



УДК 620.197.5

Поступила 21.03.2017

ПРОТЕКТОРЫ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЖЕЛЕЗОУГЛЕРОДИСТЫХ СПЛАВОВ ОТ КОРРОЗИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

PROTECTORS FOR PROOFING OF IRON-CARBON-ALLOYS FROM CORROSIVE EFFECT

А. А. ПИВОВАРЧИК, Д. В. ПОВИДАЙКО, Гродненский государственный университет им. Янки Купалы, г. Гродно, Беларусь, ул. Ожешко, 22. E-mail: piwchik21@tut.by

A. A. PIVOVARCHYK, D. V. POVIDAJKO, Yanka Kupala State University of Grodno, Belarus, 22, Ozheshko str. E-mail: piwchik21@tut.by

В статье приведены результаты практической апробации разработанных составов протекторов для защиты от коррозии низкоуглеродистых сплавов, используемых в автомобилестроении, изготовленных из вторичного алюминиевого сырья. Представлены результаты исследования эффективности протекторной защиты разработанных протекторов.

The article presents the results of practical testing of the developed compositions of protectors for proofing of low-carbon alloys used in the automotive industry and made from melting stocks of secondary aluminum raw materials. The results of the study of the effectiveness of the proofing of the developed protectors are presented.

Ключевые слова. Коррозия, катодная защита, протектор, железоуглеродистый сплав, алюминиевый сплав, цинковый сплав.

Keywords. Corrosion, cathodic protection, protector, the iron-carbon alloy, aluminum alloy, zinc alloy.

Введение

Современная автомобильная промышленность имеет огромное количество предприятий с разнообразными технологиями производства, позволяющих получать всевозможные изделия, детали и комплектующие. Оборудование для данных предприятий изготавливают преимущественно из сплавов черных и цветных металлов. Со временем технологическое оборудование и его составные элементы (узлы, детали и т. п.) разрушаются вследствие воздействия коррозии. Это приводит к значительным экономическим потерям, обусловленным либо полной заменой оборудования, либо частичной заменой входящих в него узлов и деталей.

Одним из известных способов защиты металлических конструкций от негативного воздействия коррозии является катодная защита, представляющая собой электрохимическую защиту металла, основанная на наложении внутреннего катодного тока. Катодная защита на практике реализуется в двух вариантах: 1) когда необходимый сдвиг потенциала обеспечивается подключением защищаемого изделия в качестве катода к внешнему источнику тока; 2) когда при организации катодной защиты отрицательный полюс внешнего источника тока присоединяют к защищаемой металлической конструкции, а положительный – к вспомогательному электроду, работающему как анод [1–3].

Разновидностью катодной защиты является протекторная защита, реализация которой состоит в присоединении к защищаемой металлической конструкции более электроотрицательного металла (протектора), растворяясь в окружающей агрессивной среде, он защищает от разрушения основную конструкцию [4, 5].

Данная работа направлена на создание импортозамещающих материалов вследствие разработки отечественных составов протекторов с использованием вторичного алюминиевого сырья, применение которых позволит уменьшить интенсивность коррозионного разрушения металлических конструкций транспортных средств (ТС) при воздействии агрессивных сред.

Цель работы – исследование эффективности использования протекторов, полученных на основе вторичных шихтовых материалов.

Методика проведения экспериментов. Апробацию в реальных условиях эксплуатации механических транспортных средств прошли протекторы, изготовленные по методике, представленной в работах [6, 7]. Шихтовой состав вторичных материалов, используемых для получения протекторов, приведен в табл. 1.

Таблица 1. Шихтовой состав вторичного сырья, используемого для получения протекторов

Номер исследуемого состава протектора	Массовая доля основных компонентов в сплаве протектора, %		
	кусковые отходы алюминиевого сплава марки АМгб	алюминиевая проволока	цинк гранулированный
1	–	–	100
2	45	45	10
3	–	85	15
4	85	–	15

В качестве защищаемых образцов использовали холоднокатаный листовой прокат из стали марки Ст3, ГОСТ 1050-88. Крепление защищаемых стальных образцов с протекторами осуществляли, используя болтовое соединение (рис. 1).

Протекторы и защищаемые образцы устанавливали под кузовом грузового автомобиля на диэлектрическом (деревянном) основании. Выбор места закрепления обусловлен тем, что в данном месте кузова защищаемые образцы будут в наибольшей степени контактировать с агрессивными растворами, присутствующими на автомобильных дорогах в осенне-зимний период. Испытания после установки под кузовом защищаемых образцов проводили в течение 45 дней. Пробег автомобиля за данный период времени составил порядка 5000 км. После снятия защищаемых образцов определяли эффективность действия исследуемых протекторов по ГОСТ 9.908-85 «Металлы и сплавы. Методы определения показателей коррозии и коррозионной стойкости» [8], используя такие показатели, как потерю массы образца и степень поражения поверхности защищаемого образца коррозией.

