

o b e i k e a d i . c o m

Conclusions

CONCULOSION

- 1- The preparation of organoamide and novel organoamide silicon compounds confirmed the structure of its compounds by I.R and $^1\text{HNMR}$.
- 2- These Compounds in this study (I – VI) tested as inhibitor for the corrosion of carbon steel in (0.5M, 1M and 2M HCL). Then Selected and applied the 1.0 M HCL as electrolyte aggressive media concentration for all steps
- 3- The inhibition efficiency of these compounds increased by increasing the concentration of each compound.
- 4-The inhibition efficiency of these compounds depend on the chemical structure for each compound.
- 5-The inhibition efficiency of these compounds increase in the following order
$$\text{III} > \text{II} > \text{I} \quad \text{and} \quad \text{VI} \geq \text{V} > \text{IV}$$
$$\text{IV} > \text{I} \quad , \quad \text{V} > \text{II} \quad \text{and} \quad \text{VI} > \text{III}$$
- 6-The adsorption of these compounds on the steel surface followed the Langmuir's isotherm.
- 7-The adsorption process for inhibition occurred by the formation of coordination bonds between the hetero atoms N , O and Si atom with the Fe on the metallic surface.
- 8-The potentiodynamic polarization data and electro-chemical impedance spectroscopy (EIS) indicated that,

all inhibitors under investigation were affected as mixed type of inhibitor.

9-The results of different techniques (weight loss measurements, open circuit potential, potentiodynamic polarization (Tafel) , electrochemical impedance spectroscopy (EIS) and scanning electron microscope (SEM) showed a good agreement with each other. , this agreement among the five independent techniques proves the validity of these results.

ob
b
e
i
k
e
d
i
a
l
.
c
o
m

References

REFERENCES

- 1- Cui, N.; Qiao, L.J.; Luo, J.L. and Chiovelli, S., Br. Corros. J. **35** (3), (2000)210.
- 2 - Bastidad, J. M.; Polo, J. L. and Cano, E., J. Appl. Electrochem., **30**(2000) 1173.
- 3 - Ramesh Babu, B. and Holze, R., Br. Corros. J., **35** (3), (2000) 204.
- 4 - Du, T.; Chen, J. and Cao, D., Br. Corros. J., **35** (3), (2000) 229.
- 5- Ramachandran,S.; Campbell,S. and Ward,M.B., Corrosion **57**(6), (2001) 508.
- 6 - Abiola, O.K. and Oforika ,N.C., J. Corros. Sci. and Eng., **3**, (2002)10.
- 7- Liu,G.Q.; Zhu, Z.Y.; Ke,W.; Han,C.I. and Zeng ,C.L., Corrosion, Nace. , **57**(8), (2001) 730.
- 8- Collins, W.D.; Weyers,R.E. and AL-Qadi,I.L., Corrosion, Nace., **49** (1), (2001) 74.
- 9- Ekpe, U. j.; Ibok,U. J.; Ita,B. I.; Offiong,O. E. and Ebenso,E. E., Mat. Chem. and Phys., **40**, (1995) 87.
- 10- Jamil,H. E.; Shriri,A.; Boulif,R.; Montemor,M. F. and Ferreira, M.G.S., Cement &Concrete composites, **27** , (2005)671.
- 11- Oldham, K.B. and Mansfeld, F., Corros. Sci., **13**, (1973) 813.
- 12- Corvo, F.; Minotas, J.; Delgado,J. and Arroyave, C., Corros. Sci., **47**, (2005) 883.
- 13- Bentiss, F.; Lagrenee, M. and Traisnel M., Br. Corros. J., **35** (4), (2000) 315.
- 14- Evans,U.R., "Corrosion of Metals", Arnold Publishers, Pergamon Press, N. Y. (1924).

- 15- Rajendran, S.; Sridevi , S.P.; Anthony, N.; John Amalraj, A. and Sundaravadivelu, M., *Anti-Corros. Meth. and Mat.*, **52**(2), (2005)102.
- 16 – Stern, M. and Geary, A.L., *J. Electrochem. Soc.*, **104**, (1957) 56.
- 17- Schmitt, G., *Br. Corros. J.*, **19**, (1984) 4.
- 18- Mcccafferty, E.; and Hackerman, N., *J. Electrochem. Soc.*, **119** (8), (1972) 999.
- 19- Rozenfeld, I.L, “Corrosion Inhibitors”, Pub.Mc Graw Hill, London (1981).
- 20- Damborenea, J.; Bastidas, J. M. and Vazquez, A. J., *Electrochim. Acta*, **42**(3), (1997) 445.
- 21- Zhu, F.; Rendahl, B. and Thierry, D., *Br. Corros. J.*, **35** (3), (2000) 195.
- 22- Mortti, G.; Quartarone, G.; Tassan ,A. and Zingales, A., *Electro-chim. Acta*, **41** (13), (1996) 1971.
- 23- Quraishi, M. A. and Jamal, D., *Corrsion*, **56** (10), (2000)983.
- 24- Jianguo,L.; Gaoping,G. and Chuanwei,Y., *Electrochim. Acta*, **50**, (2005) 3320.
- 25- Champion,F.A., “Corrosion Testing Procedures”, Second Edition, Chapman and Hall, London, (1964).
- 26- Da Silva, J. E .P.; Cordoba de Torresi, S.S.I. and Torresi ,R.M., *Corros. Sci.*, **47** ,(2005) 811.
- 27- Mathur, P.B. and Vasudevan, T., *Corrosion*, **38**, (1982) 171.
- 28- Tamiliselvi, S. and Rajeswari, S., *Anti- Corros. Meth. and Mat.* **50**(3), (2003)223.

- 29- Gowrani ,T.; Yamuna , J.; Parameswari,K.; Chitra, S.; Selvaraj, A. and Subramani, A. a, *Anti- Corros. Meth. and Mat.*, **51**(6), (2004) 414.
- 30- Tariq Saeed ,M., *Anti- Corros. Meth. and Mat.*, **51**(6),(2004)389.
- 31- Tadros ,A. B. and El-Batouti ,M., *Anti- Corros. Meth. and Mat.*, **51**(6),(2004)406.
- 32- Suoor Athar ,S.M.; Ali ,H. and Qurashi, M.A., *Anti-Corros. Meth. and Mat.* , l **48**(4),(2001)251.
- 33- Frignani , A.; Monticelli ,C.; Zucchi ,F. and Trabanelli ,G., *Mat. Chem. and Phys.*, **92**, (2005) 403.
- 34- . Szauer ,T, *Corros. Sci.*, **23**, (1983) 481.
- 35- Samardzija,K. B.; Khaled , K.F. and Hackerman,N., *Anti-Corros. Meth. and Mat.* , **52**(1),(2005)11.
- 36- Mansfeld ,F., *J. Electrochem. Soc.*, **120**, (1973) 515.
- 37- Rahman, S.U.; Saeed ,M.T. and Ali ,Sk. A., *Anti- Corros. Meth. and Mat.* , **52**(3), (2005)154.
- 38- Ashassi - sokhabi,H.; Majidi, M. R. and Seyyedi, K., *Appl. Surf. Sci*, **225**, (2004)176.
- 39- Pereira da Silva, J. E.; Cordoba de Torresi ,S. I. and Torresi, R. M., *Corros. Sci.*, **47**, (2005) 811.
- 40- Ahmed ,N. M., *Anti- Corros. Meth. and Mat.*, **52**(3), (2005)167.
- 41- Hladky ,K.; Callow, L.M. and Dawson ,J. L.,*Br.Corros.J.*, **15** , (1980) 20.
- 42- Ochoa ,N.; Moran, F.; Pebere ,N. and Tribollet, B., *Corros. Sci.*, **47** , (2005) 593.
- 43- Williams ,D.E. and Asher, J., *Corros. Sci.*, **24**, (1984) 185.
-

