

DETERMINAREA MATERIALELOR DE CONSTRUCȚIE ALE SENZORULUI DE MĂSURARE A COROZIUNII UNIFORME

Doctor Teodora Hristova, UMG “St.
Ivan Rilski”, Sofia, BULGARIA

REZUMAT: Articolul a analizat rezultatele măsurătorilor la nivelul senzorului de coroziune pentru măsurarea coroziunii uniforme. Pentru a evita erorile din apariția coroziunii locale, s-a recomandat dezvoltarea unor astfel de senzori într-un oțel particular.

CUVINTE CHEIE: coroziune uniformă, senzor, oțel.

INTRODUCERE

În timpul investigației operației celulei galvanice la senzori pentru coroziune uniformă, prin metode electrice se măsoară viteza de acumulare a coroziunii asupra suprafeței discului standard (Hristova, 2009). În fig. 1 se prezintă construcția senzorului.

DETERMINING OF MATERIAL FOR CONSTRUCTION OF SENSOR FOR MEASUREMENT OF UNIFORM CORROSION

Ph.D eng. Teodora Hristova, UMG
“St. Ivan Rilski”, Sofia, BULGARIA

ABSTRACT: The article analyzed the results of measuring the level of corrosion sensor for measuring uniform corrosion. To avoid errors in the occurrence of local corrosion recommended the development of such sensors in a particular steel.

KEY WORDS: uniform corrosion, sensor, steel.

INTRODUCTION

During the investigation of operation of sensor-galvanic cell for uniform corrosion, through electric methods is measured the speed of accumulation of corrosion over the surface of gauge disc (Hristova, 2009). On the fig. 1 is given the construction of the sensor.

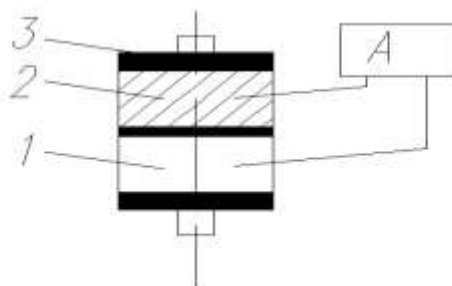


Fig.1 Construcția senzorului: 1 – Electrode catodic, din cupru, în formă de disc; 2- Electrode anodic din oțel sau fier forjat în funcție de materialul echipamentului cercetat; 3 – Tampon de izolare.

Fig.1 Construction of the sensor: 1 – Cathodic electrode, from copper, in the form of disc; 2- Anodic electrode from steel or cast iron depending on the material of the equipment researched; 3 – Isolating pad.

ANALIZĂ

Confirmarea rezultatelor primite prin măsurarea electrică se face prin analiza de fază sau metalografică.

Prezența stratului apărător (pasiv) este dovedită de analiză de fază termoelectrică. Această analiză este sensibilă la schimbările structurale și de fază din procesul de tratare mecanică și termală a metalelor și aliajelor și la schimbările de construcție a elementelor de aliaj. Permite cercetarea indirectă a schimbărilor structurale și controlul nedestructiv al compoziției și calității materialelor conductoare electrice. Cercetarea este făcută în cupru electrolit, încălzit la temperatura de $T=150^{\circ}\text{C}$.

Se asigură contactul electric stabil cu tiparul din zona $50\mu\text{m}^2$ prin presiune, P. În aceste feluri, în zona de contact se creează un gradient de temperatură locală, ΔT . Forța de mișcare termoelectrică diferențială U_a a tiparului de electrod de fier forjat este determinată de relația:

$$U_a = \Delta U / \Delta T = S_x - S_{Cu} \quad (1)$$

Unde S_x și S_{Cu} sunt coeficienții termoelectrici absoluți relativi ai aliajului cercetat și cuprului determinat de mase teoretice, iar ΔU este diferența potențiala manifestată la prezența gradientului de temperatură.

Se măsoară potențialul diferențial termoelectric care apare odată cu crearea gradientului de temperatură în macro-lustruirea materialului cercetat, în timpul contactului cu electrozii de fier forjat. Apariția punctelor inflexibile din valorile lui U_a asupra diverselor secțiuni, nu arată nicio omogenitate în zonele date de la lustruirea structurii și compoziția fazei sau noi faze de înregistrări sau compuși intermetalici.

