



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 6832

(13) U

(51) 7 C25F1/06

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ТРАВЛЕННЯ ПОВЕРХНІ МАЛОВУГЛЕЦЕВОЇ, НИЗЬКОЛЕГОВАНОЇ СТАЛІ

(21) 20041209890

(22) 02.12.2004

(24) 16.05.2005

(46) 16.05.2005, Бюл. № 5, 2005 р.

(72) Горобець Світлана Василівна, Горобець Оксана
Юрївна, Донченко Маргарита Іванівна, Гойко Ірина
Юрївна(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ
ТЕХНОЛОГІЙ(57) Спосіб травлення поверхні маловуглецевої, низьколегованої сталі шляхом занурення в водний розчин, що містить кислоту та NO_3^- іони, який відрізняється тим, що травлення проводять без прикладення зовнішнього струму в проточному водному розчині 7-14% HNO_3 під дією зовнішнього постійного магнітного поля напруженістю від 40-320кА/м.

Корисна модель відноситься до способів травлення сталі і може бути використаний у металообробних виробництвах для спеціальних цілей отримання рельєфних зображень хімічного або електрохімічного фрезерування, розмірного травлення, галтовки деталей, зняття задирок, закруглення гострих країв, зменшення розмірів деталей та ін.

Відомо спосіб високошвидкісного катодного електролітичного розчинення чорних металів [Ав. св. JP №7011079 В4, кл. 6 C25F1/06; Опубл. 08.02.95], шляхом занурення в водний розчин, який містить сірчану кислоту та NO_3^- іони з температурою 50-110°C з проведенням катодного розчинення при проходженні струму густиною 5-200А/дм².

Недоліком цього способу є необхідність нагріву кислоти, механічне перемішування, прикладення зовнішнього струму, що робить цей спосіб енергомістким, трудомістким та збільшує його вартість.

В основу корисної моделі поставлена задача створення способу травлення поверхні маловуглецевої, низьколегованої сталі шляхом прискорення та збереження високої швидкості травлення, який не потребує нагріву, механічного перемішування, прикладення зовнішнього струму та має один компонент HNO_3 .

Поставлена задача досягається за рахунок того, що у способі травлення поверхні маловуглецевої, низьколегованої сталі шляхом занурення в водний розчин, що містить кислоту та NO_3^- іони, згідно винаходу, травлення проводять без прикладення зовнішнього струму в проточному водному розчині 7-14% HNO_3 під дією зовнішнього постійного магнітного поля напруженістю від 40-320кА/м.

Причинно-наслідковий зв'язок між запропонованими ознаками та очікуваним технічним результатом буде такий.

Застосування магнітних полів в різних галузях промисловості дозволяє значно інтенсифікувати різні

процеси, скоротити тривалість технологічних циклів, відмовитися від будівництва високооб'ємних споруджень.

Під дією магнітного поля, яке створює магнітна система, виникають потоки рідини в околі металевих елементів різної форми, тобто магнітогідродинамічні потоки, розподіл швидкостей яких є однаковим по всій довжині кожного елемента, що забезпечують процес рівномірного перемішування.

Процес травлення сталі у розчинах азотної кислоти являє собою електрохімічну окисно-відновлювальну реакцію розчинення (окислення) заліза за рахунок відновлення азотної кислоти та іонів нітрату. В реакції приймають участь також іони гідрогену. Сповільненою стадією, яка лімітує швидкість процесу травлення, є підведення до поверхні сталі реагентів - азотної кислоти, іонів нітрату, іонів гідрогену. Перемішування приелектродного шару розчину при прикладенні магнітного поля приводить до прискорення масопереносу й тим самим збільшує швидкість й покращує рівномірність травлення сталі.

Проводили дослідження травлення вуглецевої сталі в 14% розчині HNO_3 в залежності від напруженості постійного магнітного поля від 0 до 400кА/м протягом 1 хвилини. Отримані дані показані у таблиці 1.

Таблиця 1

Приклад	Напруженість магнітного поля, кА/м	Швидкість травлення, г/см ² год
1	0	0,19
2	40	0,28
3	240	0,42
4	320	0,44
5	400	0,49

З таблиці видно, що зміною напруженості магнітного поля можна прискорити процес більш ніж в два рази і забезпечувати необхідну швидкість травлення

(19) UA (11) 6832 (13) U

сталі. Без магнітного поля швидкість травлення дуже мала, а використовувати напруженість 400кА/м не доцільно, тому що для забезпечення напруженості магнітного поля більш ніж 400кА/м необхідні додаткові матеріальні витрати (система охолодження електромагніту та більш витрати електроенергії). При напруженості зовнішнього магнітного поля $H < 400 \text{кА/м}$ можливе використання недорогих постійних магнітів, що зовсім не потребує витрат електроенергії. Оптимальна напруженість магнітного поля 40-320кА/м.