- 44- Keera ,S.T., Anti- Corros. Meth. and Mat. ,**50**(4), (2003)280.
- 45-Gowrani ,T.; Yamuna ,J.; Parameswari ,K.; Chitra ,S.; Selvaraj , A. and Subramania ,A., Anti- Corros. Meth. and Mat., **51** (6), (2004) 414.
- 46- Osman ,M.M., Anti- Corros. Meth. and Mat. ,**45**(3),(1998)176.
- 47- Zeller III ,R.L. and Savinell ,R.F., Corros. Sci., **26** ,(1986) 591.
- 48- Abed ,Y.; Kiss ,M.; Hammouti,B.; Taleb,M. and Kertit,S., Prog. in Org. Coat., **50**, (2004) 144.
- 49- Hariharaputhram,R.; Subramanian,A.; Antony,A.A.; P.M.; Sankar Gopalan ,A. ; Vasudevan, T. and Venkatakrishnaiyer, S., Br. Corros. J., **33** (3), (1998)214.
- 50- Mansfeld ,F., Corrosion, **37**, (1981) 301.
- 51- Brown ,O.R., Electrochim. Acta, **27**, (1982) 33.
- 52- Tang, Z. and Pelletier ,J. C., Tetrahedron Letters, **39**, (1998)4773.
- 53- Free, M. L., Corros. Sci., **46**,(2004) 1.
- 54- Haneda ,R.; Nishihara ,H. and Aramaki , K., J. Electrochem. Soc., **144** (4), (1997) 1215.
- 55- Li ,F. B.; Bremner , D. H. and Burgess , A.E., Corros. Sci., **41**, (1999) 2317.
- 56- Fischer ,E.R. and ParkerIII ,J.E. , Corrosion, **53** (1), (1997) 62.
- 57- Osman ,M.M. and Shalaby, M. N., Mat. Chem. and phys., **77**, (2002) 261.

- 58- Wombacher, F.; Maeder, U. and Marazzani ,B., Cement and Concrete composites, 26, (2004)209.
- 59- Bentiss, F.; Lagrenee ,M.; Traisnel ,M. and Hornez, J.C., Corros. Sci., 55 (10), (1999) 968.
- 60- Keera, S.T., Br. Corros. J., 36 (4), (2001) 261.
- 61- Ateya, B. G.; EL-Anadouli ,B. E. and EL-Nizamy, F. M., Corros. Sci., 24 (6), (1984) 509.
- 62- Muller ,B., Corros. Sci., 46, (2004) 159.
- 63- Spathis ,P.; Papastergidis ,E.; Stalidis, G. and Papanastasiou, G. , J. of Corros. Sci. and Eng.,3, (2002)1.
- 64 – Batt, C. and J.Robinson ,M., J. of Corros. Sci. and Eng., 4, (2003)1.
- 65- Mansfeld, F., Corrosion, 29 , (1973) 397.
- 66- Zhang ,S.; Shibata,T. and Haruna ,T. , Corros. Sci., 47, (2005) 1049.
- 67- Mac-Donald ,D.D., Corrosion, 46, (1990) 229.
- 68- Chao, C. Y.; Lin, L. C. and Mac-Donald ,D. D., J. Electrochem. Soc., 129 ,(1982) 1874.
- 69- Cahan ,B. D. and Chen ,C.T., J. Electrochem. Soc., 129 ,(1982) 474.
- 70- Epelboin,I.; Gabrielli ,C.; Keddou,M. and Takenouti,H., ASTM-STP, 27, (1981) 150.
- 71- Lemaitre ,L.; Moors ,M. and Van Peteghem ,A.P., J. Appl. Electrochem., 13, (1983) 803.
- 72- Hajjarji, N.; Rico, I.; Srhiri ,A.; Lattes ,A.; Soufiaoui ,M. and Ben Bachir ,A., Corrosion, 49, (1993) 326.

- 73- Elsener ,B.; Virtanen ,S. and Bochni ,H., *Electrochim. Acta*, **32**, (1987) 927.
- 74 – Agarwal,P.; Moghissi ,O. C.; Orazen ,M.E. and Garcia-Rubio, L.H., *Corrosion*, **49**,(1993) 278.
- 75- Frignani,A.; Tassinari,M.; Meszaros,L.; and Trabanelli ,G., *Corros. Sci.*, **32**, (1991) 903.
- 76- Frignani ,A.; Tassinari, M. and Trabanelli ,G., *Electrochim. Acta*, **34**, (1989) 1259.
- 77- Bigligic ,S., *Mat. Chem. and phys.*, **76**, (2002)52.
- 78- Al- mayouf ,A. M.; Al- amery ,A.K. and Al- suhybai A.A., *Br. Corros. J.*, **36**(2), (2001) 127
- 79- Cruz,J., Martinez,R., Genesca,J. and Garrcia-Ochoa E., *J. Electro- analytical chem.*, **566**, (2004)111.
- 80- Emregul,K. C. and Atakol,O., *Mat. Chem. and phys.*,**83**, (2004)373.
- 81- Quraishi ,M. A. and Sardar ,R., *corrosion* **58**(2),(2002)103.
- 82- Quraishi ,M. A. and Sardar, R., *corrosion*, **58**(9), (2002)748.
- 83- Sanyal, B., *Prog. in org. coat.*, **9**,(1981) 165.
- 84- Evans ,U.R., *Z. Electrochem.*, **62**, (1958) 619.
- 85- Hausler ,R. H., *Proc. 6th Eur. Symp. Corros. Inh., Ferrara, Italy* (1985) 41.
- 86- Damaskin, B. B.; Petri ,O. A. and Batrakov ,V.V., “Adsorption of organic compounds of Electrodes”, Plenum Press, New York (1971) 86.
- 87- Barnartt, S., *Electrochim. Acta*, **15**, (1970) 1213.
-

- 88- Epelboin, I.; Keddam, M. and Takenouti, H., *J. Appl. Electrochem.*, **2**, (1972) 71.
- 89- Ailor, W. H., "Handbook of Corrosion Testing and Evaluation", John Wiley and Sons, Inc., New York, (1971).
- 90- Lorenz, W. J. and Mansfeld, F., *Dechema-Monographs*, Vol. **101**, "Electrochem. Corros. Testing", Inter. Workshop held at Ferrara, Italy, (1985) 185.
- 91- Mansfeld, F. and Kendig, M.W., *Corros.*, **34**, (1983) 397.
- 92- Sato, Y.; Kanno, K. and Suzuki, M., *Proc. 7th International Congress on Metallic Corrosion*, Brazil, (1978) 1945.
- 93- Kendig, M.W.; Meyer, E.M.; Lindberg, G. and Mansfeld, F., *Corros. Sci.*, **23**, (1983) 1007.
- 94- Mac-Donald, D. D.; Syrett, B.C. and Wing, S. S., *Corrosion*, **34**, (1978) 29 and **35**, (1979) 367.
- 95- Mac-Donald, D. D. and McKubre, M. C. H., "Electrochemical Impedance Techniques in Corros. Sci.", *Electrochemical Corrosion Testing*. STP 272 (Philadelphia, PA: ASTM, 1981).
- 96- Ashassi-sokhabi, H.; Majidi, M. R. and Seyyedi, K., *Appl. Surf. Sci.*, **225**, (2004) 176.
- 97- Zerfaoui, M.; Oudda, H.; Hammouti, B.; Kerit, S. and Benkaddour, M., *Prog. in Org. Coat.*, **51**, (2004) 134.
- 98- Migahed, M. A., Mohamed, H. M., Al. Sabagh, A. M., *Mat. Chem. and Phys.*, **80**, (2003) 169.
- 99- Quraishi, M. A.; Jamal, D. and Singh, R. N., *Corrosion*, **58**(3), (2002) 201.
- 100- Quraishi, M. A. and Jamal, D., *Corrosion*, **55**(2), (2000) 156.

