

SUMMARY

The corrosion behaviour of carbon steel in aerated 1M H_2SO_4 and the performance of phenylthiourea (PHTU) for inhibition of such corrosion process have been investigated under controlled conditions of heat and mass transfer. To achieve such control, a rig with electrochemical facilities for continuous electrolyte flow through a Perspex rectangular channel flow duct was designed and constructed to provide quantified hydrodynamic conditions closely identical with that of the actual service environment.

Potentiostatic polarization measurements were carried out isothermally with blank acid solutions at 303, 313, and 323 K under turbulent flow conditions at flow rates of 0.300, 0.500, 0.700, and 0.900 m^3/hr . Thereafter, similar experiments were performed in the presence of PHTU at concentrations of 50, 100, 150, and 200 ppm. Another sets of corresponding experiments were carried out under identical conditions but using a linear polarization technique to quantify the polarization resistances and the corrosion rates.

The above experiments were totally repeated under heat conditions with heat being transferred from the surface of iron specimen to the acid solution at a rate of 68.5 kW/m^2 .

In both inhibited and uninhibited corrosion processes, the cathodic current density is apparently mass transfer controlled, whereas the anodic reaction is activation controlled. The mechanism of iron dissolution seems to be developed in the presence of PHTU.

The inhibition performance of PHTU is of a mixed type with anodic prevailing. The inhibition efficiencies of the cathodic, anodic and overall corrosion processes are increased with increasing PHTU concentration under all operating conditions as a result of

الخلاصة

تضمن البحث دراسة السلوك التآكلي لحديد الصلب الكربوني في محلول حامض الكبريتيك المشبع بالهواء ذو تركيز ١ مولاري والتحقق من فعالية الفينيل ثايويوريا (Phenylthiourea, PHTU) كمثبط للتآكل في حماية الحديد أثناء تعرفه لعملية التآكل آنفة الذكر عند ظروف انتقال الحرارة والكتلة. تم الحصول على الظروف المذكورة اعلاه وبسيطرة تامة من خلال منظومة متكاملة تشتمل على وسائل قياس كهروكيميائية تم تصميمها وتشبيدها لهذا الغرض، حيث تضمنت المنظومة جرياناً مستمراً للمحلول الالكتروليتي عبر مجرى مستطيل المقطع مصنوع من البيرسبكس (Perspex). لقد وفّر هذا التصميم ظروف هيدروديناميكية مقاسة مماثلة لظروف الاستخدام الحقيقية في النطاق الصناعي.

اجريت قياسات الاستقطاب بالمجهاد الساكن في ظروف ثبات درجة الحرارة باستخدام محلول حامض خالي من مثبط التآكل بدرجات حرارة ٣٠٣ و ٣١٣ و ٣٢٣ كلفن عند ظروف الجريان المضطرب بمعدلات جريان ٠,٣٠٠ و ٠,٥٠٠ و ٠,٧٠٠ و ٠,٩٠٠ م^٣/ساعة. اضافة لذلك اجريت قياسات مماثلة باضافة مثبط التآكل الى المحلول الحامضي بتركيز ٥٠ و ١٠٠ و ١٥٠ و ٢٠٠ جزء PHTU لكل مليون جزء حامض. علاوة على ذلك، تم انجاز مجموعة مشابهة من قياسات الاستقطاب بأسلوب الاستقطاب الخطي لحساب مقاومة الاستقطاب ومعدل التآكل في كل ظرف من الظروف المذكورة اعلاه. لقد اعيد اجراء التجارب آنفة الذكر جميعها تحت ظروف انتقال الحرارة من سطح نموذج الحديد الى المحلول الحامضي بمعدل ٦٨,٥ كيلوواط/م^٢.

اثبتت نتائج البحث ان انتقال الكتلة يتحكم بكثافة التيار الكاثودي بشكل تام بوجود وبعدم وجود مثبط التآكل، في حين اظهرت التجارب ان التفاعل الانودي يكون تحت سيطرة سرعة التفاعل، وقد بدت آلية ذوبان الحديد مختلفة بعض الشيء بوجود مثبط التآكل.

بينت النتائج ان سلوك مثبط التآكل (PHTU) هو من النوع المزدوج حيث انه يعيق كلا التفاعلين الانودي والكاثودي وكانت الحماية الانودية هي السائدة.

proportionally increasing the degree of surface coverage. However, such inhibitor seems to be adsorbed in molecular rather than protonated species. The addition of PHTU is proportionally accompanied with the ennoblement of the corrosion potential.

