

Повышение эксплуатационной надежности абсорбционных бромистолитиевых холодильных машин и термотрансформаторов

Канд. техн. наук, доц. **О.В. ВОЛКОВА**,
д-р техн. наук, проф. **А.В. БАРАНЕНКО**,
д-р техн. наук, проф. **Л.С. ТИМОФЕЕВСКИЙ**
(СПбГУНиПТ)

Абсорбционные бромистолитиевые холодильные машины (АБХМ) и термотрансформаторы (АБТТ) широко применяют в различных отраслях промышленности. Однако из-за высокой коррозионной активности водного раствора бромида лития по отношению к конструкционным материалам снижается срок их эксплуатации, выходят из строя узлы и трубные пучки аппаратов. На коррозионные процессы, протекающие в АБХМ и АБТТ, заметно влияют температуры и концентрации водного раствора бромида лития, скорость движения рабочего раствора в теплообменных аппаратах, изменение агрегатного состояния веществ, наличие некоторого количества кислорода воздуха в аппаратах и ряд других факторов.

Использование коррозионноустойчивых конструкционных материалов и эффективных ингибиторов коррозии позволяет повысить эксплуатационную надежность и уменьшить металлоемкость агрегатов.

В настоящей работе приведены результаты исследования коррозионной стойкости различных конструкционных материалов в водном растворе бромида лития и защитных свойств некоторых ингибиторов коррозии.

Динамические коррозионные испытания проводили в условиях испарения раствора — конденсации водяного пара по методике, изложенной в работе [1]. Температура раствора и массовая доля в нем бромида лития определялись режимом работы генератора второй ступени, подверженного максимальным коррозионным разрушениям, и составляли соответственно 160 °С и 64 %.

Объектами испытаний служили углеродистая сталь ВСт.3 Сп, нержавеющая сталь 12Х18Н10Т и медные сплавы МНЖ 5-1 и МНЖ Мц 30-1-1.

Образцы из нержавеющей и углеродистой сталей были выполнены в виде пластин размерами 30×20×3 мм, а из медных сплавов — в виде полуколец размерами 30×16×1 мм. Коррозионную стойкость материалов определяли гравиметрическим способом.

Рабочие растворы готовили из бромида лития марки "ч". Концентрацию раствора определяли прямым титрованием ионов Br по методике [3].

Результаты коррозионных испытаний различных конструкционных материалов в течение 1000 ч в 64%-ном растворе бромида лития при температуре 160 °С представлены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, раствор бромида лития характеризуется высокой коррозионной активностью по отношению к углеродистым сталям. При значительной скорости общей коррозии [до 1,7 г/(м²·ч)] локальные коррозионные разрушения

стали ВСт. 3 Сп имеют место при контакте ее со всеми фазами рабочего раствора.

Сравнительно невысокая коррозионная стойкость в условиях испытания у медного сплава МНЖ 5-1 [$K=0,06...0,08$ г/(м²·ч)]. В паровой фазе и на границе раздела фаз в образцах из этого сплава встречаются язвенные и точечные разрушения. Скорость коррозии медного сплава МНЖ Мц 30-1-1 незначительна при контакте со всеми фазами рабочего раствора. Только в образцах, находящихся в растворе в паровой фазе, обнаружена точечная коррозия.

Из исследованных материалов наибольшую коррозионную стойкость имеет нержавеющая сталь 12Х18Н10Т [$K=0,002...0,011$ г/(м²·ч)]. Однако опыт промышленного использования нержавеющей стали показал, что теплообменные трубы из стали 12Х18Н10Т подвержены коррозионному растрескиванию.

Полученные результаты свидетельствуют о возможности использования в аппаратах АБХМ и АБТТ теплообменных труб из медных сплавов МНЖ 5-1 и МНЖ Мц 30-1-1, а также обечаяк и трубных решеток из углеродистой стали ВСт.3 Сп, но при обязательном ингибировании рабочего раствора. Основное требование к ингибиторам — высокая эффективность по

It is shown that corrosion resistance of carbon steels and copper alloys being in contact with aqueous solutions of lithium bromide in liquid and vapor phases is ensured with the help of inhibitory composition consisting of lithium chromate, lithium hydroxide, K-inhibitor and surface-active substances (SAS).

