Державна металургійна академія України

На правах рукопису

ДРОЗДЕНКО Ганна Вікторівна

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ТА ТЕХНОЛОГІЯ ОДЕРЖАННЯ МЕТОДОМ САМОРОЗПОВСЮДЖУЮЧОГО ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СИНТЕЗУ КАРБІДУ ІЗ ВІДСІВОК ГУБЧАТОГО ТИТАНУ

Спеціальність - 05.16.06 - порошкова металургія та композиційні матеріали

Автореферат
дисертації на здобуття наукового
ступеня кандидата технічних наук

Дніпропетровськ - 1997

621.762+
620.168

ЛННБ України ім.В.Стефаника
00738125 (Q)

Дисертацією є рукопис

Робота виконана у Московському державному інституту сталі та сплавів (технологічному університету) та Запорізькій державній інженерній академії

Наукові керівники:
- доктор технічних наук, професор

В.С. Панов

- кандидат технічних наук, професор

Г.О. Колобов

Офіційні опоненти:
- доктор технічних наук, професор

О.М. Шаповалова

- кандидат технічних наук, завідуючий відділом

В.М. Анохін

Ведуча організація: Інститут проблем матеріалознавства Національної академії наук України, м. Київ

Захист дисертації відбудеться "30" червня 1997 р. о 12^30 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К03.11.03 при Державній металургійній академії України за адресою: 320635, м. Дніпропетровськ, пр. Гагаріна, 4

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Державної металургійної академії України

Автореферат розіслано "24" мая 1997 р.

Науковий секретар спеціалізованої вченої ради, кандидат технічних наук

Ю.С. Паніотов

АВ-38.187

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. За останні роки гостро назріла сировинна проблема у виробництві карбіду титану у зв'язку з тенденцією до зменшення діоксиду титану та губчатого титану ТГ-ШМ. За останні роки інтенсивно велись науково-дослідні роботи по використанню у виробництві низькоякісного губчатого титану марки ТГ-Тв. При переробці ТГ-Тв одержують відсівки фракцій -0,45 мм та -0,18 мм, які із-за високої кількості домішок та відсутності технології їх виділення не можуть використовуватися як сировина для виробництва карбіду титану.

У зв'язку з цим дослідження фізико-хімічних закономірностей процесу одержання карбіду із відсівок губчатого титану ТГ-Тв, направлене на створення технології виробництва не тільки карбіду титану, але й карбідосталей, актуально.

Мета роботи. Обгрунтування, розвиток та реалізація фізико-хімічних закономірностей одержання із відсівок ТГ-Тв карбіду титану, карбідосталей на його основі та розробка технології їх виробництва.

Наукова новина роботи визначається тим, що процес горіння відсівок ТГ-Тв в режиму СВС з одержанням карбіду титану та карбідосталі на його основі раніше практично не досліджували. Відзначимо тільки найбільш вагомі результати, які мають наукову новину.

Вперше показана принципова можливість одержання методом СВС карбіду титану задовільної якості із відсівок губчатого титану ТГ-Тв.

Установлені основні залежності між якістю, виходом придатного карбіду та: - фізико-хімічними властивостями використовуваних як сировина відсівків ТГ-Тв;

- співвідношенням фракцій відсівків -0,18+0,08 мм та -0,45+0,08 мм в суміші для виробництва карбіду титану;

ЛНБ ім. В. Стефаника
АН України

- конструктивними особливостями реактора, які дозволяють здійснювати процес СВС при тиску не вище $1.5 \cdot 10^5$ Па.

Термодинамічний аналіз горіння шихти титан-вуглець показав, що при тиску не вище $1.5 \cdot 10^5$ Па та температурі 1800К знижується вміст газоутворюваних домішок в кінцевому продукті та зростає вихід придатного карбіду титану. Ці теоритичні викладки підтверджено експериментально в дослідно-промислових масштабах.

Запропоновано спосіб поверхневої обробки металу з метою зниження його пожежо-вибухонебезпеки, який допоміг провести пневмокласифікацію відсівків та підвищити їх якість завдяки відділенню високодисперсної частини, найбільш забрудненої домішками.

Вивчені закономірності одержання карбідосталі із карбіду титана різної якості, які забезпечили високий рівень фізико-механічних властивостей карбідосталі 6Х6В3МФС+25%TiC на основі карбіду титану, одержаного із відсівків ТГ-Тв.

ПРАКТИЧНА ЦІННІСТЬ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ

Сукупність результатів дослідження та установлених закономірностей дозволили розробити технологічну схему виробництва карбіду титану методом СВС із попередньо підготовлених відсівок губчатого титану ТГ-Тв фр.-0,18 та -0,45 мм.

Одержаний із відсівок карбід титану за складом та якістю відповідає вимогам, які пред'являють до промислового карбіду титану.

