# एल्युमीनियम का 0.5N हाइड्रोक्लोरिक अम्ल में संक्षारण अवरोध

# Corrosion Inhibition of Aluminium in 0.5N Hydrochloric Acid

सुरेश साहू
Suresh Sahu
Department of Chemistry, Engineering College, Ajmer
E-mail: sahu.suresh50@gmail.com

**सारांश :**

इस शोध पत्र में, अम्लीय माध्यम (HCl) में एल्युमीनियम पर द्रव्यमान क्षति विधि (mass loss method) एवं ऊष्मागतिकी विधि (thermometric method) का उपयोग करके संक्षारण अवरोध का अध्ययन किया गया है। इसके लिए तीन शिफ़ क्षारक N–वानीलीडीन–4–मिथाइल–1–फेनिलमीन ($SB_1$), N–वानीलीडीन–4–मेथाक्सी–1– फेनिलमीन ($SB_2$),N–ऐनीसिडीन–1–नेफथलामीन ($SB_3$) का उपयोग कर अध्ययन किया गया है। दोनों प्रणालियों से प्राप्त आंकड़ों से यह निष्कर्ष निकलता है कि संक्षारण अवरोधक की दक्षता (efficiency) अम्ल व अवरोधक की सांद्रता (concentration) पर निर्भर करती है एवं जो कि सांद्रता बढ़ने पर बढ़ती है ।

**ABSTRACT:**

In this research paper, mass loss method and thermometric methods have been employed to study the corrosion inhibition of Aluminium in acidic media (HCl). Three Schiff's bases viz; N(vanillidine)-4-methyl-1-phenylimine($SB_1$), N (vanillidine)-4-methoxy-1-phenylimine ($SB_2$), N(anisidine)-1-napthylimine($SB_3$). Values of efficiency obtained from two methods are in good agreement and dependent upon the concentration from the mass loss data, it is concluded that the inhibition efficiency increases with the increase in concentration of inhibitor.

**मुख्य शब्द :** संक्षारण अवरोध, द्रव्यमान क्षति प्रणाली, सेम (SEM)

**Key words :** Corrosion inhibition, mass loss system, SEM.

## परिचय

जब धातुओं की सतह वातावरण में उपस्थित नमी, ऑक्सीजन के संपर्क में आती है तो धातुएं धीरे–धीरे इनसे क्रिया करके अवांछित पदार्थों जैसे ऑक्साइड, हाइड्रोऑक्साइड , कार्बोनेट आदि में परिवर्तित होने लगती है, जिससे धातुएं धीरे–धीरे नष्ट होना शुरू हो जाती हैं। इस प्रक्रिया को संक्षारण कहते हैं।

**"धातुओं का अवांछित यौगिकों में परिवर्तित होना संक्षारण कहलाता है"** संक्षारण (corrosion) को समाप्त करना आसान नहीं है अपितु उसकी रोकथाम ही एकमात्र उपाय है। एल्युमीनियम का मूल्य अन्य धातुओं की अपेक्षा कम होने के कारण, आसानी से उपलब्ध है तथा आज के परिवेश में सबसे ज्यादा धातु के रूप में उपयोग किया जा रहा है जैसे सभी प्रकार के वाहनों के संयंत्र, गर्डर, हवाई जहाज , रसोई के बर्तन इत्यादि[1–2]। संक्षारण अधिकांशतः धातु की सतह पर ऑक्सीजन व नमी के कारण होता है, इसमें दो वैद्युत–रासायनिक अभिक्रियाएँ (electro-chemical reactions) शामिल होती हैं। जिसमें ऑक्सीकरण (oxidation) एनोड पर तथा अपचयन (reduction) कैथोड पर होता है। जब संक्षारण अम्लीय माध्यम की

उपस्थिति में होता है तो हाइड्रोजन क्रमागत उन्नति अभिक्रिया प्रबल रूप से होती है।

परन्तु यदि हम किसी संक्षारण अवरोधक का उपयोग करें तो संक्षारण अवरोधक इस प्रकार की अभिक्रियाओं की रोकथाम करता है। संक्षारण अवरोधक धातु की सतह पर जमकर सुरक्षा की एक कवच बनाकर अवरोधक का कार्य करने लगता है और धातु को वातावरण की नमी व ऑक्सीजन से क्रिया नहीं करने देता, यह सुरक्षा कवच धातु पर कैथोड व एनोड के सिरे उपलब्ध नहीं होने देता जिससे संक्षारण होने की दर घट जाती है।

