

гося в настоящее время способа очистки сточных вод с использованием товарной гашеной извести предлагаемый нами способ является с точки зрения использования природных ресурсов гораздо более рациональным, поскольку при этом для получения СаО расходуется не природный известняк или мел, а утилизируются крупнотоннажные твердые отходы сахарного производства.

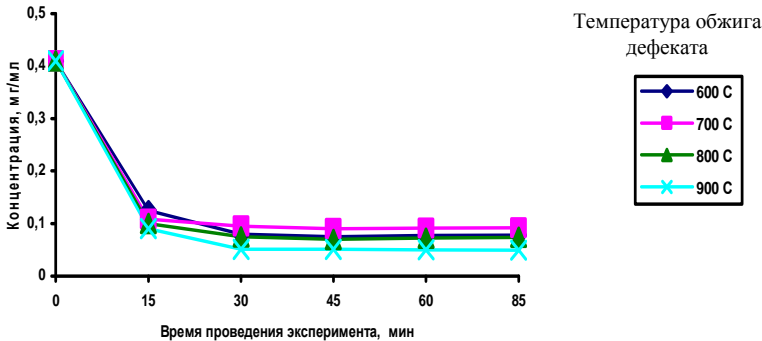


Рис.3 – Снижение концентрации никеля в исходном растворе в зависимости от времени проведения эксперимента.

Получено 18.01.2010

УДК 662.74

Н.М.ЯКОВЕНКО, В.М.БЕЛЯЕВА

Харьковская национальная академия городского хозяйства

## ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫЕ СТОЧНЫЕ ВОДЫ В СИСТЕМАХ ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Исследована возможность использования хозяйственно-бытовых сточных вод в системах охлаждающего водоснабжения. Изучали изменения состава биологически очищенных сточных вод, интенсивность процессов накопобразования и скорости коррозии металла и условий защиты от эпидемиологической опасности.

Досліджено можливість використання господарсько-побутових стічних вод у системах охолоджуючого водопостачання. Вивчали зміну складу біологічно очищених стічних вод, інтенсивність процесів накіпуутворювання і швидкості корозії металу, умов захисту від епідеміологічної загрози.

Possibility of the economic of domestic sewages is probed in the cooling water systems. Studied the changes of composition of the biologically cleared sewages, intensity of processes of and speeds of corrosion of metal and terms of protectin from an epidemiology danger.

**Ключевые слова:** стендовая установка, обратное водоснабжение, накопобразование, коррозия, эпидемиологическая опасность, коэффициент упаривания, фенольные

сточные воды, коксохимический завод, локальные очистные сооружения, коррозионно-активные вещества, роданиды, цианиды.

В настоящее время ведутся исследования по использованию очищенных хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод в системах охлаждающего водоснабжения [2].

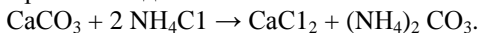
Задачей наших исследований было изучение изменения состава биологически очищенной сточной воды в системах оборотного водоснабжения при различных параметрах их работы, определение интенсивности накипеобразования и скорости коррозии металла, а также условий обеспечения защиты от эпидемиологической опасности, что в густонаселенной местности с ограниченными водными ресурсами приобретает актуальное значение.

Исследования проводили на стендовой установке, моделирующей работу охлаждающей системы оборотного водоснабжения (рис.1). Объем воды в системе составлял 25 л, расход оборотной воды – 30 л/ч. Вода в системе нагревалась до 40-60°C, при кратности упаривания-2,0-3,0 перепад температуры составлял от 8-10 (при температуре воды 40±1 °C) до 20-25 °C (при температуре воды 60±1 °C). Общие потери воды в системе составляли 2-10%, в том числе на испарение и унос – 1,2-3,2% и на освежение воды из условий солевого баланса – 0,8-7,5%. Продолжительность проведения исследований при каждом режиме составляла 170 ч.

Объектом исследования являлась очищенная сточная вода, для сравнения – техническая. Следует отметить, что поток сточных вод, поступающих на очистные сооружения, формируется из хозяйственно-бытовых сточных вод города и производственных фенольных сточных вод коксохимического завода. Последние проходят предварительную очистку на локальных очистных сооружениях, включающую биохимическую очистку от фенолов.

Из экспериментальных данных о составе вод видно, что концентрация почти всех компонентов как технической, так и сточной воды в системе оборотного водоснабжения в интервале изучаемых температур увеличивается соответственно кратности упаривания воды. Исключение составляют содержание щелочи и ионов  $\text{Ca}^{2+}$  – для технической воды, а для сточной – щелочи и органических веществ.