По розробленій технології одержана дослідно-промислова партія карбіду титану, з якого виготовлені зразки карбідосталі 6Х6В3МФС+25%TiC задовільної якості.

Карбідосталь цього складу пройшла перевірку як порожниста волочильна оправка при протяжці труб кольорових металів.

Зносостійкість оправок із карбідосталі 6Х6В3МФС+25%TiC в 11 разів вища, ніж у оправок, виготовлених із сталі 30ХГСА.

Порошки карбіду титану пройшли перевірку як компонент зносо- та корозійностійких покриттів на основі епоксідної смоли.

На захист виносяться такі положення:

- теоретичне та експериментальне обгрунтування методу одержання карбіду з попередньо оброблених відсівків губчатого титану ТГ-Тв з метою підвищення якості та зниження їх пожежо-вибухонебезпеки;
- оптимізація властивостей карбіду у залежності від якості відсівків губчатого титану, складу шихти та конструктивних особливостей реактора СВС;
- технологічні параметри дослідно-промислових випробувань розробленої схеми виробництва карбіду методом СВС із відсівків ТГ-Тв;
- результати досліджень карбіду титану як основної складової при одержанні зразків карбідосталі 6Х6В3МФС+25%TiC.

Особистий внесок в розробку наукових положень і досягнення практичних результатів полягає в тому, що автором запропоновані методики досліджень, підготовлені і проведені лабораторні експерименти, обробка та узагальнення одержаних результатів; виявлені закономірності впливу фізико-хімічних властивостей відсівків, співвідношення фракцій в шихті, конструктивними особливостями реактора СВС на якість та вихід придатного карбіду; проведений термодинамічний аналіз можливості утворення карбіду титану при знижених тиску та температурі синтезу; при безпосередній участі автора одержана дослідно-промислова партія карбіду титану, яка дозволила провести дослідження його властивостей.

Методи дослідження. Використані гостівські способи отбору проб та випробувань матеріалів, методи планування експериментів, мікроструктурний аналіз, в т.ч. електронний.

Апробація роботи. Основні результати та положення дисертаційної роботи доповідалися на всесоюзній міжвузівській научно-технічній конференції "Порошкова металургія", Мінськ, 1991р; IV Всесоюзній научно-технічній конференції "Пожежо-вибухонебезпека виробничих процесів в металургії", Москва, 1991 р; 1-й Міжнародній конференції по титану стран СНД "Наука, виробництво та застосування титану в умовах конверсії", Москва, 1994 р; IV Міжнародній научно-технічній конференції "Нові конструкційні сталі і сплави та методи їх обробки для підвищення надійності та довговічності виробів", Запоріжжя, 1995 р., а також обговорювалися на наукових семінарах кафедри рідкісних металів та порошкової металургії МІСтаС, металургії кольорових металів ЗДІА. Публікації: за матеріалами дисертації опубліковано 7 робіт та подана заявка на одержання патенту України (Приоритетна довідка № 95041768 від 19.04.95 р.).

ОБСЯГ ТА СТРУКТУРА РОБОТИ

Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку літератури із 111 найменувань, та додатків на 8 стор., які містять відомості про практичну реалізацію результатів досліджень. Дисертація викладена на 108 стор., має 13 рис. та 20 табл.

ЗМІСТ РОБОТИ

У вступові обгрунтовується актуальність та значення досліджень в області створення технології виробництва карбіду титану, одержаного із відсівків губчатого титану ТГ-Тв. Формується мета, задачі роботи та способи їх досягнення.

У першому розділі приведені результати досліджень по підвищенню якості та зниженню пожежо-вибухонебезпеки відсівків ТГ-Тв фракцій -0,18 мм та -0,45 мм, які виникають при переробці блоку губчатого титану та мають підвищену кількість домішок різного характеру, що до останнього часу не дозволяло використовувати їх у виробництві карбіду титану.

Підвищення якості відсівків здійснювали шляхом відділення від основної маси металу його найбільш забрудненої частини (фракції -0,08 мм).

Відділення фракцій -0,08 мм здійснювали в рідкому та газовому середовищі, використовуючи відомі методи класифікації: седиментацію, флотацію, обробку на концентраційному столі, в "киплячому" шарі та пневмокласифікацією.

Класифікація відсівків фракції -0,18 мм на віброситах дозволяє зменшити вміст фракцій -0,08 мм від 25 до 15 % (мас.), седиментаційна обробка - до 10% (мас.), на концентраційних столах - до 8% (мас.), флотаційна обробка - до 5% (мас.).

Якісного розділення по крупності не спостерігається: в основній масі металу (фр. -0,18+0,08 мм) знаходиться від 5 до 15 % (мас.) часток крупніших 0,18 мм, та от 5.5 до 15% (мас.) - дрібніших від 0,08 мм.

