



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 49395

(13) A

(51) 6 C01B31/04

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДВидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ ГРАФІТУ, ЩО ТЕРМОРОЗШИРЮЄТЬСЯ

1

2

(21) 2001118156

(22) 29 11 2001

(24) 16 09 2002

(46) 16 09 2002, Бюл. № 9, 2002 р.

(72) Ярошенко Олександр Павлович, Савоськін Михайло Віталійович, Магазинський Олександр Миколайович, Галушко Леонід Якович, Шологон Віктор Іванович, Мисик Роман Дмитрович

(73) ІНСТИТУТ ФІЗИКО-ОРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ І ВУГЛЕХІМІЇ ІМ. Л.М. ЛИТВИНЕНКА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

(57) Спосіб одержання графіту, що терморозширюється, який включає послідовну обробку порошку природного лускатого графіту концентрованим водним розчином хромового ангідриду, концентрованою сірчаною кислотою, подальшу обробку окисненого графіту водою у стаціонарному, а потім у динамічному режимах та сушіння промитого водою окисненого графіту, який відрізняється тим, що сухий продукт додатково оброблюють цукром у кількості від 10 до 45 вагових частин на 100 вагових частин висушеного промитого водою окисненого графіту

Винахід відноситься до технології одержання сполук інтеркалювання графіту акцепторного типу, які є здатними до спучення (термічного розширення) при нагріванні. Більш конкретно винахід відноситься до способу одержання сполук інтеркалювання графіту з сірчаною кислотою - залишкових бісульфатів графіту, які є здатними до термічного розширення при нагріванні. Одержані згідно пропонуваному способу продукти можуть бути використані у галузі протипожежного захисту, зокрема, у складі вогнезахисних фарб, покриттів, мастик, замазок та інших вогнезахисних матеріалів, що спучуються. Продукти можуть бути також використані для вогнезахисту горючих полімерних матеріалів, а також у якості компоненту матеріалів, які спучуються при нагріванні та використовуються у металургійному виробництві. Одержувані за пропонуваним способом продукти можуть бути використані для виробництва спученого графіту та гнучкого графіту з нього. Вони можуть бути також використані для одержання спучених графітових сорбентів, призначених для видалення нафти та нафтопродуктів з поверхні води.

Є відомим спосіб одержання графіту, що терморозширюється, який включає послідовну обробку порошку природного графіту водним розчином хромового ангідриду з концентрацією 50%мас, концентрованою сірчаною кислотою, промивку окисненого графіту водою у динамічному режимі на вакуумному фільтрі та сушку кінцевого продукту при 100 - 110°C до постійної ваги [1]. Відомий спо-

сіб [1] характеризується високою економічністю та технологічністю, які обумовлені тим, що для обробки графіту інтеркалюючий розчин (водний розчин хромового ангідриду та концентрована сірчана кислота) використовують у кількості, яка забезпечує його повне утримання на поверхні часток графіту та виключає утворення у реакційній масі вільної рідкої фази. Недоліком цього відомого способу є те, що одержувані при його реалізації продукти мають коефіцієнт спучення при 900°C в ударному режимі нагрівання ($K_{c}^{900\text{уд}}$) не більш ніж 180см³/г та коефіцієнт спучення при 900°C в лінійному режимі нагрівання ($K_{c}^{900\text{лі}}$) не більше ніж 115см³/г.

Найбільш близьким до рішення, що заявляється, по технічній сутності і результату, що досягається, є спосіб одержання графіту, що терморозширюється [2], обраний нами як прототип. Спосіб-прототип [2] включає послідовну обробку порошку природного графіту водним розчином хромового ангідриду з концентрацією хромового ангідриду 50%мас протягом 10хв, концентрованою сірчаною кислотою протягом 10хв, додавання у реакційну масу води, витримання одержаної суміші у стаціонарному стані (без перемішування) на протязі 24год, промивку окисненого графіту водою у динамічному режимі на вакуумному фільтрі до рН промивних вод 6 - 7 та сушку промитого водою окисненого графіту при 100 - 110°C до вологості не більш ніж 1,0%мас. Спосіб-прототип [2] зберігає високу економічність та технологічність відомого способу [1] та дозволяє одержувати про-

(13) A

(11) 49395

(19) UA

дукти з коефіцієнтом спучення при 900°C в ударному режимі нагрівання у діапазоні від 200 до 380 см³/г та у лінійному режимі нагрівання у діапазоні від 120 до 250 см³/г

