

КОРРОЗИЯ:

материалы, защита

3

2009

Издается с июля 2003 г.

Рекомендован ВАК для публикации результатов диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук по специальности «Технологии электрохимических процессов и защита от коррозии»

Автор(ы) статьи передает(ют) *исключительное право* издательству ООО «Наука и технологии» на ее публикацию в любой форме в данном журнале и его зарубежных аналогах. Гонорар выплачивается только за русскоязычное издание

С 2007 г. журнал переводится на английский язык и выпускается издательством «Pleiades Publishing, Ltd» как приложение к журналу «Protection of Metals», распространение которого осуществляет издательство «Springer»

Главный редактор
академик РАН А. Ю. ЦИВАДЗЕ
Заместитель главного редактора
проф., д-р хим. наук
Ю. И. КУЗНЕЦОВ

Редакционная коллегия

АНДРЕЕВ Н. П.
БАШНЫХ О. А.
БУРЛОВ В. В.
ВАГРАМЯН Т. А.
ГОЛОВИН В. А.
ГОРЫНИН И. В.
ЗОЛотов Ю. А.
КАБЛОВ Е. Н.
ЛАХОТКИН Ю. В.
ЛЕОНТЬЕВ Л. И.
МАРШАКОВ А. И.
МИХАЙЛОВ А. А.
МОИСЕЕВА Л. С.
ОЛЕЙНИК С. В.
ПЕТРОВ Н. А.
ПЕТРОВСКИЙ Г. Т.
ПОЛУКАРОВ Ю. М.
ПРИТУЛА В. В.
РЫБИН В. В.
СЕРГИЕНКО В. И.
СТЕПАНОВА В. Ф.
ФРИДЛАНДЕР И. Н.
ЧУЖКО Р. К.
ЩЕРБАКОВ А. И.

Ответственный секретарь

канд. хим. наук
ЧИРКУНОВ А. А.

При использовании материалов журнала в любой форме
ссылка на журнал обязательна.

За достоверность информации и рекламы ответственность
несут авторы и рекламодатели.

Адрес издательства: 107076, Москва,
Стромынский пер., 4/1

e-mail: admin@nait.ru
http://www.nait.ru

Тел./факс: (499) 164-47-74, (499) 269-20-40,
Телефон редакции: (499) 268-39-23
E-mail: sokol@nait.ru

© ООО «Наука и технологии», 2009

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ КОРРОЗИИ

Чиркунов А. А., Филиппов И. А., Мурзабекова Т. Г., Сорокина О. В.
Влияние полиакрилатов натрия на коррозию низкоуглеродистой стали
в мягкой воде. 1

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ КОРРОЗИИ

Алцыбеева А. И., Бурлов В. В., Кузинова Т. М., Соколов В. Л.,
Решетников С. М. Питтинговая коррозия сталей в условиях первичной
переработки нефти. 6

ИНГИБИТОРЫ КОРРОЗИИ

Григорьев В. П., Шпанько С. П., Нассар А. Ф., Богинская В. В.,
Бурлов А. С. Влияние температуры и кислотности растворов на чувстви-
тельность защитного действия смесей ингибиторов двух реакционных
серий к изменению полярности заместителей в их молекулах 10
Моисеева Л. С., Айсин А. Е., Углова Е. С. Применение метода регрес-
сионного анализа при описании ингибирования коррозии углеродистой
стали в оборотных циклах холодного водоснабжения ГПЗ 14
Кузнецов Ю. И., Вагапов Р. К., Гетманский М. Д. Возможности инги-
бирования коррозии оборудования и трубопроводов в нефтегазовой
промышленности. 20

ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ

Шаталов В. К., Карабахина Т. Ю. Микродуговое оксидирование
поверхностей крупногабаритных сварных конструкций 25

КОНВЕРСИОННЫЕ ПОКРЫТИЯ

Мазурова Д. В., Григорян Н. С., Акимова Е. Ф., Абрашов А. А.,
Ваграмян Т. А., Харламов В. И. Одновременное фосфатирование стали,
оцинкованной стали и алюминия. 27

КОРРОЗИЯ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Немировский Б. А., Гурьев В. В., Спорыхин Б. Б. Исследование адгезии
жидкостекольного кладочного раствора к кислотоупорной керамике
в антикоррозионных футеровках 33

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ КОРРОЗИЯ

Жданова Г. В., Ковальчук Ю. Л. Биологическая коррозия конструк-
ционных материалов предприятий атомной энергетики 36

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И КОРРОЗИОННЫЙ МОНИТОРИНГ

Разыграев В. П., Лебедева М. В., Головин В. А. К методике электро-
химической идентификации оксидов меди в растворах хлоридов 41

ИНФОРМАЦИЯ

Руснанотех-08: Международный форум по нанотехнологиям 45

ной массы ПА снижается эффективность торможения катодной реакции на стали цинк-полимерной композицией.