Відсівки ТГ-Тв пожежо-вибухонебезпечні, тому перед пневмокласифікацією провели їх обробку 5%-ним розчином хлоридів магнію, натрію та калію (1:4:5) з наступною промивкою та сушкою порошків. Така обробка допомогла підвищити нижню концентраційну межу поширення вогню (НКМП) відсівків фракцій -0,18 мм від 100 г/м^3 до 300 г/м^3 , а відсівків фр. -0,45 мм - від 200 г/м^3 до 400 г/м^3. При цьому температура самоспалаху (t_c) відсівків фракції -0,18 мм підвищилась від 673 К до 758 К, а фр. -0,45 мм - від 803 К до 823 К. Абсолютні величини НКМП та t_c свідчать про те,

що оброблені відсівки практично пожежо-вибухобезпечні і їх можна піддавати пневмокласифікації.

Після пневмокласифікаційної обробки відсівок фр. -0,18 мм на ВЦК-9 вміст фр. -0,08 мм знизився від 25.0 до 7.5% (мас.), а на нестандартному пневмокласифікаторі до 2.5 % (мас.). Знизилась загальна сума домішок від 3.85% до 2.76% (мас.) при обробці на ВЦК-9 та до 2.5% (мас.) - на нестандартному пневмокласифікаторі.

Обробка відсівок фр. -0,45 мм на нестандартному пневмокласифікаторі привела до того, що кількість фр. -0,08 мм знизилася від 15.0 до 3.0% (мас.), а загальна сума домішок - від 2.37 до 1.5% (мас.).

Водночас проходила класифікація відсівків на вузькі фракції, що допомогло створити шихту із спеціально заданими якостями, які підвищували глибину реагування компонентів суміші при процесі СВС та збільшували вихід придатного продукту.

Вивчені форма та розміри часток відсівок фракцій -0,18 мм та -0,45 мм до та після пневмокласифікації, які грають важливу роль при проходженні процесу СВС. Чим більш розгалужена структура часток, тим більша поверхня контакту вуглецю та металу, що підвищує глибину реагування компонентів суміші та вихід придатного продукту.

Пневмокласифікаційна обробка відсівків допомогла вилучити механічні домішки металевого та неметалевого характеру (рис. 1) із основної маси металу і тим самим підвищити якість відсівок. Ці частки, попадаючи в карбід, а потім у виріб із карбідосталі, приводили до виникнення різного роду пор та дефектів.

Проведені дослідження допомогли створити принципіальну технологічну схему підготовки відсівок ТГ-Тв фр. -0,18 мм та -0,45 мм для виробництва карбіду титану (рис. 2). Схема припускає використання стандартного обладнання, яке широко використовується у порошковій металургії, та дешеві, недефіцитні

хлориди калію, натрію, магнію (або відпрацьований електроліт магнієвого виробництва), які не забруднюють метал.

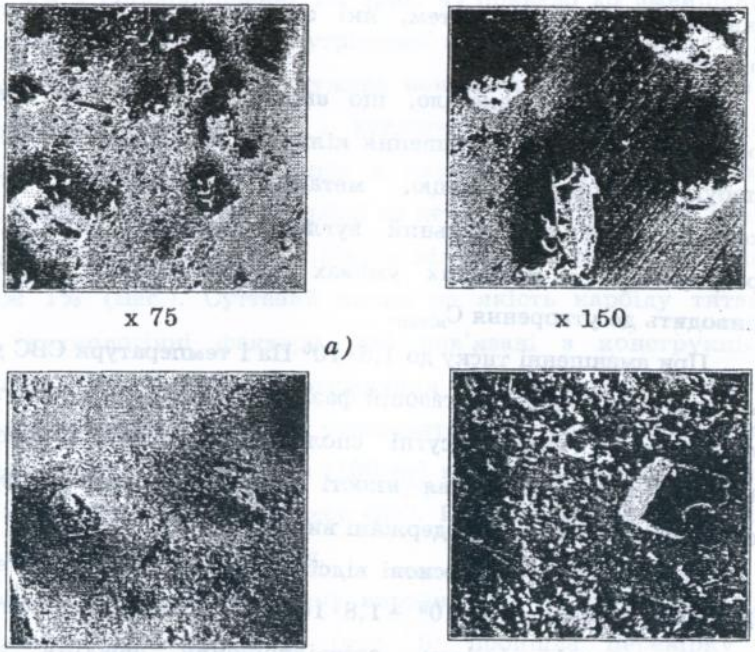

Рис. 1. Загальний вигляд механічних домішок:
а) металевого характеру; б) неметалевого характеру

В дослідно-промислових умовах одержана партія відсівок фр. -0,18 +0,08 мм та -0,45 +0,08 мм із вмістом домішок меншим, ніж 2% (мас.) для виробництва карбіду титану методом СВС.