- 101- Fontana, M.G. and Green ,N.D., "Corrosion Engineering", Mc-Graw- Hill Book co., Newyork (1976) chapter 1, 2, 3.
- 102- Hoar ,T.P., International Conference on Surface R,eactions, Pittsburg (1948)127.
- 103- Carter ,V.E., F1M, F1 Corr T, FIMF, "Metallic Coatings for Corrosion Control " (1977) P. 4 -8
- 104- Updating Corrosion Map of India – A Report National corrosion Council of India, CECRI, Karaikudi (1996) 1.
- 105- Elliot ,P. ,Proceedings of the Corrosion 86 Symposium on International Approaches to Reducing Corrosion Costs, Houston, TX, March 20,1986, Houston ,TX , National Association of Corrosion Engineers. P1-6.
- 106- Bernie ,J. A. , Proceedings of the Corrosion 86 Symposium on International Approaches to Reducing Corrosion Costs, Houston, TX, March 20,1986, Houston ,TX , National Association of Corrosion Engineers. P.21-26.
- 107- Payer ,J. H. and Ugiansky ,G.M ., Proceedings of the Corrosion 86 Symposium on International Approaches to Reducing Corrosion Costs, Houston, TX, March 20, 1986, Houston, TX, and National Association of Corrosion Engineers. P.46-54.
- 108- Cherry ,B. W., Proceedings of the Corrosion 86 Symposium on International Approaches to Reducing Corrosion Costs, Houston, TX, March 20,1986, Houston ,TX , National Association of Corrosion Engineers. P.7-15.
- 109- Zhu, R. , Proceedings of the Corrosion 86 Symposium on International Approaches to Reducing Corrosion Costs, Houston, TX, March 20,1986, Houston ,TX , National Association of Corrosion Engineers. P.16-20

- 110- Shreir ,L. L., PhD, FRIC, FIM, F1 Corr T,FIMF, Corrosion1, Metal / Environment Reactions Newness-Butterworths (1979).
- 111- Walsh ,F.; Ottewill ,G. and Barker ,D., Trans. Inst. Metal. Finish, **71**(3) , (1993) 117.
- 112- Satri, V. S.; "Corrosion Ihibitors principles and application", British library, (1998) chap 1, p 11.
- 113- Sargeant ,D. A., Corros. Prev. Control, **44**, (1997) 91.
- 114- Tretheway ,K. R.; Sargeant ,D. A.; Marsh, D.J. and Tamimi ,A. A., Corros. Sci., **35** , (1993)127.
- 115- Campelee ,J.W. and Braun ,R. D., Instrument. Scien Technolo., **3**, (1996) 195.
- 116- Voruganti ,V. S. ; Luft ,H. B.; Degree ,D. and Bradford ,S. A., corrosion,**47** , (1991) 343.
- 117- Wesley ,W.A., Proc. ASTM, **40**, (1940) 690.
- 118- Prior ,M.J. and Keir ,D.S., J. Electrochem. Soc., **104**, (1957) 269.
- 119- Tan ,Y.J., Corrosion, **50**, (1994) 226.
- 120- Oidfield, J. W. , Bull. Electrochem., 3 (1987) 597.
- 121- Newman ,R. C. and Procter ,R. P. M., Br. Corros. J., **25**, (1990) 259.
- 122- Hurst,P., Rafel ,A. S. and Tice ,D.R., American Nuclear Soc. (1997) 430.
- 123- Gosta Wranglen, "An Introduction to Corrosion and Protection of Metals", London, New York (1985).
- 124- Raj Narayan; "An Introduction to Metallic Corrosion and its Prevention"; Oxford and IBH Publishing Co. Pvt. Ltd. 1998.
- 125- Uhlig, H.H., (Corrosion and corrosion control), John Wiley and Sons. Inc. New York (1966).

- 126- Migahed ,M. A.; Abd-El-Raouf ,M.; Al-Sabagh ,A. M. and Abd-El-Bary, H. M., *Electrochem. Acta* ,**50** , (2005)4683.
- 127- . Szyprowski ,A. J, *Br. Corros. J.*, **35** (2), (2000) 155.
- 128- Desai ,M. N. and Desai ,M. B., *Corros. Sci.*,**24** (8), (1984) 649.
- 129- Desai ,M. N.; Desai ,M. R.; Shan ,C. B. and Desai ,S. M., *Corros. Sci.*, **26** (10), (1986) 827.
- 130- Hettiara Chchi ,S.; Chan ,Y. W.; Wilson, R.B. and Agarwala ,V. S., *Corrosion*, **45**, (1989) 30.
- 131- Oguzie ,E. E.; Unaegbu ,C. , Ogukwe ,C. N.; Okolue ,B. N. and Onuchukwu ,A. I., *Mat. Chem. and Phys.*, **84** , (2004) 263.
- 132- Maitra ,A.; Singh, G. and Chakraborty ,B. B., *Trans.SAEST*, **18** , (1983) 335.
- 133- Alsabagh, A. M. ; Migahed ,M.A. and Awad ,Hayam S. , *Corros. Sci.*, **48** ,(2006) 813.
- 134- Horvath ,T. and Kalman ,E., "Progress in the Understanding and Prevention of Corrosion", *Institute of Materials*, **2** , (1993) 923.
- 135- Belogazow ,S. M., "Progress in the Understanding and Prevention of Corrosion", *Institute of Materials*,**2** , (1993) 906.
- 136- Patel ,R .B.; Padya ,J. M. and Lal ,K., *Trans.SAEST*, **17** , (1982) 321.
- 137- Ebenso ,E. E., *Mat. Chem. and Phys.*, **80** ,(2002)1.
138. Morgas ,W. M, *Qutlies of Paint Tehnology* ,**3** ,(1990)127

- 139- Hosary, A. A. and Saleh ,R. , "Progress in the Understanding and Prevention of Corrosion", Institute of Materials,2 ,(1993) 911.
 - 140- Gomma ,G. K., Mat. Chem.and phys., 55 ,(1998)241.
 - 141- National Association of Corrosion Engineers. "Corrosion Basis, An Introduction" , NACE (1984)329.
 - 142- Shamma, L. A.; Saleh ,J. M. and Hikmat ,N. A.,Corros. Sci., 7 , (1987) 221.
 - 143- Satri ,V.S.; "Corrosion Inhibitors principles and application " British library ,(1998) Chap. 2, p 28.
 - 144- Tebbji ,K.; Oudda ,H.; Hammouti, B.; Benkaddour ,M. B., El kodadi ,M.; Malek ,F. and Ramadani, A., App. Surf. Sci., 241 , (2005) 326.
 - 145- Tang ,L. B.; Mu ,G. N. and Liu ,G. H., Corros. Sci. 45 , (2003) 2251.
 - 146- Manjula, P.; Manonmani ,S.; Jayaram, P. and Rajendran ,S., Anti- Corros. Meth. and Mat., 48 ,(2001) 319.
 - 147- Bentiss, F.; Bouanis, M.; Mernari ,B.; Traisnel ,M. and Lagrene´e , M., J. Appl. Electrochem. ,32 ,(2002) 671.
 - 148- Bentiss ,F.; Traisnel ,M. and . Lagrene´e ,M., Br. Corros. J. ,35 , (2000) 315.
 - 149- Babu ,B. R. and Holze, R., Br. Corros. J. ,35 ,(2000) 204.
 - 150- Bentiss, F.; Traisnel, M. and Lagrene´e, M., Corros. Sci., 42 , (2000) 127.
 - 151- Abd-El-Nabey ,B. A.; Khamis ,E.; Ramadan ,M.Sh. and El-Gindy, A., Corrosion, 52 , (1996) 671.
 - 152- Quraishi, M. A. and Jamal ,D., Corrosion, 56 ,(2000) 156.
 - 153- Mernari,B.; El Attari,H.; Traisnel,M.; Bentiss,F. and Lagrene´e, M., Corros. Sci., 40 , (1998) 391.
 - 154- Quraishi ,M. A., and Jamal ,D., Corrosion ,56 , (2000) 983.
 - 155- Arab, S.T. and Noor ,E. A., Corrosion , 49 ,(1993) 122.
 - 156- Li, P.; Tan, T.C. and. Lee, J.Y, Corrosion, 53 , (1997) 186.
-