3. Более эффективны смеси цинкфосфонатного ингибитора с ПА, хотя это наблюдается лишь в случае небольшой доли полимера. Однако учитывая известную способность ПАН уже при низких концентрациях ингибировать солеотложение, можно ожидать, что такие смеси будут являться более технологичными реагентами.

Авторы выражают глубокую признательность проф., д-ру хим. наук Ю. И. Кузнецову за всестороннюю поддержку и помощь в обсуждении результатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Pat. US N 4512552(1985) / Sakae Katayama, Tadahiko Asano, Kazuo Marugame et al.
2. Pat. US N 4351796 (1982) / Marshall A.
3. Pat. US N 4529572 (1985) / Romberger J. A., Blaser L. J.
4. Edwards B. C. // Corros. Sci. 1969. V. 9. P. 395—404.
5. Boffardi B. P. // ASHRAE Journal 1999. V. 41. N 5. P. 52—56.
6. Andrew R. H. C., Ashworth V. // British Corrosion J. 1974. V. 9. N 4. P. 238—243.
7. Осипова Е. А. // Соросовский образовательный журн. 1999. № 8. С. 40—47.
8. Kuznetsov Yu. I. Organic Inhibitors of Corrosion of Metals. 1996. New York: Plenum Press. 283 p.
9. Frenier W. // Proc. of the 9th European Symposium on Corrosion Inhibitors. Ferrara (Italy). 2000. P. 1—37.
10. Patel S. // Corrosion/98. NACE, Houston, 1998. Paper 225.
11. Кузнецов Ю. И. // Успехи химии. 2004. Т. 73. № 1. С. 79—93.

ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ КОРРОЗИИ

УДК 620.193:665.6

Питтинговая коррозия сталей в условиях первичной переработки нефти

А. И. Алцыбеева¹, В. В. Бурлов¹, Т. М. Кузина¹, В. Л. Соколов²,
С. М. Решетников³

¹ ОАО "Всероссийский научно-исследовательский институт нефтехимических процессов", Санкт-Петербург

² ООО "ПО "Киришинефтеоргсинтез", Кириши

³ Удмуртский государственный университет, Ижевск

E-mail: altsybeeva@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 27.11.2008.

Исследована склонность к питтинговой коррозии сталей 08X13, 08X22H6T, 12X18H10T, 015X18M2B, 08X21H6M2T, 10X17H13M3T и углеродистой стали 20 в рабочем режиме эксплуатации установок первичной переработки нефти химическим и электрохимическим (гальваностатической и потенциодинамической поляризации) методами ГОСТ 9.912 — в водных растворах электролитов, содержащих ионы Cl^- , SO_4^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, моделирующих конденсаты пропаривания оборудования при подготовке к ремонтам. Установлено, что наибольшей склонностью к питтинговой коррозии во всех режимах эксплуатации обладает сталь 08X13 — основной материал плакирующего слоя колонн переработки нефти, что является главной причиной коррозионного растрескивания сварных швов, околошовных зон и плакирующего слоя. Показано, что наиболее устойчивы к питтинговой коррозии стали 015X18M2B, 08X21H6M2T и 10X17H13M3T во всех режимах эксплуатации установок. Показана целесообразность рассмотрения вопроса о замене стали 08X13 на 015X18M2B для плакирования колонн и использования при изготовлении оборудования сталей 10X17H13M3T и 08X21H6M2T взамен сталей типа 12X18H10T.

Обоснованный выбор конструкционных металлов и методов изготовления оборудования является одним из ключевых моментов современной системы защиты от коррозии установок переработки нефти. Опыт работы НПЗ свидетельствует о необходимости существенных корректировок проектных нормативов в части выбора конструкционных материалов: склонность металла к локальным видам коррозии должна являться определяющим фактором в сравнении с величиной общей коррозии.