отношению и к медным сплавам, и к углеродистым сталям, контактирующим со всеми фазами рабочего раствора.

Для интенсификации процессов тепло-массопереноса в аппаратах АБХМ и АБТТ применяют поверхностно-активные вещества (ПАВ) [2,4]. Поэтому ингибиторы должны быть совместимыми с ПАВ. Исходя из сказанного, перспективными считают ингибиторные композиции, состоящие из неорганических ингибиторов, защищающих конструкционные материалы при контакте с жидкой фазой раствора, а также из органических — при контакте с паровой фазой и на границе раздела фаз и ПАВ.

Эффективные ингибиторы, предотвращающие коррозию углеродистых сталей при контакте с жидкой фазой раствора бромида лития, — это хроматы, относящиеся к пассиваторам [6]. Известно, что хроматы защищают от коррозии почти все металлы [5].

Для защиты углеродистых сталей и медных сплавов в нейтральных средах применяют комплексообразователи, создающие с ионами Fe и Cu устойчивые комплексные соединения и формирующие на поверхности металлов прочные защитные пленки [5].

Для определения наиболее эффективных ингибиторов провели предварительные испытания медных сплавов в 62–64%-ном растворе бромида лития с ингибирующими добавками при 160 °С в течение 100 ч. По результатам этих испытаний предложен ингибитор-комплексообразователь, обеспечивающий высокую степень защиты медных сплавов при контакте с раствором в паровой фазе и на границе раздела фаз (К-ингибитор).

Дальнейшие испытания наиболее перспективных ингибиторных композиций проводили в течение 1000 ч.

Полученные результаты, представленные в табл. 2, показывают, что хромат лития (0,18 %) в сочетании с гидроксидом лития (0,1 %) обеспечивает 93–96%-ную

Таблица 1

Материал образца	Скорость коррозии K , г/(м²·ч)		
	Жидкая фаза	Граница раздела фаз	Паровая фаза
ВСт.3 Сп	1,71*	1,28**	0,16*
МНЖ 5-1	0,058	0,073***	0,076**
МНЖ Мц 30-1-1	0,028	0,027	0,004***
12Х18Н10Т	0,002	0,002	0,011

*Питтинговая коррозия. **Язвенная коррозия. ***Точечная коррозия.

Материал образца	Состав ингибирующей добавки	Жидкая фаза		Граница раздела фаз		Паровая фаза	
		Скорость коррозии K , г/(м ² ·ч)	Степень защиты Z , %	Скорость коррозии K , г/(м ² ·ч)	Степень защиты Z , %	Скорость коррозии K , г/(м ² ·ч)	Степень защиты Z , %
МНЖ 5-1	$\text{Li}_2\text{CrO}_4(0,18\%) - \text{LiOH}(0,1\%)$	0,004	93,1	0,179*	—	0,075	—
	$\text{Li}_2\text{CrO}_4(0,18\%) - \text{LiOH}(0,1\%) - \text{К-ингибитор}$	0,0015	97,4	0,0018	97,5	0,0025	96,7
	$\text{Li}_2\text{CrO}_4(0,18\%) - \text{LiOH}(0,1\%) - \text{К-ингибитор-ПАВ}$	—	100	0,0004	99,5	0,0028	96,3
	—	—	—	—	—	—	—
МНЖ Мц 30-1-1	$\text{Li}_2\text{CrO}_4(0,18\%) - \text{LiOH}(0,1\%)$	0,001	96,4	0,006	—	0,0007**	—
	$\text{Li}_2\text{CrO}_4(0,18\%) - \text{LiOH}(0,1\%) - \text{К-ингибитор}$	—	100	0,0004	98,5	0,0003	92,5
	$\text{Li}_2\text{CrO}_4(0,18\%) - \text{LiOH}(0,1\%) - \text{К-ингибитор-ПАВ}$	—	100	—	100	—	100
	—	—	—	—	—	—	—
В Ст. 3 Сп	$\text{Li}_2\text{CrO}_4(0,18\%) - \text{LiOH}(0,1\%) - \text{К-ингибитор-ПАВ}$	—	100	—	100	—	100