Потерю массы образца на единицу площади поверхности Δm , кг/м², рассчитывали по формуле:

$$\Delta m = \frac{m_0 - m_1}{S_{\text{сум}}}, \quad (1)$$

где m_0 – масса образца до испытаний, кг; m_1 – масса образца после испытаний и удаления продуктов коррозии, кг; $S_{\text{сум}}$ – суммарная площадь поверхности защищаемого образца, м².

Определение массы защищаемых образцов до и после испытаний осуществляли при помощи цифровых электронных весов с точностью измерения 0,0001 г.

Степень поражения поверхности защищаемого образца коррозией пятнами G , %, находили по формуле

$$G = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{S} \cdot 100, \quad (2)$$

где S_i – площадь i -го пятна, пораженного коррозией, м²; n – количество пятен; S – площадь поверхности образца, защищаемого от коррозии, м².

Определение пораженной коррозией площади металла на защищаемом образце проводили путем очерчивания, вычисления и сравнения площадей, поврежденных коррозией зон, с зонами, не подвергшимися коррозии, используя программное обеспечение «Компас-3D» компании АСКОН (рис. 2). Масштабный коэффициент определяли путем сравнения реальной площади образца с площадью, полученной в результате измерений программным комплексом «Компас-3D».

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты исследований эффективности действия разработанных протекторов приведены в табл. 2, 3. Из табл. 2 видно, что наименьшая потеря массы за-



Рис. 1. Протектор и защищаемый стальной образец: 1 – защищаемый стальной образец; 2 – протектор; 3 – болтовое соединение

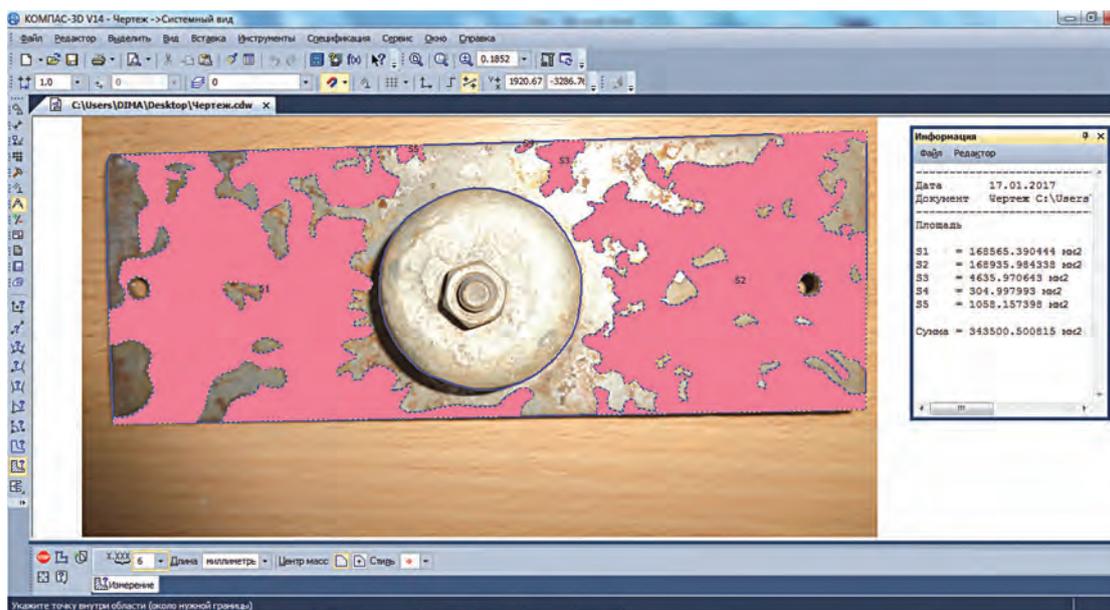


Рис. 2. Схема определения пораженной коррозией площади защищаемого образца с использованием программного обеспечения «Компас-3D»

защищаемого образца наблюдается при использовании протектора 1 (4,6069 кг/м²). Промежуточные значения потери массы защищаемого образца получены при использовании протекторов 2 и 4. При этом у данных составов результаты практически сопоставимы: 5,5282 и 5,8354 кг/м² соответственно. Худший результат получен при использовании протектора 3. Образец без установленного защитного протектора имеет существенную потерю массы, в 2,5–4,0 раза превосходящую показатели при использовании протекторов.

Т а б л и ц а 2. Результаты исследования значений потери массы образцов при использовании разработанных протекторов

Номер исследуемого состава протектора	Суммарная площадь поверхности защищаемого образца, м ²	Масса защищаемого образца до испытаний, кг	Масса защищаемого образца после испытаний, кг	Потеря массы защищаемого образца на единицу площади, кг/м ²
1	0,0001628	0,1276	0,1269	4,6069
2		0,1255	0,1246	5,5282
3		0,1271	0,1261	6,1425
4		0,1249	0,1239	5,8354
5 (без протектора)		0,1280	0,1255	15,0500

Т а б л и ц а 3. Результаты исследования степени поражения поверхности образцов при использовании разработанных протекторов

Номер исследуемого состава протектора	Площадь поверхности образца, защищаемого от коррозии, м ²	Площадь поверхности защищаемого образца от повреждения коррозией, м ²	Площадь поверхности защищаемого образца, поврежденная коррозией, %
1	0,0000814	0,000043	53
2		0,000049	60
3		0,000054	66
4		0,000046	56
5 (без протектора)		0,000068	83

Исследования степени поражения поверхности образцов при использовании разработанных протекторов (табл. 3) показали, что наименьшая степень поражения поверхности защищаемого образца наблюдается при использовании протектора 1 (53%). Промежуточные значения получены при использовании протекторов 2 и 4 соответственно 60 и 56%. Худший результат получен при использовании протектора 3 (66%). Образец 4 без установленного защитного протектора имеет значительное поражение поверхности коррозией (83%).

