



МОНИТОРИНГ КОРРОЗИИ ТРУБОПРОВОДОВ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ГАЗОНАПОЛНИТЕЛЬНЫХ КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ

С. А. ОСАДЧУК, О. В. КОТЛЯР, инженеры, Л. И. НЫРКОВА, канд. хим. наук, С. Г. ПОЛЯКОВ, д-р техн. наук
(Ин-т электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины)

Проведен анализ особенностей процессов коррозии углеродистой стали и ее сварных соединений в охлаждающих жидкостях типа ТОСОЛ, используемых в системах охлаждения автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС). Предложен способ контроля мгновенной скорости коррозии металла труб и сварных соединений в системе охлаждения на АГНКС на основе метода поляризационного сопротивления. Разработаны датчики для оценки скорости коррозии углеродистой стали и ее сварных соединений в охлаждающей жидкости.

Ключевые слова: углеродистые стали, сварные соединения, автомобильные газонаполнительные компрессорные станции, охлаждающие жидкости, скорость коррозии, метод массометрии, метод поляризационного сопротивления, мониторинг коррозии

Цель настоящей работы состояла в исследовании возможности непрерывного контроля за кинетикой изменения скорости коррозии углеродистой стали и ее сварных соединений в исследуемых охлаждающих жидкостях (ОЖ) с помощью метода поляризационного сопротивления.

Как показывает практика, ОЖ становятся коррозионно-активными после одного-двух лет эксплуатации вследствие окисления этиленгликоля, выработки присадок и загрязнения самих ОЖ оксидами железа. В связи с этим ОЖ в системе охлаждения автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС) нуждаются в периодической замене или корректировке. Момент времени, когда ОЖ становятся коррозионно-активными по отношению к металлу трубы и ее сварным соединениям, можно установить с помощью датчиков. Сварные соединения в системах охлаждения АГНКС подвержены наибольшему коррозионному износу. Поэтому анализ особенностей процессов коррозии проводили на сварных соединениях из углеродистой стали в ОЖ типа ТОСОЛ, используемой в системах охлаждения АГНКС. Изучали влияние состава ОЖ на кинетику коррозии углеродистой стали при комнатной температуре. Исследование электрохимических характеристик образцов ОЖ проводили в лабораторных условиях при комнатной температуре. В работе использовали методы массометрии, поляризационного сопротивления, поляризационных кривых.

В результате проведенных исследований установлено, что мгновенную скорость коррозии ме-

талла труб и их сварных соединений в системе охлаждения на АГНКС можно контролировать в течение длительного времени с помощью метода поляризационного сопротивления. Разработанный метод позволяет определить мгновенную скорость коррозии металла труб и их сварных соединений в системе охлаждения на АГНКС.

В настоящее время физико-химические и защитные свойства ОЖ, применяемых на АГНКС, контролируют на соответствие требованиям ГОСТ 28084–89 [1] по следующим показателям: внешний вид, плотность, температура начала кристаллизации, водородный показатель pH, щелочность, коррозионное воздействие на металлы, в том числе на сталь. Оценка коррозионного воздействия на металлы, предусмотренная ГОСТ 28084–89, проводится по методу массометрии, который является трудоемким и длительным — испытания длятся в течение 336 ч (14 сут). Кроме того, скорости коррозии, определяемые методом массометрии, представляют собой интегральную характеристику, усредненную во времени.

Для исследования выбрали следующие ОЖ: ТОСОЛ (раствор этиленгликоля $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ с присадками в воде), этиленгликоль ($\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$, молярная масса 62,07), пропиленгликоль ($\text{CH}_3\text{CHONCH}_2\text{OH}$, молярная масса 76,09), а также стандартные среды (3 % раствор NaCl и дистиллированная вода H_2O).

Физико-химические и коррозионные свойства ОЖ оценивали на соответствие требованиям ГОСТ 28084–89. Результаты испытаний физико-химических и защитных свойств исследуемых ОЖ и стандартных сред приведены в таблице.

