



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **103543** (13) **U**
(51) МПК (2015.01)
C22C 35/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2015 05047	(72) Винахідник(и): Григор'єв Станіслав Михайлович (UA), Петрищев Артем Станіславович (UA), Ковальов Андрій Михайлович (UA)
(22) Дата подання заявки: 25.05.2015	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.12.2015	(73) Власник(и): ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД "ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ" МІНІСТЕРСТВА ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ, вул. Жуковського, 66, м. Запоріжжя, 69600 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.12.2015, Бюл.№ 24	

(54) ШИХТА ДЛЯ ЛІГАТУРИ НІКЕЛЬ-КОБАЛЬТВМІСНИХ СПЛАВІВ

(57) Реферат:

Шихта для лігатури нікель-кобальтвмісних сплавів містить окалину сплаву 29НК, пил силових обробки поверхонь металу 29НК, технічний закис нікелю, компактовані титанові відходи. Додатково містить кобальтовий ангідрид, силікомарганець, алюмінієвий дрос.

UA 103543 U

Корисна модель належить до металургії чорних і кольорових металів і спеціальних сплавів і може бути використана для отримання матеріалів, необхідних для легування та розкиснення прецизійних нікель-кобальтвмісних сплавів.

- 5 Відома шихта для виплавки прецизійного сплаву 29НК (H29K18) (Інструкція по выплавке прецизионного сплава 29НК (H29K18) в основной индукционной печи емкостью 8 т ТИ 143-СИ-7-83. Сборник технологических инструкций по выплавке и разливке жаропрочных, прецизионных сталей и сплавов в дуговой и индукционной печах. МЧМ СССР, завод "Днепроспецсталь", г. Запорожье, 1983. - С. 161-165), що містить компоненти у такому співвідношенні, мас. %:

повернений сплав 29НК	не більше 70
нікель електролітичний, що не поступається за класом марці Н-1 ГОСТ 849-70, із вмістом свинцю не більше 0,0003 мас. %	8,85-22,8
кобальт за якістю не нижче марки К-1Н за ГОСТ 123-78	5,10-14,4
алюмінієвий порошок (первинний шматок) за якістю не нижче марки А-7 за ГОСТ 11069-74	0,2-0,6
марганець металевий	0,5-0,9
титан металевий (брикети губчастого титану)	0,1-0,2
феросиліцій ФС65 або ФС75	0,4-0,8
нікель-магнієва лігатура із вмістом магнію 10-20 мас. %	0,15-0,25
силікокальцій із вмістом кальцію не менше 25 мас. %	0,20-0,35
"м'яке залізо" типу "АрМКО" за ТУ 14-101139-78 із вмістом вуглецю не більше 0,03 мас. %, молібдену не більше 0,05 мас. %, кисню не більше 0,03 мас. %	решта.

- 10 Недоліками цього рішення є:

- використання для виплавки сплаву значної кількості високовартісних металевих легуючих матеріалів і лігатур з рідкоземельними металами, що підвищує собівартість переділу виплавки і здорожчує цільовий продукт;

- 15 - тривалий час плавки за рахунок значного часу розкиснення і розчинення металевих легуючих матеріалів;

- низький ступінь утилізації нікелю і кобальту з оксидних забруднених шкідливими супутніми домішками відходів.

- 20 Найбільш близькою за технічною суттю і досягнутим позитивним ефектом є шихта для лігатури нікель-кобальтвмісних сплавів (Пат. 19113 України, МПК С22С 35/00. Шихта для одержання лігатури для легування та розкислення нікель-кобальтвмісних сплавів /С.М. Григор'єв, О.С. Яценко, О.М. Архіпенкова (Україна). № 5002829/SU; Заявл. 01.07.1991; Опубл. 25.12.1997; Бюл. № 6), що містить компоненти у такому співвідношенні, мас. %:

окалина сплаву 29НК	10,0-55,0
пил силовій обробки	7,5-58,0
поверхонь металу 29НК	
технічний закис нікелю	2,5-27,4
титанові відходи	0,8-2,6
феромарганець	1,4-10,4
феросиліцій	1,2-12,0
алюміній	1,2-10,0.

