

УДК 620.194

ПРОБЛЕМИ КОРОЗІЇ ОБЛАДНАННЯ НА СУЧАСНОМУ КОКСОХІМІЧНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

Нестеренко Сергій Вікторович

кандидат технічних наук, доцент, доцент

Бічев Максим Сергійович

здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти

Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова

nester.hnamg@gmail.com

У США, за даними NACE, збитки від корозії, включаючи витрати на боротьбу з нею, становлять 3,1 % ВВП (\$ 276 млрд на рік), у Німеччині – 2,8 % ВВП. У межах 2–4 % ВВП є цей показник і в інших розвинених країнах. При цьому втрати металу, що включають металеві конструкції, вироби, обладнання, що вийшли з ладу, складають 10–20 % річного виробництва сталі. На коксохімічних підприємствах України таких розрахунків не провадиться, проте економічні втрати пов'язані з відновленням працездатності промислового обладнання значні.

Метою даної роботи є вибір найбільш корозійностійких сплавів і сталей і методів захисту обладнання коксохімічного підприємства, що працює в агресивних середовищах, що забезпечують їх високу працездатність.

Усі представлені у цій статті дані випробувань отримані за допомогою встановлення зразків свідків у робочому обладнанні, і, відповідно, отримані результати є обґрунтовано показовими щодо рівня корозії, що очікується у виробничих умовах.

Вуглепідготовчий цех та вугільна фабрика. Вуглепідготовчий цех, де здійснюється приймання, зберігання та підготовка вугілля до коксування. Основна продукція цеху – вугільна шихта. Якість коксу сильно залежить від рівня і сталості показників якості шихти. Подрібнення (до 70–80 % класу < 3 мм) та нагрівання вугілля проводиться у вентильованій молотковій дробарці, продуктивність якої відповідає продуктивності сучасного вуглепідготовчого цеху – 500 т/год.

Основними факторами, що впливають на корозію обладнання у вуглепідготовчих цехах та вуглезбагачувальних фабриках, є вугільна шихта з вологістю до 12 %. Водна частина шихти включає хлориди, концентрація яких доходить до 2–2,5 г/дм³, сульфати – до 1–1,4 г/дм³, карбонатів та гідрокарбонатів до 0,3–0,8 г/дм³, домішки сульфідів – до 0,2 г/дм³. Крім корозійного на метал вугільні частинки є абразивним матеріалом, які викликають зношування конусів,

якими він подається на обробку у великій кількості. Як матеріал для конусів та вихідних частин рекомендується використовувати леговані сталі 12X18H10T або 08X22H6T. Днища елеваторів, тички футерують діабазовою або метлахскою плиткою. Використання зазначених матеріалів забезпечує збільшення міжремонтних термінів у 5 разів, різке збільшення швидкості сходження вугілля з ям, що прискорює розвантаження вугілля.

Корозійна активність вугілля фабрики визначається наявністю солей (хлоридів – до 1,5 г/дм³, сульфатів – до 0,5 г/дм³, сульфідів – до 1 г/дм³, СО₂ – до 1 г/дм³), а також наявності абразивних частинок вугілля, породи, піриту. рН середовища 6,5–7,5, а температура його доходить до 40 °С.

Ротор, вал та статор флотмашин необхідно виготовляти з молібденістої сталі 10X17H13M2ТЛ. Пінознімачі флот машин виготовляють із сталі 12X18H10T. Лопасті та кріпильні елементи барабанних сушарок флот концентрату рекомендується виготовляти зі сталі 12X18H10T. Корпуси циклонів, витяжні труби необхідно виготовити із сталі 12X18H10T. Внаслідок того, що з градирень, веж гасіння коксу, димових труб, вихлопних труб електрофільтрів цехів сіркоочищення та інших джерел в атмосферу коксохімічних заводів потрапляє велика кількість агресивних сполук (Н₂S, SO₂, SO₃, HCl, NH₃ тощо), водяних парів, сольового туману, корозія незахищеної сталі в атмосфері коксохімічних заводів набагато вища, ніж на підприємствах хімічної та нафтохімічної промисловості та досягає величин для вуглецевої сталі (Вст-3) порядку 1–1,5 мм/рік. Сталеві конструкції огорож обладнання для поводження з вугіллям зазвичай захищені завдяки фарбуванню спеціальними фарбами та мастиками. Найбільш стійкі покриття в умовах коксохімічного виробництва – це покриття, нанесені на піскоструминні та заґрунтовані поверхні. З лакофарбових покриттів для захисту коксохімічного обладнання та конструкцій слід використовувати покриття на основі емалей: ЕП-773 (3–4 шари), ЕП-5116 (2–3 шари), ХВ-774, ХВ-785 (5–6 шарів). Як ґрунтувальні матеріали рекомендується використовувати шпаклівку ЕП-00-10, ґрунтовку ХС-068. Для підвищення надійності захисту металоконструкцій необхідно використовувати сучасні методи металізації (нанесення Al та Zn покриттів) з подальшим перекриттям їх сучасними лакофарбовими матеріалами, зазначеними вище. Високоміцна, з низьким вмістом хрому та нікелю (до 2–3 %) сталь може використовуватися переважно для дахів та бічних конструкцій. Всі конвеєри екрановані – як для того, щоб захистити вугілля та стрічку від елементів, що ушкоджують, так і для недопущення розпилення вугільного пилу по решті території заводу. Цей захист забезпечується застосуванням сталевих щитів, захищених металізаційно-лакофарбовими покриттями або використанням композитних панелей.