У другому розділі приведені дослідження процесу одержання карбіду титану методом СВС із відсівок губчатого титану ТГ-Тв фр. -0,18 мм та -0,45 мм.

Проведено термодинамічне дослідження можливості утворення карбіду титану в різних режимах процесу СВС. Моделювання

хімічних та фазових рівноваг проведено з використанням програмного комплексу "Астра". В основі цього комплексу покладено універсальний термодинамічний метод визначення характеристик рівноваги довільних систем, які засновані на фундаментальному принципі ентропії.

Дослідження показало, що зниження тиску та температури процесу СВС веде до зменшення кількості в газовій фазі парів води, хлору, діоксиду вуглецю, метану та діоксиду титану. В сконденсованій фазі вільний вуглець відсутній, але проведення процесу СВС в реальних умовах з урахуванням втрати тепла приводить до утворення $C_{вільн}$.

При зменшенні тиску до $1{,}5 \cdot 10^5$ Па і температури СВС до 1600 К зменшується кількість в газовій фазі сполучень, які мають титан, а в конденсованій фазі відсутні сполучення титану з киснем, що засвідчує про підвищення якості карбіду. Практичні результати досліджень підтвердили одержані висновки.

Горіння шихти на основі відсівків ТГ-Тв проводили в реакторі СВС-100 при тиску $1{,}5 \cdot 10^5 \div 1{,}8 \cdot 10^5$ Па. Досліджували вплив умов синтезу, якості відсівок, співвідношення фракцій в шихті, конструктивних особливостей реактора СВС-100 на властивість карбіду титану.

Основний вплив на якість карбіду титану виявляє кількість загальних домішок у відсівках (табл. 1). Висока кількість загальних домішок веде до того, що горіння проходить активно з великим викидом газів у атмосферу та підвищенням тиску у реакторі.

При цьому відбувається порушення контакту між частками шихти, знижується глибина реагування компонентів, що зменшує вихід придатного карбіду та погіршує його якість (рис. 3).

Пневмокласифікаційна обробка привела до зменшення газовості шихти, покращала умови синтезу, що підвищило вихід придатного

карбіду та кількість зв'язаного вуглецю. При цьому кількість загальних домішок не перевищувала 2% (мас.).

Використування класифікованих відсівків фр. -0,18+0,08 мм та -0,45+0,08 мм у співвідношенні 1:1 (рис. 4) привело до зменшення впливу структурного фактору (внутрішньої неоднорідності шихти) на хід процесу СВС. Губчата розгалужена поверхня відсівків збільшує контакт між частками металу і вуглецю та підвищує глибину перетворення початкових реагентів в карбід титану. При цьому кількість загальних домішок в карбіді не перевищує 2% (мас.), вихід придатного карбіду становить 97,8%, а кількість вільного вуглецю менше, ніж 1% (мас.). Суттєвий вплив на якість карбіду титану виявляють технологічні фактори, які пов'язані з конструкцією реактору СВС-100. Приведені розрахунки та дослідно-промислові випробування реактора допомогли установити, що горіння та тривале охолодження великої маси шихти (100 кг) веде до зниження впливу кінетичного фактору на хід процесу СВС. При цьому підвищується якість та вихід придатного карбіду.

Розроблена технологічна схема виробництва карбіду титану із класифікованих відсівків ТГ-Тв (рис. 5) пройшла перевірку у дослідно-промислових умовах на Закарпатському державному металургійному заводові. Одержана партія карбіду, що за складом за якістю відповідає вимогам, які пред'являють до промислового карбіду титану.

Третій розділ присвячено дослідженню технології та властивостей карбідосталей, основою яких є карбід титану, одержаний із відсівків ТГ-Тв за розробленою технологією.

Фізико-хімічні властивості карбідосталі 6Х6В3МФС + 25% TiC залежать від якості початкової сировини, режимів змішування, пресування, спікання та термічної обробки.

Якість карбідосталі 6Х6В3МФС + 25% TiC наведена в табл. 2.

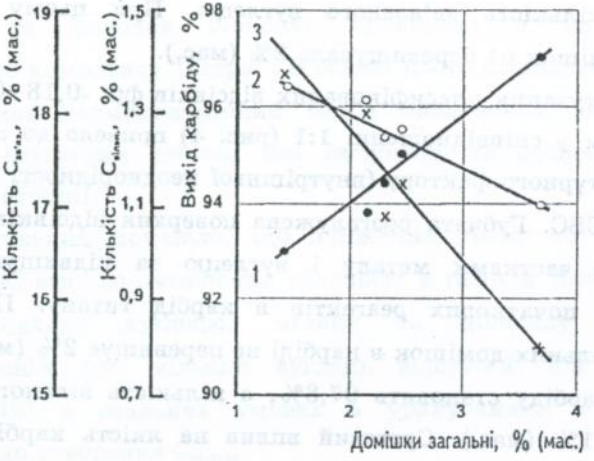

Рис. 3. Вплив кількості загальних домішок у відсівках ТГ-Тв на вихід карбіду титану, кількість у ньому зв'язаного та вільного вуглецю: 1 - кількість вільного вуглецю, % (мас.), 2 - кількість зв'язаного вуглецю, %(мас.), 3 - вихід карбіду, %

