

УДК 628.161  
АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ УСТРАНЕНИЯ ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ

А. С. НОСИКОВ, А. Н. ЖОГАЛЬСКИЙ, А. Н. ПАВЛОВСКИЙ  
Учреждение образования  
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ПРОДОВОЛЬСТВИЯ»  
Могилев, Беларусь

При использовании воды для охлаждения технологических аппаратов на поверхности теплообменников происходит образование накипи, которая приводит к значительному ухудшению теплообмена. Интенсивное образование накипи происходит в случае применения воды с высокой карбонатной жесткостью. Считается целесообразным снижать карбонатную жесткость воды до 2 ммоль экв./л. Для этого применяются следующие способы.

Осаждение ионов кальция и магния солями угольной, фосфорной, кремниевой кислот, гидроксидом кальция др. реактивами. Это наиболее простой способ, но, тем не менее, требующий постоянного участия квалифицированного персонала.

Ионный обмен, хотя и относительно дорогостоящий способ, но в настоящее время широко применяющийся на практике. Основной недостаток, это необходимость контроля обменной емкости ионита и его регенерация.

Из таких физических методов как электродиализ, магнитная ионизация и ультразвук наиболее перспективным является электродиализ, позволяющий удалять из воды не только катионы, но и анионы, большинство из которых обладают высокой коррозионной активностью. Магнитная и ультразвуковая обработки не удаляют ионы из раствора, а приводят к образованию осадка, но не на поверхности теплообменника, а в объеме раствора.

В настоящее время развивается направление предотвращения накипеобразования посредством ингибиторов накипеобразования (антинакипинов). Наиболее исследованными являются оксиэтилидендифосфоновая кислота, нитрилотриметилфосфоновая кислота и их производные. На практике также применяются реагенты с товарными названиями: ПАФ–13, СК–110, ингибитор отложения минеральных солей (ИОМС) и их цинковые комплексы ОЭДФ–Zn, ИОМС–Zn, НТФ–Zn. Антинакипины и особенно их комплексы с Zn способны разрушать уже имеющуюся накипь и дополнительно образовывать на металлах антикоррозионную пленку. Недостатком их применения является забивание тонких теплообменных трубок.

Перспективным является применение комплексонов, механизм действия которых основан на включении внутрь молекулы комплексона катионов жесткости. Дополнительным преимуществом комплексонов является их способность растворять уже образовавшиеся осадки. Катионы металлов, попавшие внутрь комплексона, несмотря на нахождение в растворе, не могут проявить себя в действии, то есть участвовать в образовании осадка. Такой прием иногда называется «маскировкой» и его степень определяется константой нестойкости комплексона с соответствующим металлом. Также является перспективным добавка в исходную воду осадителя ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  и др.), далее прохождение раствора через буферную емкость, в которой произойдет укрупнение осадка и случае необходимости удаление его из раствора. Авторами на примере  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  показана возможность применения данного способа. Для работы в автоматическом режиме необходимо дозирование подачи осадителя.