Через навантаження-розвантаження, зберігання та переробки такої значної кількості вугілля, ґрунтове покриття навколо таких заводів після багатьох років їх роботи суттєво підкислюється. Відповідно, сталеві конструкції, що контактують із ґрунтом, повинні бути ретельно пофарбовані та постійно оглядатися. Оскільки ці ґрунти є добрими електролітами, на деяких заводах використовують бітумні емалі з додатковим катодним захистом.

Коксовий цех. Обладнання коксового цеху постійно піддається впливу високих температур, пари вологи, кислих газів CO_2 , H_2S та аміаку. Крім того, на металеву поверхню діє абразивна дія вугілля або коксу, а також продуктів коксування. Корозія в печах відбувається на металевих частинах, що контактують із повітрям. Швидкість корозії металу значно знижується, можливо, тому що температура його досить високі, щоб підтримувати їх у сухому стані. Частини чавунних заслінок коксових печей на сторонах, звернених всередину печі, також схильні до незначного корозійного впливу.

На щастя, при конденсації на них утворюється досить товстий шар кам'яновугільної смоли, яка сама по собі є захисним матеріалом, який мінімізує негативні дії високих температур. Більшість металевих частин, що контактують із коксовою батареєю, захищені від вугілля або гарячих газів кам'яною кладкою. При незначних коливаннях температури можна використовувати листи зі звичайного «сірого» чавуну, але при значних температурних варіаціях показано використання чавуну з додаванням до нього 0,25 % хрому та 0,40 % молібдену для запобігання надмірному розширенню та розтріскуванню.

Бункера завантажувальних вагонів необхідно виготовляти з низьколегованої сталі, що містить 3–4 % хрому або двошарової сталі з плакуючим шаром сталі 12X18H10T. Необхідно забезпечити виготовлення ліжок сходу шихти зі сталей 12X18H10T або 08X22H6T. Використовуючи дані матеріали дозволяє знизити абразивне зношування металу і покращує сходження шихти при завантаженні камер.

Кабіни дверей машини, козирки над тролєями електровоза піддаються впливу продуктів дегазації та горіння коксу при його видачі, домішок коксового газу в повітрі: водяні пари після гасіння коксу містить – сірководень до 0,1 г/л; HCN до 0,05 г/л; CO_2 до 2 г/л. Бризки води, що містить: хлорид амонію – до 4 г/л, сірководень до 0,2 г/л, HCN – до 0,05 г/л. Температура 30–100 °С. Дане обладнання необхідно виготовляти із легованої сталі 12X18H10T.

Коксогасильний вагон має спеціальну конструкцію, зокрема похилий підлогу, викладений плитами з чавуну. Вагон потім переміщається під вежу гасіння, де кокс ретельно гаситься водою. У будь-якому випадку, утворена в процесі гасіння пара, відводиться через насадку вежі гасіння і в результаті

утворюється конденсат, який має сильну корозійну дію. В основному використовується сталь 10X17H13M3T.

У роботі було проаналізовано отримані результати по вимірюванню корозійної агресивності виробничої зони в районі гасильної вежі коксового цеху (зразки було встановлено в районі розсікача гасильного вагона). Агресивним середовищем у вежі гасінні є водяні пари, що містять домішки г/л: хлориди 1,5–3,4, роданіди 0,5–1,0, сульфати – до 2, ціаніди – до 0,1, сірководень – 0,5, кислоти, що утворюються при термічному розкладі амонійних солей. Вода гасіння коксу з вмістом г/л: зв'язаний аміак – до 7,0; хлориди – до 4,0; роданіди – 1,0; сульфати – до 3,0; ціаніди – до 0,2; сульфіді – 0,5; феноли – до 0,1 і температура води 60–100 °С. Встановлено, що найбільш стійкими сталлями матеріалами в цих умовах є дуплексні сталі фірми Sandvik SAF 2507, 254 SMO [1–3], що забезпечують утворення пасивних захисних шарів. Менш стійкими є сталі типу 10X17H13M2(3)T (AISI 316), які можуть зазнавати піттингової корозії. Хімічний склад цих сталей приведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Хімічний склад досліджуваних сталей

Марка сталі	C	S	P	Cr	Ni	Mo	N	ЕОП*
254 SMO	0,01	0,010	0,030	20,0	18,0	6,1	0,20	43
SAF-2507	0,02	0,010	0,030	25,0	7,0	4,0	0,27	43
AISI 304	0,08	0,030	0,045	19,0	9,3	–	–	–
AISI 316Ti	0,08	0,030	0,045	18,7	12,0	2,4	–	–
AISI 316L	0,03	0,015	0,020	16,5	15,3	2,7	–	–

* – показник стійкості до піттингоутворення.