Основним недоліком способу-прототипу [2] є неможливість одержання продуктів з коефіцієнтом спучення при 900°C в ударному та лінійному режимах нагрівання, що виходять за верхні меж вказаних діапазонів. Однак для більш ефективного використання графітів, що спучуються при нагріванні, у протипожежній обороні та інших галузях необхідно мати більш високі значення вказаних параметрів [3 - 5]

В основу способу, що пропонується, покладено задачу одержання графіту, що терморозширюється, зі значеннями коефіцієнту спучення при 900°C в ударному та лінійному режимах нагрівання, які не менше ніж у 1,5 рази перевищують значення вказаних параметрів для продуктів одержування за відомим способом-прототипом [2], при одночасному збереженні високої технологічності та економічності способу-прототипу [2]

Задача, поставлена у способі, що пропонується, вирішується за рахунок того, що, на відміну від відомого способу-прототипу [2], який містить послідовну обробку порошку природного лускатого графіту 50%мас водним розчином хромового ангідриду та концентрованою сірчаною кислотою в умовах, які виключають утворення у реакційній масі вільної рідкої фази, додавання у реакційну масу, яка містить окислений графіт та відпрацьований інтеркалюючий розчин, води та витримування одержаної суміші у стаціонарних умовах (без перемішування) протягом 24 год, видалення твердої фази на фільтрі, промивку твердого продукту водою на фільтрі до рН промивних вод 6 - 7 та сушку при 100 - 110°C до вологості не більш ніж 1,0%мас, сухий продукт додатково оброблюють цукром у кількості від 10 до 45 вагових частин на 100 вагових частин висушеного промитого водою окисленого графіту

Істотною відмінною способу, що заявляється, від способу-прототипу [2] є додаткова обробка окисленого графіту цукром

Реалізація способу, що заявляється, дозволяє одержувати графіт, що терморозширюється, який характеризується значеннями коефіцієнту спучення при 900°C в ударному режимі нагрівання $K_{\text{с}}^{900\text{уд}} = 300 - 660 \text{ см}^3/\text{г}$, тобто у 1,5 - 1,74 рази вище значень цього параметру для продуктів, які одержують за способом-прототипом [2], що забезпечує досягнення технічного ефекту пропонованого винаходу по вказаному параметру. Досягнення технічного ефекту винаходу, що заявляється, також забезпечується й за значеннями коефіцієнту спучення при 900°C у лінійному режимі нагрівання значення вказаного параметру становлять 180 - 410 см³/г, що у 1,5 - 1,62 рази вище, ніж для продуктів, одержаних за способом-прототипом [2]. Досягнення технічного ефекту винаходу, що заявляється, також забезпечується і по параметру зберігання високої технологічності та економічності, які притаманні способу-прототипу [2] витрати реагентів, кількість технологічних стадій та їх тривалість при синтезі висушеного промитого водою окисленого графіту не змінюються. Обробка окис-

леного графіту додатковим реагентом - цукром - є простим змішуванням двох сухих порошків, не потребує значних витрат часу та використання спеціального технологічного обладнання. Ця операція може бути здійснена з використанням змішувачів любого типу, які застосовують для змішування сухих дисперсних матеріалів (3, 4, 5)

Таким чином, технічні ефекти, які досягаються при реалізації пропонованого винаходу, повністю вирішують задачі, які покладено у його основу

Експериментальним шляхом визначено, що діапазон витрат цукру, який використовують для обробки окисленого графіту, становить від 10 до 45 вагових частин на 100 вагових частин окисленого графіту. При витратах цукру менше ніж 10 вагових частин на 100 вагових частин окисленого графіту (нижня межа, що заявляється) збільшення коефіцієнту спучення графіту, що терморозширюється, при 900°C в ударному та лінійному режимах нагрівання становить менше ніж у 1,5 рази, що не забезпечує досягнення технічного ефекту пропонованого винаходу по вказаному параметру. Збільшення витрат цукру більш ніж 45 вагових частин на 100 вагових частин окисленого графіту (верхня межа, що заявляється) є недоцільним, оскільки не веде до збільшення значень коефіцієнту спучення графіту, що терморозширюється, при 900°C в ударному та лінійному режимах нагрівання проти значень, що досягаються

