

تآكل و تثبيط تآكل حديد التسليح في محلول مماثل لمحلول مسام الخرسانة يحتوي على أيونات الكلوريد

إعداد
دلال ابراهيم المسعودي

إشراف

د. عائشة حسين مباركي
أستاذ الكيمياء الفيزيائية المساعد

أ.د. احترام عبدالله نور
أستاذ الكيمياء الفيزيائية

المستخلص

نظرا لقلوية محلول مسام الخرسانة فان الصلب يغلب عليه سلوك الخمول وخاصة أنها تحتوي على أيونات الكالسيوم والبوتاسيوم، وبصفة عامة فانه لا يمكن منع تآكل أي معدن في حالة تلامسه مع بيئة تحتوي على أيونات ذات نشاط عدواني مثل أيونات الكلوريد، حيث لعب أيونات الكلوريد دورا هاما في هدم طبقة الخمول التي تغطي سطح المعدن وينشا مايسمى بالتآكل النقري و التثقيب. وعليه هدفت الرسالة الحالية لدراسة تآكل و تثبيط تآكل حديد التسليح في محلول مماثل لمحلول مسام الخرسانة في غياب وجود أيونات الكلوريد باستخدام الطرق الكهروكيميائية (قياسات المعاوقة الكهروكيميائية وقياسات الاستقطاب عند جهد ديناميكي) وذلك عند ظروف مختلفة مثل زمن الغمر و تركيز ايونات الكلوريد ودرجة الحرارة. لوحظ انخفاض مقاومه المحلول (R_s) بزيادة تركيز ايونات الكلوريد وهذه نتيجة متوقعة نتيجة لزيادة الأيونات في المحلول والتي يصاحبها زيادة في قيمة التوصيلية. قدر التركيز 0.1 مولار من أيونات الكلوريد على انه التركيز الحرج الذي عنده يزداد معدل التآكل (مقاومة الإستقطاب) بصوره ملحوظة (Cl_{TL}^-) بزيادة تركيز الكلوريد عند فترتي الغمر قيد الدراسة (الزمن الابتدائي وبعد ٢٤ ساعة). لوحظ أن معدل التآكل يقل بزيادة فترة الغمر وخاصة عند التراكيز الاقل من 0.1 مولار . لوحظ أنه عند اجراء القياسات عند الزمن الإبتدائي عدم وجود علاقة منتظمة بين جهد التآكل (E_{corr}) و تركيز أيونات الكلوريد وتعزى هذه النتيجة لزمن غير كافي للوصول الى حالة الإتزان، بينما لوحظ إزاحة منتظمة لجهد التآكل لجهود أكثر سالبية بزيادة تركيز أيونات الكلوريد أعلى من 0.05 مولار في حالة قياسات تتم بعد فترة غمر تبلغ 24 ساعة. وجد أن جهد التثقيب يعتمد علي تركيز أيونات الكلوريد و زمن

الغمر. لوحظ علاقة وثيقة بين كل من جهد التثقيب وقيمة تيار التآكل و التركيز الحرج لأيونات الكلوريد الذي يصاحبه زيادة ملحوظة في معدل تآكل حديد التسليح في محلول مماثل لمحلول مسام حيث تختلف قيمة الأخير باختلاف فترة الغمر، فكانت قيمته 0.05 مولار و 0.25 مولار عند الزمن الابتدائي و بعد 24 ساعة علي التوالي. بصفة عامة وجد أن حديد التسليح يتآكل بمعدل أقل (كثافة تيار تآكل أقل) عند زادة فترة الغمر لمدة 24 ساعة ونعزى هذه النتيجة لتكون نواتج تآكل على سطح عينة الدراسة قد تقوم بحماية المعدن إلى حد ما. وجد أن قيمة كل من مقاومة الاستقطاب و كثافة التيار تزداد بزيادة درجة الحرارة في المدى من 20 درجة مئوية إلى 50 درجة مئوية محققة علاقة أرهنيوس. تم حساب طاقة التنشيط لتآكل الحديد المسلح في محلول الدراسة في غياب ووجود 0.1 مولار من أيونات الكلوريد عند الزمن الابتدائي فكانت قيمتها 34.41 كيلوجول/مول و 14.03 كيلوجول/مول على التوالي. أدت زيادة درجة حرارة محلول الدراسة في وجود تركيز معين من المثبط (3.5 جرام/ليتر) في غياب ووجود 0.1 مولار من أيونات الكلوريد إلى زيادة كل من مقاومة الاستقطاب و كثافة تيار التآكل وبذلك تحقق علاقة أرهنيوس. لوحظ انخفاض فعالية التثبيط بزيادة درجة الحرارة مما يدل على آلية امتزاز فيزيائي. تم حساب و مناقشة قيم طاقة التنشيط في غياب ووجود 0.1 مولار من أيونات الكلوريد.

