

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОБОРОТНЫХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ КОКСОХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Введение. Системы оборотного водоснабжения – важный элемент технологического комплекса промышленных предприятий [1]. Основным недостатком таких систем водоснабжения является необходимость в продувке системы и восполнении системы свежей водой. Продувка системы осуществляется для поддержания солевого состава оборотной воды, чаще всего продувочные воды направляются на очистку или сбрасываются в водоем и эксплуатируются с низким коэффициентом упаривания [2]. Эти воды сбрасываются без надлежащей очистки в открытые водоемы, что вызывает не только ухудшение экологического состояния окружающей среды, но и влечет дополнительные убытки самих предприятий. Увеличение данного показателя с 2 до 4 позволит уменьшить потребление свежей технической воды и сброс продувочных вод в несколько раз.

Анализ результатов исследований по изучению оборотных систем водоснабжения коксохимических предприятий, выполненных Г.И. Папковым, В.Е. Приваловым, Л.И. Хлапковой, Н.С. Винарским, Г.С. Пантелятом, Д.И. Кучеренко, С. С. Душкиным, С. М. Эпоным, В.А. Андроновым, С.Е. Никулиным, В.И. Гладковым, В.Ф. Костенко, Г.В. Ушаковым, Т.М. Сабуровой, E.G. Paulson, T.R. Camp, J.A. Mueller, Ch. Li, Sh. Chen, H. Ashassi-Sorkhabi, E. Asghari и другими исследователями показал, что повышение эффективности работы систем оборотного водоснабжения коксохимических предприятий не всегда может быть достигнуто из-за технических и экономических факторов.

В связи с этим существует необходимость разработки новых более эффективных методов, позволяющих повысить эффективность работы оборотных систем водоснабжения коксохимических предприятий, повысить их продуктивность,

уменьшить расходы воды на подпитку системы, обеспечить экологическую безопасность водных объектов.

Целью работы является исследование и разработка эффективного метода повышения эффективности работы оборотных систем водоснабжения коксохимических предприятий с ингибиторной защитой от коррозии и накипеобразования с использованием очищенных фенольных сточных вод при различных коэффициентах упаривания.

Результаты исследований. В предложенной работе рассмотрен метод повышения эффективности работы оборотных систем водоснабжения коксохимических предприятий путем использования очищенных фенольных сточных вод предприятия и ингибиторной композиции, которая позволяет снизить скорость протекания коррозии и замедлить процессы нитрификации указанных сточных вод. Экономическая и технологическая целесообразность применения указанных методов была подтверждена исследованиями, выполненными в лабораторных и промышленных условиях на ПРАО «Харьковский коксовый завод» (ХКЗ).

Лабораторные исследования проводились на оборотной воде ПРАО «ХКЗ», скорость коррозии до испытаний колебалась от 0,55 до 1,15 мм/год [3, 4]. Величину скорости коррозии определяли гравиметрическим и потенциостатическим методами. Математическая обработка данных, полученных в результате проведенных исследований на указанных лабораторных установках выполняли с помощью компьютерных программ Excel, пакета Статистика (Statgraphics Centurion) и др. [4].

Для изучения условий использования фенольной сточной воды, очищенной на биохимической установке (БХУ) при

разных коэффициентах упаривания в замкнутых системах оборотного водоснабжения, были проведены экспериментальные и опытно-промышленные исследования.

Лабораторные исследования по предотвращению коррозии металлов в оборотной воде (на Харьковском коксовом заводе) проводились на установке, моделирующую режим и работу теплообменного оборудования водооборотной системы коксохимического производства [3, 4]. В процессе исследований контролировались температура охлаждаемой поверхности и в баке охлажденной воды, скорость коррозии. На лабораторной установке опробованы такие методы, как: обработка ингибиторной композицией (фосфатно-силикатная смесь и ингибитор нитрификации), оптимизация подпитки водооборотной системы водой различного состава.

В производственных условиях испытания проводили на теплообменном оборудовании водооборотной системы гравиметрическим методом. Образцы-свидетели изготовлены из стали Ст.3. Потери воды в системе восполняли свежей технической водой и очищенной водой после биохимической установки (БХУ). Для испытаний были приготовлены водные модельные смеси.

На основании проведенных исследований было установлено оптимальное соотношение между артезианской и очищенной водой после БХУ, которое составляет (артезианская – очищенная фенольная вода) 4 : 1 (80 : 20%) соответственно. Лабораторные исследования показали отсутствие накипи на поверхности образцов при увеличении коэффициента упаривания. Установлено уменьшение скорости коррозии до 0,3-0,55 г/м²·ч в условиях увеличения коэффициента упаривания. Однако этого недостаточно для снижения скорости коррозии до требуемых пределов, поэтому необходимо производить дополнительно ингибиторную защиту.

