

ЗАКОНОМІРНОСТІ ВПЛИВУ КОНЦЕНТРАЦІЇ ДІОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ ТА СІРКОВОДНЮ НА КОРОЗІЮ ТА КОРОЗІЙНО-МЕХАНІЧНЕ РУЙНУВАННЯ СТАЛЕЙ

Хома М.С., Винар В.А., Васи́лів Х.Б., Чучман М.Р., Івашиків В.Р., Рацька Н.Б., Різун Ю.Я.
Фізико-механічний інститут імені Г.В.Карпенка, Львів, Україна, chrystyna.vasyliv@gmail.com

Стійкість і довговічність трубних сталей, які експлуатуються нафтогазовидобувній промисловості, значною мірою залежить від корозійної активності пластових вод, зокрема, присутності в них агресивних компонентів (сірководень, вуглекислий газ, хлориди тощо). Основні параметри, які впливають на корозію і корозійне розтріскування сталей – тиск газів, рН середовища, співвідношення між парціальних тисків CO_2 і H_2S [1].

У роботі досліджено вплив концентрації діоксиду вуглецю та сірководню у модельній пластовій воді (МПВ) на корозію та корозійно-механічне руйнування сталей різних груп міцності API P110, Q125 і V150 за різних температури і тиску. Хімічний склад МПВ (мас.%): 48,45%Cl⁻; 41,33%Na⁺; 0,51% HCO₃⁻; 0,3% K⁺; 6,5% Ca²⁺; 1,87% Mg²⁺; 0,04%SO₄²⁻, загальна мінералізація 90 г/л, температура 25 і 60°C, тиск 0,1 і 6,0 МПа.

Встановлено, що у МПВ, насиченій вуглекислим газом, за температури 25°C і тиску 0,1 МПа спостерігається рівномірна корозія сталей, швидкість якої зростає з часом. Це свідчить про те, що карбонатні плівки, утворені на поверхні сталей, не захищають їх від корозії. З підвищенням температури до t=60°C та тиску вуглекислого газу до 6 МПа корозійні процеси пришвидшуються і корозія переходить з рівномірної у виразкову.

Побудовані діаграми розтягу показали, що у МПВ, насиченій вуглекислим газом, характеристики міцності сталей змінюються несуттєво. Агресивне середовище впливає, в основному, на відносне звуження сталей, яке у сталі P110 зменшується у ~1,7 рази, а в сталей Q125 і V150 – у ~4,6 разів. Тріщиноутворення за таких умов не спостерігається.

Швидкість корозії сталей за короткотривалих випробувань у МПВ з різним співвідношенням вуглекислого газу і сірководню пропорційна до концентрації H_2S в розчині і визначається швидкістю катодного процесу. Механізм корозії сталей не залежить від концентрації сірководню в розчині.

Тривалі дослідження у МПВ за температури 25°C та тиску 0,1 МПа показали, що за співвідношення парціальних тисків вуглекислого газу та сірководню 1, 5 і 29 швидкість корозії проти вуглекислотної зменшується у 3...4 рази для сталі P110 та у 2...2,7 разів для сталей Q125 і V150. За температури 60°C та тиску 6 МПа і співвідношеннях парціальних тисків вуглекислого газу та сірководню 59 та 5,9 швидкість корозії проти вуглекислотної зменшується у 7...12 разів і є на рівні 0,2...0,3 г/(м²год), що свідчить про несуттєвість утворених на поверхні сульфідів.

Показано, що сульфідні плівки, сформовані у середовищах з сірководнем, складаються з суміші макінавіту, троїліту і домішок оксидів та гідроксидів заліза. За стандартних умов товщина продуктів корозії дорівнює 30...50 мкм, а за підвищеного тиску та температури – 60...80 мкм. Їх адгезія до поверхні більша, ніж карбонатів, що сприяє зниженню швидкості корозії. Однак внаслідок пористості захисні властивості сульфідів недостатньо ефективні.

У МПВ за наявності сірководню і вуглекислого газу міцність сталей зростає на 13...30%, а пластичність знижується для сталі P110 у 5...6, а сталей Q125 та V150 – у 8...11 та 5...9 разів, що пов'язано з їх наводнюванням, яке для більш міцних сталей у ~2,6 разів більше, ніж для сталі P110. Це приводить до утворень множинних тріщин у зламах сталей. Отже за наявності у МПВ сірководню для обсадних труб доцільно використовувати сталь P110.

1. Plennevaux C., Kittel J., Fregonese M., Normand B., Ropital F., Grosjean F., Cassagne T. Contribution of CO₂ on hydrogen evolution and permeation in low alloy steel exposed to H₂S environment // *Electrochemistry Communications*. – 2013. –26. – P. 17 – 20.