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что в качестве протекторов с высокими антикоррозионными свойствами для защиты кузовных элементов автомобильной техники

целесообразно использовать протектор, полученный на основе кусковых отходов алюминиевого лома марки АМг6 (85%) с добавкой гранулированного цинка (15%).

Литература

1. Семенова И. В., Флорианович Г. М., Хорошилов А. В. Коррозия и защита от коррозии. М.: Физико-математическая литература, 2002. 335 с.
2. Бородин В. В. Защита автомобиля от коррозии электрохимическим способом: Советы бывалого. М.: Транспорт, 1994. 30 с.
3. Улиг Г. Г., Ревь Р. У. Коррозия и борьба с нею. Введение в коррозионную науку и технику: Пер. с англ. / Под ред. А. М. Сухотина. Л.: Химия, 1989. 456 с.
4. Бэкман В., Швенк В. Катодная защита от коррозии: Пер. с нем. М.: Metallurgija, 1984. 496 с.
5. Андреев И. Н. Введение в коррозиологию. Казань: Изд-во Казанского гос. техн. ун-та, 2004. 140 с.
6. Пивоварчик А. А., Повидайко В. Д., Михальцов А. М. Разработка состава протектора на основе цветных сплавов из вторичного сырья для защиты железоуглеродистых сплавов от коррозионного воздействия // Литье и металлургия. 2016. № 1. С. 115–119.
7. Пивоварчик А. А. Исследование защитных свойств протекторов, полученных на основе вторичного алюминиевого сырья // Веснік ГрДУ імя Янкі Купалы. Сер 6. Тэхніка. 2016. Т. 6. № 2. С. 28–35.
8. ГОСТ 9.908-85. Единая система защиты от коррозии и старения. Металлы и сплавы. Методы определения показателей коррозии и коррозионной стойкости. М.: Комитет СССР по стандартам, 1987. 17 с.

References

1. Semjonova I. V., Florianovich G. M., Horoshilov A. V. *Korrozija i zashhita ot korrozii: ucheb. posobie* [Corrosion and corrosion protection: textbook. allowance]. Moscow, Physics and mathematics Publ., 2002. 335 p.
2. Borodin V. V. *Zashhita avtomobilja ot korrozii jelektrohimicheskim sposobom* [Protection of the car from corrosion electrochemically]. Moscow, Transport Publ., 1994. 30 p.
3. Ulig G. G., Revi R. U. *Korrozija i bor'ba s neju. Vvedenie v korrozionnuju nauku i tehniku* [Corrosion and corrosion control. An Introduction to corrosion science and Engineering]. Leningrad, Khimija Publ., 1989. 456 p.
4. Backman V., Schwenk W. *Katodnaja zashhita ot korrozii* [Cathode corrosion protection]. Moscow, Metallurgija Publ., 1984. 496 p.
5. Andreev I. N. *Vvedenie v korroziologiyu* [Corrosionology in brief]. Kazan', Izd-vo Kazanskogo gos.-techn. un-ta Publ., 2004. 140 p.
6. Pivovarchyk A. A., Povidajko V. D., Mikhaltsov A. M. *Razrabotka sostava protektora na osnove cvetnyh splavov iz vtorichnogo syr'ja dlja zashhity zhelezouglerodistykh splavov ot korrozionnogo vozdejstvija* [Development of tread on the basis of color alloys recycled iron-carbon alloys protection from corrosion]. *Lit'e i metallurgiya = Foundry production and metallurgy*, 2016, no. 1, pp. 115–119.
7. Pivovarchyk A. A. *Issledovanie zashhitnykh svojstv protektorov, poluchennykh na osnove vtorichnogo aljuminievogo syr'ja* [Investigation of protective properties of protectors obtained on the basis of secondary aluminum raw materials]. *Vesnik GrDU imja Janki Kupaly. Ser. 6. Tjehnika = Bulletin of Grodno State University named after Kupala, Ser. 6, Technics*, 2016, vol. 6, no. 2, pp. 28–35.
8. *GOST 9.908-85. Edinaja sistema zashhity ot korrozii i starenija. Metally i splavy. Metody opredelenija pokazatelej korrozii i korrozionnoj stojkosti* [State Standard 9.908-85. Unified system of protection against corrosion and aging. Metals and alloys. Methods for determining corrosion and corrosion resistance]. Moscow, 1987. 17 p.