В сообщении [1] нами показано, что в колоннах всех блоков первичной переработки нефти, изготовленных с плакирующими слоями из стали 08X13, в процессе эксплуатации коррозионному растрескиванию подвергаются сварные швы, околошовные зоны и металл плакировки. Главной причиной этого является высокая склонность стали 08X13 к питтинговой коррозии во всех режимах эксплуатации установок. Появление питтингов на металлических поверхностях приводит к снижению коррозионной стойкости и ухудшению меха-

1. Средние скорости коррозии сталей в колоннах первичной переработки нефти Киришского НПЗ по результатам двухгодичных промышленных испытаний в рабочем режиме (в числителе средняя скорость общей коррозии, мм/год; в знаменателе показатели питтинга)

Колонна	Скорость коррозии, мм/год					
	08X13	015X18M2Б	08X22H6T	08X21H6M2T	10X17H13M3T	12X18H10T
Эвапорационная	0,002/0,09 пт	0,0002	0,00006	0,00006	0,00007	0,002/0,055 пт
Атмосферная	0,01/0,20 пт	0,0010	0,0030	0,0020	0,0020	0,025/0,10 пт
Отпарная атмосферная (стриппинг)	0,005/0,05 пт	0,0001	0,0001	0,00002	0,00004	0,0002/0,04 пт
Стабилизационная	0,2/0,12 пт	0,0002	0,003/0,03 пт	0,0004	0,0001	0,001/0,12 пт
Вторичной ректификации бензинов	0,002/0,05 пт	0,0003	0,0005	0,0003	0,0001	0,001/0,05 пт
Вакуумная	0,001/0,06 пт	0,0003	0,0001	0,00001	0,00001	0,0005/0,03 пт

П р и м е ч а н и е. Образцы были размещены в верху колонн.

нических свойств оборудования и зачастую — к внезапному разрушению и аварийным ситуациям. В связи с этим поиск конструкционных металлов с высокой питтингостойкостью в качестве материала плакирующего слоя колонн и других аппаратов является крайне важной задачей.

С целью создания базы данных для решения вопроса о выборе конструкционных металлов при проектировании и реконструкции установок нами проведены коррозионные промышленные испытания в рабочем режиме первичной переработки нефти (по методике, описанной в [1]) и лабораторные исследования стойкости к питтинговой коррозии ряда сталей различных классов в растворах электролитов — моделях водных коррозионных сред.

В табл. 1 приведены данные по средним скоростям коррозии некоторых из исследованных сталей в рабочем режиме эксплуатации колонн всех блоков установок Киришского НПЗ. Наибольшей стойкостью к питтинговой коррозии в рабочем режиме переработки нефти обладают стали с добавками молибдена: ферритная 015X18M2Б, аустенитно-ферритная 08X21H6M2T и аустенитная 10X17H13M3T.

Однако коррозионные проблемы при переработке нефти определяются совокупным воздействием на металл технологических сред на всех этапах эксплуатации. Агрессивность отложений в аппаратах и конденсатов пропаривания установок сопоставимы с коррозионной агрессивностью

нефти и перерабатываемых технологических сред. Содержание агрессивных соединений в перерабатываемой нефти приведено в табл. 2. Состав отложений в колоннах переработки нефти следующий, % (мас.): $Fe^{2+} + Fe^{3+} \leq 55$; $S_{общ} \leq 28$; $S^{2-} \leq 24$; $SO_4^{2-} \leq 20$; $Cl^- \leq 0,8$; pH водной вытяжки 3,3—6,5. Конденсаты отпаривания колонн содержали, мг/дм³: $Fe^{2+} + Fe^{3+} \leq 170$; $S^{2-} \leq 4,9$; $SO_4^{2-} \leq 800$; $SO_3^{2-} \leq 95$; $S_2O_3^{2-} \leq 17$; $Cl^- \leq 2300$; pH 3,2—6,3.

Наличие ионов Fe^{2+} и Fe^{3+} в отложениях далеко не всегда свидетельствует о сплошной, сцепленной с металлом пленке оксидов и сульфидов, экранирующей металл от дальнейшего растворения. Несплошная, отслаивающаяся пленка может увеличить скорость коррозии за счет того, что анодный процесс локализован на чистом металле, а катодный — распределен по всей поверхности, включая часть, покрытую отложениями.

