

Снижение коррозионной активности воды и скорости осадко- и накипеобразования как фактор эффективности и надежности работы оборудования

М.Л. Галкин (ООО «Спектропласт»)

Выбор марочного ассортимента сталей при конструировании и изготовлении изделий на машиностроительных предприятиях в определенной мере обусловлен их коррозионной стойкостью при хранении и эксплуатации. Проблема коррозии столь серьезна, что в ряде случаев конструкторы вынуждены отказаться от использования дешевых и механически прочных черных сталей и применять в конструкциях коррозионно-стойкие стали или предусматривать нанесение на поверхность изделия коррозионно-стойких покрытий. Это, в свою очередь, может приводить к снижению эффективности работы оборудования, например теплообменного, а также к значительному удорожанию как исходных материалов, так процесса переработки этих материалов.

Возможность использования черных сталей в оборудовании увеличивается при применении ингибиторов коррозии, которые вводят непосредственно в вызывающую коррозию среду, например в воду, для снижения ее агрессивности (в водооборотных системах, при гидравлических испытаниях, в охлаждающих жидкостях и т.д.) или наносят на поверхность металла (при хранении, транспортировке заготовок и изделий и т.д.).

Однако большинство известных ингибиторов коррозии защищают металлы либо только в воде, либо только во влажной атмосфере. Поэтому проблемы коррозии резко обостряются в ситуациях, когда вода лишь частично покрывает поверхность металла, например, при эксплуатации емкостного оборудования и ванн, частично заполненных водой, при проведении операций по очистке металличе-

ской поверхности, при выпадении росы на поверхность изделия, при хранении и транспортировке и т.д.

Кроме того, широко используемые ингибиторы коррозии часто содержат в своем составе хром, цинк, амины и другие токсичные и экологически опасные вещества. Использование нетоксичных ингибирующих компонентов, в частности фосфатов, силикатов и карбонатов, осложняется малой растворимостью многих их солей, что приводит к образованию отложений и накипи на поверхности защищаемых изделий.

В случае теплообменного оборудования образующиеся накипно-коррозионные отложения сужают проходное сечение каналов охлаждения, в результате чего снижается скорость течения хладагента и, следовательно, ухудшается теплообмен.

Простые расчеты показывают, что образование на поверхности канала охлаждения слоя отложений толщиной, равной 10% диаметра канала, приводит к снижению скорости течения воды (при прочих равных условиях) на 36%.

Предотвращение образования накипно-коррозионных отложений, а также эффективное устранение уже образовавшихся отложений способствует стабилизации и интенсификации теплообмена, т.е. повышению производительности. В работе [1] были рассчитаны значения коэффициента теплопередачи K для двух наиболее распространенных марок сталей – углеродистой качественной конструкционной стали марки Ст30 («черная» сталь) и высококачественной стали марки 30ХН3А (коррозионно-стойкая сталь) при наличии и отсутствии накипно-коррозионных отложений.

Таблица 1

Исходные данные для расчета и рассчитанные значения термических сопротивлений стенки матрицы, изготовленной из разных материалов, и слоя отложений различного состава на поверхности термостатирующих каналов формы

Объект	Материал матрицы или основной компонент отложений	Исходные данные		Термическое сопротивление R , м ² К/Вт
		Теплопроводность λ , Вт/(м·К)	Толщина δ , м	
Матрица	Ст 30	75,5	$6 \cdot 10^{-3}$	$0,79 \cdot 10^{-4}$
	30ХН3А	33,7	$6 \cdot 10^{-3}$	$1,78 \cdot 10^{-4}$
Отложения	CaCO ₃	2,4	$1 \cdot 10^{-3}$	$4,17 \cdot 10^{-4}$
	Fe ₂ O ₃	1,3	$1 \cdot 10^{-3}$	$7,69 \cdot 10^{-4}$
	Fe(OH) ₂	1,2	$1 \cdot 10^{-3}$	$8,33 \cdot 10^{-4}$

Таблица 2

Коэффициент теплопередачи K сквозь двухслойную стенку матрицы литейной формы и слоя отложений по сравнению с вариантом отсутствия отложений

Материал матрицы	Наличие отложений	K , Вт/(м ² К)
Ст 30	Отсутствуют	12 580
	Присутствуют	1 096
30ХН3А	Отсутствуют	5 620
	Присутствуют	990

Таблица 3

Скорость коррозии в воде некоторых металлов (результаты сравнительных испытаний)

Материал образца	Скорость коррозии при температуре испытания, мм/год			
	20°C		70°C	
	Без ингибиторов	С ингибиторами СП-В	Без ингибиторов	С ингибиторами СП-В
Сталь Ст20	0,5	0,01	1,0	0,02
Ржавая сталь Ст20	1,1	0,02	2,8	0,03
Сталь/Медь	0,8	0,01	1,2	0,01

Примечание. Жесткость воды ~10 моль/м³; содержание концентратов ингибиторов – 5% мас.