- 157- Lagrene'e ,M.; Mernari ,B.; Chaibi ,N.; Traisnel, M.; Vezin ,H. and Bentiss, F., *Corros. Sci.* ,**43** , (2001) 951.
- 158- Moretti,G.; Quartarone,G.; Tassan,A. and Zingales, A., *Electrochim. Acta* , **41** , (1996) 1971.
- 159- Abd El Rehim, S. S.; Magdy Ibrahim, A. M. and Khalid ,K.F., *Mater. Chem. and Phys.*,**70** ,(2001) 268.
- 160- Martinez, S. and Stern, I., *Appl. Surf. Sci.*, **199** , (2002) 83.
- 161- El Azhar , M.; Mernari ,B.; Traisnel, M.; Bentiss, F. and Lagrene'e ,M., *Corros. Sci.*, **43** , (2001) 2229.
- 162- Banerjee, S. N. and Misra ,S., *Corrosion* , **45** , (1989) 780.
- 163- Ameer ,M. A.; Khamis, E. and Al-Senani, G., *J. Appl. Electro-chem.*, **32** ,(2002) 149.
- 164- Bentiss ,F.; Traisnel ,M.; Gengembre ,L. and Lagrene'e , M., *Appl. Surf. Sci.*,**161** ,(2000) 194.
- 165- Ebenso ,E. E., *Mater. Chem. and Phys.*,**79** , (2003) 58.
- 166- Abd El-Rehim, S. S.; Refaey ,S. A.M.; Taha ,F. ; Saleh , M. B., and Ahmed, R. A., *J. Appl. Electrochem.*, **31** , (2001) 429.
- 167- De Damborenea, J.; Bastidas ,J. M. and Va'zquez ,A. J. , *Electro-chim. Acta*, **42**, (1997) 455.
- 168- Wang ,H. L.; Fan ,H. B. and Zheng ,J. S., *Mater. Chem. and Phys.*,**77**, (2002) 655.
- 169- Du ,T.B.; Chen, J. J. and Cao ,D.Z., *J. Mater. Sci.*, 36, (2001) 3903.
- 170- Bastidas ,J. M.; de Damborenea, J.; and Va'zquez, A. J. , *J. Appl. Electrochem.* , **27** ,(1997) 345.
- 171- Elkadi, L. ; Mernari,B.; Traisnel, M.; Bentiss, F. and Lagrene'e , M., *Corros. Sci.*, **42** , (2000) 703.
- 172- Ebenso, E. E. ; Ekpe ,U.J.; Ita ,B.I.; Ong ,O.E., and Ibok , U. J. , *Mater. Chem. and Phys.*, **60** , (1999) 79.
- 173- Wahdan ,M.H., *Mater. Chem. and Phys.* **49** , (1997) 135.
- 174- Gojic',M., *Corros. Sci.*, **43** , (2001) 919.
- 175- Osman ,M. M. and Abad El Rehim ,S. S., *Mater. Chem. and Phys*, **53**, (1998) 34.
- 176- Martinez, S. and Stern ,I., *J. Appl. Electrochem.*,**31**,(2001) 973.
-

- 177- To ,X. H.; Pebere, N.; Pelaprat, N.; Boutevin ,B. and Hervaud, Y., *Corros. Sci.* , **39** , (1997) 1925.
- 178 - Sahin ,M. and Bilgic ,S. , *Appl. Surf. Sci.*, **147** , (1999) 27.
- 179 - Feng ,Y.; Siow ,K.S.; Teo ,W.K. and Hsieh ,A.K., *Corros. Sci.*, **41** (1999) 829.
- 180 - Sekine ,I. and Hirakawa, Y., *Corrosion* ,**42** , (1986) 272.
- 181- Khamis ,E.; El-Ashry ,E.S.H. and Ibrahim ,A.K., *Br. Corros. J.*, **35** , (2000) 150.
- 182- Altoe ,P.; Pimennta, G. ; Moulin ,C. F. ; Diaz, S. L. and Mattos , O. R., *Electrochem. Acta*, **41** ,(1996)1165.
- 183- Bentiss, F., Raisnel,.T. and Lagrenee ,M., *Corros. Sci.* , **42** , (2000)127.
- 184- Muralidharan ,S.; Ch,rasekar ,R. and Kiyer, S. V., *Proc.Indian Acid Sci., (Chem. Sci.)*, **112** , (2000)127.
- 185- Chetouai ,A. ; Hammouti, B.; Aouniti, A.; Benchat ,N. and Benhadda ,T., *Prog. Org. Coat.*, **45** , (2002)373.
- 186- Boudi ,D.; Kertit ,S.; Hammouti ,B. and Brighli ,M. , *J. Electro-chem. Soc.*, **46**, (1997) 23.
- 187- Chetouai ,A.; Aouiti, A.; Hammouti ,B. ; Benchat ,N.; Benhadda , T. and Kertit ,S., *Corros. Sci.* ,**45** , (2003)1675.
- 188- Tadros ,A. B. and Abdel-Nabey ,B. A., *J. Electroanal. Chem.*, **224** , (1988) 433.
- 189- Thomas, J. G. N., in: *Proceeding of the 5th European on Symp. Corros., Inhibitors , Ferrara Italy*, (1980) p. 453.
- 190- Donnelly ,B. B.; Downie ,T. C.; Grzeskowiak, R. ; Hamburg ,H. R. and Short ,D., *Corrs. Sci*, **18** , (1977)109.
- 191- Aytac ,A.; Ozmenn, U. and Kabasakaloglu ,M., *Mater. Chem. and Phys.*,**89** , (2005)176.
-

- 192- Bilgic ,S. and Caliskann ,N.,J. Appl. Electrochem., **31** ,(2001) 79.
- 193- Shokry ,H.; Yuasa ,M.; Sekine, I.; Issa ,R. M.; El-Baradie , H. Y. and Gomma, G. K., Corrs. Sci. , **40** ,(1998)2173.
- 194 - Li ,S.; Chen ,S.; Lei, S.; Ma, H.; Yu ,R. and Liu ,D., Corrs. Sci., **41**, (1999)1769.
- 195- Ashassi-Sorkhabia, H.; Shaabanib ,B. and Seifzadeha ,D., Appl. Surf. Sci., **239** , (2005) 154.
- 196- Ashassi-Sorkhabia ,H.; Shaabanib, B. and Seifzadeha, D., Electro-chim. Acta, **50** , (2005) 3446.
- 197- Schmitt ,G., Br. Corros. J., **19** , (1984) 4.
- 198- bruyer ,V. and Blesa ,M., J. Electroanal chem.. Interf. Electrochem., **182** , (1985)141.
- 199- Plentev, M. H.; Reshetnikov ,S. M.; Ternavtseva, I. V.; Shabanova , I. N.; Ponomareva, I. L. and Udmurtsk ,L. V., Protect.of Metals, **26** ,(1990)121.
- 200- Popova, A.; Chistov ,M.; Raicheva, S. and Sokolova, E., Corros. Sci., **46** ,(2004)1333.
- 201- Grigoriev ,B. P. and Ekilik ,B. B., Chemical Structure and Protective, Action of Corrosion Inhibitors, Rost. Gos. Univ., rostow,(1987).
- 202- Ayers, R. C. and Hackerman ,N., J. Electrochem. Soc., **110** , (1963) 507.
- 203 – Lewis, G., corrosion ,**38** ,(1982)60.
- 204 - Donahue ,F. M. and Nobe ,K.,J. Electrochem. Soc., **12**, (1965)886.
- 205 - Szauer ,T., and Brandt, A., Electochem. Acta ,**26** , (1981)1209.
- 206 – Eldakar, N. and Nobe ,K., Corrosion ,**33** ,(1977) 128.

- 207 – Eldakar, N. and Nobe, K., *Corrosion*, **36**, (1981) 271.
- 208- Incorvia, D. M., in: *Proceeding of the 6th European on Symp. Corros., Inhibitors*, Ferrara Italy, (1985) p. 81.
- 209- Foroulis, Z. A., in: *Proceeding of the 6th European on Symp. Corros., Inhibitors*, Ferrara Italy, (1985) p. 130.
- 210- Li a, W.; He, Q.; Pei, Ch. and Houa, B, *Electrochimica Acta*, **52**, (2007) 6386–6394
- 211- .Moretti, G.; Quartarone, G.; Tassan, A. and Zingales, A., *Electro-chem. Acta*, **41**, (1996)1971.
- 212- Adennabi, A. M.; Abdulhadi, A. I. and Abu-Orabi, S., *Anti Corros. Meth. Mater.*, **2**, (1998)103.
- 213- Qiu, L. G.; Xie, A. J. and Shen, Y. H., *Corrs. Sci.*, **47**, (2005) 273.
- 214 – Free, L., *Corrs. Sci.*, **44**, (2002)2865.
- 215- Osman, M., Omar, A. M. A., Al-Sabagh, A. M., *Mat. Chem. and Phys.*, **50**, (1997)271.
- 216- Ateya, B. G.; El-Annadouli, B. E. and El-Nizay, F. M., *Corrs. Sci.*, **37**, (1984)509.
- 217- El-Achouri, M.; Hajji, M. S. and Kertit, S., *Corrs. Sci.*, **37**, (1995) 381.
- 218- Cavallaro, L.; Felloni, L. and Trabanelli, G., *Proc. 1st Eur. Symp. on Corros. Inh.*, Ferrara, Italy, (1960) 111.
- 219- Putilova, N.; Balezin, S. A. and Barannik, V. P. “*Metallic Corrosion Inhibitors*”, Pergamon Press (1960).
- 220- *Industrial Corrosion Monitoring*, HMS Publication, London, (1978) chapt 2 p.98.