Cercetarea fenomenului termoelectric permite **primirea** informațiilor prin procesele de interrelație a electronilor cu fotonii, mixturile și defectele zăbrelelor de cristal. Metodele pentru **măsurarea** forței de mișcare termoelectrică sunt instrumente pentru

ANALYSIS

The confirmation of the results received through electrical measurement is done by phase or metallographic analysis.

The presence of defending (passivative) layer is proved through the thermoelectric phase analysis. This analysis is sensitive to structural and phase changes in the process of mechanical and thermal treating of the metals and alloys and to changes of construction of alloying elements. It allows indirect research of structural changes and nondestructive control of the composition and quality of the electric conductive materials. The research is made by electrode from electrolyte copper, heated to temperature $T=150^{\circ}\text{C}$.

It assures stable electrical contact with the pattern on the area $50\mu\text{m}^2$ by pressure, P. In these way in the area of contact a local temperature gradient, ΔT , is created. Differential thermoelectric moving force U_a of the couple gauge electrode – pattern is determined by the relation:

$$U_a = \Delta U / \Delta T = S_x - S_{Cu} \quad (1)$$

where S_x and S_{Cu} are the relative absolute thermoelectric coefficients of the alloy researched and the copper determined by theoretical tables, and ΔU is potential difference manifested at the presence of temperature gradient.

It is measured the differential thermo electrical potential appearing with creation of temperature gradient in macro polish of material researched during the contact with gauge electrodes. The appearance of inflexed points in the values of U_a over the different sections displays no homogeneity in the given areas from the polish of the structure and phase composition or registries new phase or inter metal compound.

The research of thermo electrical phenomenon allows **receiving** of information for processes of interrelation of electrons with phonons, admixtures and defects of crystal

cercetarea indirectă a schimbării structurale și control nedestructiv asupra compoziției și calității de materiale conductoare electrice și produse făcute de ei în prezența diverselor impacturi externe și cultivarea suplimentară în condiția exploatarei. **Măsurarea** de-a lungul lungimii tiparului arată o sensibilitate considerabilă a coeficienților termoelectricei la compoziția chimică a aliajelor și la schimbările structurale.

Trei macro-lustruiri – netratate, tratate cu o soluție de NaCl 15%, și tratate cu o soluție de NaCl 18% sunt obiecte ale investigației. Aceste concentrații de sare de mare imită condiția Mării Negre. Ca rezultat al măsurătorii, s-a stabilit o reducere ușoară a U_a în partea netratată a tiparului dar din gama erorii permisibile. În partea tratată a tiparului, reducerea de U_a este de 10%. Aceasta se datorează existenței unui strat de **difuziune** cu grosimi mici și diferite sau influenței stratului de oxid necurățat. Concluzia este că probabil după tratarea, sub zona de oxid, există o omogenitate pentru stratul de grosime și de compoziție.

Pentru oțel, se stabilește **neomogenitatea** materialului pe lungime. Nu există diferențe și schimbări de compoziție sau structură de fază. Pentru oțelul desemnat pentru celula galvanică, tratat în soluție de NaCl 15% se observă o picătură în valoarea lui U_a . După tratarea sub zona de oxid se formează omogenitate pentru stratul de grosime și compoziție. Se primesc rezultate identice de la investigarea celui de-al treilea tipar tratat cu o soluție de NaCl 18%. Această soluție provoacă de obicei coroziune de adâncire. Acesta este motivul unor devieri din rezultatele de la investigare. Formarea stratului poate fi observată prin așternerea datelor asupra tiparului netratat.

The methods for **measurement** of thermo electric moving force are instruments for indirect research of structural change and nondestructive control over the composition and the quality of electric conductive materials and products made by them at the presence of different outside impacts and additional cultivation and in condition of exploitation. The **measurement** along the length of pattern shows a considerable sensitivity of thermo electrical coefficients to the chemical composition of the alloys and to the structural changes.

Three macro polishes – no treated, treated with NaCl 15% solution, and treated in NaCl 18% solution are objects of investigation. These concentrations of sea-salt imitate the condition of Black Sea. As a result of measurement was settled a slight reduction of U_a in no treated part of the pattern, but in the range of allowable error. In the treated part of the pattern the reduction of U_a is 10%. This is due to the existence of **diffusion** slayer with small and different thickness or to the influence of the non cleaned oxide slayer. The conclusion is that probably after the treating, under oxide area it exists a homogenous for thickness and composition slayer.