Недоліками такої шихти є:

- 25 - відносно низький ступінь використання легуючих елементів з техногенних відходів і вторинної сировини, що не забезпечує достатнього зниження собівартості прецизійних сплавів для підвищення конкурентоспроможності цільової продукції на світовому ринку;

- 30 - використання кобальту металевого при виплавці прецизійних сплавів типу НК, дефіцит якого повністю задовольняється імпортними постачаннями із-за кордону, що значно здорожує переділ. При цьому, згідно з технологічним регламентом, не передбачено використання вторинної сировини і техногенних кобальтвмісних відходів без попередньої обробки;

- алюміній металевий (первинний), як розкислювач, не забезпечує зниження вартості розкислення розплаву прецизійного сплаву.

Ознаками, спільними з рішенням, що заявляється, є наявність у шихті: окалини сплаву 29НК; пилу силовій обробки поверхонь металу 29НК; технічного закису нікелю; титанових відходів.

- 35 В основу корисної моделі поставлено задачу розробити шихту для лігатури нікель-кобальтвмісних сплавів, яка шляхом зміни співвідношення легуючих і розкиснюючих компонентів і заміни їх вторинними аналогами або первинною сировиною у вигляді ангідридів металів, дозволяє підвищити ступінь використання вторинної сировини, що містить легуючі і

розкиснюючі елементи, знизити собівартість переділу виплавки лігатури і підвищення вмісту в ній кобальту.

Суттєвими ознаками рішення, що заявляється, є те, що шихта містить компоненти в такому співвідношенні, мас. %:

окалина сплаву 29НК	18,3-59,1
пил силовий обробки	3,6-6,6
поверхонь металу 29НК	
технічний закис нікелю	1,7-18,0
компактовані титанові відходи	1,2-2,8
кобальтовий ангідрид	3,1-28,3
силікомарганець	2,8-24,2
алюмінієвий дрос	3,7-29,7.

5 Відмінними від прототипу ознаками є:

- додаткове введення у склад шихти:

- кобальтового ангідриду;
- силікомарганцю;
- алюмінієвого дросу;

10 - використання компонентів у такому співвідношенні, мас. %:

окалина сплаву 29НК	18,3-59,1
пил силовий обробки	3,6-6,6
поверхонь металу 29НК	
технічний закис нікелю	1,7-18,0
титанові відходи	1,2-2,8
кобальтовий ангідрид	3,1-28,3
силікомарганець	2,8-24,2
алюмінієвий дрос	3,7-29,7.

Вміст окалини сплаву 29НК складає 18,3-59,1 мас. %, що забезпечує досить високий ступінь використання техногенних відходів термічної обробки металевих заготовок та обробки металу тиском. Вміст окалини сплаву 29НК у шихті нижче 18,3 % мас. не забезпечує необхідний рівень утилізації основних високовартісних легуючих елементів із техногенних відходів, що при використанні лігатури для виплавки прецизійного сплаву призводить до подорожчання кінцевої продукції за рахунок додаткового використання металевих Ni та Co в розплаві лігатури. Перевищення верхньої граничної межі за 59,1 мас. % вмісту окалини в складі шихти призводить до неконтрольованих процесів відновлення оксидних складових шихти і може стати причиною викидів розплаву металу та шлаку із печі, а також перевищення допустимих норм кількості шлаку на плавку.