Примечание. Коррозионная стойкость материалов в водном растворе бромид лития с различными ингибиторами определена за 1000 ч при $t = 160^\circ\text{C}$ и массовой доле бромида лития 6–64 %.

*Язвенная коррозия. **Точечная коррозия.

защиту медных сплавов в растворе бромида лития.

Совместное использование К-ингибитора с хроматом и гидроксидом лития позволяет обеспечить 97%-ную защиту сплава МНЖ 5-1 в рабочем растворе во всех фазах. Степень защиты сплава МНЖ Мц 30-1-1 при контакте с жидкой фазой раствора и на границе раздела фаз составляет 98–100 %, а при контакте с паровой фазой — 92,5 %.

Добавление ПАВ усиливает действие указанных ингибиторов, обеспечивая 100%-ную защиту сплава МНЖ Мц 30-1-1 и стали ВСт. 3 Сп при контакте со всеми фазами рабочего раствора, а также сплава МНЖ 5-1 в жидкой фазе раствора

и на границе раздела фаз, не изменяя степени защиты МНЖ 5-1 в паровой фазе.

Таким образом, ингибиторная композиция, состоящая из хромата лития, гидроксида лития, К-ингибитора и ПАВ, обеспечивает практически 100%-ную защиту медных сплавов МНЖ 5-1, МНЖ 30-1-1 и углеродистой стали ВСт. 3 Сп во всех фазах раствора бромида лития при 160°C и массовой доле бромида лития 62–64 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ингибиторы для защиты от коррозии сталей в водосолевых растворах/ А.В.Бараненко, О.В.Волкова, И.И.Орехов, А.П.Будневич//Холодильная техника.— 1988. № 8.

2. Клишневский М.Х. Некоторые результаты современных теоретических работ в области абсорбции//Теоретические основы химической технологии.1967.Т.1.№ 6.

3. Крешков А.П. Основы аналитической химии.—М.: Госхимиздат, 1965.

4. Крылов В. С. Теоретические аспекты интенсификации процессов межфазного обмена//Теоретические основы химической технологии.1983. Т.17. № 1.

5. Кузнецов Ю.И. Органические ингибиторы коррозии металлов в нейтральных водных растворах//Коррозия и защита от коррозии.1978. № 7.

6. Орехов И.И., Тимофеевский Л.С., Караван С.В. Абсорбционные преобразователи теплоты.—Л.: Химия, 1989.



Лицензия № 24Г-0348 от 01.04.99.

**Факультет повышения квалификации
Санкт-Петербургского государственного
университета низкотемпературных
и пищевых технологий осуществляет
по заявкам предприятий и частных
лиц обучение по следующим
направлениям :**

- технология и оборудование производства молочных, мясных, рыбных продуктов, продуктов детского и диетического питания, хлеба, макаронных и кондитерских изделий;
- технология пивоварения и виноделия;
- технология хранения и переработки картофеля, овощей и фруктов, дикорастущих ягод и грибов;
- консервирование пищевых продуктов;
- аммиачные и хладоновые холодильные машины и установки любой производительности (включая бытовые и торговые);
- оборудование и системы вентиляции и кондиционирования воздуха;
- воздуходелительные машины и установки, получение осушенных газов.

Программы и сроки обучения максимально учитывают пожелания слушателей.

**Наш адрес: 191002 С-Петербург, ул. Ломоносова, 9, ауд. 1312.
Тел. 314-75-69, тел./факс 311-52-14.**