As for the steel non **homogeneity** of the material along the length is established. There are not differences and changes of phase composition and structure. For the steel designed for galvanic cell, treated in NaCl 15% solution it is observed a drop in the value of U_a . After treating under oxide area is formed homogenous for the thickness and composition layer. Identical results are received from investigation of the third pattern – treated with in NaCl 18% solution. This solution usually provokes pitting corrosion. This is the reason for some deviation in the results from the investigation. The formation of the layer can be seen by laying of the data over the no treated pattern.

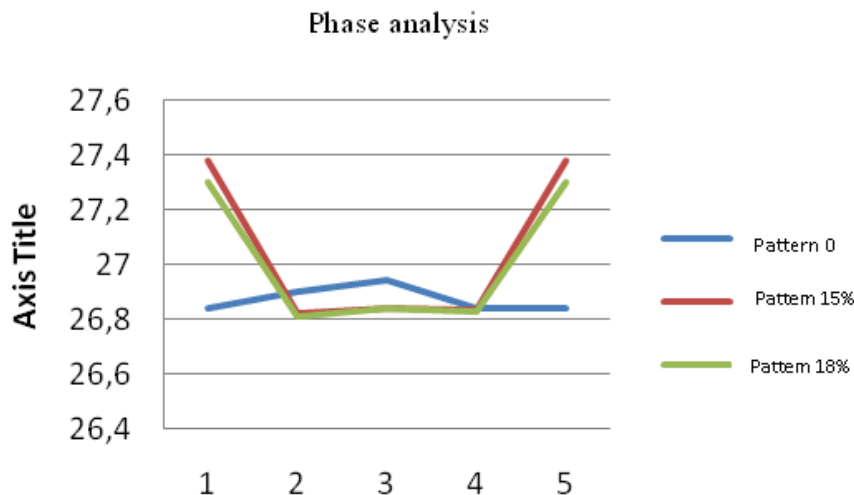


Fig.2. Analiza de fază: tiparul 0; tiparul 15%; ; tiparul 18%.
 Fig.2. Phase analysis: pattern 0; pattern 15%; ; pattern 18%.

Metodologia folosită se bazează pe metoda analizei comparative. Valorile lui U_a sunt primite în condiții determinate precise pentru măsurători și felul de electrod de fier forjat. Ele arată numai posibilele diferențe dintre tiparul-zero și tiparul după respectivul tratament chimic, mecanic și termal. Diferențele din valorile lui U_a dovedesc procesele de schimbare din compoziția chimică, compoziția de fază și crearea unui strat de difuziune, schimbări structurale și așa mai departe. Pentru că a fost o metodă indirectă, ea nu poate determina compoziția și concentrarea elementelor compușilor ca și felul fazei. Acest lucru se poate efectua prin alte metode, cum ar fi cea metalografică. Rezultatele cercetării metalografice arată dezvoltarea coroziunii **inegale neuniforme** cu posibila coroziune de presiune asupra diverselor locuri. Aceste rezultate sunt prezentate în imaginea 1.

The methodology used is based on the method of comparative analysis. The values of U_a are received under precise determined conditions for measurement and the kind of gauge electrode. They show only the possible differences between the zero-pattern and pattern after respective chemical, mechanical and thermal treatment. The differences in the values of U_a prove the processes of changes in chemical composition, phase composition, and creation of diffusion slayer, structural changes and so one. As has been indirect method it can't determine the composition and concentration of the composite elements as well as the kind of the phase. This can be accomplished by other methods like metallographic. The results from metallographic research display development of **uneven ununiform** corrosion with possible stress corrosion on different places. These results are shown on the picture 1.



Imaginea 1. Coroziune **inegală**.
Picture 1. **Uneven** corrosion.



Imaginea 2. Coroziune adâncită
Picture 2. Pitting corrosion

În unele locuri ale oțelului considerat, se observă efectul dezvoltării coroziunii adâncite iar în alte locuri se plasează apariția coroziunii de presiune.

Ruperile de piele sunt orizontale și verticale înăuntrul materialului. În următoarea imagine, este o **coroziune de presiune** asupra suprafeței tiparului.