Тиосульфат-, сульфит-, сульфид- и хлорид-ионы в конденсатах пропаривания являются активаторами питтингообразования и коррозионного растрескивания. Отложения различной природы и происхождения и оставшиеся на стенках оборудования конденсаты пропаривания могут не только интенсифицировать, но и изменить характер коррозионных процессов при последующей эксплуатации в рабочем режиме.

Лабораторные исследования склонности приведенных в табл. 1 сталей к питтинговой коррозии при пропаривании оборудования были проведены в водном растворе, моделирующем, как показано в [2], состав конденсатов пропаривания основного оборудования, эксплуатируемого на современном НПЗ (в том числе установок гидроочистки, риформинга и др.): $[Cl^-] = [SO_4^{2-}] = 500$ мг/дм³, $[S_2O_3^{2-}] = 50$ мг/дм³* по химическому и электрохимическому (гальваностатической и потенциоди-

* За исключением стали 08X13 — см. рисунок.

2. Среднее содержание агрессивных соединений в нефти, перерабатываемой на Киришского НПЗ

Нефть	pH _{вв} *	Содержание агрессивных соединений		
		Cl ⁻ , мг/дм ³	S _{общ} , % (мас.)	H ₂ O, % (об.)
Сырая	≤5,8	≤56	≤2	≤2
Обессоленная	≤5,6	≤6	≤2	≤0,2
Отбензиненная	≤6,8	≤25	≤1,4	Отс.

* pH_{вв} — pH водной вытяжки.

намической поляризации) методом ГОСТ 9.912 [3]. Основные результаты сведены в табл. 3.

Кривые поляризации снимали в естественно аэрируемых модельных растворах на потенциостате IPC-Pro с двухкоординатным самописцем ПДА-1 в открытой стеклянной трехэлектродной ячейке ЯСЭ-4. В качестве задатчика потенциала и постоянного тока использовали программатор ПР-8. На рисунке приведены кривые поляризации некоторых из исследованных сталей.

Из полученных данных следует, что в водном растворе электролита питтинги образуются на сталях 08X13, 08X22H6T и 12X18H10T, что совпадает с результатами промышленных испытаний в рабочем режиме переработки нефти. На потенциодинамических кривых стали 08X13 (см. рисунок) отсутствует область пассивации, а E_{pc} — минимальный гальваностатический потенциал питтинговой коррозии практически совпадает с E_{cor} (см. табл. 3). Разница между характеристическими потенциалами стали 08X13 в модельных растворах двух составов незначительна. Для стали 08X13 характерна самая высокая скорость коррозии в ряду исследованных сталей (см. табл. 3). Стали аустенитно-ферритного (08X22H6T) и аустенитного (12X18H10T) классов, не содержащие добавок молибдена, также обладают низкой стойкостью к питтинговой коррозии.

Легирование сталей любого класса молибденом резко увеличивает их питтингостойкость. Для этих сталей характерна самая широкая область пассивации (см. для примера на рисунке — стали 015X18M2Б и 08X21H6M2T) и максимальные значения потенциалов E_{pc} , E_{np} , E_b (см. табл. 3).

По стойкости к питтинговой коррозии в водном растворе электролита, содержащем ионы Cl^- , SO_4^{2-}

и $S_2O_3^{2-}$, исследованные стали располагаются в ряд: 08X21H6M2T > 015X18M2Б > 10X17H13M3T > 12X18H10T > 08X22H6T > 08X13.

