

ВОДНЕВА ПРОНИКНІСТЬ КОНСТРУКЦІЙНОЇ СТАЛІ У КИСЛОМУ СЕРЕДОВИЩІ ІЗ РІЗНИМ ВМІСТОМ ТІОКАРБАМІДУ

Рацька Н. Б., Івашків В. Р., Чучман М. Р., Василів Х. Б., Винар В. А.

Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України, nadija.ratska@gmail.com

Процеси наводнювання, які протікають в конструкційних сталях при їх експлуатації в корозивних середовищах в нафтовидобувній і нафтопереробній галузях промисловості можуть суттєво зменшити довговічність різних металоконструкцій. Виникає небезпека абсорбції водню поверхневими шарами, що веде до його дифузії в глибину сталі, сприяючи макроскопічним змінам об'єму, які спричинюють появу напружень, тріщин, водневої крихкості та передчасне руйнування обладнання. Тому важливими є дослідження, які спрямовані на вивчення дифузійних властивостей водню у сталях. Метою роботи було дослідити водневу проникність конструкційної сталі у сульфатному розчині з різним вмістом тіокарбаміду за впливу катодної поляризації.

Водневу проникність визначали електрохімічним методом Деванатана–Стахурського, застосовуючи спеціальну подвійну електрохімічну комірку. Досліджували центральну частину зразків із сталі 20, товщиною 0,03 см, у формі круга з експонованою площею 15 см², які знежирювали етанолом. Після фіксації зразка в комірці анодну частину заповнювали 0,2 М розчином KOH + 0,1 N Na₂MoO₄, а катодну частину заповнювали розчином 1М H₂SO₄ + 0...15 г/л (NH₂)₂CS і поляризували струмом 0...2 A/dm² з допомогою потенціостатів IPC-PRO. Реєстрували перехід анодного струму у вихідній комірці до усталеного значення і у кінці експерименту вимикали катодну поляризацію. Концентрацію водню (C_{or}) в поверхневому шарі сталі розраховували за формулою [1], яка має вигляд $C_{or} = \frac{J_{as} L}{D_{eff}} = \frac{I_{as} L}{FA D_{eff}}$, де J_{as} – потік проникнення водню в поверхневому шарі кристалічної ґратки на окисненій стороні зразка за стаціонарного режиму, mol/(cm²·s); I_{as} – сила струму за стаціонарного режиму проникнення водню, mA; A – площа зразка, cm²; F – стала Фарадея, C/mol; C_{or} – концентрація водню в поверхневому шарі кристалічної решітки і ділянках оборотного наводнювання на зарядженій стороні зразка, mol/cm³; L – товщина зразка, cm; D_{eff} – коефіцієнт ефективної дифузії водню, який характеризує рух водню в металі з дефектами, які є водневими пастками, cm²/s ($D_{eff} = \frac{L^2}{6t_{lag}}$, де t_{lag} – час, необхідний для досягнення умови $\frac{J(t)}{J_{as}} = 0,63$, s).

Дослідження проникності водню через мембрану зі сталі 20 у розчині 1М H₂SO₄ із тіокарбамідом, як проіоутера наводнювання, за катодної поляризації 1 A/dm², показали, що із зростанням у електроліті вмісту (NH₂)₂CS в інтервалі 0 ...10 г/л спостерігається закономірне підвищення концентрації водню (на ~45%) і коефіцієнта дифузії водню (в ~4 рази). За подальшого росту в розчині тіокарбаміду до 15 г/л проникність водню в сталь змінюється несуттєво, що вказує на зниження ефективності процесу стимуляції наводнювання сталі.

За впливу катодної поляризації в діапазоні 0...2 A/dm² у розчині 1М H₂SO₄ із вмістом тіокарбаміду 10 г/л зафіксували незначне зростання дифузії водню, а його концентрація у поверхневих шарах практично стабільна (~1,94 ppm), що зумовлено збільшенням напружень у мікрodefектах структури сталі. Встановлено, що вміст водню в поверхневому шарі сталі зростає в більшій мірі (в ~2,7 рази) у кислому середовищі із досліджуваним стимулятором наводнювання у кількості 10 г/л без впливу катодної поляризації, ніж у цьому ж електроліті за густини катодного струму 1 A/dm², але без тіокарбаміду.

1. ISO 17081:2004. Method of measurement of hydrogen permeation and determination of hydrogen uptake and transport in metals by an electrochemical technique. 2004. 16 p.