Результати, що одержано при реалізації пропонованого винаходу, можна пояснити наступним чином. У результаті обробки окисленого графіту додатковим реагентом - цукром - утворюється компаунд, у якому кожна частка окисленого графіту покрита шаром з часток додаткового реагенту. При нагріванні такого компаунду відбувається займання та подальше повне спалювання часток додаткового реагенту, в результаті чого виділяється додаткова кількість тепла. При цьому нагрівання кожної частки окисленого графіту здійснюється як за рахунок тепла, яке підводиться до неї від зовнішнього нагрівача, так і за рахунок додаткового тепла, яке виділяється безпосередньо навколо частки окисленого графіту за рахунок спалювання оболонки з цукру. Наслідком такого режиму підведення тепла є збільшення швидкості нагрівання часток окисленого графіту, що, у свою чергу, веде до істотного збільшення коефіцієнту спучення продукту

Для реалізації пропонованого способу використовували природний лускатий графіт марки ГТ-1 за Держстандартом СРСР 4596-75 виробництва Звільєвського графітового комбінату (Україна), концентровану сірчану кислоту кваліфікації «хч» з концентрацією 95,8%мас ($d = 1,835 \text{ г/см}^3$) за Держстандартом СРСР 4204-77, хромовий ангідрид марки А кваліфікації «технічний» за Держстандартом СРСР 2248-77. Водяні розчини хромового ангідриду з концентрацією 50%мас ($d = 1,5 \text{ г/см}^3$) готували шляхом розчинення наважок хромового ангідриду у дистильованій воді. Для обробки окисленого графіту використовували воду з мережі побутового водопостачання з температурою $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$. Використовували цукор-пісок за ДСТУ 2316-93, який додатково на протязі 1 хв здрібнювали з використанням електричного млина для кави

Синтез окисленого графту здійснювали у відкритому скляному циліндричному реакторі місткістю 300см³ який обладнано Т-подібною мішалкою з нержавіючої сталі, що обертається зі швидкістю 100 ± 10хв⁻¹. Для перемішування реакційної маси використовували універсальний лабораторний змішувач MPW 309. Завантаження вихідного графту у всіх випадках було постійним й становило 25г. Після завантаження графту у реактор починали перемішування та додавали до графту визначену кількість водного розчину хромового ангідриду. Через 10хв перемішування у реакційну масу додавали визначену кількість концентрованої сірчаної кислоти та продовжували перемішування реакційної маси ще протягом 10хв. Перемішування припиняли, вводили у реактор 200см³ води та усереднювали отриману суміш перемішуванням на протязі 1хв. Вміст реактору переносили у скляний стакан, змиваючи суспензію водою (300см³). Одержану суміш окисленого графту з водою залишали у стаціонарному стані (без перемішування) на 24год. Потім тверду фазу відфільтровували на паперовому фільтрі у вакуумі водоструминного насоса з використанням лійки Бюхнера та колби Бунзена. Після цього промивали окислений графіт на фільтрі з використанням 2дм³ води. Промитий водою окислений графіт сушили у лабораторній шафі до вологості не більш ніж 1,0%мас.

Додаткову обробку окисленого графту цукром здійснювали у тій же установці, у якій проводили одержання окисленого графту. Завантаження висушеного промитого водою окисленого графту у реактор у всіх випадках було постійним й становило 25г. У реактор завантажували наважки окисленого графту та цукру й усереднювали одержану суміш перемішуванням на протязі 10хв.

Коефіцієнт спучення (K_c) продуктів, що одержано за пропонуваним способом та за способом-прототипом [2], у режимі теплового удару при 900°C ($K_c^{900\text{уд}}$) визначали наступним чином. У розігріту до температури 900°C муфельну піч (СНОЛ 1,6 2,5 1/9-13) встановлювали кювету з нержавіючої сталі місткістю 150см³. Наважку продукту масою $m = (0,2 - 0,3)\text{г}$ вносили у розігріту кювету, встановлену у печі, й тримали там до повного спучення протягом 60с. У результаті нагрівання у режимі теплового удару відбувалося спучення продукту. Кювету з одержаним спученим графітом

виймали з печі, обережно переносили її вміст у скляний вимірювальний циліндр й вимірювали об'єм (V , см³), зайнятий спученим графітом. Значення коефіцієнту спучення визначали з співвідношення $K_c^{900\text{уд}} = V / (m - \alpha)$ (де α - частина окисленого графту у його суміші з цукром) як середнє арифметичне з трьох паралельних вимірювань. Допустима розбіжність між паралельними визначеннями параметру $K_c^{900\text{уд}}$ становила 5%. Визначення коефіцієнту спучення одержаних продуктів при 900°C у лінійному режимі нагрівання ($K_c^{900\text{лін}}$) проводили аналогічним шляхом, але наважку вносили у холодну кювету й потім витримували її у муфельній печі при 900°C протягом 2хв. Винахід далі ілюструється прикладами.