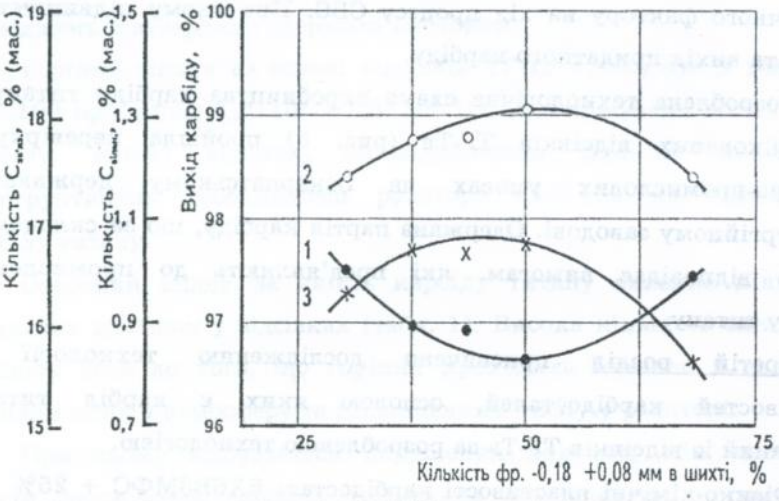

Рис. 4. Вплив кількості фр. -0,18+0,08 мм у відсівках фр. -0,45+0,08 мм на вихід карбіду титану, кількість у ньому зв'язаного та вільного вуглецю: 1 - кількість вільного вуглецю, % (мас.), 2 - кількість зв'язаного вуглецю, %(мас.), 3 - вихід карбіду, %

Таблиця 1

Вплив якості відсівків ТГ-Тв на властивості карбіду титану фракції -0,25 мм

Найменування матеріалу	ВідсівкиТГ-Тв						Карбід титану				Вихід придатного карбіду, %
	масова доля домішок, %						вміст компонентів, % (мас.)				
	залізо	хлор	азот	водень	кисень	домішки загальні	$C_{вільн.}$	$C_{зв'яз.}$	кисень	домішки загальні	
Відсівки фракції -0,18 мм до пневмокласифікації (кількість фр. +0,18 мм - 10%, фр. -0,08 мм - 25%)	1.80	0,12	0,20	0,90	0,45	3,85	1,40	17,00	0,80	2,82	91,0
Теж саме, після пневмокласифікації (кількість фр. +0,18 мм - 2,5%, фр. -0,08 мм - 7,5%)	1,30	0,09	0,12	0,65	0,40	2,76	1,20	18,00	0,42	1,98	94,5
Відсівки фракції -0,45 мм до пневмокласифікації (кількість фр. +0,45 - 10% фр. -0,08 мм - 15%)	1,00	0,10	0,12	0,60	0,35	2,37	1,15	17,60	0,60	2,08	93,5
Теж саме, після пневмокласифікації (кількість фр. +0,45 мм - 0,5%, фр. -0,08 мм - 3,0%)	0,65	0,08	0,12	0,40	0,30	1,55	1,05	18,25	0,40	1,65	95,6
Класифіковані відсівки фракцій -0,18 мм и -0,45 мм у співвідношенні 1:1	0,90	0,08	0,10	0,40	0,35	2,05	0,85	18,40	0,38	1,80	97,8

Таблиця 2

Основні властивості карбідосталей 6Х6В3МФС+25% TiC

Найменування порошка, виробник	Відносна щільність, %	Твердість, HRC			Міцність на згин, $\sigma_{изг}$, Н/мм^2	Червоно-стійкість, Т, К
		спікання	гарту-вання	відпус-кання		
Карбід титану, одержаний із відсівків ТГ-Тв, ЗГМЗ	98,5	50	70	68	1800	943
Серійний карбід титану КПТ-0,08, одержаний із порошків титану, ЗГМЗ	97,0	48	69	66	1600	933
Серійний карбід титану КТ-СВС-1п, одержаний із порошків титану, ОЗПМ (м. Баку)	97,0	48	68	66	1650	923

Карбідосталь на основі карбіду титану, яка одержана із класифікованих відсівків ТГ-Тв, має достатньо високий рівень фізико-механічних властивостей. При цьому заготовка із карбідосталі має мінімальну кількість пор, які значно впливають на її властивості. Досягти такого результату удалося за рахунок підвищення якості карбіду титану, вибору оптимальних режимів подрібнення, пресування, спікання та термічної обробки, а також внаслідок легування твердих розчинів поверхнево- та міжфазноактивними елементами.

