



Testing of Corrosion Resistance of Passivated Sheet Materials on Steel DD11

Gergana RUSEVA

Technical University of Varna, Bulgaria, e-mail: rusevageri@tu-varna.bg

Abstract

A research on corrosion resistance by passive samples on steel DD11 is presented in the article. Applying decorative passivation on the galvanized coating with two types of solutions is observed. A microstructural analysis is performed on the passive coating layer. It is presented a macrostructure analysis of samples, which are subject to corrosion on a standard methodology. The corrosion characteristics of passive-plated samples by weighing method are defined. An analysis has been made over time on corrosion fatigue by the samples for results obtained under different modes of operation. Also it is obtained the dependence of the corrosion rate of the tested samples.

Keywords: corrosion, zinc-plating, resistance, galvanized, weighting method, passive samples, decorative cover

Изследване на корозионната устойчивост на пасивирани листови материали от стомана DD11

Гергана РУСЕВА

1. Въведение

Корозионния процес е световен проблем. При проучване от 2017г. е установено, че корозионните загуби на САЩ възлизат над 270 милиарда долара годишно. Това включва: загуби поради критични повреди, разходи за ремонт, възстановяване на машини и съоръжения, загуба на време и дори загуби на животи.

Околната среда е един от най-сериозните фактори за поява на корозия. Проблемът, е че при занижаване на контрола и експлоатацията при изделията, се допуска завишено износване на метала. В повечето случаи на механична обработка най-често срещаният проблем е загубата на метал в резултат на корозионни процеси. [2]

Едно от решенията е нанасянето на повърхностни покрития с цел пасивиране на материала в процес на работата му в корозионна среда. Различни видове покрития се използват за създаване и поддържане на корозионната защитна бариера на повърхността на материалите. Покритията служат както за пасивация на металите, така и за подобряване на естетичния вид на повърхностите с декоративна цел. [1,3]

2. Цел и задачи на изследването

Предвид значимостта на проблема, свързан с защитата от корозия, се налага по-обстойно изследване на корозионната устойчивост на декоративно пасивирани елементи от стомана DD11, които са предварително поцинковани по стандартна методика. [4,5]

Поставят се следните задачи:

- Нанасяне на декоративна пасивация върху поцинкованото покритие с разтвор №1 (P1). Използван е стандартен разтвор “FREEBLUE 3500”;
- Нанасяне на декоративна пасивация върху поцинкованото покритие с разтвор №2 (P2). Използван е стандартен разтвор “FREEPASS 3500”;
- Провеждане корозионната устойчивост на получените проби по тегловен метод;
- Определяне скоростта на корозия на изследваните проби;
- Провеждане на макроструктурни и микроструктурни изследвания на пробите.

3. Методика и провеждане на експеримента

Изследването е извършено върху пробни тела от стомана DD11 с размери 30x18x1mm в стъклена вана. Изследването е продължение на статия [4]. В стъклена вана 10 от образците са покрити предварително с два вида декоративни покрития, които са нанесени върху цинкова основа (ISSN1310-3946).

Поцинкованите образци се пасивират (потапят) в предварително подготвени разтвори P1 и P2:

Режим на пасивация в P1:

- Време на пасивация – 45 сек.
- Температура на разтвора – 25 °C

Режим на пасивация в P2:

- Време на пасивация – 45 сек.
- Температура на разтвора – 50 °C

Поддържането на температурата се следи и отчита в лабораторен електрически термос.

Подложените на пасивиране в разтворите, образци са: 10 поцинковани, 1 стоманен (DD11) и 1 брой (DD11 поцинкован в доставно състояние).

На фиг.1. са приложени снимки на първите 10 поцинковани и пасивирани проби с разтворите.



Фиг.1. Пасивирани образци: а) P1; б) P2

За оценяване съпротивлението срещу корозия на повърхностно поцинковани и пасивирани след поцинковане слоеве са изпълнени съгласно стандарти: БДС 4975:1981, БДС EN 60068-2-52:2003 и БДС ISO 9227:1995.

Образците се поставят в стъклен съд, който предварително е запълнен с технологичен разтвор (5% разтвор на NaCl, при температура 50°C). Пробите се дистанцират от дъното на съда, за да се обмократ равномерно всички повърхнини. Стъкленият съд се поставя в сухата камера на термостата. Камерата е изработена от чиста мед.

