



УКРАЇНА

(19) UA (11) 37841 (13) A

(51) 7 B08B9/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ОЧИЩЕННЯ ПАРОВИХ КОТЛІВ

(21) 2000042312

(22) 24.04.2000

(24) 15.05.2001

(33) UA

(46) 15.05.2001, Бюл. № 4, 2001 р.

(72) Янковський Микола Андрійович, Туголуков Олександр Володимирович, Степанов Валерій Андрійович, Кравченко Борис Васильович, Островська Аліна Іванівна, Заугольнікова Євгенія Анатоліївна, Лозова Валентина Іванівна, Літовченко Ніна Іллівна, Польоха Аліна Михайлівна, Шерстюков Дмитро Миколайович, Супрун Галина Григорівна, Фоменко Сергій Дмитрович, Базулюк Костянтин Борисович, Бурсаков Віктор Іванович, П'яткін Станіслав Федорович

(73) Відкрите акціонерне товариство "Концерн СТИРОЛ"

(57) Спосіб очищення парових котлів шляхом розпушування відкладень лужним розчином із вмістом Na_3PO_4 при температурі 90°C , відмивання водою, промивання підігрітою 5% соляною кислотою, до якої додано інгібітори корозії, що містять уротропін, відмивання водою та пасивації, який **відрізняється** тим, що лужний розчин містить 5% Na_3PO_4 і 5% Na_2CO_3 , кислота, інгібована 1,0% уротропіну, 0,02% каптаксу і 0,1-0,2% В-2, та містить 5% розчин хлористого амонію, промивання підігрітою кислотою проводять при 50°C циркуляцією по трубному простору зі швидкістю 1,0 м/с, а для відмивання використовують знесолону воду.

Винахід стосується хімічних способів очищення відкладень з внутрішньої поверхні трубного простору, може бути використано для промивання парових котлів, наприклад, у виробництвах аміаку.

Відомий хімічний спосіб очищення парових котлів від накипу, який включає обробку 5% розчином соляної кислоти, інгібованої уротропіном, з вмістом 5% хлориду амонію, при $t=70^\circ\text{C}$ шляхом циркуляції зі швидкістю не менш як 0,5 м/с протягом години. При 3-5 кратному повторенні обробки поверхні цими розчинами досягається повне очищення внутрішньої поверхні труб парових котлів від накипу завтовшки 1...1,5 мм складу, % мас.: CaO - 36,1; Al_2O_3 - 21,7; Fe_2O_3 - 4,9; SO_3 - 24,3; SiO_2 - 4,5; решта - 9,2 (см.: Плиски Г.И. Выбор технологии химической очистки труб от отложений сложного состава // Энергетик. - 1984. - № 6. - С. 31-32).

Аналог не обумовлює хімічного вилучення відкладень за короткий час, тому що компоненти промивного розчину не утворюють із складовими накипу достатньо стійких й розчинних у воді сполук, та мають недостатню інгібуючу здатність.

Найбільш близьким є спосіб очищення парових котлів, шляхом розпушення відкладень лужним розчином із вмістом Na_3PO_4 при 90°C і послідовної відмивки водою, промивання підігрітою 5% соляною кислотою, до якої додано інгібітори корозії, що містять уротропін, відмивання водою та пасивації 1% розчином нітриту натрію з 1% аміаку при $40\ldots 50^\circ\text{C}$ (див.: Химические очистки теплоэне-

ргетического оборудования / Под ред. Т.Х. Моргуловой. - М.: Энергия, 1969. - С. 101 – прототип).

Недоліком цього способу є тривалість процесу очищення, агресивність промивного розчину по відношенню до поверхні металу, що очищується.

Хоча прототип - найбільш ефективний із способів очищення завдяки використанню для розпушення відкладень лужного розчину із вмістом 1% Na_3PO_4 при 90°C , відмивки водою та промивання підігрітою 5% соляною кислотою з інгібіторами корозії, що містять 0,5% уротропіну та 0,1% ОП-10, але і він не дозволяє досягти за короткий час високого ступеню очищення без руйнування поверхні обладнання, тому що для хімічного вилучення таких важкорозчинних сполук, які усувають, за способом, що пропонується, необхідні інші умови: так, повне вилучення відкладень за прототипом за менший проміжок часу вимагає збільшення концентрації соляної кислоти або підвищення температури промивного розчину, що викликає руйнування поверхні обладнання за рахунок підвищення агресивності промивного розчину; введення компонентів запропонованого способу за технологією аналогу або прототипу дозволяє тільки трохи прискорити очищення та знизити агресивність розчину.

В основу винаходу поставлено задачу вдосконалення способу очищення парових котлів лужним та кислотним розчинами змінених складу і концентрації, промивання кислотним розчином здійснюють при зменшенні температури шляхом циркуляції, що забезпечує повне очищення теплоенерге-

тичному обладнанню, зниження агресивності промивних розчинів, які містять доступні компоненти, скорочення тривалості процесу очищення.