Измерение скоростей коррозии углеродистой стали методом поляризационного сопротивления проводили с помощью системы коррозионного мониторинга СКМТ (ТУ В 33.2-01181535-014:2005) в ОЖ, стандартном растворе 3 % хлорида натрия и дистиллированной воде при ком-



Физико-химические и защитные свойства ОЖ

Признак (параметр, свойство)	Норма по ГОСТ 28084-89		Испытуемые среды				
	ОЖ-К	ОЖ-40	ТОСОЛ	Этиленгликоль		Пропиленгликоль	
				концентрированный	при разбавлении водой 1:1	концентрированный	при разбавлении водой 1:1
Внешний вид	Прозрачная однородная жидкость без механических примесей						
Плотность, г/см ³	1,100...1,150	1,065...1,085	1,056	1,114	1,075	1,036	1,036
Температура начала кристаллизации, °С, не выше	-35 при разб. 1:1	-40	-40	-13	-38	-60	-36
Водородный показатель (рН)	7,5...11,0	7,5...11,0	8,7	5,1	5,1	7,2	7,2
Щелочность, см ³ , не менее	10	10	9,196	0,05	—	0,05	—
Коррозионное воздействие на сталь, г/(м ² ·год), не более	0,0041	0,0041	0,0008	0,00128	0,0056	0,00163	0,0048
Электропроводность, См/м	—	—	0,2272	8,364·10 ⁻⁵	0,0845	3,182·10 ⁻⁵	0,073

натной температуре. Скорость коррозии вычисляли по формуле

$$i_k = \frac{2B}{S} \frac{\Delta I}{\Delta E},$$

где B — постоянная среды, мм/(год·Ом·см²); ΔI — ток, измеренный системой коррозионного мониторинга типа СКМТ, А; S — площадь поверхности образца, см²; ΔE — смещение потенциала на 10 мВ.

По данным работы [2] электрохимические процессы в ОЖ протекают в условиях пассивационного или диффузионного контроля. Уточнена постоянная B для ОЖ и водных нейтральных сред.

ОЖ типа ТОСОЛ содержат этиленгликоль, воду и присадки, замедляющие процесс коррозии. Для того чтобы определить, какая стадия контролирует процесс коррозии стали в ОЖ, были сняты анодные поляризационные кривые в ОЖ и в 3 % растворе NaCl (рис. 1). Из их анализа следует, что потенциал коррозии углеродистой стали в ОЖ смещается в область более положительных значений по сравнению с 3 % раствором NaCl. Ход кривых свидетельствует о пассивации поверхнос-

ти стали в ОЖ в результате торможения анодных процессов, т. е. увеличение наклонов анодных поляризационных кривых в пропиленгликоле и этиленгликоле по сравнению с 3 % раствором NaCl

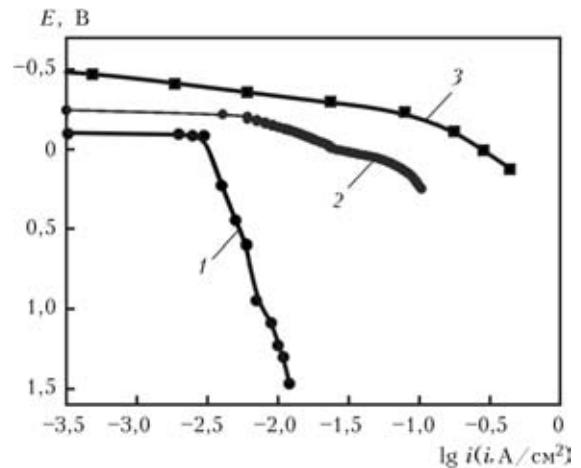


Рис. 1. Анодные поляризационные кривые углеродистой стали в различных средах: 1 — этиленгликоль при разбавлении водой 1:1; 2 — пропиленгликоль при разбавлении водой 1:1; 3 — 3 % раствор NaCl