Іншим техногенним відходом є пил силовий обробки поверхонь металу 29НК. Введення його до складу шихти підвищує щільність і, відповідно, теплопровідність, покращує масообмін між компонентами шихти, що зміщує реакції відновлення і розчинення з дифузійною в кінетичну область. Вміст пилу силовий обробки поверхонь металу 29НК в шихті 3,6-6,6 мас. % забезпечує оптимальні показники виплавки лігатури. Якщо його вміст у шихті нижче 3,6 мас. %, то це не забезпечує необхідних умов - теплопровідності шихти, що призводить до зниження виробничої здатності пічного агрегату. Якщо вміст пилу силовий обробки поверхонь металу 29НК у шихті перевищує верхню граничну межу 6,6 мас. %, то це призводить до зниження кількості переробки дрібнодисперсних відходів (окалини сплаву 29НК) у шихті лігатури, що знижує ефективність утилізації цільових елементів.

Кількість технічного закису нікелю та кобальтового ангідриду в шихті складає 1,7-18,0 мас. % та 3,1-28,3 мас. % відповідно, що забезпечує оптимальний вміст нікелю і кобальту. Вміст технічного закису нікелю та кобальтового ангідриду в шихті нижче ніж 1,7 мас. % та 3,1 мас. % відповідно змушує заміщати вміст нікелю та кобальту в лігатурі більш високовартісними легуючими добавками, що призводить до підвищення собівартості лігатури для досягнення вимог хімічного складу цільової продукції. Якщо шихта має вміст технічного закису нікелю та кобальтового ангідриду більше за верхні граничні межі 18,0 мас. % та 28,3 мас. % відповідно, то це призводить до збільшення об'ємів відновлювальних процесів у пічному агрегаті та в кінцевому рахунку до збиткового шлакоутворення в плавильному об'ємі.

Зниження вмісту компактованих титанових відходів у складі шихти нижче граничної межі менше 1,2 мас. % призводить до неповного дифузійного розкиснення розплаву лігатури і, як наслідок, до браку за хімічним складом. Перевищення верхньої граничної межі вмісту

компактованих титанових відходів понад 2,8 мас. % у шихті призводить до надлишкового вмісту титану в лігатурі.

5 Як комплексний розкислювач у шихті використовують силікомарганець у кількості 2,8-24,2 мас. %. Якщо вміст останнього менше 2,8 мас. %, то це є причиною неповного розкиснення розплаву лігатури, додаткового збитку від вигорання легувальних елементів у лігатурі і незворотних їх витрат. Перевищення силікомарганцю за 24,2 мас. % забезпечує надлишковий перехід Si та Mn у лігатуру, що призводить до зменшення витратних коефіцієнтів і, як наслідок, до зниження ефективності утилізації тугоплавких легуючих елементів.

10 Алюмінієвий дрос у складі шихти використовують для глибинного розкиснення розплаву лігатури. Якщо його вміст менше 3,7 мас. % у складі шихти, це призводить до неповного розкиснення розплаву лігатури і надлишкового шлакоутворення, а також меншого виходу лігатури з заданими властивостями. Якщо вміст алюмінієвого дросу в шихті перевищує верхню граничну межу 29,7 мас. %, то це є причиною надмірного вигару алюмінію у розкиснювальній системі з додатковим утворенням тугоплавкого глиноземного шлаку на базі фаз на основі α - Al_2O_3 (корунд), надлишкового вмісту Al у лігатурі. Ці фактори призводять до надмірних витрат технологічної енергії та здорожчання лігатури.

20 Приклад. У промислових умовах випробувані дослідні партії запропонованої шихти для лігатури нікель-кобальтвмісних сплавів. Окалина прецизійного сплаву 29НК слугувала компонентом, що вміщує комплекс легуючих елементів нікелю і кобальту. Додатково з окалиною до складу шихти введені нікель і кобальт у вигляді пилу силових обробки поверхонь металу 29НК. Він має менший ступінь окиснення і більшу дисперсність. З метою зниження вигорання провідних елементів з техногенних відходів було необхідно підвищити витрату розкиснювачів. Вміст нікелю і кобальту в лігатурі регулювали технічним закисом нікелю і кобальтовим ангідридом відповідно.

25 Як розкиснювачі до складу шихти вводили силікомарганець СМн17 відповідно ГОСТ 4756-91 і алюмінієвий дрос (технологічні відходи електролізного виробництва).