Следующим этапом исследований было изучение влияния состава различных ингибиторов на скорость коррозии. В практике подготовки оборотной воды для

защиты теплообменного оборудования коксохимических предприятий в качестве ингибиторов используют фосфаты, оксидилендифосфоновая кислота (ОЭДФ), гексаметафосфат натрия (ГМФ), ингибитор отложений минеральных солей (ИОМС), жидкое стекло или их смеси в разных пропорциях; многокомпонентные смеси различных ингибиторов с катионактивными соединениями (содержащие четвертичные аммониевые группы, полифосфаты, катионные полимеры, полиамиды и полиуреплены); органические соединения (содержащих в своем составе ион-активные группы с атомами N, O и S) [5, 6]; различные ингибиторные композиции (смесь ингибиторов коррозии, например, фосфатно-силикатная смесь совместно с ингибитором нитрификации) [7] и др. Следовательно, в зависимости от выбора способа защиты, и влияние на скорость коррозии будет разное.

Для снижения коррозионной активности оборотной воды в присутствии активаторов коррозии хлорид- и роданид-ионов была разработана ингибиторная композиция, которая состоит из ингибитора коррозии (фосфатно-силикатная смесь) и ингибитора нитрификации (производные роданистоводородной кислоты), имеющую большую эффективность в присутствии активаторов коррозии хлорид- и роданид-ионов [8]. Так как использование только фосфатно-силикатной ингибиторной композиции не эффективно в условиях присутствия аммонийных солей в оборотной системе, которые накапливаются в сточных фенольных водах коксохимического производства.

Разработана модель, описывающая закономерность изменения скорости коррозии от факторов модели:

$$S_{cor} = 11,3106 \cdot 1 / D_{инг} + 0,124279 \cdot 1 / K_y + 0,000875514 \cdot \sqrt{P} + 0,0460224 \cdot \log(pH) + 0,0703379 \cdot \log(Щ) \quad (1)$$

где $D_{инг}$, - доза вводимого ингибитора, мг/дм³; K_y – коэффициент упаривания; P – общее солесодержание, мг/дм³; $Щ$ – общая щелочность воды, ммоль/дм³; pH – уровень pH, ед.

При проведении математической обработки экспериментальных данных средняя ошибка аппроксимации составляет 3,8%, коэффициент множественной корреляции 98,46 %. Сопоставление статистических и экспериментальных данных позволяет сделать вывод о возможности использования математических зависимостей для практических целей (рис. 1). В связи с чем можно сделать вывод о возможности использования предлагаемой модели для определения скорости коррозии в оборотной системе водоснабжения коксохимических предприятий [4].

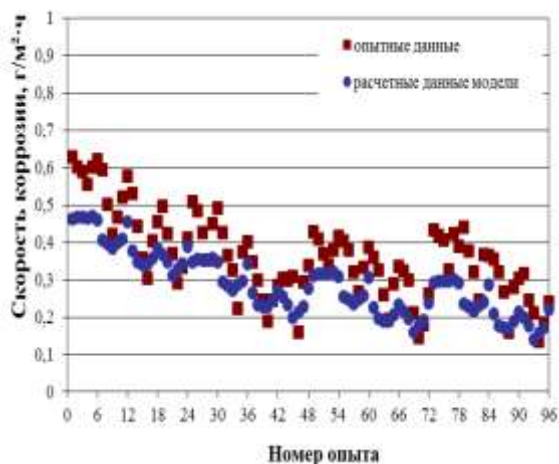


Рис. 1. Сопоставление экспериментальных и статистических данных модели изменения скорости коррозии от качества оборотной воды и дозы вводимого ингибитора

После изучения существующей балансовой схемы оборотного водоснабжения на ПРАО «ХКЗ» была разработана новая схема, по которой предлагается готовить подпиточную воду из артезианской и очищенной фенольной сточной воды в соотношении 4 : 1, добавлять в нее ингибиторную композицию, состоящую из смеси ингибитора коррозии и ингибитора нитрификации с повышением коэффициента упаривания в системе. Подготовка такой подпиточной воды осуществляется в отдельно стоящей емкости, из которой она поступает в оборотную систему. Предлагаемая балансовая схема позволяет снизить количество сбрасываемых продувочных вод на 36000 м³/год и сократить потребление свежей технической

воды на 52000 м³/год, увеличить срок службы оборудования с 6,5 до 8 лет.

Производственные исследования показали, что при установленном качестве подпитки оборотной системы водоснабжения и обработки указанным составом ингибиторной композиции (доза ингибитора составляла 100 мг/дм³), достигается снижение коррозии с 0,55-1,15 мм/год до 0,2-0,3 мм/год, накипь не образуется, рН воды повышается с 5,5 до 7,5.