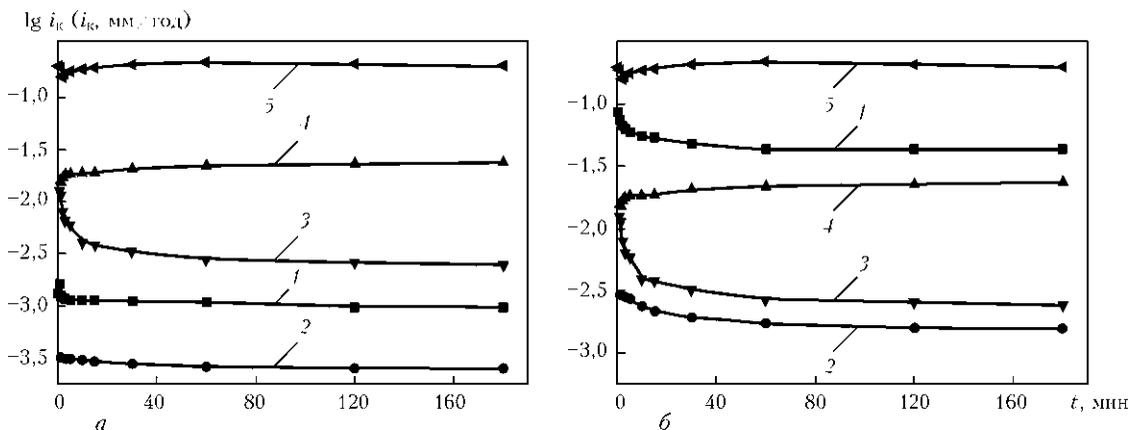


Рис. 2. Кинетика коррозии углеродистой стали в концентрированных (а) и разбавленных ОЖ (б): 1 — этиленгликоль (1:1); 2 — пропиленгликоль (1:1); 3 — ТОСОЛ; 4 — H₂O; 5 — 3 % раствор NaCl

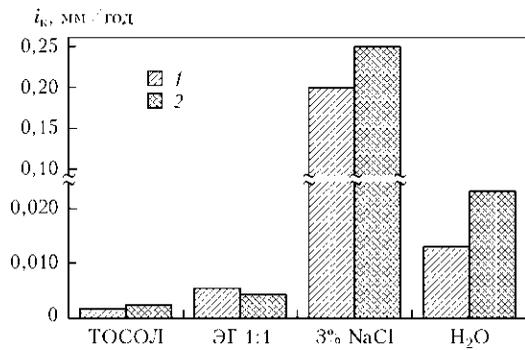


Рис. 3. Диаграммы скоростей коррозии углеродистой стали в разных средах, полученных методом массометрии (1) и поляризационного сопротивления (2)

указывает на затруднение протекания анодной реакции на металлической поверхности.

Кинетика коррозии углеродистой стали в концентрированных и разбавленных ОЖ, исследованная с помощью метода поляризационного сопротивления, представлена на рис. 2. Оказалось, что среди концентрированных ОЖ наиболее агрессивным к углеродистой стали является ТОСОЛ, а

наименее — пропиленгликоль. Этиленгликоль занимает промежуточное положение. Результаты измерения скорости коррозии в разбавленных ОЖ хорошо коррелируют с поляризационными кривыми, приведенными на рис. 1.

Соотношения скоростей коррозии углеродистой стали, полученные методом поляризационного сопротивления и методом массометрии, в разных средах приведены на рис. 3. Установлено, что скорости коррозии, определенные методом поляризационного сопротивления и массометрии, в различных средах удовлетворительно совпадают.

Таким образом, применение метода поляризационного сопротивления для непрерывного контроля за кинетикой изменения скорости коррозии углеродистых сталей и их сварных соединений вполне допустимо.

1. ГОСТ 28084–89. Жидкости охлаждающие низкотемпературные. Общие технические условия. — Введ. 01.07.90.
2. Чвірук В. П., Поляков С. Г., Герасименко Ю. С. Електрохімічний моніторинг техногенних середовищ. — К.: Академперіодика, 2007. — 332 с.

Features of corrosion processes in carbon steel and its welded joints in cooling liquids of TOSOL type used in cooling systems of car gas-filling compressor units were analyzed. Influence of cooling liquid composition on the kinetics of carbon steel corrosion at room temperature was studied. A technique is proposed for monitoring the instant rate of corrosion of the metal of pipes and welded joints, based on the method of polarization resistance. Sensors have been developed for assessment of corrosion rate of carbon steel and its welded joints in cooling liquids.

Поступила в редакцию 26.10.2010

ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ!



НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ В МАШИНОСТРОЕНИИ-2011 (1-я УКРАИНСКО-НЕМЕЦКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ)

13–14 апреля 2011

Украина, г. Киев, НТУУ «КПИ»
Совместный факультет
машиностроения

Контакты: тел./факс: +38 (044) 406 83 01; тел.: +38 (044) 454 95 36; E-mail: gmf@kpi.ua
Подробная информация на сайте: www.gfm.kpi.ua



СОВЕРШЕНСТВО СВАРКИ — КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД (V Всеукраинская научная конференция молодых ученых, аспирантов, студентов)

19–21 мая 2011

Украина, г. Киев, НТУУ «КПИ»
Сварочный факультет

Контакты: E-mail: ntsa@wd.ntu-kpi.kiev.ua; web-сайт: www.weld.kpi.ua