On some places of the **steel** considered it is observed the effect of development of pitting corrosion, and on another places the appearance of stress corrosion.

The **skin breakings** are horizontal and vertical inside in the material. On the next picture there is a **stress corrosion** over the surface of the pattern.

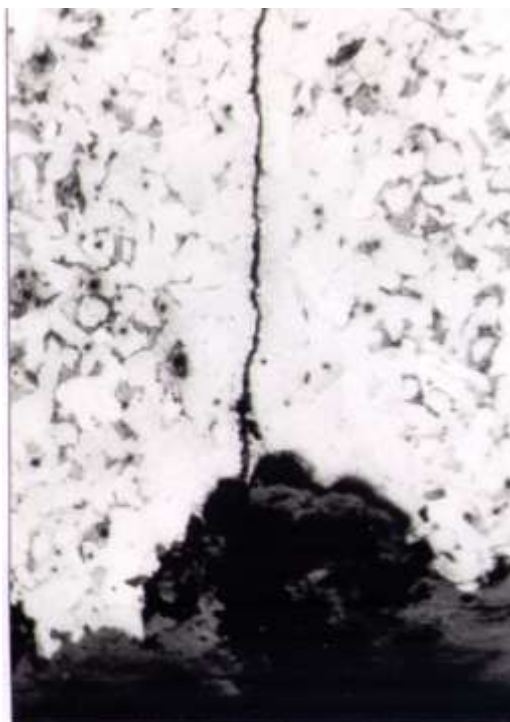


Imaginea 3. Coroziunea de presiune și **inegală** neuniformă

Picture 3. Stress and **uneven** ununiform corrosion

În următoarea imagine (imaginea 4) se prezintă o rupere de piele înăuntru metalului (coroziunea de presiune). Acesta este unul dintre pericolele coroziunii.

On the next picture (picture 4) is shown a **skin breaking** inside in the metal (stress corrosion). That is one of the more danger kinds of corrosion.



Imaginea 4. Coroziunea de presiune în adâncime

Picture 4. Stress corrosion in depth

În imaginea cercetării metalografice, se observă o penetrare **neuniformă** a stratului de oxid. Prin acest fel de **oxidare**, rezultatele măsurătorii electrice nu oferă o imagine completă a procesului de dezvoltare a coroziunii, mai ales în cazul solurilor cu conținut mare de ioni de clor. În acest mediu

On the picture of metallographic research an **uneven** penetration of oxide layer is observed. By this way of **oxidization** the results from electrical measurement don't give a complete picture of the process of corrosion development especially in the case of soils with high content of chlorine ions. In

pentru elaborarea senzorului se va folosi un oțel care corodează **egal-uniform**. De exemplu, un astfel de oțel este 304 L sau ASTM A106 GRB, din care se produc mai multe conducte pentru transportul de petrol și gaze naturale.

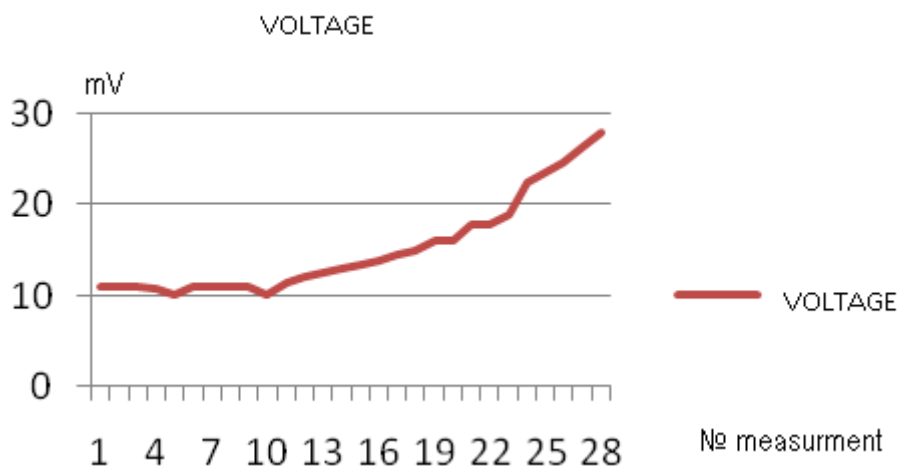
Pentru investigarea comportamentului **oțelului** 304 L sau ASTM A106 GRB în condițiile de coroziune în paralel cu tiparele de descriere, se examinează același fel de **oțel** cu metoda de voltamperometrică pentru dimensiunea dată a curentului [2]. Cu aceste metode, se determină caracteristicile și și comportamentul materialelor în diverse medii ale experimentului.