ज्यादातर कार्बनिक यौगिक जिनमें विषम परमाणु जैसे N, O, S, Se आदि उपस्थित हैं, ऐसे कार्बनिक यौगिक इन परमाणुओं पर उपस्थित इलेक्ट्रोनों के एकांकी युग्म द्वारा धातु की सतह पर अवशोषित हो जाने के कारण प्रभावी संक्षारण अवरोधक होते हैं [3–11]। इस तरह के कार्बनिक यौगिकों की दक्षता विषम परमाणुओं के इलेक्ट्रान घनत्व (electron density) पर निर्भर करती है।

अवरोधक दक्षता (Inhibition efficiency) अणु पर उपस्थित कुल अवशोषण सक्रिय केन्द्रों की संख्या, सक्रिय घनत्व (active density), अणु का आकार व अवशोषण के प्रकार पर निर्भर करती है।

एल्युमीनियम एवं उनके अयस्क (ore) के संक्षारण का अध्ययन भिन्न–भिन्न अम्लीय माध्यम में किया गया[12–14]।

शिफ़ क्षारक का विस्तृत उपयोग कार्बनिक, अकार्बनिक, विश्लेषणात्मक रसायनशास्त्र में किया जाता हैं, इन्हें रंगों, उत्प्रेरक, पोलीमर स्टेबलाइजर, औषधीय, जैविक के रूप में भी उपयोग किया जाता है।

शिफ़ क्षारक एल्युमीनियम के लिए संक्षारक अवरोधक का कार्य करते हैं और जैसे–जैसे अवरोधक की सांद्रता में वृद्धि की जाती है तो अवरोधक की दक्षता भी सांद्रता के बढ़ने के साथ, कुल सतह क्षेत्र बढ़ने के साथ बढ़ जाती है।[15–17]

इस शोध पत्र में तनु HCl की 0.5N सान्द्रता पर एल्युमीनियम पर तीन शिफ़ क्षारक N–वानीलीडीन–4–मिथाइल–1–फेनिलमीन ($SB_1$), N–वानीलीडीन–4–मेथाक्सी–1–फेनिलमीन ($SB_2$), N–ऐनीसिडीन–1–नेफथलामीन ($SB_3$) का संक्षारण अवरोधक के रूप में उपयोग कर गणना की गई जिसके लिए द्रव्यमान क्षति का उपयोग किया गया।

**प्रयोग**

एल्युमीनियम के 2.5x1.55x0.2 सेमी का आयताकर नमूना, जिसमें (~) 2 mm व्यास का एक छोटा छिद्र जो कि उसके ऊपरी सिरे पर हो, को लेकर संक्षारण की दर निकालते हैं। एल्युमीनियम नमूने को 1/0,2/0,3/0, ग्रेड के मोम लेपित एमरी काग़ज (emery paper) के द्वारा यांत्रिक रूप से पॉलिश कर लेते हैं, दोहरा आसुत जल (doubled distilled water) की सहायता से तनु 0.5N HCl का विलयन तैयार करते हैं। यह सुनिश्चित करते हैं कि प्रयोग में लिए गये सभी रसायन विश्लेषणात्मक अभिकर्मक श्रेणी के हों, तथा विभिन्न शिफ़ क्षारक परम्परागत प्रणाली के द्वारा संश्लेषित किए गए हों। कमरे के तापमान पर बीकर में 50 मिलीलीटर टेस्ट विलयन लेकर सभी एल्युमीनियम के नमूने को कांच के हुक की सहायता से डुबो देते हैं, और वायु में खुला रख देते हैं।

24 घंटे के उपरांत नमूने को बीकर से बाहर निकालकर बेन्जीन से साफ़ करके, गर्म शुष्कक में सुखा लेते हैं, तत्पश्चात प्रत्येक नमूने का अंतिम द्रव्यमान क्षति निकालकर, द्रव्यमान क्षति में हुई कमी की गणना कर लेते है, उसके उपरांत निम्न सूत्र की सहायता से अवरोधक दक्षता (η%) की प्रतिशतता निकालते हैं [18]

$$\eta\% = \frac{100(\Delta Mu - \Delta Mi)}{\Delta Mu}$$

जहाँ $\Delta M_u$ = अनिषेधित विलयन में धातु की द्रव्यमान क्षति

$\Delta M_i$ = निषेधित विलयन में धातु की द्रव्यमान क्षति

संक्षारण की दर द्रव्यमान क्षति के द्वारा निम्न प्रकार से निकालते हैं

$$\text{संक्षारण की दर (mmpy)} = \frac{\textbf{Mass loss x 87.6}}{\textbf{Area x Time x Metal density}}$$