Поставлена задача вирішується завдяки тому, що очищенням парових котлів здійснюють шляхом розпушування відкладень лужним розчином із вмістом Na_3PO_4 при температурі 90°C , відмивання водою, промивання підігрітою 5% соляною кислотою, до якої додано інгібітори корозії, що містять уротропін, відмивання водою та пасивації, за способом, лужний розчин містить 5% Na_3PO_4 і 5% Na_2CO_3 , кислота, інгібована 1,0% уротропіну, 0,02% каптаксу і 0,1-0,2% В-2, та містить 5% розчин хлористого амонію, промивання підігрітою кислотою проводять при 50°C циркуляцією по трубному простору зі швидкістю 1,0 м/с, а для відмивання використовується знесолена вода.

Зазначений ефект у способі, який пропонується, порівняно з відомими, досягається за рахунок підвищення концентрації при розпушенні відкладень лужним розчином та збільшення в промивному розчині іонів хлору в формі менш агресивній по відношенню до металу, здатних утворювати з відкладеннями водорозчинні солі, що уносяться знесоленою водою, яка не впливає на взаємодію лужних або кислих компонентів, застосування відповідного температурного режиму та циркуляції прискорюють руйнування й винос оксидів заліза та оксидів/сульфатів кальцію/магнію, підібрано інгібітори у відповідній кількості, що забезпечують зниження агресивності промивного розчину.

Пропонований спосіб очищення парових котлів здійснюється таким чином:

Для очищення котлів збирають схему циркуляції промивного розчину за замкненим циклом: ємкість, насос, трубчатка котла, ємкість. Циркуляцію проводять із швидкістю 1 м/с.

Відкладення розпушують лужним розчином, який містить 5% Na_2PO_4 та 5% Na_2CO_3 при 90°C рН-10-12 протягом 5 год., потім розчин зливають, систему промивають знесоленою водою до рН=7-8. Закачують 5% соляну кислоту, інгібовану 1,0% уротропіну, 0,02% каптаксу і 0,1-0,2% В-2 та доводять концентрацію хлористого амонію в ній до 5%. Циркуляція-одержаним розчином триває 5 год при 50°C . Потім розчин зливають, систему промивають знесоленою водою до нейтральної реакції (рН=6-7). Пасивацію проводять 1% розчином NaNO_2 з 1% NaNO_2 при 50°C протягом 3-4 год. Ефективність очищення оцінюють за результатами візуального огляду поверхні трубок котла. Тривалість очищення (таблиця, стовпчик другий) містить час лужної та кислотної промивок. Швидкість корозії металу котла в промивному розчині визначають потенціостатично.

Приклад 1. Пусковий котел виробництва аміаку з природного газу. Діаметр трубок $d_{\text{тр.}}$ - 60х3 мм, матеріал - вуглецева сталь марки Ст.20. Фронтальний екран має трубок 35 шт., задній екран - 47 шт., лівий екран - 33 шт., правий екран - 43шт. В трубний простір подається живильна вода, з утворенням пари тиском 45 ат., температурою $t=440^\circ\text{C}$. По міжтрубному простору пропускають димові гази. Відкладення (накип та осад) такого складу, % мас.: Fe_2O_3 - 2,8; SO_4 - 2,7; Al_2O_3 - 1,0; CaO - 15,6; MgO - 13,2; PO_4 - 44,1; Na^+ - 0,02; K^+ -

0,006; втрати при пропінанні (в.п.п.) - 9,3. Результати наведені в таблиці.

Приклад 2. Котел-утилізатор 1 ступеня виробництва аміаку з природного газу. Рекуперативна частина - труби Фільда. Матеріал труб - сталь 15 ХМ. Трубки мають: діаметри: $d_{\text{тр.}}=50\text{х}3,5$ мм, $d_{\text{тр.}}=25\text{х}2$ мм, довжину: $L=6383$ мм, $L=7395$ мм; кількість: $n=265$ шт. $n=265$ шт. Трубний простір: пара тиском $P=105,5$ кгс/см², $t=314^\circ\text{C}$; міжтрубний простір: конвентований газ тиском 41,5 кгс/см², $t_{\text{вх.}}=465\ldots482^\circ\text{C}$, $t_{\text{вих.}}=950\ldots1018^\circ\text{C}$. Склад відкладень, % мас.: Fe_2O_3 - 1,7; $\text{Ca}+\text{Mg}/\text{Ca}$ - 28,4; Al_2O_3 - 2,7; SiO_2 - 2,3, SO_4 - 63,5; в.п.п. - 1,4. Результати в таблиці.

Приклад 3. Допоміжний котел виробництва аміаку із природного газу. Матеріал - Ст.20. Котел містить бокові екрани (2 шт.): $d_{\text{тр.}}=73\text{х}7$ мм, $L=10633$ мм, $n=120$ шт.; задній екран: $d_{\text{тр.}}=73\text{х}7$ мм, $n=48$ шт. Трубний простір: водяна пара, $P=105\ldots109$ кгс/см², $t=314\ldots318^\circ\text{C}$. Міжтрубний простір: димові гази, $t=1000^\circ\text{C}$. Склад відкладень, % мас.: SiO_2 - 6,0; Fe_2O_3 - 28,0; SO_4 - 24,0; PO_4 - 9,2; Ca - 16,7; Al_2O_3 - 2,5; MgO - 10,4; Cl - 0,1; Na^+ - 1,6; K^+ - 0,01; в.п.п. - 1,3. Результати в таблиці.