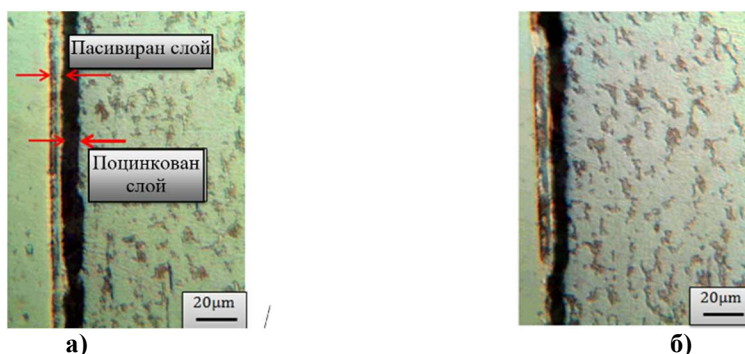
С помощта на прецизна везна се определя масата на изследваните проби преди и след корозионните изпитания (с точност до третият знак) по формулата:

$$\Delta m = m_0 - m_1 / S, \text{ g/mm}^2$$

4. Експериментална част

4.1. Микроструктурен анализ

Преди провеждане на изследванията за корозионна устойчивост е извършен микроструктурен анализ на поцинкованите проби. Изследването на микроструктурата се извършва на металографски микроскоп "NEOFOT 2". На микроструктурите, показани на фиг.2. се наблюдава насищане с цинков слой с дебелина от 10 до 15 микрона, поради различните времена на насищане от 4 до 8 мин. при предварително установена сила на тока и напрежение.

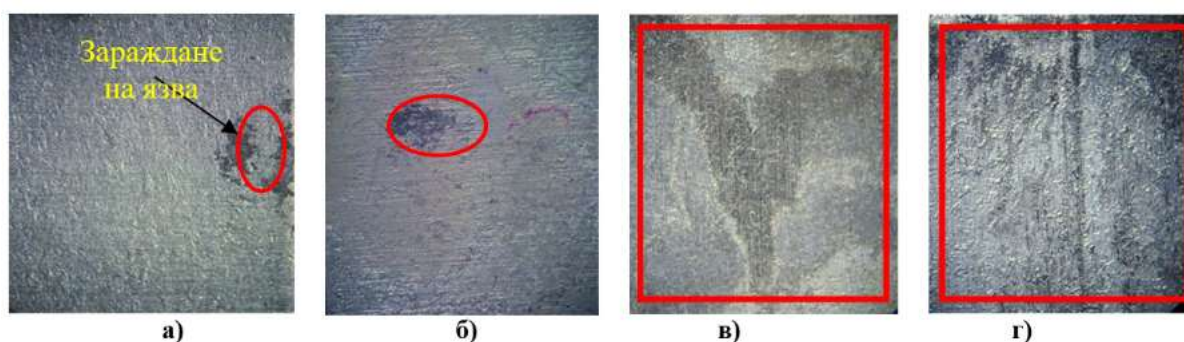


Фиг.2. Микроструктура на поцинковани и пасивирани проби увеличени X500:
а) пасивиране в P1; б) пасивиране в P2

4.2 Макроструктурен анализ

Макроскопическото изследване на образците се явява необходим стадий при фрактографското изследване. То дава особено ценна информация за корозионното износване на металната повърхност.

Анализът на повърхностите на изследваните проби се установява с външен оглед, наблюдение и заснемане със стерео микроскоп „Stemi DV4- Zeiss“ (увеличение 20÷60 пъти). На фиг.3. са показани снимки от макроструктурен анализ на проби при изпитания 24 ч. и 72 ч.



Фиг.3. Макроструктура на проби след корозионни изпитания:
а) поцинкован и пасивиран в P1 (24ч.); б) поцинкован и пасивиран в P2 (24ч.);
в) поцинкован и пасивиран в P1 (72ч.); г) поцинкован и пасивиран в P2 (72ч.).

От началото на 24-ят час най-малко износване се наблюдава при проби поцинкована и пасивирана в P2, от 11-та до 15-та на фиг.3.г).

С най-добро корозионно съпротивление се отчита при образците №1, №2, №3, №4 и №5.