У четвертому розділі проведено орієнтовне техніко-економічне порівняння способів одержання карбіду титану та розрахована його собівартість. Розрахунок приведено в цінах, діючих до 1.01.91 р.

Карбід титану, одержаний із відсівків ТГ-Тв методом СВС, має собівартість в 2 рази меншу, ніж карбід, одержаний "пічним" способом при умові будування промислового участка продуктивністю 94 т на рік карбіду титану.

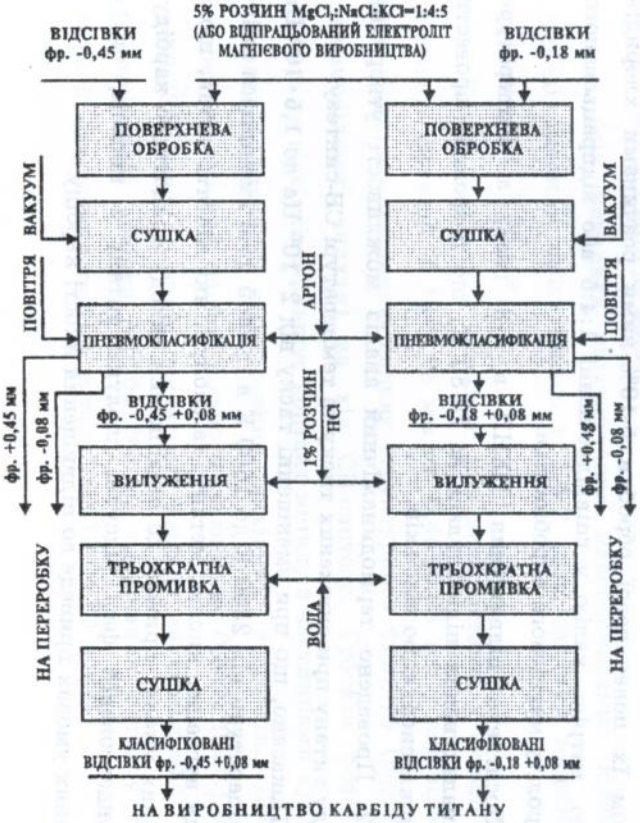

Рис.2. Технологічна схема підготовки відсівків ТГ-Тв фракцій -0,45 мм и -0,18 мм для виробництва карбіду титану

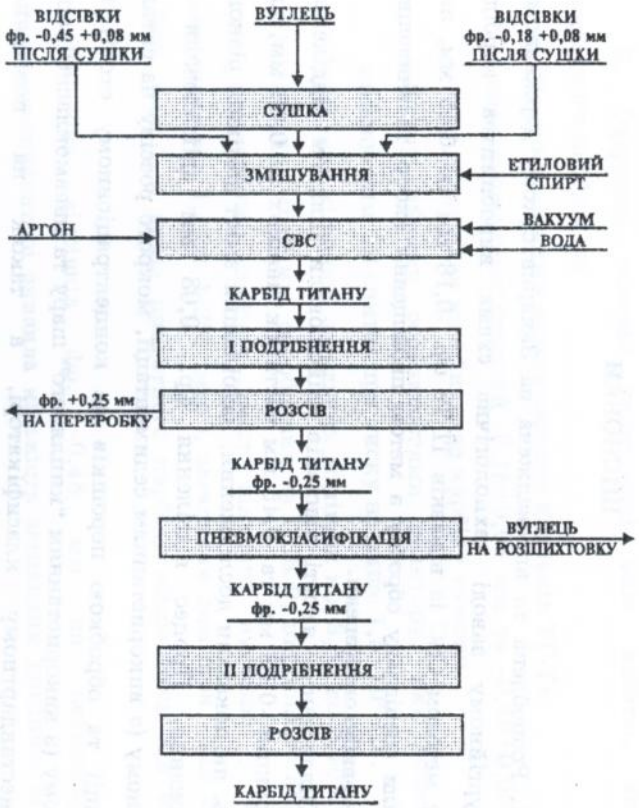

Рис.5. Технологічна схема виробництва карбіду титану із відсівків ТГ-Тв фракцій -0,45 +0,08 мм и -0,18 +0,08 мм

ВИСНОВКИ

1. Розроблена та впроваджена на Закарпатському державному металургійному заводі технологічна схема виробництва карбіду титану методом СВС із відсівків ТГ-Тв фр. -0,18 мм та -0,45 мм, які пройшли спеціальну обробку з метою підвищення якості та зниження пожежо-вибухонебезпеки.

