

**Н.Н. ПРОСКУРИН**, магистр, **М.В. ВЕДЬ**, докт. техн. наук,  
**Н.Д. САХНЕНКО**, докт. техн. наук, **А.С. ШЕПЕЛЕНКО**, НТУ «ХПИ»

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАЩИТНОГО ДЕЙСТВИЯ ИНГИБИТОРНОЙ КОМПОЗИЦИИ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

Досліджено корозійну поведінку конструкційних матеріалів систем охолодження у фоновому розчині та в присутності інгібіторної композиції, до складу якої не входять токсичні компоненти. Результати вольтамперометричних та довгострокових лабораторних випробувань, та розрахунки коефіцієнту захисту довели високу ефективність інгібіторної композиції.

The corrosion behavior of the cooling systems' construction material was investigated in the aggressive solution and with adding the non toxic inhibitor composition. The results of voltammetric investigation, longtime lab tests confirmed the high effective of the inhibitor composition as well as high protection coefficient value.

Система охлаждения дизельных двигателей может включать большое количество различных металлов (число их может достигать 10). Эти металлы могут быть изолированы друг от друга или соединены таким образом, что образуются гальванопары, которые особенно ускоряют коррозию. К таким металлам относят чугун, сталь, медь, латунь, ряд припоев, алюминий, нержавеющей сталь и другие сплавы. Каждый из них может подвергаться коррозии или оказывать влияние на коррозию других металлов, как за счет гальванического воздействия, так и в результате осаждения продуктов коррозии на других металлах [1]. Снижение вероятности и скорости коррозии может быть достигнуто различными способами, но наибольшее распространение приобрели ингибиторы. Ранее [2] нами была разработана ингибиторная композиция, в состав которой вошли высокоэффективные и не токсичные компоненты современного уровня. Определение количественных характеристик указанной ингибиторной композиции для систем охлаждения и исследование коррозионного поведения основных конструкционных материалов (медь, сталь, алюминий) в ингибируемом растворе и составило цель работы.

Изучение механизма защитного действия ингибиторной композиции проводили путем анализа результатов вольтамперометрических и долгосрочных лабораторных испытаний.

Поляризационные измерения коррозионного поведения образцов (медь, сталь, алюминий) в фоновом растворе ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 - 0,148$  г/л,  $\text{Na}_2\text{CO}_3 - 0,138$  г/л,  $\text{NaCl} - 0,160$  г/л) и с добавлением ингибитора проводили с использованием потенциостата ПИ-50-1.1 и программатора ПР-8 в термостатированной ячейке по трехэлектродной схеме. В качестве электрода сравнения использовали хлорид серебряный полуэлемент.

Долгосрочные лабораторные испытания, проводились согласно ДСТУ 28084-94 [3]. Образцами служили пластины металла (медь, сталь, алюминий, чугун, латунь) размером  $50 \times 20 \times 5$  мм, которые предварительно очищали от технологических загрязнений и продуктов коррозии, взвешивали, собирали в кассету и помещали в сосуд с ингибируемым фоновым раствором. Сосуд с образцами был размещен в термостате, температуру исследуемой жидкости поддерживали на уровне  $90 \pm 2$  °С и перемешивали сжатым воздухом, поступающим через аэратор с объемным расходом  $100 \text{ см}^3/\text{мин}$ . Уровень жидкости в сосуде поддерживали постоянным, добавляя при необходимости дистиллированную воду через обратный холодильник.

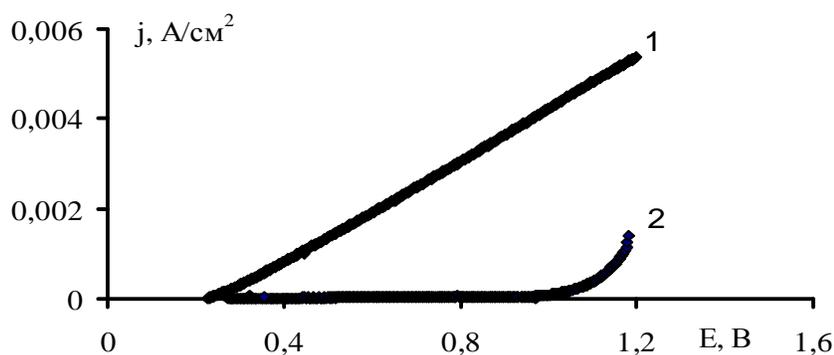


Рис. 1. Поляризационные зависимости медного электрода

Анодные поляризационные зависимости медного образца, в фоновом растворе (рис.1, кривая 1.), указывают на активное растворение меди. Высокие плотности тока растворения свидетельствуют, что металл в данной среде не пассивируется. При введении ингибиторной композиции в фоновый раствор (рис.1, кривая 2) характер поляризационной зависимости существенно изменяется. Появляется область пассивации, в которой происходит резкое снижение анодной плотности тока.