30 Розкиснювання розплаву лігатури здійснювали комплексно марганцем, кремнієм, алюмінієм. Вони мають різну здатність вступати в реакції з киснем і забезпечують необхідний залишковий вміст кисню в лігатурі (десятитисячні частки мас. %). Хімічний склад використовуваних у промислових випробуваннях компонентів шихти наведено в таблиці 1.

Дослідні плавки лігатури проводили в індукційній печі з нейтральною футерівкою та з місткістю тигля 1000 кг. Для більш повного усереднення хімічного складу розплав дещо перегрівали. Температура розплаву перед випуском знаходилася в межах 1620-1650 °С.

Отримані результати випробувань запропонованої шихти наведено в таблиці 2.

35 При випробуваннях шихти 4 (таблиці 2 та 3) виявлено підвищене шлакоутворення вище допустимого значення, що призводить до роз'їдання шлакового пояса футерівки.

Як видно з таблиць 2 та 3, результати випробувань шихти 7-17 вигідно відрізняються від результатів випробувань за прототипом. Виявлено ряд переваг порівняно з відомою шихтою:

40 - збільшено ступінь утилізації нікелю і кобальту в легуючих матеріалах з 50,4-64,05 до 69,3-86,7 % відповідно за рахунок підвищення в шихті вмісту нікель-кобальтвмісних техногенних відходів;

- знижено витрати основних елементів при виплавці прецизійних сплавів з 795,2 до 562,2 кг/т за рахунок зменшення витрат металевих нікелю і кобальту при заміні їх техногенною сировиною;

45

Таблиця 1

Хімічний склад компонентів шихти

№ з/п	Компонент шихти	Вміст елементів, мас, %													
		C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Co	Cu	Al	Ti	O ₂	Домішки*	Fe
1	Окалина сплаву 29НК	0,18	0,15	0,27	0,0150	0,0150	0,07	23,5	12,1	0,11	0,1	0,06	22,7	2,8	Решта
2	Пил силовий обробки поверхонь металу 29НК	0,04	0,31	0,35	0,0170	0,2500	0,11	25,4	16,3	0,18	0,2	0,15	2,2	3,7	Решта
3	Технічний закис нікелю	-	-	-	-	-	-	78,1	0,1	-	-	-	20,3	Решта	0,1
4	Титанові відходи	0,40	0,44	-	-	0,0001	-	-	-	-	-	Решта	-	-	0,4
5	Кобальтовий ангідрид	0,01	-	-	-	-	-	-	Решта	-	-	-	27,1	-	-
6	Силіко-марганець СМн17	1,70	18,00	4,46	-	≤0,1000	-	-	-	-	-	-	-	-	Решта
7	Алюмінієвий дрос**	≤0,01	-	-	≤0,0001	≤0,0001	-	-	-	-	18,0	-	-	Решта	-

Примітки:

1. * - Al₂O₃, CaO, MgO, SiO₂.

2. ** - Якісно спектральним методом виявлено: Mg, Cu, Si, Ca, Al, Mn, Na і K у з'єднаннях KCl та NaCl, домішки Fe, Ti, Pb, Sn, Zn;