Corrosion and Corrosion Inhibition of Reinforcing Steel in Simulated Concrete Pore Solution Containing Chloride Ions

By

Dalal I. Al-Masoudi

Supervised By

Prof. Ehteram A. Noor

Professor of Physical
Chemistry

Dr. Aisha H. Al-Moubaraki

Assistant Prof. of Physical
Chemistry

ABSTRACT

Steel in concrete is generally in a passive state because concrete is alkaline, since it contains high concentrations of soluble calcium, sodium and potassium ions. Generally, metal corrosion cannot be prevented in environments containing active ions like chloride. The presence of chloride ions leads to breakdown the passive film on the metal surface that may result eventually in pitting of the rebar. In the present thesis corrosion and corrosion inhibition of reinforcing steel (RS) in simulated concrete pore (SCP) solution without and with chloride ions were investigated using electrochemical measurements (electrochemical impedance spectroscopy (EIS) and potentiodynamic polarization (PDP)) under different conditions such as immersion time, chloride ion concentration and solution temperature. The results revealed that the corrosion rate stimulated at certain concentration of Cl^- ions called the chloride threshold level (Cl_{TL}^-). The latter was found to vary depending on the immersion time as well as the technique used for measurements. EIS measurements showed that the Cl_{TL}^- was about 0.1M at zero h and 24 h of immersion time and directly related to the polarization resistance (R_p). While PDP measurements presented two different values for the Cl_{TL}^- , these are 0.05M and 0.25M at zero h and 24 h, respectively and powerfully related to the corrosion current density (i_{corr}) as well as the pitting potential (E_{pit}). Electrochemical data for RS corrosion in SCP without and with 0.1M Cl^- ions at different temperatures (20-50 °C) revealed that the

corrosion reaction was activated with increasing solutions temperature and hence obeys Arrhenius equation. Thermodynamic parameters (E_a^* and A) for RS corrosion were estimated and discussed. The effect of addition of tarragon aqueous extract (TAE) on the corrosion behavior of RS without and with 0.1M Cl⁻ ions was investigated at two different periods of immersion time (zero h and 24 h). It was found that that inhibition efficiency increased with increase in TAE concentration and reached a maximum value at certain concentration after which it decreases with further increase in TAE concentration. The maximum inhibition efficiencies of 84.53% and 91.78% were obtained in SCP solution containing 4.5 g.L⁻¹ and 2.5 g.L⁻¹ of TAE at zero h and 24 h immersion, respectively. While they are 52.52% and 82.25% in SCP solution with 0.1M Cl⁻ containing 3.5 g.L⁻¹ of TAE at zero h and 24 h immersion, respectively. The acceleration behavior was detected at lower TAE for all cases studied except that for inhibited SCP solution at 24 h immersion. The effect of temperature on the inhibitory action of TAE without and with 0.1M Cl⁻ ions also studied at zero h immersion and the results illustrated that the *inh.%* decreased as the temperature increased, which seems to indicate a physical adsorption mechanism. The value of E_a^* determined in inhibited SCP solution without and with 0.1M Cl⁻ is higher than that for uninhibited solutions, and this result confirmed the physical adsorption process. The inhibition efficiency of TAE against corrosion of RS in the studied solutions was discussed based on its constituents.