- 221- Fontana ,M. G. and Green, N. D., corrosion engineering, Mc- Graw- Hill Book co. , Newyork (1976) chapter 10 p. 499.
- 222- Bosch, R. W. and Bogaerts ,W. F., Corrosion 52 ,(1996)204.
- 223- Abdel-Aal ,M. S.; Ahmed ,Z. A. and Hassan, M. S., J. Appl. Electrochem., 22 , (1992)1104.
- 224- Lisac ,E. S.; Kasunic ,D. and Furac, J. V., Corrosion ,51 , (1995) 767.
- 225- Mccafferty, E., Corrs. Sci , 47 , (2005) 3202.
- 226- Flitt ,H. J. and Schwemsberg ,D. P., Corrs. Sci., 47, (2005)3034.
- 227- Jones ,D. A., "Principle and Prevention of Corrosion" , Macmillan, New York (1992) p.93.
- 228- Tait ,W. S., "An Introduction to Electrochemical Corrosion & Testing for Practicing Engineers and Scientists", Pairo Docs & Publication Racine (1994).
- 229- Flitt ,H. J. and Schwemsberg, D. P., Corrs. Sci, 47 ,(2005)1520.
- 230- Hines, G., Br. Corros. J., 18 , (1983)10.
- 231- Preface, Corrs. Sci , 47 , (2005)2858.
- 232- Reeve ,J. C. and Bech-Nielsen, G. , Corros. Sci., 13 , (1973) 351.
- 233- Periasamy ,M. and Krishnaswamy ,P. R., J. Electroanal. Chem., 61 , (1975) 349.
- 234- Kanno ,K.; Suzuki ,M. and Sato ,Y., Corros. Sci.,20 ,(1980)1059 and J. Electroanal. Chem., 125 , (1978) 1389.
-

- 235- Williams ,L. F. G. and Taylor ,R. J., Corrosion, **38** ,(1982) 425.
- 236- Reinhard ,G. ; Rammelt ,U. and Remmelt ,K., Corros. Sci., **26** ,(1986) 109.
- 237- Bosch ,R. W., Corrs. Sci., **47** ,(2005)125.
- 238- Sathiyarayanan ,S.; Jeyaprabha ,C.; Muralidharan ,S. and Venkatachari ,G., Appl. Surf. Sci., **252** ,(2006) 8107.
- 239- Zhang ,D. ; An ,Z. ; Pan, Q. ; Gao ,L. and Zhou ,G. , Appl. Surf. Sci., **253** ,(2006) 1343.
- 240- Perez ,C. ; Collazo ,A.; Izquierdo ,M.; Merino ,P. and Novoa, X. R., Corrosion, **56** (12) , (2000) 1220.
- 241- Refaey ,S. A. M., Synthetic Metals, **140** ,(2004)87.
- 242- Wu ,S .L.; Cui, Z. D.; Zhao, G. X.; Yan ,M. L.; Zhu ,S. L. and Yang , X. J., Appl. Surf. sci., **228** ,(2004)17.
- 243- Itagaki, M.; Nozue ,R.; Watanabe ,k.; Katayama ,H. and Noda ,K., Corros. Sci., **46** ,(2004) 1301
- 244 – Liu ,X. ; Chen ,Sh. ; Ma, H. ; Liu, G. and Shen ,L., Appl. Surf. Sci., **253** ,(2006) 814.
- 245- Lebrini ,M.; Bentiss, F. ; Vezin ,H. and Lagrene ,M. , Corros. Sci., **48** ,(2006) 1279.
- 246- Irhzo, A.; El Softy ,M., Bui, N. and Dobosi ,F., Proc. 10th International Congress on Metallic Corrosion, Italy, IV (1987) 3953 and 3991
- 247- Warburg, Ann. Phys. und Chem. Ser. **3**, **67** (3), (1899) 493 and Ann. Phys. und Chem. Ser. 4, (**6**) (1901) 125.
- 248- Hassan ,H. H. , Electrochimica Acta , **53** ,(2007) 1722
- 249- Hausler, R. H., Corrosion, Nace, **42** ,(12) (1986) 729.
- 250 - Gabrielli ,C., “Identification of Electrochemical Processes by Frequency Response Analysis” (Farnborough, Hants, U.K.: Solartron Instrument Group, Solartron Schlumberger, Solartron Electronic Group, 1980).

- U.K.: Solartron Instrument Group, Solartron Schlumberger, Solartron Electronic Group, 1980).
- 251- Schmitt, G., Br. Corros. J., **19**, (1984) 165.
- 252- Quraishi ,M. A. and Sharma ,H. K., Mater. Chem. and Phys., **78**, (2002) 18.
- 253- Patel ,N. K. , J. Electrochem. Soc. India, **21** ,(1971) 136.
- 254- Wippermann ,K.; Schultze, J. W.; Kessel ,R. and Penninger ,J., Corros. Sci., **32**,(1991) 205.
- 255- Dafali ,A.; Hammouti ,B.; Aounti ,A.; Mokhlisse ,R.; Kertit ,S. and Elkacemi ,K., Ann. Chim. Sci. Mater., **25** , (2000) 437.
- 256- Abdelnabi ,B.; Khalil ,N. and Mohamed, A., Surf. Technol.,**24**, (1985) 383.
- 257- Dafali ,A.; Hammouti ,B. and Kertit ,S., J. Electrochem. Soc. India , **50** , (2001) 62.
- 258- Thomas, J. G. N., in: 5th Eur. Symp. on Corros. Inhibitors 1980, Ann. Univ. Ferrara, Italy, 1981,p. 453.
- 259- Morales-Gila,c ,P.; Negro´n-Silvab ,G.; Romero-Romoa , M.; A´ngeles-Cha´vezc ,C. and Palomar-Pardave´a ,M., Electrochim. Acta ,**49** ,(2004) 4733.
- 260- Babic´-Samardzija ,K.; Khaled ,K. F. and Hackerman ,N Anti-Corros. Meth. and Mat., **52**(1), (2005) 11.
- 261- Saeed ,M. T., Anti- Corros. Meth. and Mat., **51** (6) , (2004) 389.
- 262- Chetouani, A. ; Aouniti ,A. ; Hammouti ,B. ; Benchat ,N.; Benhadda, T. and Kertit ,S. , Corros. Sci. ,**45** ,(2003) 1675.
- 263- Tebbji, K. ; Aouniti ,A.; Benkaddour ,M.; Oudd,H.; Bouabdallah ,I. ; Hammoutia ,B. and Ramdanidl ,A., Prog. in Org. Coat. , **54** , (2005) 170.
- 264- Srhiri ,A.; Haijaji ,N.; Nassali ,H.; El Kanouni ,A.; BenBachir A. ; Takenonti ,H. and Keddami, M., in: 9th European Symposium on Corrosion Inhibitors, **21**, 2000, p. 797.
- 265- Qafasoni ,W.; Blanc, Ch.; Pebere ,N. and Srhiri ,A., J. Appl. Electrochem., **30**(8), (2000) 959.
- 266- Salghi ,R.; Bazzi ,L.; Hammouti, B. and Bouchart ,A., Ann. Chim., **25** (3) ,(2000) 187 .
-