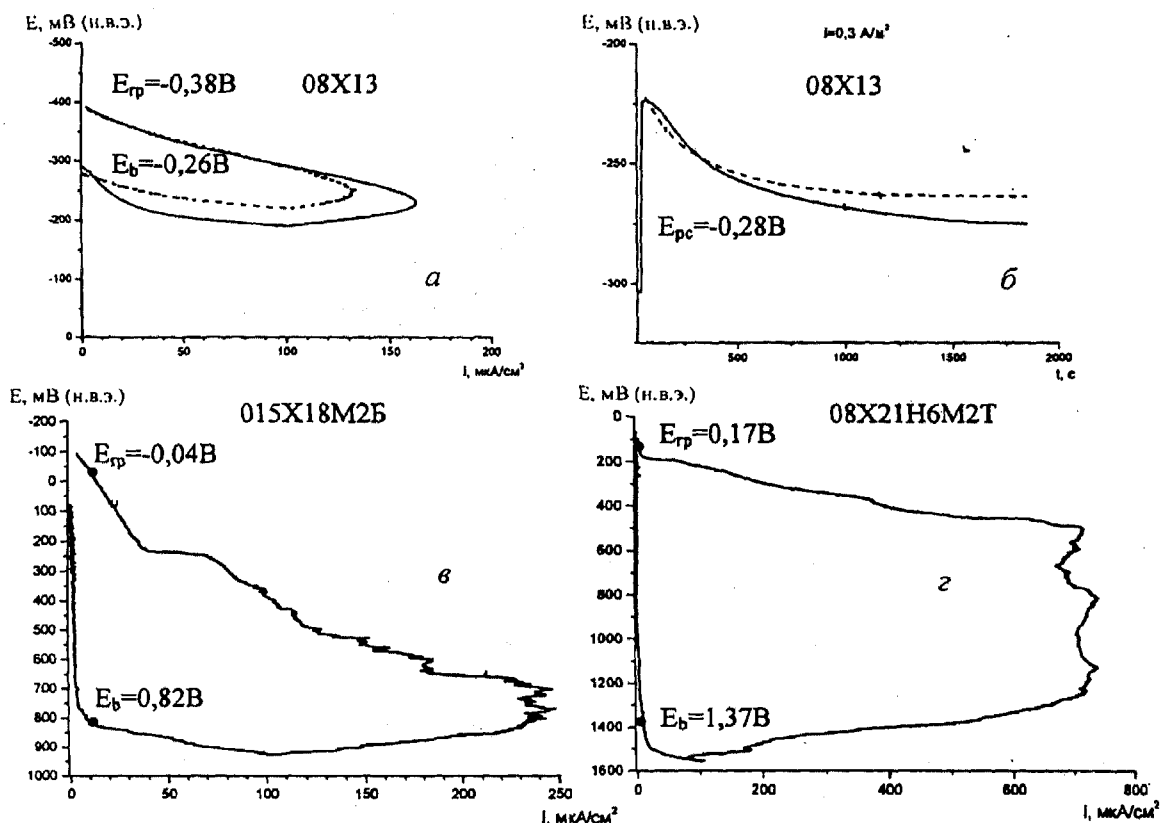
Данные, полученные нами, полностью согласуются с существующими представлениями о влиянии легирующих добавок в составе сталей на их питтингостойкость [4—8], в том числе с квантово-химическими — о влиянии на питтингостойкость сталей легирующих элементов, являющихся ввиду неустойчивости d -орбит акцепторами d -электронов железа [8].

В результате исследований углеродистой стали 20 по обоим методам ГОСТ 9.912 установлено, что питтинги на этой стали в водных растворах электролитов не образуются. Сталь 20 характеризуется низким значением потенциала свободной коррозии ($-0,51$ В), самой высокой скоростью общей коррозии ($\sim 0,09$ г/(м²·ч), соответствующим не пассивации, а активному растворению. На потенциодинамической кривой отсутствует гистерезис.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что на стадии пропаривания оборудования под воздействием агрессивных конденсатов, стекающих по стенкам аппаратов, вероятность образования питтингов на углеродистых сталях ничтожна. Зафиксированное нами образование питтингов на стали 20 в рабочем режиме переработки нефти, по-видимому, не связано с их образованием (или зарождением) при пропаривании оборудования и определяется наличием на поверхности стали отложений сульфидов железа и элементарной серы, способствующих образованию питтингов в результате ускорения реакции ионизации железа при протекании серии окислительно-восстановительных реакций с участием различных форм сульфид- и других ионов как на катодных, так и на анодных участках [7—13].

3. Результаты исследований по ГОСТ 9.912 склонности сталей к питтинговой коррозии в водном растворе (рН ~4,5), содержащем ионы Cl^- и SO_4^{2-} в концентрациях по 500 мг/дм³ и $S_2O_3^{2-}$ — 50 мг/дм³