Підвищення якості відсівків здійснювали шляхом відділення від фракцій -0,18 мм та -0,45 мм частинок менших за 0,08 мм, що мають, як показали дослідження, найбільший вміст домішок різного походження. Процес відділення фр. -0,08 мм здійснювали в рідинному (з використанням седиментації, мокрого розсіву на ситах, флотації та обробкою порошків на концентраціонному столі) та газовому (з використанням "киплячого" шару та пневмокласифікації на нестандартному класифікаторі, а також на повітряно-відцентровому класифікаторі ПВК-9) середовищах.

Зниження пожежо-вибухонебезпеки відсівків здійснювали шляхом їх поверхневої обробки 5-10%-ними розчинами хлоридів магнію, натрію, калію у співвідношенні 1:4:5 або відпрацьованого електроліту магнієвого виробництва.

Досягнено підвищення НКНП в 2-3 рази, а температура самоспалахування підвищилась на 20-80 К, що дозволило провести пневмокласифікацію відсівків.

2. Проведено термодинамічний аналіз можливості утворення карбіду титану при знижених тиску та температурі СВ-синтезу.

Показано, що при зменшенні тиску від $2 \cdot 10^6$ Па до $1,5 \cdot 10^5$ Па та температури від 2500 К до 1600 К в газовій фазі зменшився вміст оксиду вуглецю, кисню, метану, та сполук, які містять титан, що в реальних умовах приведе до підвищення виходу придатного карбіду. В конденсованій фазі відсутні сполуки титану з киснем, що в реальних умовах приведе до підвищення якості карбіду.

3. Одержані основні залежності між якістю, виходом придатного карбіду та:

- фізико-хімічними властивостями відсівків ТГ-Тв;
- співвідношенням фракцій -0,18+0,08 мм та -0,45+0,08 мм у складі шихти для виробництва карбіду титану;
-конструктивними особливостями реактору, які дозволяють здійснювати СВ-синтез при тиску не вище $1,5 \cdot 10^5$ Па.

Зниження кількості загальних домішок від 3,85 до 2,76% (мас.) у відсівках фр. -0,18 мм, оброблених на ПВК-9, підвищило якість та вихід придатного карбіду; вміст вільного вуглецю у карбіді зменшився від 1,4 до 1,2% (мас.), загальних домішок - від 2,82 до 1,98% (мас.), а вихід придатного карбіду збільшився від 91,0 до 94,5%.

Обробка відсівків фр. -0,45 мм на нестандартному пневмокласифікаторі знизила кількість загальних домішок від 2,37 до 1,55% (мас.). При цьому в карбіді зменшився вміст вільного вуглецю від 1,20 до 1,15 % (мас.), а вихід придатного карбіду збільшився від 93,5 до 95,6%.

У всіх випадках використання класифікованих відсівків в карбіді зменшує вміст кисню в 1,5-2 рази завдяки видалення із відсівків фр. -0,08 мм.

Кращі результати досягнені при використанні у складі шихти відсівків фракцій -0,18+0,08 мм та -0,45+0,08 мм у співвідношенні 1:1 завдяки зменшенню впливу структурного фактору (внутрішньої неоднорідності шихти) на хід СВ-синтезу. Губчата розгалужена поверхня відсівків збільшує контакт металу з частинками вуглецю та підвищує глибину перетворення вихідних реагентів. Досягнено зниження вмісту в карбіді вільного вуглецю до 0,85% (мас.), кисню - до 0,38% (мас.), а вихід придатного карбіду максимальний - 97,8% (Приоритетна довідка №95041768 на одержання патенту України "Спосіб одержання карбіду титану" від 19.04.95 року).

Проведено розрахунок оптимального діаметра трубопроводу відведення реакційних газів, при якому тиск в реакторі не перевищує $1,5 \cdot 10^5$ Па. Випробування реактору в дослідно-промислових умовах підтвердило правильність розрахунків та робочу спроможність конструкції реактору СВС-100.

4. В дослідно-промислових умовах одержана партія карбіду титану, який за складом та властивостями відповідає якості промислового порошку карбіду титану, % (мас.): $C_{зв'яз}$ - 18,40; $C_{вільн}$ - 0,85; кисень - 0,38; водень - 0,003; азот - 0,03, решта - титан.

5. З використанням карбіду титану різної якості одержана партія карбідосталі 6Х6В3МФС+25%TiC, яка відповідає вимогам технічних умов.

Показано, що карбідосталь складу 6Х6В3МФС+25%TiC має високий рівень фізико-механічних властивостей, мінімальну кількість пор та мінімум дефектів, зв'язаних з наявністю оксидних плівок.

Зносостійкість порожнистих волочильних оправок, виготовлених із карбідосталі 6Х6В3МФС+25%TiC, в 11 разів вище, ніж в оправках, виготовлених із сталі 30ХГСА.

