозионный процесс с кислородной деполяризацией.

4. Установлено, что эффективным ингибитором коррозии скрубберов газоочисток ТЭС является триполифосфат натрия. При его дозе 8,0-10,0 мг/л (в пересчете на P_2O_5) скорость коррозии уменьшается в 3-4 раза.

Коррозионная стойкость сварных образцов из Ст.3 в растворах с концентрацией сульфатов и хлоридов на уровне 5,0 г/л и температуре 60°C при добавлении ТПФН дозой 8,0 мг/л увеличивается в 4 раза.

5. В результате исследований по подбору и испытанию различных марок стали для изготовления скрубберов установлено, что наиболее приемлемыми являются стали аустенитного типа с содержанием хрома 13-14% (X14AG8, X13AG19, X14AG14).

6. Проведенные исследования не подтвердили наличие в морской воде буферной емкости большей, чем в пресной воде. Таким образом, морская вода не имеет преимуществ по сравнению с пресной при очистке выхлопных газов от сернистого ангидрида.

7. Разработан и внедрен метод предотвращения коррозионного износа скрубберов газоочисток доменных печей с помощью ТПФН дозой 8,0 мг/л в расчете на P_2O_5 .

8. Технические решения, разработанные в объеме работы, включены в отраслевые нормы технологического проектирования объектов водного хозяйства предприятий черной металлургии Украины (том 12 и том 14).

Разработаны технические решения для предотвращения коррозии в системах водоснабжения при использовании морской воды применительно Республики Сирия. В частности, разработан метод защиты от коррозии с помощью ТПФН скрубберов очистки выхлопных газов ТЭЦ и дизель-электростанций от сернистого ангидрида в г. Тартусе (Республика Сирия).

Внедрение разработанной технологии обработки воды с помощью ТПФН позволило получить существенный экономический эффект - 86,7 тыс.руб. для одного объекта в ценах 1984 года.

Основное содержание диссертационной работы изложено в следующих публикациях:

1. Джах-Джах С.А. Ингибирование коррозионных процессов в системах оборотного водоснабжения тепловых электрических станций //Арабский инженер (Дамаск, Республика Сирия), 1995, №3, С.56-57.
2. Никулин С.Е., Джах-Джах С.А. Роль компонентов солевого состава воды в коррозии металлов //Республиканский межведомственный научно-технический сборник. Коммунальное хозяйство городов, Киев. Техника, 1997, вып.7, - С.19.
3. Пантелят Г.С., Сыроватский А.А., Джах-Джах С.А. Водный и материальный (солевой) балансы систем оборотного водоснабжения //Тез.докл. 28-й науч.-техе.конф. ХГАГХ. - Харьков, 1996. - С.36-37.
4. Никулин С.Е., Джах-Джах С.А. Тепловой режим работы систем оборотного водоснабжения станов горячей прокатки // Тез.докл. 51-й науч.-техн.конф. ХГТУСА. - Харьков, 1996. - С.49.
5. Сыроватский А.А., Джах-Джах С.А. Интенсификация очистки сточных вод травильных отделений прокатных цехов // Тез.докл. 51-й науч.-техн.конф: ХГТУСА. - Харьков, 1996. - С.51.
6. Пантелят Г.С., Джах-Джах С.А. Влияние солесодержания воды на коррозионный износ металлов: Информ. Листок 51-96. - Харьков, ПНТЭН, 1996.
7. Джах-Джах С.А. Коррозия углеродистой стали в растворах угольной кислоты // Вестник ДГАСА. Выпуск 96 - 3(4).
8. Джах-Джах С.А. Зависимость скорости коррозии углеродистой стали от солевого состава оборотной воды // Вестник ДГАСА. Выпуск 96 - 3(4).
9. Джах-Джах С.А. Предотвращение коррозии в скрубберах газоочисток доменных печей // Вестник ДГАСА. Выпуск 96 - 3(4).
10. Пантелят Г.С., Джах-Джах С.А. Предотвращение коррозии в скрубберах газоочисток доменных печей // Водоснабжение и санитарная техника. - 1997. №1. - С.17-18.

ABSTRACT

Djach-Djach S.A. Investigation of influence of salt composition on corrosive properties of cooling water (for Sirisn Arab Republic).

Manuscript of philosophy Doctor Thesis on Specialized field 05.23.04 - water supply, sewage system, Kharkov State Technical University of Building and Architecture, Kharkov, 1996.

Thesis contains experimental data that were obtained on laboratory and industrial conditions. There data permit to propose and inculcate a new method of preventing of corrosion of metal. It was done with the help of TPFN reagent which dose 8,0 mg/l per P_2O_5 . Effectiveness of this method makes 90%.

АННОТАЦИЯ

Джах-Джах С.А. Исследование влияния солевого состава на коррозионные свойства охлаждающей воды (применительно к Республике Сирия). Диссертация в виде рукописи на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.04 - водоснабжение, канализация, Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры, Харьков, 1996.

Диссертация содержит экспериментальные данные, полученные в лабораторных и промышленных условиях, которые позволили предложить и внедрить новый метод предотвращения коррозионного износа металла с помощью триполифосфата натрия (ТПФН) дозой 8,0 мг/л в расчете P_2O_5 . Эффективность метода 90%.

АНОТАЦІЯ

Джах-Джах С.А. Дослідження впливу сольового складу на корозійні властивості охолоджуючої води (стосовно Республіки Сірія). Дисертація у вигляді рукопису на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.04 - водопостачання, каналізація, Харківський державний технічний університет будівництва та архітектури, Харків, 1996.

Дисертація містить експериментальні дані в лабораторних та промислових умовах, які дозволили запропонувати та запровадити новий метод

запобігання корозійного зношування металу з допомогою триполіфосфату натрію (ТПФН) дозою 8,0 мг/л з розрахунку на P_2O_5 . Ефективність методу 90%.

Ключові слова: охолоджуюча вода, корозія, сольовий склад, рівноважна лужність.

Подп. к печ. 6.01.1997. Формат 60x84 1/16

Печать офсетная. Объем 1,0 уч.-изд. л. Тираж 90 экз.

Заказ № . Бесплатно.

Сектор оперативной полиграфии ИВЦ ХГАГХ.

ХГАГХ, 310002, Харьков - 2, ул.Революции, 12

AB 50

447279

AB 36.748

AB 36.748