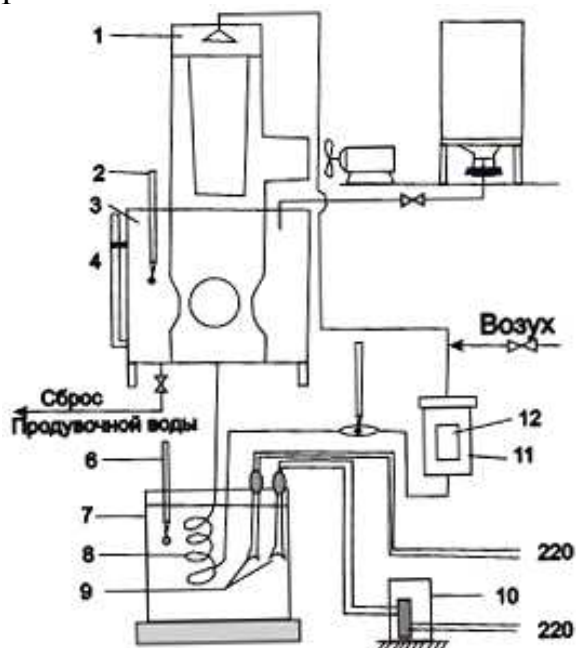


## Хозяйственно-бытовые сточные воды в системах оборотного водоснабжения

*Н.М.Яковенко, В.М.Беляева, Харьковская национальная академия городского хозяйства*

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

Исследования проводили на стендовой установке, моделирующей работу охладительной 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 °С (при температуре воды 60±1°C). Общие потери воды в системе составляли 2,0-10,0%, 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.



**Рис. 1** - Стендовая 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

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 со-

ответственно кратности упаривания воды. Исключение составляют содержание щелочи и ионов  $\text{Ca}^{2+}$  - для технической воды, а для сточной - щелочи и органических веществ.

Это обусловливается 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 показали, что если техническая вода склонна к образованию отложений, то изученная биологически очищенная сточная вода не образует таковых.

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 из-за их окисления в системе.

В изученной оборотной сточной воде в отличие от использования в указанных системах других хозяйственно-бытовых сточных вод 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.

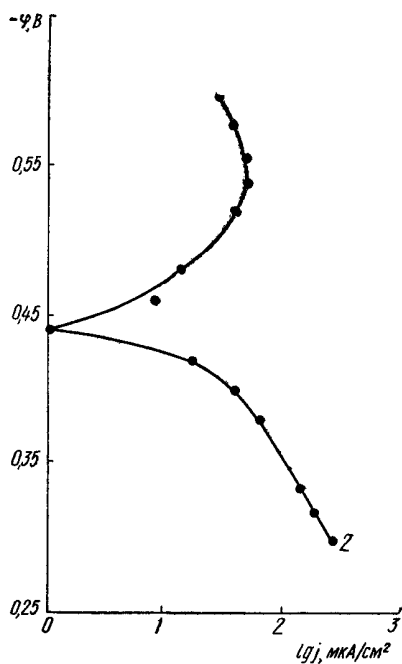
Такое несоответствие объясняется малым содержанием растворенного кислорода и наличием в сточной воде органических веществ, в частности фенолов и роданидов, которые в указанных средах проявляют свойства ингибиторов коррозии.

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. 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.



**Рис. 2** - Катодные (1) и анодные (2) поляризационные кривые стали Ст. 3 в очищенной хоз.-бытовой сточной воде с добавлением гексаметафосфата натрия (100мг/л) при 60<sup>0</sup>С

Проблема использования очищенных хозяйственно-бытовых сточных вод во многом связана с обеспечением их эпидемиологической безопасности. Коли-титр, который определяли трехэтапным бродильным методом, составляет  $4 \cdot 10^{-16}$ , вследствие чего по шкале классификации эти воды необходимо отнести к категории очень грязных, требующих перед использованием доочистки.

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 хладоагента 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 накипеобразования в оборотных системах.