- 267- Fox, P. G. and Bradely ,P. A., Corros. Sci., 20 , (1980) 643.
- 268- Fox ,P. G.; Lewis, G. and Boden ,P. J., Corros. Sci., 19 , (1979) 457.
- 269- Heakal ,F. T. and Haruyama ,S. , Corros. Sci., 20 , (1980) 887.
- 270- Walker ,R., Corrosion, 29 (7), (1973) 290.
- 271- Varalakshmi ,C. and Appa Rao ,B. V., Anti- Corros. Meth. and Mat. 48 (3) ,(2001) 171.
- 272- Quraish ,A. and Jamal ,D., Mater. Chem. Phys.,68(1-3) ,(2001) 283.
- 273- El Hajjaji ,S.; Lgamri, A.; Aziane, D.; Guenbour, A.; Essassi ,E. M.; Akssira ,M. and Ben Bachir ,A., Prog.Org. Coat., 38 , (3- 4) (2000) 207.
- 274- Bentiss ,F.; Lagrenee, M.; Trasinel ,M.; Mernari ,B. and Elattari H., J. Appl. Electrochem., 29 (9), (1999)1073.
- 275- El Achouri ,M.; Kertit ,S.; Salem ,M.; Essassi ,B.M. and Jellal ,M., Bull. Electrochem. 14 (12), (1998) 462.
- 276- Lin Wang , Corros. Sci. , 48 , (2006) 608.
- 277- Ramesh ,S. and Rajeswari ,S., Electrochimica Acta, 49 ,(2004) 811.
- 278- Zheludkevich ,M. L. ; Yasakau ,K. A. ; Poznyak ,S. K. and Ferreira, M. G. S. ,Corros. Sci. , 47 ,(2005) 3368.
- 279- Ravichandran ,R.; Nanjundan, S. and Rajendran ,N. ,Appl.Surf. Sci., 236 , (2004) 241.
- 280- Tamilselvi, S. and Rajeswari ,S. ,Anti-Corros. Meth. and Mat. , 50 (3) , (2003)223.
- 281- Ait Chikh ,Z.; Chebabe ,D. ; Dermaj ,A. ; Hajjaji ,N. ; Srhiri, A., Montemor ,M. F.; M. G. S. Ferreira and A. C. Bastos, Corros. Sci., 47 ,(2005) 447
- 282 - Khaled ,K. F., Electrochim. Acta 48 , (2003) 2493.
- 283 - Abed ,Y.; Kissi ,M. ; Hammoutia ,B.; Taleb ,M. and Kertit ,S., Prog. in Org. Coat., 50 ,(2004) 144.
- 284 - Bouklah ,M. ; Hammouti, B.; Aouniti ,A. and Benhadd , T. , Prog. in Org. Coat., 49 , (2004) 225.
- 285- Lukovits ,I. ; Shaban, A. and K'alm'an, E., Electrochim. Acta, 50 , (2005) 4128.
-

- 286- Ashassi-Sorkhabia ,H.; Shaabanib ,B. and Seifzadeha ,D., Appl. Surf. Sci., **239** , (2005) 154.
- 287- Ashassi-Sorkhabi ,H.; Shaabanib, B. and Seifzadeha ,D., Electro-chim. Acta, **50** , (2005) 3446.
- 288- Ochoa ,N. ; Moran ,F. ; Pe'be're, N. and Tribollet ,B., Corros Sci.,**47** , (2005) 593.
- 289- Jeyaprabha ,C.; Sathiyarayanan ,S.; Phani ,K. L. N. and Venkatachari G., Appl. Surf. Sci., **252** , (2005) 966.
- 290- Ouchrif ,A. ; Zegmout ,M. ; Hammoutia ,B.,; Dafali ,A. ; Benkaddour, M. ; Ramdanib ,A. and Elkadiri ,S. , Prog. in Org. Coat., **53** , (2005) 292.
- 291- Zerfaouia ,M.; Ouddac ,H.; Hammoutib ,B.; Kertitd ,S. and Benkaddourb ,M., Prog. in Org. Coat., **51** , (2004) 134.
- 292- Free ,M. L. , Corros. Sci., **46** , (2004) 3101.
- 293- Su'roor Athar ,S. M.; Ali ,H. and Quraishi ,M. A., Anti-Corros. Meth. and Mat., **48** (4) , (2001) 251.
- 294 – Jamil ,H. E. ; Shriri ,A. ; Boulif ,R. ; Montemor ,M .F. and Ferreira, M. G. S. , Cement & Concrete Composites, **27** , (2005) 671.
- 295- Shokry, H.; Yuasa ,M.; Sekine ,I. ; Issa, R. M. ; El – Baradic ,H. Y. and Gomma, G. K., Corros. Sci., **40** (12), (1998) 2173
- 296- Algaber ,A. S. ; El-Nemma ,E. M. and Saleh ,Mahmoud M. , Mat. Chem. and Phys.,**86** ,(2004) 26.
- 297- Migahed ,M. A. ; Aly, R.O. and Al-Sabagh ,A. M., Corros. Sci. , **46** , (2004) 2503.
- 298- Abo-Elenien ,O. M., J.Appl. Sci, **19** (11),(2004)144.
- 299- Abo-Elenien ,O. M.; Shaker ,N. O. and Mansour ,R., 24th Annual Conference, Control, Pipelines, Corrosion Problems in Industry, Cairo, Egypt, (2005).
- 300- Abo-Elenien, O. M., Mat. Sci. an Indian J., **2**(4-5), (2006).
- 301- Abo-Elenien, O. M., Chemical Technology an Indian J., **1**(2-4),(2006)
-

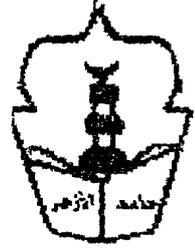
- 302- Abo-Elenien, O. M., Physical Chemistry an Indian J., 1(4), 2006
- 303- Van Schaftinghen, T.; Le Pena, C.; Terryn ,H. and Rzenberger ,F. H. , Electrochim. Acta ,49 , (2004) 2997.
- 304 – Beccaria, A. M.; Padeletti ,G.; Montesperelli, G. and Chiaruttini ,L., Surf. and Coat.Tech., 111 ,(1999)240.
- 305- Yamamoto, Y.; Nishihara, H. and Aramaki, K., J. Electro chem. Soc.,140 (2) , (1993)436.
- 306- Hameda R. and AramakI, K., Electro chem.soc.,145 (6),(1998)35.
- 307- Kim ,H. and Jang ,J. , polymer, 41(17), (2000)6553.
- 308- Kim, H. and Jang ,J. , polymer,39(17),(1998)4065.
- 309- Amaral ,S. T. and Muller, I. L.; corrosion, 55(1), (1999)17.
- 310- Aramaki, K. , Corros. Sci.,42 ,(2000)2023.
- 311- Nozawa ,K.; Nishihara ,H. and Aramaki ,K., Corros. Sci.,39 (9), (1997)1626.
- 312- Nozawa ,K. and Aramaki ,K., Corros. Sci.,41 (1999)57.
- 313- Karaev ,S. F.; Akhundov ,E. A.; Abbasova ,G. A. and Shikiev ,I. A., Azerb. Khim. Zh., 3, (1979)59.
- 314 - Alagar ,M.; Bilal ,I. M.; and Mohan ,V., Br. Corros. J.,34 (1), (1999)75.
- 315 - Abo-Elenien, O. M., 14th Petroleum Conference, Control, Pipelines, Corrosion and Scales, Cairo, Egypt, 2 (1998)106.
- 316- Palanivel ,V. ; Huangb, Y. and van Ooij ,W. J., Prog. in Org. Coat., 53 , (2005) 153.
- 317- Abo-Elenien, O. M., Tikrit J. of Pure Sci.,11(1), (2006)201.
-