6. Проведені випробування карбіду титану, одержаного із відсівків ТГ-Тв як компонента зносо- та корозійностійких покриттів на основі епоксідної смоли, а також при виготовленні металокераміки для агропромислового комплексу. Порошки карбіду рекомендуються до промислового впровадження.

7. Зрівняльні техніко-економічні розрахунки показали, що карбід титану, одержаний із відсівків ТГ-Тв, має собівартість в 2 рази меншу, ніж карбід, одержаний "пічним" способом, при умові будування промислового участку продуктивністю 94 т на рік карбіду титану.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ ОПУБЛІКОВАНО В ТАКИХ РОБОТАХ:

1. Дрозденко Г.В., Колобов Г.О., Середа Б.П. Дослідження якості порошків титану у процесі пневмокласифікації //Технологія та обладнання виробництва кольорових та чорних металів та сплавів: Зб. наукових праць/ Київ: УМК ВО, 1991. - С. 27-33.

2. Дрозденко Г.В., Колобов Г.О., Бутенко Л.А. та інш. Дослідження пожежо-вибухонебезпечних властивостей порошків металів та розробка техніки та технології, які забезпечують безпечні умови праці при роботі з порошками //Питання екології та ресурсозбереження у переробці відходів кольорової металургії: Зб. наукових праць/ Донецьк: ВНДІвторкольормет, 1991. - С.11-17.

3. Дрозденко Г.В., Колобов Г.О., Панов В.С. Підвищення якості високодисперсних порошків, що одержані із відсівків губчатого титан, які використовують у виробництві карбіду та шихт на його основі //Перша Міжнародна науково-технічна конференція по титану країн СНД "Наука, виробництво та застосування титану в умовах конверсії": Зб. праць/ М.: 1994. - Ч.1. - С. 346-352.

4. Дрозденко Г.В., Колобов Г.О., Панов В.С. Вплив пасиваційної обробки порошків титану на його спеціальні та технологічні характеристики //Всесоюзна міжвузівська научно-технічна конференція "Порошкова металургія": Тези докладів. - Мінськ. - 1991. - С.78.

5. Дрозденко Г.В., Колобов Г.О., Середа Б.П. Дослідження пожежо-вибухонебезпеки виробничих процесів одержання порошків титану //IV Всесоюзна научна конференція "Пожежо-вибуконебезпека виробничих процесів у металургії": Тези докладів. - М. - 1991. - С. 57-59.

6. Дрозденко Г.В., Колобов Г.О., Панов В.С. та інп. Карбідосталь з карбідом титану поліпшеної якості //VI Міжнародна науково-технічна конференція "Нові конструкційні сталі та сплави та

методи їх обробки для підвищення надійності та довговічності виробів": Тези докл. - Запоріжжя. - 1995. - Ч. 2. - С. 48.

7. Дрозденко Г.В., Колобов Г.О., Панов В.С. та інш. Спосіб одержання карбіду титану //Пріоритетна довідка №95041768 на одержання патенту України від 19.04.95 р.

АННОТАЦИЯ

Дрозденко А.В. Физико-химические закономерности и технология получения методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза карбида из отсевов губчатого титана.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.06 - порошковая металлургия и композиционные материалы. Государственная металлургическая академия Украины, Днепропетровск, 1997.

Защищаются результаты теоретических и экспериментальных исследований свойств отсевов губчатого титана ТГ-Тв, состава шихт, конструктивных особенностей реактора и их влияние на качество и выход годного карбида титана.

Создана и внедрена в опытно-промышленных условиях технология производства карбида титана из отсевов губчатого титана ТГ-Тв, прошедших специальную обработку с целью повышения качества и снижения их пожаро-взрывоопасности.

ANNOTATION

Drozdenko A.V. Physicochemical characteristics and technology of titanium carbide produced from titanium sponge screenings by the self-propagating high-temperature synthesis.

Thesis for competition for the degree of candidate of technical sciences by speciality 05.16.06 - powder metallurgy and composite materials. State Metallurgical Academy of Ukraine, Dnepropetrovsk, 1997.

Protected are the results of theoretical and experimental investigation of properties of TG-Tv titanium sponge screenings, charge composition, reactor design and its effect on the quality and yield of titanium carbide product.

The technology for the production of titanium carbide from TG-Tv titanium sponge screenings subjected to special treatment with a view to improve their quality and reduce fire and explosion risk has been developed and introduced in pilot production.

Ключові слова: відсівки ТГ-Тв, пневмокласифікація, карбід титану, метод СВС, карбідосталь 6Х6В3МФС+25% TiC.

Підписано до друку 15.05.97р. Формат 60х84 1/16.
Папір друк. №2. Друк офсетний.
Умовн. друк. арк. 1,0. Замовл. №87. Тираж 50 пр.
Редакційно-видавничий відділ
Запорізької державної інженерної академії
330600, м.Запоріжжя, пр.Леніна, 226

Ав 38.181