

**УСТРАНЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ КАРБОНАТОМ НАТРИЯ****Павловский А.Н., Огнев М.Ю.****Научные руководители – Носиков А.С., к.т.н., доцент;****Жогальский А.Н., к.х.н., доцент****Могилевский государственный университет продовольствия****г. Могилев, Республика Беларусь**

Жесткость воды является причиной образования накипи на теплообменной поверхности водяных конденсаторов холодильных установок. Применение воды с карбонатной жесткостью 3,5–4 ммоль экв./л вместо рекомендованной 2 ммоль экв./л приводит к необходимости увеличения расхода воды примерно в 5 раз.

Для предотвращения образования накипи применяются такие способы как осаждение, ионный обмен, реакции с антинакипинами и комплексонами, электролиз, магнитная и ультразвуковая обработка воды и др. способы. Сравнительный анализ перечисленных способов показал, что снижать жесткость воды, поступающей для охлаждения конденсаторов холодильных машин, можно осаждением. В качестве осадителя нами выбран такой доступный и дешевый реагент как карбонат натрия ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). Образующийся при осаждении  $\text{CaCO}_3$  имеет при 25 °С значение произведения растворимости  $3,7 \cdot 10^{-9}$ , то есть остаточная жесткость воды, после обработки её стехиометрическим количеством соды, будет составлять 0,12 ммоль экв./л. Следует отметить, что полное удаление жесткости не требуется, так как имеются данные, что буферное действие остаточной жесткости тормозит коррозию железа.

Общую жесткость исходной воды определяли методом титрования воды трилоном Б в присутствии эриохрома черного. Она составила 4,75 ммоль экв./л. Общая жесткость воды показывает общую сумму ионов кальция и магния. Временную или карбонатная жесткость определяли методом титрования воды раствором  $\text{HCl}$  в присутствии метилового оранжевого. Карбонатная жесткость составила 11,1 ммоль экв./л. По данной методике определяется в растворе не содержание  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  и  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ , а концентрация ионов  $\text{HCO}_3^-$ . Из сравнения полученных величин видно, что концентрация гидрокарбонат ионов более чем в два раза превышает концентрацию ионов жесткости. Так как в образовании накипи принимают участие как ионы  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  так и  $\text{HCO}_3^-$ , достаточно удалить из раствора один из видов данных ионов.

Удалить из воды ионы  $\text{HCO}_3^-$  можно посредством добавок кислот по реакции  $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$ . Известно, что кислоты могут не только усиливать коррозию, но и растворять металл теплообменника посредством химической реакции. Сильные кислоты можно применять только в случае коррозионностойких металлов. Для таких металлов как железо, алюминий, медь, наиболее часто применяемых в холодильной технике, даже в случае применения слабых кислот необходим ингибитор коррозии. Следует отметить, что в случае открытой системы концентрация гидрокарбонат ионов может восстанавливаться за счет растворения атмосферного  $\text{CO}_2$ .

Проведенная нами работа по осаждению ионов жесткости содой показала, что добавка эквивалентных количеств соды приводит к образованию осадка. Лимитирующей стадией в цепочке реакция→кристаллизация→осадок является рост кристаллов, поэтому необходима буферная емкость, в которой будет проходить процесс кристаллизации и осаждения кристаллов, которые затем можно отфильтровать.