जहाँ $\Delta M$ मिलीग्राम में द्रव्यमान की कमी है

A वर्ग सेमी में नमूने का क्षेत्रफल है

D $g/cm^3$ मे धातु का घनत्व है, और T घंटे में समय है।

सतह क्षेत्र ($\theta$) की डिग्री निम्न सूत्र की सहायता से निकालते हैं

$$\text{सतह क्षेत्र } (\theta) = \frac{\Delta M_u - \Delta M_i}{\Delta M_u}$$

जहाँ $\Delta M_u$ अनिषेधित विलयन में धातु की द्रव्यमान क्षति ओर $\Delta M_i$ निषेधित विलयन मे धातु की द्रव्यमान क्षति है।

सारणी – 1

298 ± 0.1 K पर 0.5N HCl पर एल्युमिनियम के लिये शिफ़ क्षारक की विभिन्न सान्द्रताओं पर संक्षारण आंकडे

अनावरण क्षेत्र – 7.75 $cm^2$ अनावरण समय 24 घंटे

| क्र.सं. | अवरोधक सांद्रता (%) | द्रव्यमान क्षति $\Delta M$ (मिली ग्राम) | अवरोधक दक्षता ($\eta$%) | संक्षारण दर (mmpy) | सतह क्षेत्र ($\theta$) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | $SB_1$ | | | |
| 1 | खाली | 235 | – | 14.976 | – |
| 2 | 0.12 | 106 | 54.89 | 6.3589 | 0.08522 |
| 3 | 0.24 | 82 | 65.10 | 4.9191 | 0.2822 |
| 4 | 0.36 | 64 | 72.76 | 3.8393 | 0.4266 |
| 5 | 0.48 | 32 | 86.38 | 1.9196 | 0.8022 |
| 6 | 0.60 | 22 | 90.63 | 1.3197 | 0.9855 |
| | | $SB_2$ | | | |
| 1 | खाली | 235 | – | 14.0976 | – |
| 2 | 0.12 | 104 | 55.74 | 6.2389 | 0.1001 |
| 3 | 0.24 | 80 | 65.95 | 4.7992 | 0.2870 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 0.36 | 62 | 73.61 | 3.7193 | 0.4454 |
| 5 | 0.48 | 46 | 76.17 | 3.3594 | 0.5046 |
| 6 | 0.60 | 37 | 84.25 | 2.2196 | 0.7282 |
| $SB_3$ | | | | | |
| 1 | खाली | 235 | – | 14.0976 | – |
| 2 | 0.12 | 96 | 59.74 | 5.7590 | 0.1605 |
| 3 | 0.24 | 42 | 82.12 | 2.5195 | 0.6620 |
| 4 | 0.36 | 21 | 91.06 | 1.2597 | 1.0079 |
| 5 | 0.48 | 19 | 91.91 | 1.1398 | 1.0554 |
| 6 | 0.60 | 15 | 93.61 | 0.8998 | 1.1658 |

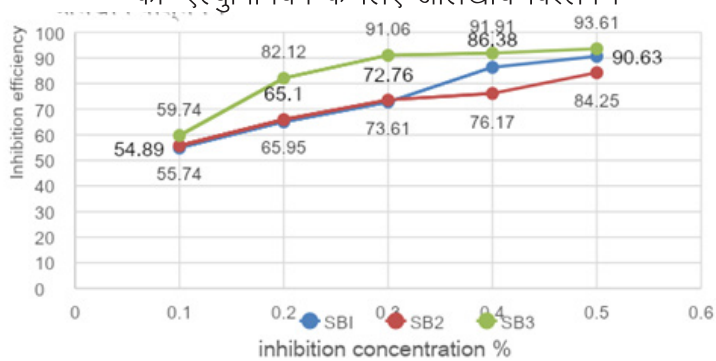
**निष्कर्ष**

HCl की 0.5 N सान्द्रता के लिए द्रव्यमान क्षति एवं प्रतिशत अवरोधक दक्षता सारणी 1 में दी गई हैं, यह निष्कर्ष निकलता है कि अवरोधक की दक्षता सांद्रता बढने के साथ बढती हैं अर्थात