Приклад 4 (контрольний). Очищення проводять аналогічно прикладу 1 для відкладень за прикладами 1-3, концентрація соляної кислоти в промивному розчині 3%. Результати в таблиці.

Приклад 5 (контрольний). Очищення проводять аналогічно прикладу 1 для відкладень за прикладами 1-3, концентрація соляної кислоти в промивному розчині 7%. Результати в таблиці.

Приклад 6 (контрольний). Очищення проводять аналогічно прикладу 1 для відкладень за прикладами 1-3, концентрація хлористого амонію в промивному розчині 4%. Результати в таблиці.

Приклад 7 (контрольний). Очищення проводять, аналогічно прикладу 1 для відкладень за прикладами 1-3, концентрація хлористого амонію в промивному розчині 6%. Результати в таблиці.

Приклад 8 (прототип). Схема промивки аналогічна прикладу 1 для відкладень за прикладами 1-3.

Відкладення розпушують лужним розчином, який містить 1% Na_3PO_4 при 90°C 6...8 год, розчин зливають, систему промивають водою до рН=7-8. Закачують 5% соляну кислоту, що інгібує 0,5% уротропіну та 0,1% ОП-10 і промивають при 60°C 10...14 год. Потім розчин зливають, промивають водою до нейтральної реакції. Пасивацію внутрішньої поверхні здійснюють аналогічно прикладу 1. Результати в таблиці.

Приклад 9 (аналог). Схема промивки аналогічна прикладу 1 для відкладень по прикладах 1-3. Обробка 5% розчином ортофосфорної кислоти при значеннях рН=2 і температури 70°C триває 1 годину, потім 5% розчином соляної кислоти, інгібованої 0,3% розчином уротропіну, з вмістом 5% хлориду амонію, при $t=70^\circ\text{C}$ та циркуляції зі швидкістю не менше як 0,5 м/с. протягом години. Повторенням обробки поверхні цими розчинами 12-15 разів досягається повне очищення внутрішньої поверхні труб парових котлів. Результати в таблиці.

Приклад 10 (контрольний). Схема промивки аналогічна прикладу 1 для осадів за прикладами 1-3. Очищення проводиться за прикладом 8,

використовується 5% соляна кислота, що інгібована 1,0% уротропіну, 0,02% каптакса та 0,1-0,2% В-2. Результати в таблиці.

Дані таблиці показують: спосіб, що пропонується, дозволяє використовувати доступні реактиви та досягати повного очищення парових котлів різних конструкцій (приклади 1-3) від важкорозчинних відкладень складного складу. У 1,6-2,2 рази, порівняно з прототипом (приклад 8), скорочується час на промивку паросистеми, в 2,8-3 рази знижується корозійна активність промивного розчину.

Контрольними прикладами показано, що зниження концентрації соляної кислоти нижче нижньої межі, (приклад 4), призводить до збільшення тривалості промивки. Збільшення концентрації кислоти вище верхньої межі (приклад 5) скорочує тривалість промивки, порівняно з відомими способами, але підвищує агресивність промивного розчину, що призводить до руйнування внутрішньої по-

верхні обладнання. Тривалість промивки збільшується коли знижується концентрація хлористого амонію (приклад 6), збільшення концентрації хлористого амонію (приклад 7) додаткового ефекту не дає.

Очищення за прикладом 9 (аналог) призводить до вrostання корозійної активності розчину за рахунок слабкої інгібуючої здатності. Введення інгібіторів пропонованого способу за технологією прототипу (приклад 10) дозволяє трохи знизити агресивність розчину.

Спосіб, що пропонується, дозволяє досягти більш високого ступеню очищення парових котлів, скоротити час простою обладнання застосовуючи підтримання температурного режиму і циркуляції в комбінації із реагентами, здатними утворювати з відкладами водорозчинні солі, при наявності інгібуючих властивостей промивних розчинів.

Таблиця

№ прикладів	Ступінь очищення	Тривалість промивки, год	Швидкість корозії, мм/рік		Примітка
			Ст. 20	15ХМ	
1	100	10	6,8	-	Пропонований спосіб
2	100	10	-	6,1	Те саме
3	100	10	6,8	-	"
4к	92	17-24	5,2	4,5	Контрольний
5к	100	14-18	18,1	15,2	"
6к	100	12-14	6,6	6,0	"
7к	100	10	6,8	6,1	"
8п	100	16-22	21,4	16,8	Прототип
9а	97	14-20	24,7	18,4	Аналог
10к	97	14-18	17,2	16,0	Контрольний

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
(044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2001 р. Формат 60х84 1/8.
Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
(044) 268-25-22