Rezultatele de la punctul de măsurare de păstrare a dimensiunii constante a tensiunii și rezistenței curente cresc în mod repetat (graficul 1 și 2).

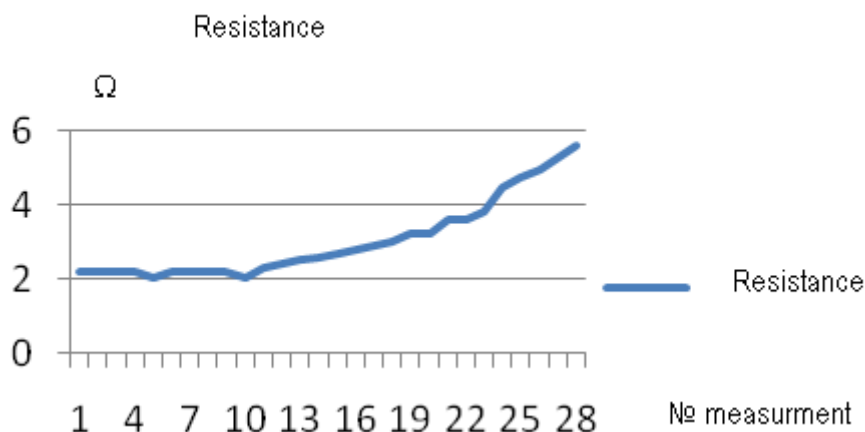
this environment for elaboration of sensor would be used a **steel**, that corrode **evenly - uniformly**. For instance, such kind of steel is 304 L or ASTM A106 GRB, from which are produced more of the pipelines for transport of oil and natural gas.

For investigation of behavior of **steel** 304 L or ASTM A106 GRB under corrosion conditions in parallel with describing patterns is examined the same kind of **steel** with the Delahay method of voltamperometrics for given size of the current [2]. With these method are determined the characteristics and behavior of the materials in different environments of experiment.

The results from measurement point that holding up constant size of current the voltage and resistance are repeatedly increasing (graphic 1 and 2).



Graficul 1. Creșterea tensiunii
Graphic 1. The increasing of voltage



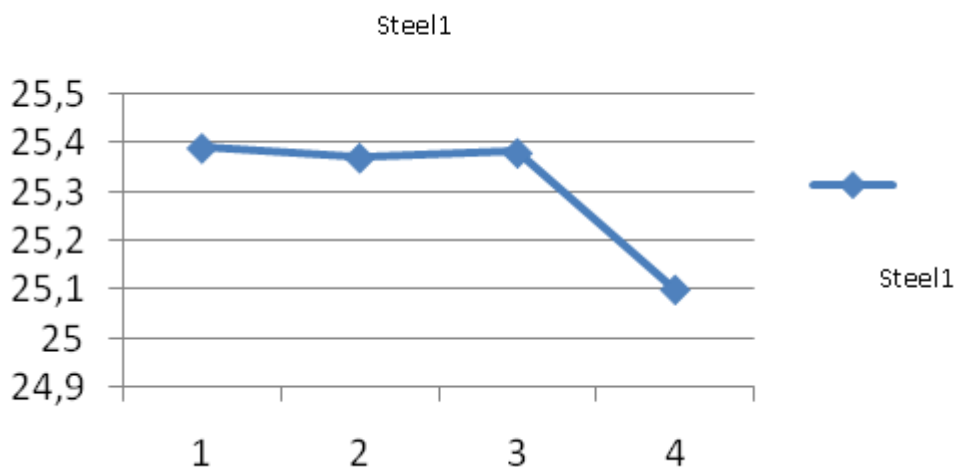
Graficul 2. Creșterea rezistenței
Graphic 2. The increasing of resistance

În procesul de calcul al creșterii rezistenței se poate determina foarte exact cantitatea de material (în mm) privată de tipar. Această cantitate pentru grosimea zidului tiparului (codnuctei) investigat (măsurat de fier forjat) este de 0.34 mm, și este aproape de generalizarea teoretică de 2 mm pentru 1 mV tensiune.