4.3. Тегловен метод

На таблица 1 са показани резултатите от изменение на масата при провеждане на корозионните изпитания в солен разтвор.

Таблица 1. Резултати от корозионните изследвания на пробите пасивира в Р1 И Р2

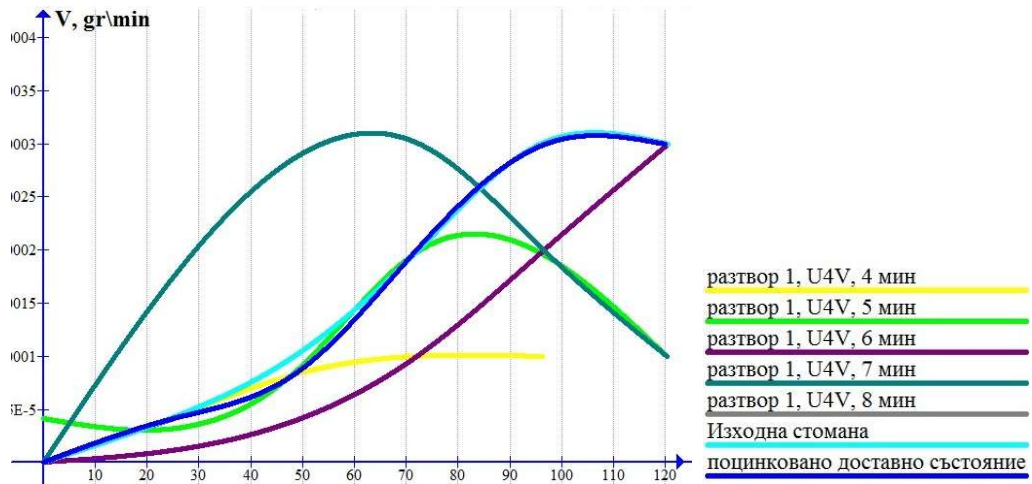
№		Проби	Време на експеримента (t,h)					
		Изходни	24	42	72	96	120	144
1.	Разтвор 1	3,379	3,379	3,378	3,378	3,374	3,373	3,368
2.		3,432	3,432	3,430	3,428	3,424	3,420	3,417
3.		3,613	3,613	3,613	3,612	3,608	3,605	3,599
4.		3,253	3,252	3,250	3,249	3,347	3,245	3,243
5.		3,578	3,578	3,577	3,576	3,575	3,384	3,383
6.	Разтвор 2	3,395	3,394	3,392	3,391	3,387	3,384	3,383
7.		3,511	3,511	3,511	3,511	3,509	3,505	3,499
8.		3,588	3,588	3,587	3,586	3,587	3,584	3,581
9.		3,197	3,197	3,196	3,195	3,194	3,191	3,187
10.		3,497	3,497	3,497	3,496	3,494	3,494	3,490
11.	И	3,619	3,619	3,617	3,615	3,611	3,609	3,606
12.	Д	1,859	1,859	1,857	1,856	1,852	1,846	1,842

Таблица 2.Обобщени резултати от промяната на теглата от проведените корозионни изпитания

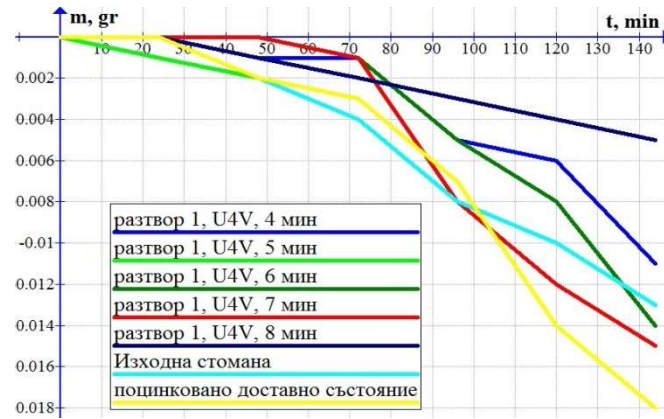
№	24	42	72	96	120	144
1.	0,000	0,001	0,000	0,004	0,001	0,005
2.	0,000	0,002	0,002	0,002	0,004	0,003
3.	0,000	0,000	0,001	0,006	0,003	0,006
4.	0,001	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002
5.	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
6.	0,001	0,003	0,001	0,004	0,003	0,001
7.	0,000	0,000	0,000	0,003	0,004	0,006
8.	0,000	0,001	0,001	0,001	0,003	0,003
9.	0,000	0,001	0,001	0,001	0,003	0,004
10.	0,000	0,000	0,001	0,002	0,000	0,004
11.	0,000	0,002	0,002	0,004	0,003	0,003
12.	0,000	0,002	0,001	0,004	0,006	0,004