Это обуславливается наличием в сточной воде солей аммония, способных при взаимодействии с карбонатами кальция переводить последние в растворимые соединения:



Сравнение величины концентрации равновесной и свободной углекислоты и расчеты степени пересыщения карбонатом кальция, а

также оценка стабильности по Ланжелье [1] показали, что если техническая вода склонна к образованию отложений, то изученная биологически очищенная сточная вода не образует таковых.

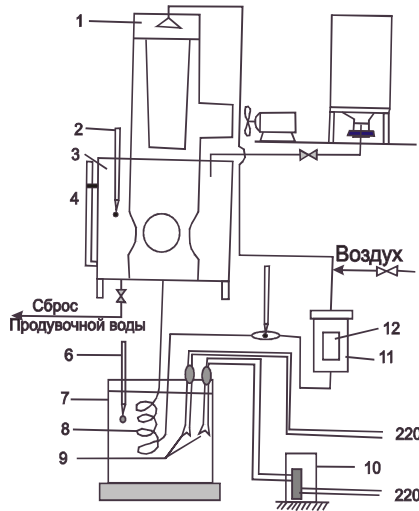
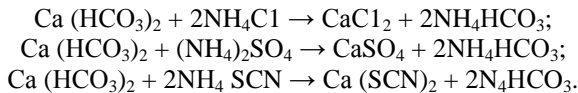


Рис.1 – Стеновая установка системы оборотного водоснабжения:

1 – градирня; 2 – термометр; 3 – бак охлажденной воды; 4 – мерное стекло; 5 – термометр горячей воды; 6 – термометр; 7 – бак с глицерином; 8 – змеевик; 9 – нагревательный элемент; 10 – автотрансформатор; 11 – кассета с образцами; 12 – образцы металла; 13 – вентилятор; 14 – бак подпиточной воды.

В отличие от технической воды жесткость сточной возрастает пропорционально  $K_y$ , что объясняется наличием в ней вышеупомянутых связанных солей аммония, способных переводить соли карбонатной жесткости в соли постоянной жесткости:



Значительно отличается сточная вода от технической и по содержанию растворенного кислорода.

Концентрация растворенного кислорода в сточной воде значительно меньше и зависит не столько от температуры и коэффициента упаривания воды, сколько от содержания в ней легкоокисляющихся органических соединений. Концентрация фенолов, роданидов и цианидов в оборотной воде не достигает расчетных величин пропорциональных  $K_y$  из-за их окисления в системе.

В изученной оборотной сточной воде в отличие от использования в указанных системах других хозяйственно-бытовых сточных вод [2, 3] наблюдается уменьшение концентрации фосфора, что объясняется, по всей вероятности, наличием в воде микроорганизмов, разрушающих фенол и роданиды и потребляющих фосфор для поддержания своей жизнедеятельности.

Скорости накипеобразования и коррозии металлов при низкой температуре определяли весовым методом на образцах стали марки Ст.3, установленных в кассете на линии горячей оборотной воды.

Такое несоответствие объясняется малым содержанием растворенного кислорода [4] и наличием в сточной воде органических веществ, в частности фенолов и роданидов, которые в указанных средах проявляют свойства ингибиторов коррозии.

Для выбора ингибитора коррозии были проведены потенциостатические исследования коррозионной активности сточной воды по отношению к стали Ст.3. Указанные исследования проводили методом поляризационных кривых на потенциостате типа П-5827М [5]. Все поляризационные измерения выполнены в потенциодинамическом режиме. Скорость развертки составляла 1 в/ч. Коррозионную активность воды определяли в интервале температур 40-60 °С.

С повышением температуры воды скорость процесса анодного растворения металла возрастает. Нагревание воды до 60 °С резко увеличивает скорость доставки коррозионноактивных веществ, а также их реакционную способность, что сказывается на абсолютных значениях тока саморастворения металла.

Исходя из анализа полученных данных нами был выбран в качестве ингибитора коррозии гексаметафосфат натрия. Введение гексаметафосфата натрия в количестве 100 мг/л способствует снижению коррозионной активности исследуемой воды на 92% (рис.2).

Принятая нами доза гексаметафосфата натрия не является оптимальной. Проблема использования очищенных хозяйственно-бытовых сточных вод во многом связана с обеспечением их эпидемиологической безопасности. Коли-титр, который определяли трехэтапным бродильным методом, составляет 4-10~<sup>16</sup>, вследствие чего по шкале классификации эти воды необходимо отнести к категории очень грязных, требующих перед использованием доочистки.

Известно, что сточные воды при определенных условиях способны к самоочищению. Для изучения этого процесса, нами были проведены лабораторные исследования.

