

## **1.6 Влияние полифосфатных ингибиторов на бактериальную характеристику воды в системах теплоснабжения**

Природные воды почти всегда содержат большее или меньшее количество микроорганизмов, среди которых имеются и болезнетворные или патогенные бактерии [232-233].

Лучшими водами в бактериальном отношении являются артезианские, но и они, поднимаясь в скважинах и попадая в насосы, могут загрязняться и перестают быть бактериально безупречными.

Особенно подвержены заражению воды открытых бассейнов и рек в результате попадания в них дождевых и сточных вод, а также отбросов из населенных мест. Использование таких вод без применения специальных методов обеззараживания всегда представляет угрозу потребителям в связи с возможностью возникновения и распространения водно-кишечных заболеваний. Например, холерный вибрион в илистых отложениях водоисточников и резервуаров для воды может существовать более 6 месяцев [234]. При большом количестве бактерии развиваются даже в дистиллированной воде за счет органического вещества отмирающих бактерий.

Помимо антропогенного воздействия, бактерии и микроорганизмы могут служить причиной закупоривания и возникновения коррозии внутренней поверхности трубопроводов и оборудования. Существует несколько типов бактерий, которые представляют опасность в коррозионном отношении: водоросли, слизиобразователи, железистые, сульфатвосстанавливающие и другие типы бактерий.

Установлено [235], что колеблющиеся нити сине-зеленых водорослей могут образовывать плотные студенистые массы, которые не только сами по себе закупоривают внутреннюю поверхность труб и оборудования, но и обладают способностью осаждать карбонаты кальция.

Слизеобразователи по мере их роста образуют густые плотные массы практически на любых поверхностях, где они могут закрепиться. Кроме того (что возможно и наиболее важно), плотные массы слизиобразователей мешают проникновению кислорода к металлическим поверхностям, находящимся под ними [236,237]. В результате создаются области, свободные от кислорода, что создает условия для роста сульфатвосстанавливающих бактерий, быстрый рост которых протекает затем параллельно с интенсивной местной коррозией.

Действие сульфатвосстанавливающих бактерий помимо сильной локальной коррозии характеризуется неприятным запахом и потемнением воды и появлением в ней мелко дисперсных частиц сульфида железа [238].

Поскольку фосфор является биогенным элементом, то использование полимерных фосфатов в качестве ингибиторов коррозии металлов может спровоцировать развитие и рост бактерий и микроорганизмов. Так, микробиологическое тестирование, проведенное профессором В.А.Синяевым совместно с сотрудниками Противочумного Института Республики Казахстан, продемонстрировало увеличение роста микробов культуры E.Coli в присутствии фосфатов кальция [239]. Добавка фосфатов магния еще более увеличивает их рост, и лишь присутствие медьсодержащих веществ тормозит развитие этих микробов [240].

Таким образом, для обеспечения надежной эксплуатации систем теплоснабжения как в коррозионном, так и санитарно-гигиеническом плане особую актуальность приобретает задача предотвращения биообрастания и повторного роста микроорганизмов.

В настоящее время в практике водоподготовки существуют два основных подхода для решения этой задачи – удаление из воды в процессе ее очистки органических питательных веществ и добавление химических реагентов, обеспечивающих «консервирующий» эффект перед подачей воды потребителям.

Наиболее известным и широко применяемым химическим консервирующим веществом в системах теплоснабжения является хлор, а основной схемой обеззараживания при подготовке воды из поверхностных водоисточников – двухступенчатое хлорирование [241]. Обеспечивая хороший бактерицидный эффект, эта схема в то же время приводит к образованию хлорорганических соединений и не всегда достаточно эффективна по отношению к удалению вирусов и простейших. Попытки повышения надежности обеззараживания воды в отношении этих микроорганизмов посредством увеличения доз хлора приводит к повышению содержания в воде опасных для здоровья человека хлорорганических соединений. Одним из вариантов хлорирования воды является применение хлораминов, являющихся продуктами взаимодействия хлора с аммиаком или другими азотсодержащими соединениями. Хлорамины чрезвычайно слабо действуют на вирусы и, как правило, не рекомендуются для основного обеззараживания воды. Однако вследствие более длительного сохранения в сетях и более активного чем хлор воздействия на биообрастания в трубах хлорамины находят все большее применение в практике водоподготовки.

Вторым основным классом химических консервирующих веществ, применяемым в основном в системах производственного теплоснабжения, являются фенолы и их хлорированные или бромированные производные [242]. Однако данные реагенты вследствие их высокой токсичности не находят применения в системах коммунально-бытового теплоснабжения.

Робинзон и Стоун [243] считают, что полифосфаты тяжелых металлов тормозят развитие водорослей. По мнению Робинзона, остаточная концентрация тяжелых металлов должна сохраняться на уровне от 2,5 до 10 мг/кг.

Хорошим защитным действием по отношению к образованию водорослей обладают соли меди (в особенности сульфат меди), которые применяются в концентрациях менее 1 мг/кг. Часто практикуется использование наряду с сульфатом меди смачивающих реагентов, что дает лучшие результаты [244].

В качестве бактерицидов также используют четвертичные аммониевые основания, бактерицидные свойства которых хотя и не столь велики по сравнению с хлором и фенолами, тем не менее они имеют некоторые преимущества, заключающиеся в их исключительно высоких поверхностно-активных свойствах, позволяющих обеспечивать металлическую поверхность свободной от шламов [244].

Помимо реагентных методов обеззараживания воды в настоящее время ведутся разработки безреагентных технологий, при этом наиболее перспективным методом считается УФ – облучение, обладающее высокой эффективностью по отношению к патогенным микроорганизмам и не приводящий к образованию вредных побочных продуктов [244].

Таким образом, из анализа состояния проблемы в целом следует, что неорганические полимерные фосфаты являются одними из наиболее эффективных и перспективных ингибиторов внутренней коррозии стальных трубопроводов и систем тепловодоснабжения, при этом они применяются как в виде индивидуальных веществ, так и в составе композиций. Причем используются в основном натриевые полифосфаты, степень ингибирующего действия которых может быть увеличена введением в состав фосфата или композиции двухвалентных катионов и, в особенности цинка. Однако, индивидуальные полифосфаты двухвалентных металлов не нашли применения в качестве ингибиторов коррозии металлов для водных сред из-за их низкой растворимости в воде.

Известно также применение силикат-фосфатных композиций, представляющих собой смесь растворов моно- или полифосфатов с силикатом натрия. Однако эти композиции используются в основном в пресных водах, и почти не используются в водах с повышенным солесодержанием из-за коагуляции силикатов и снижения рабочей концентрации, а, следовательно, и эффективности композиций.

Сведения же о применении в качестве ингибиторов коррозии металлов для водных сред соединений, одновременно содержащих в своей структуре фосфатную и силикатную составляющие, обладающих не только высокой эффективностью, но и бактерицидными свойствами, за исключением работ авторов, в научно-технической литературе отсутствуют.