Сталь	Химический метод				Электрохимические характеристики, В ($\pm 0,03$ В)						
	Потеря массы, г/(м ² · ч)	Среднее число питтингов	Характеристика самого глубокого питтинга								
			h, мм	d, мм	E _{cor}	E _{pc}	E _b	E _{np}	ΔE _{pc}	ΔE _b	ΔE _{np}
08X13	0,0384	80	0,312	1,394	-0,30	-0,28	-0,26	-0,38	0,02	0,04	-0,08
015X18M2Б	0,0049	Питтинг отсутствует			0,08	0,63**	0,82	-0,04	0,55	0,74	-0,12
08X22H6T	0,0270	2	0,180	1,339	-0,09	0,01**	0,02	-0,13	0,10	0,11	-0,14
08X21H6M2T	0,0035	Питтинг отсутствует			0,07	0,80**	1,37	0,17	0,73	1,30	0,10
10X17H13M3T*	0,0122	То же			-0,04	0,08	0,05	-0,06	0,12	0,09	-0,02
12X18H10T*	0,0175	13	0,090	0,180	-0,06	0,20	0,23	0,11	0,26	0,29	0,17
Примечания: E _{cor} — потенциал свободной коррозии; E _{pc} , E _{np} , E _b — граничные потенциалы питтинговой коррозии; ΔE _{pc} — основной, ΔE _b , ΔE _{np} — дополнительные базисы питтингостойкости.											
* Стали сенсibilизированы.											
** Определение E _{pc} вызывало определенные затруднения из-за колебаний потенциала (более 30 мВ) в ходе гальваностатической поляризации в интервале 0,3—1,5 А/м ² .											



Потенциодинамические (а, в, з) и гальваностатические (б) кривые поляризации сталей 08X13, 015X18M2B и 08X21H6M2T в водных растворах электролитов:

— SO_4^{2-} 500 мг/дм³, Cl^- 500 мг/дм³, $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 50 мг/дм³; ----- SO_4^{2-} 250 мг/дм³, Cl^- 250 мг/дм³, $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 25 мг/дм³

Не останавливаясь подробно на технологии получения и принципах выбора сплавов для плакирования углеродистых сталей, главным образом, хромистых сталей ферритного класса, обладающих близкими к углеродистым сталям механическими и технологическими свойствами, отметим, что в соответствии с [14] прочность плакирования повышается:

- за счет легирования плакировочной стали сильными карбидообразующими элементами, такими как ниобий, вольфрам, молибден, ванадий, титан, и при повышении в ней содержания хрома;
- при уменьшении содержания углерода в плакирующем материале.

Таким образом, по результатам исследования питтингостойкости сталей может быть сделан вывод о целесообразности использования в качестве плакирующего материала легированных сталей ферритного класса с добавками молибдена (типа 015X18M2B) взамен стали 08X13, склонной к питтинговой коррозии во всех сосудах и аппаратах на всех этапах эксплуатации установок первичной переработки нефти.

По данным [15] стали ферритного и аустенитно-ферритного класса, близкие по составу к стали 015X18M2B, имеют высокую пластичность, удовлетворительную способность к формоизменению

в холодном состоянии и могут быть использованы в качестве плакирующих материалов. Для изготовления оборудования взамен сталей типа X18H10T (12X18H10T, 08X22H6T, 08X22H10T) могут быть рекомендованы стали с добавками молибдена — 08X21H6M2T или 10X17H13M3T.

Выводы

1. Проведен комплекс коррозионных испытаний легированных сталей различных классов, включающий промышленные испытания в течение двух лет в рабочем режиме эксплуатации колонн всех блоков первичной переработки нефти и лабораторные исследования химическим и электрохимическим методами ГОСТ 9.912 стойкости к питтинговой коррозии в водных растворах электролитов, моделирующих конденсаты пропаривания оборудования на стадии подготовки к ремонту.

2. Установлено, что ферритная сталь 08X13 — основной материал плакирующего слоя колонн первичной переработки нефти — склонна к питтинговой коррозии под влиянием технологических сред и условий на всех режимах эксплуатации установок.

3. Показано, что наиболее стойки к питтинговой коррозии во всех режимах работы установок переработки нефти стали, легированные молибденом, — ферритная 015X18M2B, аустенитно-ферритная 08X22H6M2T и аустенитная 10X17H13M3T.

