

О.Б. Дормешкин, зав. кафедрой, д-р техн. наук
А.Д. Воробьев, асп. (БГТУ, г. Минск)
Д.В. Чередниченко, ст. науч. сотр., канд. хим. наук
(ИОНХ НАН Беларуси, г. Минск)

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЙСТВИЯ РЕАГЕНТОВ-ИНГИБИТОРОВ НАКИПЕОБРАЗОВАНИЯ

Вода, благодаря своим физическим свойствам, представляет собой практически идеальный и общедоступный теплоноситель. Для обеспечения оптимального температурного режима протекания процесса в промышленных производствах используются водооборотные циклы. Однако в связи с постоянным ужесточением экологических норм и повышением стоимости забираемой из природных источников воды промышленные предприятия вынуждены сокращать водопотребление путем строительства и модернизации водооборотных систем с повышением коэффициента упаривания.

В связи с этим весьма актуальной является проблема образования отложений накипи в трубопроводах охлаждающих водооборотных систем и, особенно, на теплообменных поверхностях оборудования.

Скорость образования отложений накипи в водооборотных системах, и их количество напрямую зависит от параметров работы системы, а также показателей качества воды, таких как жесткость, щелочность, значение pH, общее солесодержание и др. В общем случае используют показатель стабильности воды. Стабильной считается вода, которая не образует и не растворяет отложения солей жесткости, что обеспечивает непрерывное функционирование охлаждающей оборотной системы в течение длительного периода времени [1]. Степень отклонения состояния водной системы от стабильного показывает ее склонность к накипеобразованию либо протеканию коррозии. Таким образом, можно в определенной степени спрогнозировать скорость и количество образующихся отложений накипи.

Для упрощения практических расчетов введены эмпирические критерии для определения индекса насыщения, или стабильности воды: индекс насыщения Ланжелье, индекс Ризнера и др. [2] При значении индекса насыщения Ланжелье равном 0 (± 1), вода считается стабильной. С увеличением значения коэффициента упаривания увеличивается значение индекса насыщения и, соответственно, тенденция к образованию солеотложений резко возрастает. Для компенсации данного негативного эффекта в состав воды вводят специальные химические соединения – ингибиторы накипеобразования, применение кото-

рых позволяет водной системе оставаться в стабильном состоянии при повышенном значении индекса насыщения в течение длительного промежутка времени.

Существует множество методов оценки эффективности ингибирующего действия реагентов [3]. Однако для большинства данных методов исследования характерны высокие трудоемкость и требования к условиям проведения эксперимента, чистоте используемых реагентов. Общим же недостатком является отсутствие моделирования процессов осадкообразования в динамических условиях и связанная с этим сложность стадийного изучения осаждения карбонатов на поверхности различных материалов.

В данной работе для осуществления метода оценки эффективности реагентов-ингибиторов накипеобразования использовали установку, моделирующую процессы осадкообразования в динамических условиях "PMAC SCL-30P-2A" (пр-во Великобритания), расположенную в Институте общей и неорганической химии НАН Беларуси. Принцип действия установки заключается в динамическом измерении нарастающего в результате накипеобразования дифференциального давления в металлическом капилляре при изменяющихся либо постоянных экспериментальных параметрах.

В качестве модельных систем использовали растворы гидрокарбоната натрия и хлоридов кальция и магния, взятых в количествах, соответствующих параметрам воды из реальных водооборотных систем предприятий. Значение pH регулировали с помощью раствора гидроксида натрия.

В промышленности вода поступает в водооборотную систему из природных источников – поверхностных либо подземных. В зависимости от происхождения содержание примесей в воде может существенно варьироваться. Так, на предприятии ОАО «Завод горного воска» используют воду из артезианских источников, а на предприятии ОАО «Гродно Азот» – речную воду.

Показано, что промежуток времени, необходимый для зарастания капилляра установки отложениями жесткости при исследовании оборотной воды предприятия ОАО «Завод горного воска» значительно меньше, чем для соответствующей воды предприятия ОАО «Гродно Азот», что свидетельствует о более жестких условиях функционирования охлаждающей системы на первом предприятии. Данное заключение также следует из исходных параметров воды, поступающей в водооборотную систему, однако в нашем случае данные результаты являются «отправной точкой», или контрольным (безреагентным) экспериментом для оценки эффективности реагентов-ингибиторов.

Для указанных систем в качестве реагентов-ингибиторов исследован ряд соединений, отличающихся по своему химическому составу и строению, в т.ч. дикарбоновые кислоты, полимерные карбоновые кислоты с различным соотношением полярных/неполярных групп, органофосфаты.

Установлено, что введение в систему двухосновных карбоновых кислот (янтарная, адипиновая, себадиновая кислоты) практически не повлияло на показатели стабильности системы. Введение в систему полимерных карбоновых кислот (полиакриловая кислота, полиметакриловая кислота и их сополимеры) привело к увеличению продолжительности ингибирования в 1,2-1,3 раза. При использовании в качестве реагентов-ингибиторов фосфорорганических соединений (оксиэтилендифосфоновая, аминтриметилфосфоновая, 2-фосфонбутан-1,2,4-три-карбоновая кислоты) длительность работы системы возросла в 2,6-3 раза по сравнению с контрольным, безреагентным вариантом.

В исследованном ряду соединений фосфорорганические ингибиторы проявили максимальную ингибирующую способность, что связано, вероятно, с их способностями образовывать прочные комплексы с ионами кальция и магния. Полимерные карбоновые кислоты также влияют на стабильность в системе, однако незначительно.

Таким образом, указанный метод оценки эффективности позволяет провести сравнительный анализ реагентов-ингибиторов различного состава и строения в динамических условиях, что обеспечивает более высокую точность и надежность результатов по сравнению с другими методами. Кроме того, сравнительная характеристика ингибирующей способности данных веществ, полученная с помощью описанного метода может служить основой для разработки реагентных режимов водоподготовки для охлаждающих оборотных циклов промышленных предприятий.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Фрог, Б.Н. Водоподготовка / Б.Н. Фрог, А.П. Левченко – М.: Ассоц. строит. вузов, 2007:
- 2 Flynn, D.J. Nalco Water Handbook / D.J. Flynn, - McGraw-Hill, 2009
- 3 Чаусов, Ф.Ф. / Журнал химия и химическая технология, 2008. Т. 51. Вып. 5. С. 63-67