Для алюминиевого электрода на поляризационных зависимостях в фоновом растворе (рис. 2, кривая 1) также характерно активное растворение ме-

талла и отсутствие области пассивации. Анодные зависимости в ингибируемом растворе (рис.2, кривая 2) характеризуются наличием пассивного состояния и появления осцилляций, которые свидетельствуют о протекании коррозионного процесса по питтинговому механизму при значительной электродной поляризации.

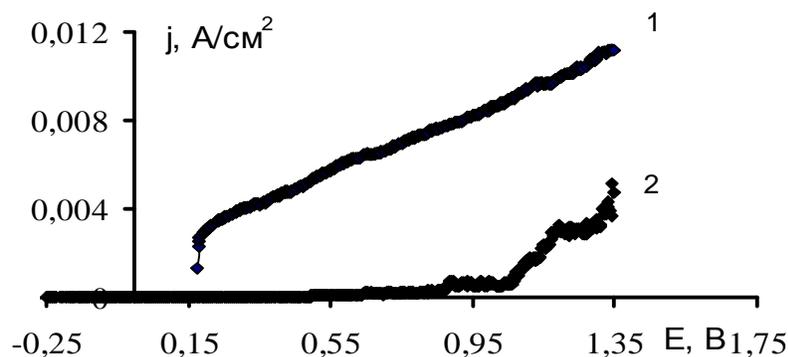


Рис. 2. Поляризационные зависимости алюминиевого электрода

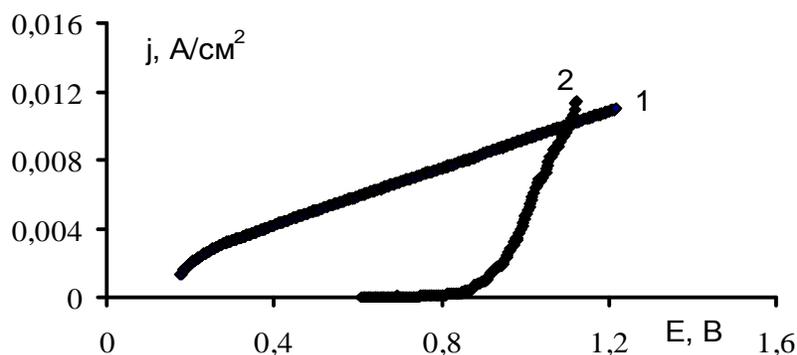


Рис. 3. Поляризационные зависимости стального электрода

Поляризационные зависимости стального образца в фоновом растворе (рис. 3, кривая 1) также указывают на активное его растворение и отсутствие пассивации, тогда как ингибируемом растворе (рис. 3, кривая 2) имеет место пассивация.

Полученные результаты поляризационных измерений позволяют сделать вывод об эффективности ингибиторной композиции при поляризации электродов до потенциала 1 В (по НВЭ), что подтверждают и высокие значения коэффициента защиты  $Z$ , % (табл. 1).

Таблица 1

## Коэффициент защиты при различных потенциалах поляризации

Металл	Z, %		
	E = 0,6 В	E = 0,8 В	E = 1 В
Медь	99	99	98
Сталь	99	98	51
Алюминий	99	97	93

Результаты долгосрочных (336 часов) лабораторных испытаний, в условиях имитирующих эксплуатационные, также указывая на высокий уровень защиты металла в ингибируемом растворе.

Сопоставление полученных результатов с требованиями ДСТУ 28084-94 по коррозионным потерям конструкционного материала в охлаждающей жидкости указывает на полное соответствие требованиям (табл. 2).

Таблица 2

## Сопоставление результатов с требованиями ДСТУ

Металл	Норма потери массы, мг	Потери массы фактические, мг	Норма скорости коррозии, г/м <sup>2</sup> ·сут	Скорость коррозии, г/м <sup>2</sup> ·сут
Латунь	7	1	0,1	0,04
Чугун	10	10	0,1	0,08
Сталь	10	10	0,1	0,09
Алюминий	7	3	0,1	0,07

Таким образом, предложенная нами ингибиторная композиция, не содержащая в своем составе токсичных компонентов, обеспечивает высокий уровень защиты основных конструкционных материалов системы охлаждения двигателя внутреннего сгорания.

**Список литературы:** 1. Брегман Дж. И. Ингибиторы коррозии / Дж. И. Брегман. – Л.: Химия, 1966. – 253 с. 2. Шепеленко О.С. Визначення захисної дії інгібіторної композиції / О.С. Шепеленко, М.М. Проскурін, М.Д. Сахненко: II міжнародна науково-технічна конференція [Молодіжний електрохімічний форум], (Харків, 22-25 вересня 2009 р.): тези доповідей / М-во освіти і науки України, НТУ «ХП». – Х.: НТУ «ХП», 2009. – С. 69. 3. Тестування охолоджувальної рідини двигунів внутрішнього згорання : ДСТУ 28084-94. – К.: Держспоживстандарт України. – 18 с. – (Національний стандарт України).

Поступила в редколлегию 11.12.2009