The corrosion potentials, in the absence and presence of PHTU, are apparently ennobled with increasing flow rate, whereas such potentials are shifted in the active direction with increasing bulk and/or interfacial temperatures. Linear variation is generally observed under isothermal conditions between the corrosion potential and the logarithm of Reynolds number with slope equal to one half of the anodic Tafel slope estimated at that temperature. Similarly, the corrosion rates under isothermal conditions are increased linearly with increasing Re indicating that both inhibited and uninhibited corrosion processes are under diffusion control. However, such linear variations are not existed in the presence of heat transfer since the variation in flow rate is inevitably conjugated with comparable change in the interfacial temperature.

The overall inhibition efficiency of PHTU under isothermal conditions is evidently decreased with increasing flow rate at all operating temperatures and with all PHTU concentrations. However, such efficiency is considerably enhanced under heat transfer conditions. It is significantly increased with increasing bulk and/or interfacial temperatures as a result of adsorption enhancement of PHTU with increasing temperature.

It is clearly evidenced that both inhibited and uninhibited corrosion processes under heat transfer conditions are mainly controlled by the metal/electrolyte interfacial temperature. Moreover, the presence of heat transfer has no significant effect on the mechanisms of such processes.

ان كفاءات الحماية الكاثودية والانودية اضافة الى الكفاءة الكلية لحماية عموم التآكل تزداد بزيادة تركيز مشبط التآكل عند جميع الظروف التشغيلية وذلك نتيجة للزيادة المتناسبة مع زيادة التركيز في تغطية سطح المعدن بغشاء من مشبط التآكل، حيث دللت النتائج على ان المشبط يلمتز على سطح المعدن بميعة جزيئية بدلا من الجسيمات المتناينة.

اظهرت النتائج ان اضافة مشبط التآكل يقلل من الحاجة لجهد التآكل بالاتجاه الموجب بحيث يصبح أقل سالبة، كما وبيئت من جانب آخر بان جهود التآكل بوجود وبعدم وجود مشبط التآكل تتزاح بالاتجاه الموجب بزيادة معدل الجريان، وعلى العكس من ذلك فان هذه الجهود تتزاح بالاتجاه السالب بزيادة درجة حرارة السائل أو درجة حرارة سطح المعدن. لقد اوضحت النتائج وجود علاقة خطية في ظروف ثبات درجة الحرارة على وجه العموم بين جهد التآكل ولوغاريتم عدد رينولدز (Reynolds number, Re) وبميل يبلغ نصف ميل تافل الانودي (Anodic Tafel Slope) المصوب في تلك الدرجة الحرارية.

لقد ظهر وعلى وجه مماثل بان معدلات التآكل المقاسة في ظروف ثبات درجة الحرارة تزداد خطيا بزيادة عدد رينولدز بوجود وبعدم وجود مشبط التآكل مما يدل على ان انتقال الكتلة يتحكم بعملية التآكل في كلتا الحالتين. من ناحية ثانية لم يتم الحصول على العلاقات الخطية آتفة الذكر عند وجود انتقال حرارة بين سطح المعدن والمحلول الحامضي وذلك لان تغيير معدل الجريان يكون مصحوبا بتغيير متوافق في درجة حرارة سطح المعدن.

ان كفاءة الحماية الكلية للمشبطة في ظروف ثبات درجة الحرارة تنخفض بشكل واضح بزيادة معدل الجريان في جميع درجات الحرارة ومع كافة تراكيز المشبط المستخدمة، في حين تزداد هذه الكفاءة الى حد بعيد عند ظروف انتقال الحرارة، وعموما فانها تزداد بشكل ملحوظ بزيادة درجة حرارة السائل ودرجة حرارة سطح المعدن نتيجة لزيادة امتزاز مشبط التآكل بزيادة درجة الحرارة.

لقد بينت النتائج وبشكل واضح ان عمليات التآكل بوجود المشبط وبعدم وجوده تكون محكومة في ظروف انتقال الحرارة والى حد بعيد بدرجة حرارة سطح المعدن. علاوة على ذلك فان آليات عمليات التآكل الوارد ذكرها لاتتأثر مطلقا بانتقال الحرارة بين سطح المعدن والمحلول الحامضي.