Металографічні дослідження зразка дуплексної сталі, типу 1.4462, свідчать про рівномірний характер структури, яка являє собою дрібнозернисту аустеніто-феритну суміш, яка містить ~ 60 % фериту і 40 % аустеніту (рис. 1).

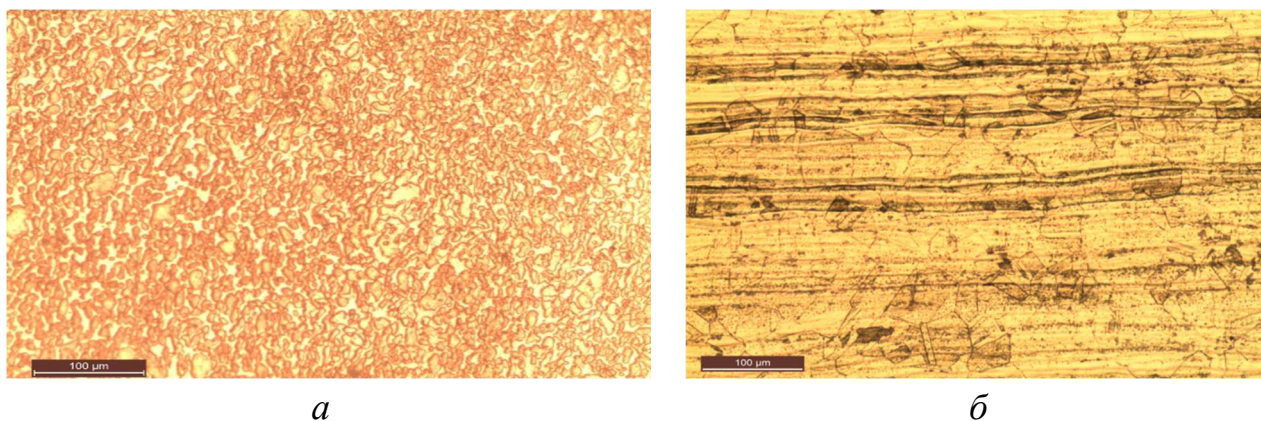


Рисунок 1 – Мікроструктура дуплексної сталі ДКС SAF 2507 (а) і сталі 254 SMO (б)

Багато років для виготовлення коксогасильних вагонів використовувалася високовуглецева сталь. Однак досвід експлуатації показав, що найбільш стійким та економічно виправданим конструкційним матеріалом для виготовлення коксогасильного вагона є сталь – 12X18H10T (AISI 304 або AISI 321).

Вихід з ладу коксогасильного вагона впливає на продуктивність всього коксохімічного підприємства. Для зниження ризику руйнування потрібно одночасно мати теплостійкість, зносостійкість та корозійну стійкість матеріалів. Найбільш поширеним матеріалом плит коксотушильного вагона є чавун, який має тепловий опір. У процесах мокрого гасіння коксу за кордоном зазвичай використовуються жароміцні чавунні та сфероїдальні графітові чавунні матеріали. Дослідження причин утворення мікротріщин під мікроскопом показали, що основною причиною утворення тріщин є високий вміст сірки та наявність пластинчастого графіту.

Інше обладнання коксового цеху: рами, настили, стійки, кронштейни та проти пересипні огорожі під-рампових конвеєрів; форсунки, відсічні клапани, запірні арматура, трубопроводи та установчі металоконструкції пристроїв дотушування коксу також піддається дії парів води перебігу коксу і водних конденсатів з вмістом г/л: зв'язаний аміак – до 4,0; хлориди – до 3,0; роданіди – до 0,2; ціаніди – до 0,1; сульфідні – 0,3; феноли – до 0,1 і температура коксу 100–200 °С. Як конструкційний матеріал у цьому випадку необхідно використовувати сталь 12X18H10T (AISI304 або AISI321). Для підвищення надійності захисту металоконструкцій необхідно використовувати сучасні методи металізації (нанесення Al та Zn покриттів) з наступним перекриттям їх сучасними лакофарбовими матеріалами: ЕП-773 (3–4 шари), ЕП-5116 (2–3 шари), ХВ-774, ХВ-785 (5–6 шарів), високотемпературний матеріал ВН-30.

Список використаних джерел

1. Jacques S. Corrosion resistance of duplex stainless steels in thermal desalination plants. Corrosion Nace conference. 2008. NACE-08261.
2. Korkhaus J. Application of corrosion-resistant steels in chemical industry. Mater. of the Conf. “Stainless Steel World 99”. KCL Publishing BV. 1999. P. 27–41.
3. Charles J. Some duplex applications. Test results and practical experience. Stainless Steel World 99 Conf. on Corrosion-Resistant Alloys (16-18 Nov. 1999, Hauge, Netherlands). 1999. P. 473–485.