На фиг.8. е показан обобщено резултата от корозионното износване на изследваните проби. От графиката става ясно, че изходният и доставният образци са с по-ниска корозионна устойчивост, което потвърждава защитните свойства на цинковото покритие върху другите детайли.

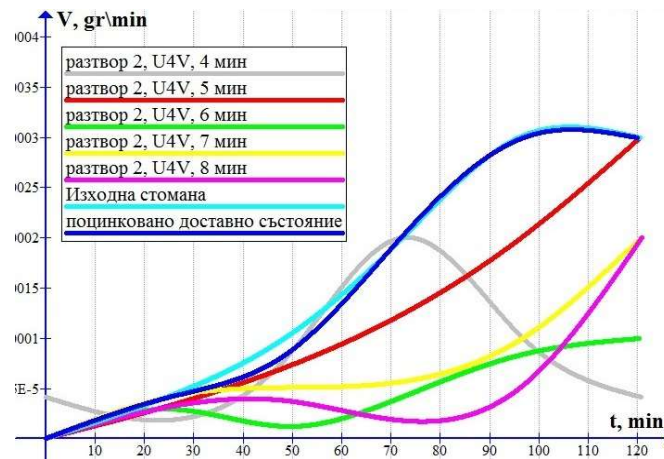
От графиката се вижда, че скоростта на корозия рязко намалява за всички проби в интервала 96÷120 часа.



Фиг.4. Скорост на корозия на пасивиран образец с P1



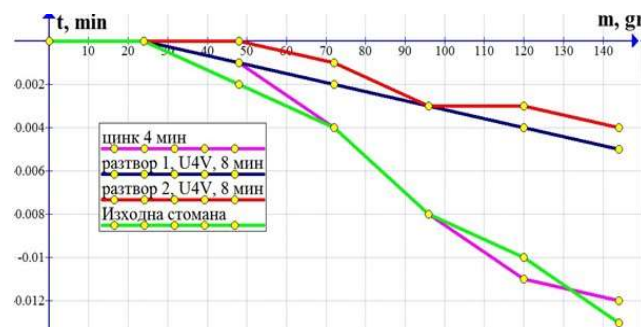
Фиг.5. Корозионно износване на пасивирани образци с P1



Фиг.6. Скорост на корозия при пасивирани образци с P2



Фиг.7. Корозионно износване на пасивирани образци с P2



Фиг.8. Обобщени резултати на корозионно износните проби

5. Изводи и заключения

От направените микроструктури на изследваните поцинковани проби са отчетени дебелините на получения слой при различна продължителност на процеса на поцинковане (max - 15 μm).

След проведените експерименти чрез макроструктурно изследване са посочени корозионните повреди в отделните проби.

От анализа на корозионното износване на образците с цинково покритие се установи, че най-уязвими са тези с минимално време на галванизация (4 мин.).

Получените графични зависимости за скоростта на корозия показват, че корозионната устойчивост на разглежданите проби рязко нараства след 96 часа престой, поради пасивиране на повърхността.

Литература

1. Артамонова И.В., Л.А. Леснова, Е.О. Забенькина, В.М. Степанов, Е.Б. Годунов, С.М. Русакова. Коррозия металлов и защита от коррозии. Москва, 2010.
2. Илиева М., Д. Цанева, Д. Дочев. Оценка на корозионно-защитната способност на едно- и многослойни покрития, нанесени върху стомана У12. Научни трудове на Русенския университет, том 51, серия 2, 2012.
3. Миховски М., М. Лозев. Безразрушителен контрол в химическото машиностроене. ДИ „Техника“, София, 1987.
4. Antonov. G., G. Ruseva. Testing of corrosion resistance of galvanized sheet materials on steel DD11. ISSN 1310-3946.
5. Corrosion Tests in Artificial Atmospheres – Salt Spray Tests, ISO 9227:2012.