अवरोधक दक्षता $\alpha$ अवरोधक सांद्रता

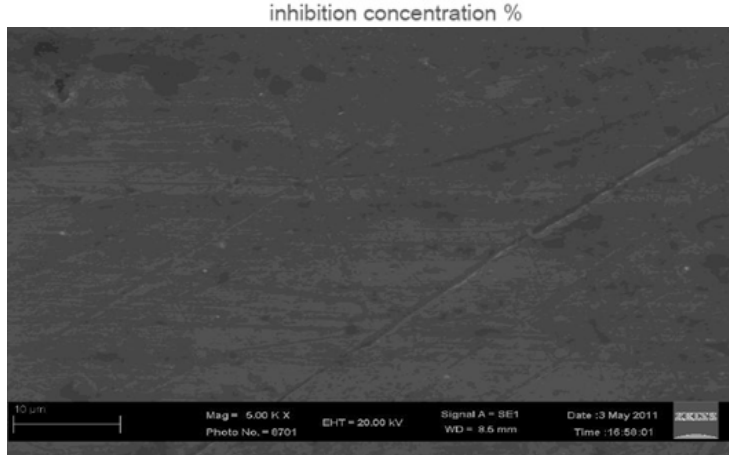
$SB_1$, $SB_2$, $SB_3$ (24 घंटे) अवरोधक क्षमता को वक्र के द्वारा भी नीचे दर्शाया गया है।

0.5 N HCl (24 घंटे) में $SB_1$, $SB_2$, $SB_3$ का एल्युमिनियम के लिए आलेखीय विश्लेषण

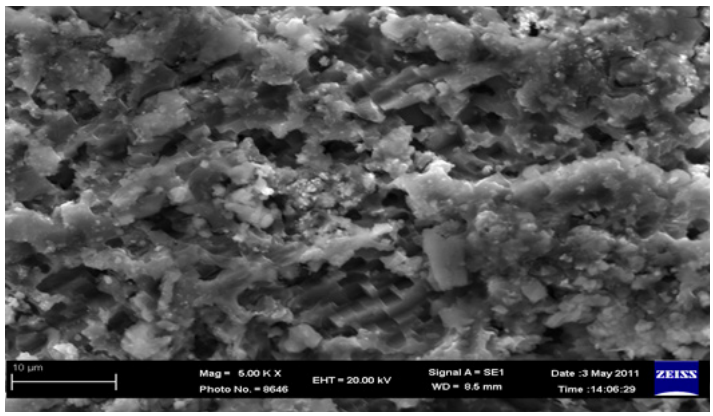



द्रव्यमान क्षति से प्राप्त आकड़ों में 0.5 HCl पर $SB_3$ की अधिकतम अवरोधक क्षमता 93.61% प्राप्त की गई हैं, इससे यह निष्कर्ष निकलता है कि तीनों शिफ़ क्षारक एल्युमिनियम के लिए HCl अम्ल में एक अच्छे अवरोधक का कार्य करते हैं।

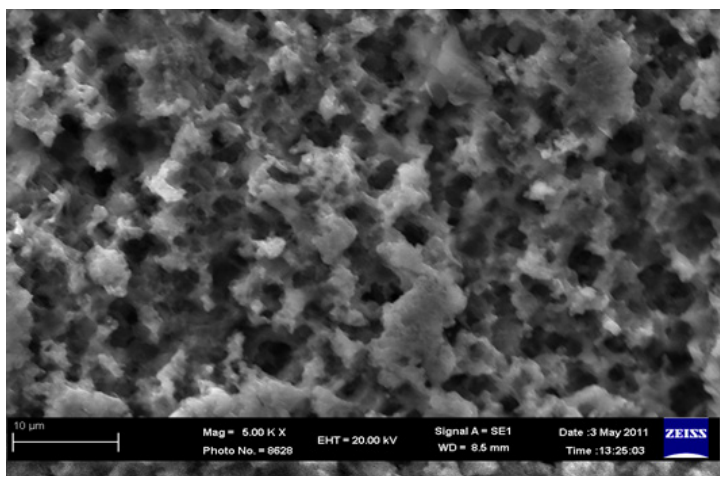
SEM परीक्षण के द्वारा भी एल्युमिनियम की सतह पर होने वाले परिवर्तन का अध्ययन किया ग़या।