- 318 - Abo-Elenien, O. M., Chemistry an Indian J., **3**(9-10), (2006)3.
- 319- Durnie ,W.; De Marco, R.; Jefferson, A. and Kinsella ,B., J. Electrochem.Soc. **46** (5) ,(1999) 1751.
- 320- Fouda ,A .S. ; Mostafa ,H. A.; Moussa, M. N. and Darwish ,Y. M., Bull.Soc.Chim. Fr., **2**, (1987) 261.
- 321- Abdel-Azim ,A. A.; Shalaby ,I.a. and Abbas ,H., Corros. Sci., **14**, (1974) 21.
- 322- Riggs, O. L. and Hurd ,R. M., Corrosion, **23**, (1967) 252.
- 323- Gomma ,M .K. and Wahdan ,M. H., Mat. Chem. and Phys., **39**, (1995) 209.
- 324- Migahed ,M. A., Ph.D. Thesis, Faculty Of Science ,Mansura Univirsity (2000).
- 325- Foad El-Sherbini ,E.E.; Abd-El-Wahah ,S.M. and Deyab, M.A., Mater. Chem. Phys., **82**, (2003) 631.
- 326- Vadiidy Anath ,H. and Heckermann ,H., Corros. Surf. Sci. ,**11** ,(1971) 737.
- 327- Emregu'l ,C.K. and Atakol ,O., Mater. Chem. Phys., **83** , (2004) 373.
- 328- Abd El Rehim ,S.S.; Hassan ,H.H. and Amin ,M.A., Mater. Chem.Phys. ,**78** ,(2003) 337.
- 329- El Medi ,B. ' ; Mernari ,B.; Trainsnel ,M.; Bentiss ,F. and Lagrene'e ,M., Chem. Phys. ,**77**, (2003) 489.
- 330- El Azhar ,M.; Traisnel ,M.; Mernari, B.; Engembre ,L.; Bentiss ,F. and Lagrene' ,M. e, Appl. Surf. Sci., **185** ,(2002) 197.
- 331- Cruz ,J.; Marti'nez, R.; Genesca, J. and Garcí'a-choa ,E., J. Electrochem., **566** , (2004) 111.
- 332-Ajmal, M; Rawat, J.and Quraishi, M. A.; Br. Corros. J., **34** (1999) 220.

- 333-Quraishi, M. A. and Rawat, J., Mater. Chem. Phys. 77 (2002) 43.
- 334-Mehdi, B. E.; Mernari, B.; Traisnel, M.; Bontiss, F. and Lagrnee, M.; Mater. Chem. Phys., 77 (2002) 489.
- 335-Schmid, G. M. and Huang, H. J., Corros. Sci., 20 (1980) 1041.
- 336-Quraishi, M. A. and Rawat, J.; Mater. Chem. Phys. 70 (2001) 95.

obeykhalid.com

Arabic Summary



جامعة الأزهر
كلية العلوم (بنات)
قسم الكيمياء

تحضير وتقييم بعض المركبات العضوية والعضوسيلكونية
لحماية المعدات البترولية من التآكل
رسالة مقدمة

من

الفت السيد السيد احمد العزباوى

الإجازة العالية (بكالوريوس علوم) في الكيمياء جامعة الأزهر بنات مايو ١٩٩٩
درجة التخصص (الماجستير) في الكيمياء الطبيعية جامعة الأزهر بنات نوفمبر ٢٠٠٣

للحصول على

درجة العالمية (دكتوراه الفلسفة في العلوم) تخصص الكيمياء الفيزيائية

كلية العلوم

جامعة الأزهر فرع (البنات)

تحضير وتقييم بعض المركبات العضوية والعضوسيلكونية لحماية
المعدات البترولية من التآكل

لجنة الاشراف

أ.د/ رباب محمد محمد ابو شهبه أستاذ الكيمياء الفيزيائية بقسم الكيمياء .. رباب محمد ابو شهبه
كلية العلوم جامعة الازهر

أ.د. / أسامه محمود أبو العينين أستاذ الكيمياء الفيزيائية بقسم الاستخدامات .. رباب محمد ابو شهبه
البترولية - معهد بحوث البترول

د. / نيفين عمر شاكر أستاذ باحث مساعد بقسم الاستخدامات .. رباب محمد ابو شهبه
البترولية- معهد بحوث البترول

د.د/ فاطمة محمد حاتم

اسم مقدمة الرسالة / الفت السيد السيد احمد الغزاوي

تحت عنوان

تحضير وتقييم بعض المركبات العضوية والعضوسيليكونية لحماية
المعدات البترولية من التآكل

لجنة التحكيم

أ.د/ماهر عباس السكري

السكر

أستاذ الكيمياء التطبيقية بمعهد بحوث

البتـرول - محكم خارجي

أ.د/ أمال صلاح إبراهيم

أستاذ الكيمياء الفيزيائية بقسم الكيمياء
كلية العلوم جامعة الأزهر (بنات) -

محكم داخلي

أ.د/ رباب محمد محمد أبو شهبه

أستاذ الكيمياء الفيزيائية بقسم الكيمياء
كلية العلوم جامعة الأزهر (بنات)

مشرفا ومحكما

أ.د. أسامه محمود أبو العينين

أستاذ الكيمياء الفيزيائية بمعهد بحوث
البتـرول- مشرفا ومحكما

رئيس القسم

خا

المُلخَص العَرَبِي

المستخلص

تحضير وتقييم بعض المركبات العضوية والعضوسيليكونية لحماية المعدات البترولية من التآكل

يعتبر التآكل الداخلي لخطوط البترول من أخطر أنواع التآكل من أجل هذا تم تحضير بعض مركبات الأמיד العضوية الأמיד العضوسيليكونية الجديدة. وقد أثبتت التراكيب الكيميائية لهذه المركبات باستخدام طيف الأشعة تحت الحمراء FT.IR وطيف الرنين النووي المغناطيسي ¹H.NMR. وقد تم اختبار هذه المركبات كمثبطات للتآكل لسبيكة الحديد الكربوني المستخدم في المشروعات البترولية باستخدام الطرق الكيميائية و الكهروكيميائية المختلفة ومن النتائج تم إثبات صلاحية هذه المركبات كمثبطات للتآكل.

المخلص العربي

تحضير وتقييم بعض المركبات العضوية والعضوسيليكونية لحماية المعدات
البتروولية من التآكل

إن الصناعات البتروولية والبتروكيميائية والكيميائية تعتمد اعتمادا كبيرا على استخدام سبائك الحديد المختلفة. ويعتبر التآكل الداخلى لخطوط البترول وأجهزة الإنتاج والتصنيع والتخزين والنقل من أخطر أنواع التآكل التي لا تراها العين المجردة ولكن يستخدم لها تقنيات حديثه وعديدة لتعيين نسب التآكل الداخلى . وذلك نتيجة للمواد الغير عضوية المصاحبة للإنتاج والتوزيع والتي تسبب التآكل. وحيث ان مشاكل التآكل عديدة وخطيرة جدا ومن أهمها التسرب البتروولى الذى بسببه يحدث فقد فى الإنتاج ومخالفته للمواصفات العالمية وأيضا قد تحدث حرائق وإنفجارات وفقد فى الأرواح و الإنتاج والمعدات و كل هذا بدوره يؤثر على الإقتصاد القومى بصورة كبيرة جدا.

من أجل هذا تم تحضير عدد ثلاثة من مركبات الأמיד العضوية وكذلك عدد ثلاثة مركبات من الأמיד العضوسيليكونية الجديدة. وقد أثبتت الترايب الكيميائية لهذه المركبات باستخدام طيف الأشعة تحت الحمراء FT.IR وطيف الرنين النووى المغناطيسى ¹HNMR.

وقد تم إختبار هذه المركبات كمثبطات للتآكل لسبيكة الحديد الكربونى المستخدم فى المشروعات البتروولية بشركة بترول خليج السويس وذلك فى الوسط الحمضى لحمض الهيدروكلوريك عند تركيزات ٠,٢,٠,٠,١,٠,٥,٠ مولار.

وقد جهزت أسطح عينات الحديد المستخدم فى الإختبار وذلك بتقطيعها فى أحجام متساوية تقريبا وأبعادها ٢×٢×٢ سم ومتقاربة أيضا فى الوزن. وقد تم بعد ذلك سنفرة الأسطح المعدنية لهذه العينات باستخدام أوراق السيلكون كربيد للسنفرة عند درجات ٦٠٠ إلى ١٢٠٠ ثم بعد ذلك باستخدام الألومينا ثم غسلها بالمحاليل

الكيميائية وحفظها داخل المجففات.

وقد تم استخدامنا الطرق التقليدية وهي الفقد في الوزن للمواد المحضرة عند تركيزات من ١٠٠ الى ٦٠٠ جزء من المليون وذلك في الاوساط الحامضية لحمض الهيدروكلوريك عند تركيزات ٠,٥,١,٠,٢,٠ مولار.