Для оценки эффективности работы теплообменного оборудования системы оборотного водоснабжения коксохимических предприятий была проведена технико-экономическая оценка предложенных мероприятий. При этом экономический эффект от внедряемых решений составил 568977,5 грн.

Выводы. Установлено, что предложенное техническое решение с использованием фенольного стока совместно со свежей водой и ингибиторной композиции позволяет снизить количество реагентов, необходимых для стабилизационной обработки, а также значительно сократить сброс сточных вод городскую канализационную сеть (на 36 тыс. м³/год) и отбор свежей воды из артезианской скважины (на 52 тыс. м³/год), а также увеличить срок службы оборудования с 6,5 до 8 лет при увеличении коэффициента упаривания с 2,2-2,4 до 4,0-4,5.

Проведенные промышленные испытания показали, что при применении разработанного метода повышения эффективности работы оборотной системы водоснабжения возможно снизить скорость коррозии на 85-90 %.

Разработана математическая модель определения скорости коррозии в оборотных системах водоснабжения коксохимических предприятий, которая учитывает группу факторов : качество оборотной воды и дозу ингибиторной композиции. Таким образом, с помощью предложенной модели возможно регулировать скорость коррозии за счет изменения параметров оборотной воды и дозы вводимой ингибиторной композиции.

Все эти мероприятия позволяют улучшить водно-экологическую ситуацию, рационально использовать водные ресурсы предприятия, т.е. сократить оплату, вносимую им за потребление водных ресурсов и сброс сточных вод завода.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Ушаков Г.В. Результаты эксплуатационных испытаний работы водооборотного цикла промышленного предприятия в беспродувочном режиме с применением цинк-бихромат-фосфатного ингибитора коррозии и отложений солей жесткости / Г.В. Ушаков, Г.А. Солодов // Известия Томского политехнического университета. – 2007. – Т. 310. - №2. – С. 144-148.
2. Ушаков Г.В. Разработка ингибитора процессов отложений солей жесткости и коррозии в водных средах на основе органического фосфоната для систем оборотного водоснабжения предприятий химической и коксохимической промышленности / Г.В. Ушаков, Г.А. Солодов, С.В. Мочальников // Известия Томского политехнического университета. – 2007. – Т. 310. - №1. – С. 144-148.

3. Smilka O. The Complex Approach to Corrosion Protection of Steel in Coke-Plant Cooling Systems // Chemistry Journal. – Vol. 1. – No. 4, 2015. – pp. 124-132.
4. Galkina O. Corrosion Rates in Water-Circulation Systems at Coke Plants / O. Galkina// Coke and Chemistry, 2016. – Vol. 59, No. 7. – pp. 271–275.
5. Investigation on some Schiff bases as HCl corrosioninhibitors for copper / Ch. Li, Sh. Chen, S. Lei, H. Ma, R. Yu, D. Liu // Corros. Sci. – 1999. –Vol. 41. – P. 1273-1287.
6. Inhibition effect of 6-benzylaminopurine on the corrosion of cold rolled steel in H₂SO₄ solution / X. Li, S. Deng, H. Fu, G. Mu // Corros. Sci. – 2009. – Vol. 51. – P. 620-634.
7. Пат. 109035 Україна С 23 F 11/18, С 02 F 1/50. Композиція для запобігання корозії металів в оборотних системах та спосіб утилізації стічних вод промислових підприємств, які містять амонійний азот / С. В. Нестеренко, О.П. Смілка, В. І. Григоров, Л. Д. Канцедал, Л. П. Банніков, В. О. Ткачов (Україна); Харків. нац. ун-т міського госп-ва ім. О. М. Бекетова. – № u 2013 07467; заявл. 12.06.13; опубл. 10.07.15, Бюл. № 13.

УДК 628.16: 628.33

Исакиева О.Г., Прожега А.А.

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САМОПРОМЫВНЫХ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

Введение. Природные запасы пресной воды ограничены и постоянно уменьшаются, поэтому проблема обеспечения водой населения и всех отраслей народного хозяйства является одной из важнейших современных проблем. Исходя из этого, все большее значение приобретают вопросы рационального использования водных ресурсов, что возможно при решении вопросов интенсификации водоочистных сооружений. Интенсивное развитие всех отраслей промышленности, сельского и коммунального хозяйства вызывает необходимость создания новых сооружений для обработки воды.

Выбор технологии очистки воды является достаточно сложной задачей, обусловленной разнообразием загрязнений в воде и высокими требованиями, предъявляемыми к качеству ее очистки. Существует множество методов очистки воды. Фильтрация является одним из наиболее распространенных методов очистки, который часто используется во многих технологических схемах обработки воды [1, 2].

Цель и задачи. Целью исследований было углубление понимания процесса фильтрации как одного из основных методов обработки воды, на примере самоочищающихся и самопромывных фильтров, выяв-