Проводили дослідження швидкості травлення вуглецевої сталі в залежності від концентрації розчину HNO_3 від 5 до 15% на першій хвилині при напруженості магнітного поля 320кА/м. Отримані дані наведені у таблиці 2.

Таблиця 2

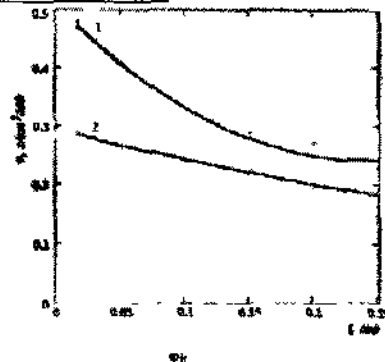
Приклад	Концентрація розчину HNO_3	Швидкість травлення, г/см ² год
1	5	0,14
2	7	0,15
3	10	0,42
4	14	0,44
5	15	0,52

З таблиці видно, що при концентрації HNO_3 5% швидкість травлення складає 0,14г/см²год, а при концентрації HNO_3 15% - 0,52г/см²год. Використовувати концентрацію 15% недоцільно із-за небезпеки утворення токсичних газів - оксидів азоту - в результаті відновлення азотної кислоти. Відомо, що при підвищенні концентрації азотної кислоти у розчині зростає доля недисоційованих молекул HNO_3 , які відновлюються при травленні заліза до діоксиду азоту NO_2 або оксиду NO . Сумарний процес травлення сталі складається із спряжених анодних та катодних реакцій. Наприклад, у концентрованій кислоті відбуваються такі основні реакції:

Анодна	$\text{Fe} = \text{Fe}^{2+} + 2e$	(1)
Катодна	$\text{HNO}_3 + \text{H}^+ + e = \text{NO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$	(2)
Сумарна	$\text{Fe} + 2\text{HNO}_3 + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + 2\text{NO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$	(3)

У той же час у розведеній кислоті більш характерним є відновлення іонів нітрату до розчинних продуктів - гідроксиламіну, іонів амонію. Наприклад:

Анодна реакція	$\text{Fe} = \text{Fe}^{2+} + 2e$	(1)
----------------	-----------------------------------	-----



Катодна	$\text{NO}_3 + 10\text{H}^+ + 8e = \text{NH}_4^+ + 3\text{H}_2\text{O}$	(4)
Сумарна	$4\text{Fe} + \text{NO}_3 + 10\text{H}^+ = 4\text{Fe}^{2+} + \text{NH}_4^+ + 3\text{H}_2\text{O}$	(5)

Утворення малотоксичних розчинних продуктів реакції у розведених розчинах HNO_3 замість токсичних газоподібних концентрованих робить процес травлення більш безпечним з точки зору екології. Тому рекомендована оптимальна концентрація кислоти 7-14%.

Проводили дослідження швидкості травлення сталі в залежності від часу. На Фіг. показана залежність швидкості травлення вуглецевої сталі у водному розчині 14% HNO_3 у магнітному полі напруженістю 320кА/м (крива 1) та без магнітного поля (крива 2) в залежності від часу від 1 до 15 хвилин.

З Фіг. видно, що без магнітного поля швидкість падає від 0,28г/см²год до 0,2г/см²год за 15 хвилин, а при 320кА/м за такий же час від 0,48г/см²год до 0,23г/см²год. Максимальна швидкість травлення при використанні магнітного поля спостерігається в першу хвилину. Зниження швидкості травлення обумовлюється відпрацюванням електроліту, тобто зменшенням концентрації азотної кислоти та накопиченням у розчині іонів заліза. Для збереження високої постійної швидкості травлення організовано проток електроліту зі швидкістю 0,3-0,4л/хв в розрахунок на 1дм² поверхні. При цьому швидкість травлення сталі залишається постійною та складає 0,3-0,5г/см²год.

Приклад здійснення способу.

Кювету з модельним розчином 14% азотної кислоти та циліндром із вуглецевої сталі розташовували в проточній комірі, яку розміщували у постійному магнітному полі напруженістю 240кА/м. Швидкість потоку складала 0,35л/дм²хв.

Таким чином, дані досліджень показали, що швидкість травлення поверхні маловуглецевої, низьколегованої сталі можливо здійснювати в проточному водному розчині HNO_3 під дією зовнішнього постійного магнітного поля, що забезпечує прискорення та збереження високої швидкості травлення, не потребує нагріву, механічного перемішування, прикладення зовнішнього струму та має один компонент HNO_3 .