Увеличение времени отстаивания приводит к уменьшению значения коли-индекса, за 20 сут. значение коли-индекса уменьшилось бо-

лее чем в  $10^{15}$  раз и вода из категории очень грязной перешла в категорию умеренно загрязненной. Обработка воды такого качества дозой хлора, обеспечивающей его остаточное содержание в воде 1,4 мг/л, снижает величину коли-индекса до 230, что соответствует санитарным нормам.

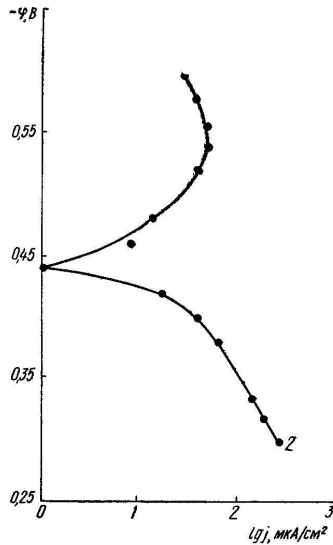


Рис.2 – Катодные (1) и анодные (2) поляризационные кривые стали Ст.3 в очищенной хозяйственно-бытовой сточной воде с добавлением гексаметафосфата натрия (100мг/л) при 60 °С

В период исследований определялась также интенсивность биологического обрастания в системе оборотного водоснабжения. Скорость его составляла 0,0013-0,0059 г/м<sup>2</sup>ч, что значительно ниже предельно допустимой.

Таким образом, проведенные экспериментальные исследования подтвердили возможность и определили условия использования биологически очищенных хозяйственно-бытовых сточных вод в качестве хладагента в теплообменной аппаратуре. Фенольные сточные воды, поступающие на очистные сооружения, не вызывают осложнений в совместной очистке этих вод, не увеличивают коррозионную активность и бактериальную их загрязненность и в то же время способствуют предотвращению накипобразования в оборотных системах.

1.Клячко В.А., Апельцин И.Э. Очистка природных вод. – М.: Стройиздат, 1971. – 579 с.

2. Алфёрова Л.А., Нечаев А.П. и др. Замкнутая система водоснабжения Тобольского нефтехимкомбината без сброса сточных вод в водоём // Замкнутые системы водного хозяйства промышленных предприятий. – М.: МДНТП, 1998. – С.12-36.

3. Сукач С.П., Шендерович И.Б. и др. Экспериментальные исследования использования городских очищенных сточных вод в системах оборотного водоснабжения промышленных предприятий // Водоснабжение, канализация и очистка сточных вод. – 2004. – Вып. XVII. – С.23-26.

4. Винарский Н.С., Привалов В.Е. и др. К вопросу промышленного использования сточных вод в охладительных системах оборотного водоснабжения // Кокс и химия. – 1999. – №4. – С.49-52.

5. Фрейдман Л.И., Марков В.А. Потенциостатические методы в коррозионных исследованиях и электрохимической защите. – Л.: Химия, 2002. – 240 с.

*Получено 04.01.2010*

УДК 628.543 : 628.16.08

Л.В.ФИЛИПЧУК

*Національний університет водного господарства та природокористування, м.Рівне*

## **АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ РЕГУЛЮВАННЯ рН ТА ЕН ПРИ ОЧИСТЦІ СТИЧНИХ ВОД ВІД ВАЖКИХ МЕТАЛІВ**

Проведено аналіз існуючих систем автоматизованого регулювання рН та Ен. Наведено результати експериментальних досліджень по зняттю характеристик регулювання. Описано та змодельовано запропоновану систему автоматичного регулювання, а також процес змішування в реакторах-змішувачах.

Проведён анализ существующих систем автоматизированного регулирования рН и Ен. Изложены результаты экспериментальных исследований по снятию характеристик регулирования. Описано и смоделировано предлагаемую систему автоматического регулирования, а также процесс смешивания в реакторах-смесителях.

The analysis of existing systems of the automated regulation of pH and Eh is spent. Experimental researches on getting of characteristics of regulation are spent. It is described and simulated offered system of the automated regulation, and also mixing process in reactors-mixers.

*Ключевые слова:* рН, Ен, стічні води, автоматизація, регулювання.

Регулювання величин активної реакції (рН) та окисно-відновний потенціал (Ен) водного середовища відіграє важливу роль при очистці стічних вод від різних забруднюючих домішок, в тому числі важких металів. Величини рН та Ен змінюються внаслідок дозування хімічних реагентів або в результаті змішування різних категорій стоків. Зокрема, якщо при змішуванні сильних кислот та основ зміна рН середовища має логарифмічну залежність від концентрації іонів водню, то при очищенні стічних вод зміна цього параметру має більш складний характер. Оскільки осадження важких металів протікає в перехідній області рН, то контроль за зміною та досягненням потрібного значення рН при очистці води буде значно ускладненим. Особливо утрудненим є