Таблица 2

Вміст компонентів у шихті, мас. %

Номер шихти	Окалина сплаву 29НК	Пил силовий обробки поверхонь металу 29НК	Технічний закис нікелю	Титанові відходи	Кобальтовий ангідрид	Силікомарганець СиМн17	Алюмінієвий дрос
Значення показників, що не увійшли до заявленого рішення							
1	12,2	7,2	19,7	0,5	33,9	24,7	1,8
2	15,1	6,9	18,1	0,7	32,5	24,5	2,2
3	16	6,8	18,0	1,0	31,0	24,3	2,9
4	56,5	3,4	1,6	2,9	2,9	2,6	30,1
5	56,7	3,3	1,5	3,1	2,7	2,4	30,3
6	57	3,2	1,5	3,3	2,3	2,2	30,5
Значення показників, що входять до заявленого рішення							
7	19	6,6	17,7	1,2	27,6	24,2	3,7
8	21,3	6,5	17,2	1,3	25,1	23,3	5,3
9	26,8	6,1	15,3	1,4	21,8	21,4	7,2
10	30,7	5,3	13,3	1,6	16,6	20,9	11,6
11	35,2	4,7	11,8	1,8	15,2	17,3	14
12	37,9	4,1	9,9	1,9	16,0	13,5	16,7
13	41,1	4,0	7,7	2,0	17,0	9,9	18,3
14	43,5	3,9	4,7	2,0	17,6	7,4	20,9
15	47,3	3,8	3,3	2,3	17,2	3,6	22,5
16	52,1	3,7	2,5	2,6	9,7	3,3	26,1
17	56,3	3,6	1,7	2,8	3,1	2,8	29,7
Значення показників прототипу							
18	10-55	7,5-58	2,5-27,4	0,8-2,6	1,2-12,0*	1,4-10,4**	1,2-10,0***

Примітки:

- * - феросиліцій;
- ** - феромарганець;
- *** - алюміній.

Таблиця 3

Техніко-економічні показники використання шихти

Номер шихти	Ступінь утилізації Ni, Co і Fe з окалини і пилу силових обробки сплаву 29НК	Ступінь відновлення Ni, Co і Fe	Час плавки сплаву 29НК з використанням лігатури, хв.	Зниження собівартості переділу виплавки сплаву 29НК, %	Співвідношення витрат металевих нікелю та кобальту (Ni/Co)	Маса нікелю і кобальту, що утилізовані з окалини і пилу силових обробки сплаву 29НК
Значення показників, що не увійшли до заявленого рішення						
1	83,0	93	137	37	108	504
2	82,0	94	132	35	112	517
3	84,1	95	123	33	117	539
4	64,5	100	174	16	121	551
5	61,0	100	176	15	123	575
6	54,3	100	177	14	125	591
Значення показників, що входять до заявленого рішення						
7	86,7	98	123	31	121	551
8	85,1	99	128	29	123	575
9	83,4	99	133	27	125	591
10	81,3	100	137	26	128	613
11	80,5	100	140	25	133	629
12	78,0	100	145	23	138	645
13	76,4	100	148	22	139	663
14	73,1	100	151	21	143	687
15	72,5	100	160	19	147	699
16	71,8	100	166	18	153	715
17	69,3	100	168	17	158	733
Значення показників прототипу						
18	50,4-64,05	96,5-100	141-178	-	78/50-252/162	155,8-206,8

- 5 - скорочено час виплавки прецизійного сплаву в індукційній печі з 141-178 до 123-166 хв. за рахунок підвищення у лігатурі легкоплавких розкиснювачів і оптимального співвідношення тугоплавкого нікелю і кобальту і, як наслідок, скорочення витрат технологічної електроенергії;

- знижено собівартість переділу виплавки прецизійного сплаву на 11,5-33,8 % за рахунок підвищення вмісту в складі шихти для лігатури прецизійних нікелю, кобальту і розкиснювачів з вторинної сировини і техногенних відходів.

10

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

15

Шихта для лігатури нікель-кобальтвмісних сплавів, що містить окалину сплаву 29НК, пил силових обробки поверхонь металу 29НК, технічний закис нікелю, компактовані титанові відходи, яка **відрізняється** тим, що додатково містить кобальтовий ангідрид, силікомарганець, алюмінієвий дрос у такому співвідношенні компонентів, мас. %:

окалина сплаву 29НК 18,3-59,1
пил силових обробки поверхонь металу 29НК 3,6-6,6
технічний закис нікелю 1,7-18,0
компактовані титанові відходи 1,2-2,8
кобальтовий ангідрид 3,1-28,3
силікомарганець 2,8-24,2
алюмінієвий дрос 3,7-29,7.

Комп'ютерна верстка О. Гергіль

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601