चित्र– 1 शुद्ध एल्युमिनियम के नमूने का चित्र




चित्र – 2. 24 घंटे के लिए 0.5 HCl विलयन मे एल्युमिनियम के नमूने को रखा ग़या, एल्युमिनियम की सतह पर होने वाले परिवर्तन को जैसे कटाव, छिद्र दिखाया ग़या है जो कि एल्युमिनियम की सतह पर संक्षारण के प्रभाव को प्रदर्शित करता है।




चित्र – 3. 24 घंटे के लिए 0.5 HCl विलयन के सतह अवरोधक (शिफ़ क्षारक) में एल्युमिनियम के नमूने को रखा ग़या, तत्पचात एल्युमिनियम की सतह पर होने वाले परिवर्तन को जैसे कटाव, छिद्र द्वारा दिखाया ग़या है जो कि एल्युमिनियम की सतह पर अवरोधक (शिफ़ क्षारक) के प्रभाव को प्रदर्शित करता है।

चित्र –3 में अवरोधक (शिफ़ क्षारक) के प्रभाव के कारण चित्र – 2 की अपेक्षा कम छिद्र, कटाव है जो कि एल्युमिनियम पर अवरोधक (शिफ़ क्षारक) के कारण है जो यह प्रमाणित करता है कि अवरोधक (शिफ़ क्षारक), संक्षारण के प्रभाव को कम करने मे सहायक है।

| Alphabetically sorted English word | वर्णमाला अनुसार शाटित समानार्थी हिंदी शब्द |
|---|---|
| Active density | सक्रिय घनत्व |
| Concentration | सांद्रता |
| Corrosion | संक्षारण |
| Efficiency | दक्षता |
| Inhibitor | अवरोधक |
| Ore | अयस्क |
| Oxidation | ऑक्सीकरण |
| Reduction | अपचयन |

REFERENCES

[1] M .N. Desai, M.B. Desai, Corrosion Science 24, 649, (1984)
[2] D.Suzou, Georgoloosc and M. Pasgitass Electro Chem Acta, 38, 232(1993)
[3] L. kobotiatis, N. Pebere, P.G. Koutsoo Kos, Corr. Science 41, 941, (1999)
[4] V. Guillamuin, G. Mankowski, Corr. Sci. 41, 421, (1999)
[5] W. Quafsaqui, C. H. Blanc, N Bedere, A. Srhiri, G. Mankowski, J. Appl. Electrochem 30, 959, (2000)
[6] A. Mozalev, A Poznyok, I Mazaleva, A.W. Hassel, Electrochem. Comm. 3.229, (2001)
[7] E.E. Ebenso, P.C. Okafor, U.J. Eppe, Anti Corr, Meth. And Mat. 50, 414, (2003)
[8] C. Banc, S. Gastand, G. Mankowski, J Electrochem. Soc. 150, 396, ( 2003)
[9] A.Bansiwal, P.Anthony, S.P.Mathur, British Corr. J. 35, 301, (2000).
[10] T.Sethi, A.Chaturvedi, R.K.Upadhyay, S.P.Mathur, J.Chil. Chem.Soc. 52, 1206 (2007).
[11] A.K. Sakerwal, S.K. Arora, Journal of Ultra Science. 3, 195, (2007).
[12] P.R. Shibad, K.N. Adhe, J. Electrochem. Soc. (India).30, 103, (1981)
[13] P.R.Shibad, J. Electrochem. Soc. ( India), 27 55, (1987)
[14] P. Sharma, R.K.Upadhyay, Elixir Corrosion & Dye, 93, 39825, (2016).
[ 15 ] R.Khandelwal, S.Sahu, S.K.Arora, S.P.Mathur, Int.Journal of Chemistry and Chemical Engg., 197-200 (2013).
[16] A.Sharma, S.K.Arora, M.K.Batra, R.Khandelwal, Journal of Pharmaceutical Negative Results, 2517-2526(2022).
[17] R.Khandelwal, S.Sahu, S.K.Arora, Advanced science Engg. And Medicine 1023-1028(2018)
[18] J.D. Talati, D. K. Gandhi, Indian J. Technol. 29, 277, ( 1991).