Исходные данные для расчета приведены в табл. 1, результаты расчета – в табл. 2.

Полученные данные наглядно свидетельствуют о решающем влиянии слоя накипно-коррозионных отложений на коэффициент теплопередачи и, следовательно, на интенсивность теплообмена. Следует заметить также, что значительная шероховатость поверхности каналов охлаждения с накипно-коррозионным слоем способна при определенных условиях вызывать изменение режима течения воды в пограничном слое с ламинарного на турбулентный и существенно повысить тем самым гидравлическое сопротивление в системе охлаждения, снизив при этом эффективность теплообмена. Поэтому столь важно применение в составе воды ингибиторов коррозии и отложения солей. Кроме того, применение ингибиторов дает возможность использовать для изготовления деталей оборудования обладающие большей теплопроводностью и к тому же более дешевые марки сталей, что дает немалый дополнительный технико-экономический эффект [2].

Для уменьшения коррозионной активности воды и снижения скорости осадко- и накипеобразования специалистами ООО «Спектропласт» разработаны комплексные добавки – концентраты ингибиторов коррозии и отложения солей СП-В, которые позволяют в десятки раз уменьшить коррозионную активность воды и ее способность вызывать выпадение осадков, при этом одновременно

уменьшается коррозионная агрессивность паров воды.

В табл. 3 показаны результаты коррозионных испытаний в сопоставимых условиях образцов стальных труб при различных температурах, погруженных в водную среду, содержащую и не содержащую ингибиторы коррозии СП-В-10-0. Использование последних позволяет более чем в 50 раз снизить скорость коррозии, а также на порядок замедлить отложение солей. Установлено замедление отложения солей по ТУ 2415-006-11490846-04 п. 5.5 для стали Ст20 в 12 раз при 20°C и в 5 раз при 70°C.

Таким образом, применение ингибиторов коррозии марки СП-В при эксплуатации металлических изделий в погруженном и полупогруженном состоянии, опрессовке оборудования в процессе пусконаладки и при испытании изделий гидростатическим давлением, при промывочных операциях в ваннах гальванических производств, при термостатировании технологических процессов (в реакторах, технологических емкостях, трубопроводах и т.п.) может дать следующие положительные результаты:

- уменьшение себестоимости деталей за счет обоснованного применения более дешевых марок сталей (например, углеродистых взамен коррозионно-стойких) и меньшей трудоемкости изготовления деталей;
- сокращение времени обслуживания оборудования, включая время на консервацию и расконсервацию;

- увеличение срока службы оборудования (ориентировочно на 20–30%);
- снижение частоты ремонтов узлов оборудования;
- увеличение срока службы и надежности системы термостатирования, в том числе благодаря уникальной способности защищать металл в каналах охлаждения при отключении их от поступления воды, без просушки и консервации в течение длительного (более года) времени;
- улучшение размерной точности изделий и других показателей качества;
- повышение стабильности и интенсивности теплообмена;
- сокращение цикла охлаждения;
- расширение вариантов рационального размещения и конструктивного исполнения каналов охлаждения в оборудовании.

Концентрат ингибиторов коррозии и отложения солей марки СП-В вводят в воду в количестве 0,5–7% в зависимости от качества воды и марок сталей, температуры и длительности эксплуатации.

При применении СП-В для защиты в атмосферных условиях от коррозии металлических поверхностей (металлическое оборудование, изделия и заготовки из черных сталей) используют его 3%-ный водный раствор; при этом затраты на 1 м² консервируемой металлической поверхности составляют менее 12 руб.

Концентраты СП-В изготавливаются по ТУ 2415-006-11490846-04, они нетоксичны и экологически безопасны, имеют санитарно-эпидемиологическое заключение № 77.01.12.241.П.12016.05.4 от 31.05.04, разрешающее их применение в пищевых производствах и в жилых домах.

Список литературы

1. Генель Л.С., Галкин М.Л., Корнева Т. М., Брагинский В. А. Ингибиторы коррозии и отложения солей в системах охлаждения литейных форм // Полимерные материалы. 2006. №4.
2. Басов Н.И., Брагинский В.А., Казанков Ю.В. Расчет и конструирование формующего инструмента для изготовления изделий из полимерных материалов. М.: Химия, 1991.