Prin analiza de fază se observă obținerea unui strat de difuziune slabă cu grosimea mai multor angstromi. Ea indică unificarea **oțelului** în această zonă. Această analiză arată formarea stratului subțire de oxidare care joacă rolul unui strat pasiv, dar și al stabilității coroziunii **oțelurilor** cromatice necorozive.

In the process of calculation of increasing of resistance it can be determined very precise the quantity of material (in mm) deprived from the pattern. This quantity for the thickness of the wall of the pattern (pipe) investigated (measured by slide gauge) is 0.34 mm, and is near to the theoretical generalization of 2 mm for 1 mV voltage.

By the phase analysis it is noticed obtaining of thin diffusion slayer with thickness of several angstroms. It indicates unification of the **steel** in this zone. This analysis displays formation of thin oxidizing slayer playing the role of passive slayer as well as the corrosion stability of chromatic no corrosive **steels**.



Graficul 3. Material (în mm) privat de tipar
Graphic 3. The material (in mm) deprived from the pattern

Investigarea metalografică a stratului de coroziune al acestui tipar într-o soluție de 20% acid sulfuric arată că aceste materiale sunt potrivite pentru elaborarea celulei galvanice, de senzori, mai ales din cauza prezenței coroziunii uniforme (Imaginea 6).

Metallographic investigation of corrosion slayer of this pattern in 20% solution of sulphur acid shows that these material is appropriate for elaboration of sensor, galvanic cell, mainly because of the presence of **uniform** corrosion (Picture 6).



Imaginea 6. Coroziune uniformă
Picture 6. Uniform corrosion

Filmul de oxidare observat în imagine dovedește că materialele oferite sunt potrivite pentru elaborarea celulei galvanice de senzori și că senzorul nu poate fi produs de orice fel de **oțel**. Pentru determinarea precisă a vitezei coroziunii, senzorul trebuie să fie produs de materialul echipamentului cercetat.

Rezultatele de la investigații vor fi folosite pe mai departe pentru desemnarea senzorului care raportează dezvoltarea coroziunii **inegale** adâncite și de presiune.

CONCLUZII

Acest articol discută rezultatele de la investigațiile funcționării celulei galvanice de senzori care raportează coroziune **inegală**. Pentru îmbunătățirea măsurătorii, se folosește procedura pentru investigarea comportamentului diverselor materiale. Acesta este principalul argument pentru oferirea materialului pentru producerea de senzori rezistenți.

The oxidizing film observed on the picture proves that the materials offered are appropriate for elaboration of sensor, galvanic cell, and that the sensor can't be produced by each kind of **steel**. For precise determining of the speed of corrosion the sensor has to be produced by the material of equipment researched.

The results from investigations will be used further for designing of sensor, which reports development of **uneven** pitting and stress corrosion.

CONCLUSION

This article discusses the results from investigations of the functioning of sensor, galvanic cell, reporting **even** corrosion. For improving the measurement the procedure for investigation of behavior of different materials is used. It is the main argument for offering the material for production of resistant sensor.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Stefanov, St., T. Hristova, „Folosirea Senzorului de rezistență pentru controlul coroziunii în conductele subterane”, *Minerit și geologie*, nr. 10, 2009, pp. 42-44.
- [2] Hrisova, T., St. Stefanov “Cercetarea electrochimică a celulei galvanice de senzor”, *Minerit și geologie – Problema* 10, 2008 Pagina 40-44
- [3] Delahay (P. Delahay, *Noi metode instrumentale în electrochimie*, Interștiință, Publ., New York, 1954

REFERENCES

- [1] Stefanov, St., T. Hristova, “The Use of Resistance Sensor for Control of Corrosion on the Underground Pipelines”, *Mining and Geology*, no. 10, 2009, pp. 42-44.
- [2] Hrisova, T., St. Stefanov “Electrochemical research of sensor galvanic cell”, *Mining and Geology - Issue* 10, 2008 PAGE 40-44
- [3] Delahay (P. Delahay, *New Instrumental Methods in Electrochemistry*, Interscience, Publ., New York, 1954