وقد تم حساب كفاءة كل مركب عند التركيزات المختلفة له ولكل وسط حامضى. وكذلك تم حساب معدل التآكل ونسبة تغطية للاسطح وذلك لمدت زمنية ٩٦ ساعة عند درجة حرارة الغرفة ووجد أن الكفاءة لتثبيط التآكل لكل مركب تزيد بزيادة التركيز زيادة ملحوظة وتتناقص وتتناقص طفيف بزيادة تركيز وسط التآكل وكانت النتيجة لمركبات الأמיד العضوية المحضرة كالأتي

$$III > II > I$$

وكذلك المركبات الأמיד العضوسيلكونية كالأتي:-

$$IV > V > VI$$

وأصبح الترتيب الواقعي من نتائج كفاءة هذه المركبات كمتبطات للتآكل هي

$$IV \geq V > VI > III > II > I$$

هذا الترتيب يعتمد على التركيب الكيميائي للمركبات المحضرة (المتبطات). وقد وجد أن عملية إدمصاص هذه المتبطات على سطح الصلب الكربوني تتبع أيزوثرم لانجمير.

كما تم دراسة تأثير درجة الحرارة على معدل التآكل للصلب الكربوني في محلول ١ مولار من حمض الهيدروكلوريك في عدم وجود وفي وجود تركيز ٥٠٠ جزء من المليون من كل مركب من المركبات ومن النتائج وجد أن هذه المركبات تعمل كمتبطات للتآكل في هذا المحلول عند درجات الحرارة العالية . ويرسم علاقة بين معدل التآكل (Log K) و مقلوب درجة الحرارة المطلقة

وبرسم علاقة بين معدل التآكل (Log K) و مقلوب درجة الحرارة المطلقة (1/T) وجد أنها علاقة خط مستقيم وانها تتبع معادلة أرهينيوس

$$\text{LogK} = -E_a*/2.303RT + \log A$$

وقد تم حساب ومناقشة معاملات الحرارة الديناميكية الطاقة الحرة (ΔG^*) ،
التغير في الإنثالبي (ΔH^*) ، التغير في الإنتروبي (ΔS^*).

وقد درست هذه المركبات باستخدام الطرق الكهروكيميائية المختلفة وهي
(جهد الدائرة المفتوحة ، جهد الأستقطاب الديناميكي (طريقة تافل) والإعاقة
الكهروكيميائية (EIS) وكذلك قمنا بدراسة التكوين البلوري لسطح العينات بدون
ومع المركبات المحضرة باستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح (SEM).

وقد أظهرت نتائج جهد الدائرة المفتوحة للصلب الكربوني في محلول 1 مولار من
حمض الهيدروكلوريك في عدم وجود وفي وجود تركيزات مختلفة
(١٠٠، ٢٠٠، ٣٠٠، ٤٠٠، ٥٠٠، ٦٠٠ جزء من المليون) من المركبات المحضرة
(المثبطات) (I-IV) انه بزيادة التركيز لكل مركب من المركبات يزداد جهد
التآكل ويحدث له إزاحة نحو الإتجاه الموجب (الإتجاه المثالي) ومن هذه النتائج
نستنتج أن المركبات المحضرة تعمل كمثبطات لتآكل الصلب الكربوني كما نلاحظ
أن قيم الجهد مختلفة لكل مركب عن الأخر وكذلك للتركيزات المختلفة وذلك يرجع
إلى التركيب الكيميائي للمركبات المحضرة (المثبطات). ويكون ترتيب الإزاحه
للمركبات على النحو التالي:

$$IV \geq V > VI > III > II > I$$

ومن دراسة منحنيات الإستقطاب للصلب الكربوني في محلول 1 مولار من
حمض الهيدروكلوريك في عدم وجود وفي وجود تركيزات مختلفة
(١٠٠، ٢٠٠، ٣٠٠، ٤٠٠، ٥٠٠، ٦٠٠ جزء من المليون) من المركبات المحضرة
(المثبطات) (I-IV) انه بزيادة التركيز لكل مركب من المركبات يقل كثافة
التيار ويحدث إزاحة للجهد نحو الإتجاه الموجب ومن هذه النتائج نستنتج أن يكون
ترتيب الإزاحه للمركبات على النحو التالي:

IV > V > VI > III > II > I

وقد وجد أن كفاءة المركبات تزداد بزيادة التركيز لكل مركب وذلك يوضح لنا أن التغطية العالية للسطح تزيد بزيادة تركيز المثبطات. ومن هذا نستنتج أن المركبات تعمل بكفاءة عالية كمثبطات للحماية الأنودية و الكاثودية وهذه النتائج جيدة وموافقة للنتائج التي حصلنا عليها من طريقة الفقد في الوزن ومن طريقة الدائرة المفتوحة. وذلك لجميع المركبات المستخدمة وأصبح ترتيبها كالاتي

IV > V > VI > III > II > I

وقد أستخدمت أيضا طريقة الإعاقة الكهروكيميائية للصلب الكربوني في محلول ١ مولار من حمض الهيدروكلوريك في عدم وجود وفي وجود تركيزات مختلفة (١٠٠، ٢٠٠، ٣٠٠، ٤٠٠، ٥٠٠، ٦٠٠ جزء من المليون) من المركبات المحضرة انه بزيادة التركيز لكل مركب من المركبات تزداد قيمة مقاومة الأستقطاب وأيضا بزيادة مقاومة المحلول يقل معدل التآكل للصلب الكربوني. ونظرا للنقص البسيط في قيمة CdI نقترح أن المركبات المحضرة (المثبطات) تعمل كمثبطات بواسطة الإدمصاص على سطح الصلب الكربوني. وقد وجدنا أن كفاءة الإعاقة الكهروكيميائية هذه المركبات يأخذ الترتيب التالي أيضا

IV > V > VI > III > II > I

ومن هذا نستنتج أن المركبات تعمل بكفاءة عالية كمثبطات للتآكل وهذه النتائج جيدة وموافقة للنتائج التي حصلنا عليها من طريقة الفقد في الوزن ومن طريقة الدائرة المفتوحة و طريقة الإستقطاب.

وأخيرا بواسطة الميكروسكوب الإلكتروني الماسح تم دراسة الصلب الكربوني بعد سنفرته ثم بعد الغمس في محلول ١ مولار من حمض الهيدروكلوريك في عدم وجود وفي وجود تركيز ٥٠٠ جزء من المليون من كل مركب من المركبات

ومن النتائج وجد انه حدث تشويه قوى للسطح فى عدم وجود هذه المركبات ولكن عند إضافة هذه المركبات لا يحدث ذلك التشويه وذلك لتكوين طبقة حامية علي سطح الصلب الكربوني ومن النتائج نجد أن المركبات تتحسن في جودة حمايتها علي النحو التالي

IV > V > VI > III > II > I

وقد اقترحت ميكانيكية لتكوين الأفلام لهذه المركبات على أسطح السبائك الحديدية وذلك لكل مركب من المركبات المستخدمة فى الدراسة عن طريق التركيب الكيميائى لها . وقد أكدت دراسة السطح بإستخدام الميكروسكوب الإلكتروني الماسح تكوين الأفلام والتغير لتركيب هذه الأفلام هذه الميكانيكية المقترحة لتكوين طبقات أفلام واقية من التآكل

وقد أظهرت نتائج جميع الطرق الفقد في الوزن جهد الدائرة المفتوحة ، جهد الأستقطاب الديناميكي (طريقة تافل) والإعاقة الكهروكيميائية (EIS) و الميكروسكوب الإلكتروني الماسح (SEM) فى عدم وجود وفى وجود تركيزات مختلفة (١٠٠، ٢٠٠، ٣٠٠، ٤٠٠، ٥٠٠، ٦٠٠ جزء من المليون) من المركبات المحضرة (المثبطات) أن كفاءة حماية هذه المركبات (المثبطات) تزيد بزيادة التركيزات لكل مركب وقد اوضحت النتائج ان فاعلية المركبات المحضرة تزداد فى هذا الاتجاه:

IV > V > VI > III > II > I

وكذلك

IV > I , V > II and VI > III

هذا الترتيب يعتمد على التركيب الكيميائى للمركبات المحضرة (الأميدات العضوية والعضوسيلكونية من I-VI).