4. Показана целесообразность замены ферритной стали 08X13 на ферритные стали типа 015X18M2Б для плакирования колонн и использования при изготовлении оборудования аустенитной 10X17H13M3Т или аустенитно-ферритной 08X21H6M2Т сталей взамен аустенитных сталей типа X18H10Т.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соколов В. Л., Алцыбеева А. И., Бурлов В. В. // Коррозия: материалы, защита. 2006. № 9. С. 14–19.
2. Парпуц Т. П., Алцыбеева А. И., Бурлов В. В. и др. // Процессы нефтепереработки и нефтехимии // Сб. науч. тр. ВНИИ Нефтехим. СПб.: ГИОРД, 2005. С. 248–258.
3. ГОСТ 9.912–89 ЕСЗКС. Стали и сплавы коррозионностойкие. Методы ускоренных испытаний на стойкость к питтинговой коррозии. М.: Госстандарт, 1989. 18 с.
4. Томашов Н. Д. Теория коррозии и защита металлов. М.: Изд-во АН СССР. 1959. 592 с.
5. Томашов Н. Д., Чернова Г. П. Пассивность и защита металлов от коррозии. М.: Наука, 1965. 208 с.
6. Томашов Н. Д., Чернова Г. П. Коррозия и коррозионно-стойкие сплавы. М.: Металлургия, 1973. 273 с.
7. Розенфельд И. Л. Коррозия и защита металлов (локальные коррозионные процессы). М.: Металлургия, 1970. 448 с.
8. Улиг Г. Г., Ревя Р. У. Коррозия и борьба с ней. Введение в коррозионную науку и технику. Л.: Химия, 1989. 456 с.
9. Гоник А. А. Коррозия нефтепромышленного оборудования и меры ее предупреждения. М.: Недра, 1976. 192 с.
10. Попов Ю. А. Теория взаимодействия металлов и сплавов с коррозионно-активной средой. М.: Наука, 1995. 200 с.
11. Колотыркин Я. М. // Успехи химии. 1962. Т. 31. Вып. 3. С. 322–335.
12. Розенфельд И. Л. Ингибиторы коррозии. М.: Химия, 1977. 350 с.
13. Жданов С. И. Электрохимия серы и ее неорганических соединений // Итоги науки и техники. Электрохимия. М.: ВИНТИ, 1980. Т. 17. С. 230–281.
14. Повышение качества поверхности и плакирование металлов: Справочник / Под ред. А. Кнаушнера: Пер. с нем. под ред. А. Ф. Пименова. М.: Металлургия, 1984. 368 с.
15. Свистунова Т. В., Шляхнев А. П. // Защита металлов. 1996. Т. 33. № 4. С. 375–380.

ИНГИБИТОРЫ КОРРОЗИИ

УДК 620.197.3

Влияние температуры и кислотности растворов на чувствительность защитного действия смесей ингибиторов двух реакционных серий к изменению полярности заместителей в их молекулах*

В. П. Григорьев, С. П. Шпанько, А. Ф. Нассар, В. В. Богинская, А. С. Бурлов

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону

E-mail: valentgrig@mail.ru

Статья поступила в редакцию 10.10.2008.

Чувствительность защитного действия смесей ингибиторов двух реакционных серий (РС) ρ к изменению суммарной полярности заместителей в их молекулах линейно снижается с уменьшением pH и ростом абсолютной температуры растворов по уравнениям $\rho = const_1 + const_2 \cdot pH$ и $\rho = const_3 + const_4/T$. Эффективная энергия активации коррозии в этих условиях растет с повышением суммарной полярности заместителей. Последние доказаны на примере коррозии железа в 1 М H_2SO_4 с добавками 3–5 производных оксизометина и бензимидазола. Полученные результаты интерпретированы с позиций принципа линейности свободных энергий при условии постоянства общей концентрации ингибиторов каждой РС.

Для смеси органических соединений нескольких реакционных серий (РС) [1–4] при условии постоянства общей суммарной концентрации всех компонентов каждой РС между

коэффициентом торможения коррозии K_n в присутствии "n" соединений и суммарной полярностью σ всех заместителей R в молекулах смеси соблюдается соотношение:

$$\lg K_n = a + \rho \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n j N_i \sigma_i, \quad (1)$$

где a и ρ — постоянные; n_i — число компонентов i серии РС; $j N_i$ — мольная доля компонента i в серии РС; m — число реакционных серий; σ_i — константа Гаммета для заместителя R_i [5, 6]. Коэффици-

* Работа, выполненная при частичной финансовой поддержке по проекту 05/6 "Электрохимия" (ЮФУ, 2007 г.), обобщает результаты исследований по двум темам:

1. Зависимость эффективной энергии активации коррозии железа в растворах H_2SO_4 с добавками смеси соединений нескольких реакционных серий от полярности заместителей в их молекулах.

2. Влияние температуры и кислотности растворов на чувствительность защитного действия смесей ингибиторов нескольких реакционных серий к изменению полярности заместителей в их молекулах.