Приклад 1 (порівняльний, за способом-прототипом [2])

У реактор завантажують 25г природного лускатого графту, вмикають перемішування та додають 3см³ (12см³ на 100г вихідного графту) водного розчину хромового ангідриду з концентрацією 50%мас. Через 10хв у реактор додають 8см³ концентрованої сірчаної кислоти (32см³ на 100г вихідного графту) та продовжують перемішування реакційної маси протягом 10хв. Потім у реактор додають 200см³ води та перемішують одержану суміш протягом 1хв. Після цього вміст реактору переносять у скляний стакан з використанням додатково 300см³ води. Вміст стакану залишають на 24год у стаціонарному стані (без перемішування). Потім твердий залишок відфільтровують на паперовому фільтрі та промивають його 2дм³ води. Окислений графіт сушать у сушильній шафі при 100 - 110°C до вологості 0,5%мас. Одержують графіт, що терморозширюється, з коефіцієнтом спучення при 900°C у ударному режимі нагрівання 250см³/г та з коефіцієнтом спучення при 900°C у лінійному режимі нагрівання 160см³/г.

Приклади 2 - 6 (порівняльні, за способом-прототипом [2])

Графіт, що терморозширюється, одержують як у прикладі 1, але при цьому варіюють кількість водного розчину хромового ангідриду та концентрованої сірчаної кислоти. Витрати реагентів (водного розчину хромового ангідриду та концентрованої сірчаної кислоти) та характеристики одержаних продуктів наведено у табл 1.

Таблиця 1

Характеристики графту, що терморозширюється, який одержано за способом-прототипом [2]

№ прикладу	Витрати реагентів на стадії окислення графту, см ³ /100г графту		K_c^{900} , см ³ /г, ударний режим нагрівання	K_c^{900} , см ³ /г, лінійний режим нагрівання
	CrO ₃ ^(a)	H ₂ SO ₄ ^(b)		
1	12	32	250	160
2	12	28	200	120
3	12	40	265	170
4	10	40	200	120
5	10	44	229	147
6	16	44	380	250

^(a) Водний розчин з концентрацією CrO₃ 50%мас

^(b) Сірчана кислота з концентрацією 95,8%мас

Приклад 7

У реактор завантажують 25г природного лускатого графіту, вмикають перемішування та додають 3см³ (12см³ на 100г вихідного графіту) водного розчину хромового ангідриду з концентрацією 50%мас. Через 10хв у реактор додають 8см³ концентрованої сірчаної кислоти (32см³ на 100г вихідного графіту) та продовжують перемішування реакційної маси протягом 10хв. Потім у реактор додають 200см³ води та перемішують одержану суміш протягом 1хв. Після цього вміст реактору переносять у скляний стакан з використанням додатково 300см³ води. Вміст стакану залишають на 24год у стаціонарному стані (без перемішування). Потім твердий залишок відфільтровують на паперовому фільтрі та промивають його 2дм³ води.

Промитий водою окислений графіт сушать у сушильній шафі при 100 - 110°C до вологості 0,5%мас. До 25г одержаного окисленого графіту додають 2,5г цукру (10 вагових частин цукру на 100 вагових частин окисленого графіту) та усереднюють одержану суміш шляхом перемішування у лабораторному змішувачі протягом 10хв. Характеристики одержаного графіту, що терморозширюється, наведено у табл 2.

Приклади 8 - 11

Графіт, що терморозширюється, одержують як у прикладі 7, але при цьому варіюють кількість цукру, який використовують для обробки окисленого графіту. Характеристики одержаних графітів, що терморозширюються, наведено у табл 2.

Таблиця 2

Порівняння характеристик графіту, що терморозширюється, який одержано за пропонованим способом (приклади 7 - 11) та за способом-прототипом [2] (приклад 1)

№ прикладу	Витрати цукру (вагові частини на 100 вагових частин окисленого графіту)	K _c ⁹⁰⁰ , см ³ /г, ударний режим нагрівання ^(а)	K _c ⁹⁰⁰ , см ³ /г, лінійний режим нагрівання ^(а)
1	0 ^(б)	250	160
7	10 ^(б)	375	240
8	25	398	250
9	45 ^(г)	435	262
10	50	420	260
11	8	325	220

^(а) Значення коефіцієнту спучення визначено у розрахунку на вагу окисленого графіту, який знаходиться у 1г його суміші з цукром,

^(б) За способом-прототипом [2],

^(в) Нижня межа, що заявляється,

^(г) Верхня межа, що заявляється

Порівняння даних, які наведено у табл 2, показує, що додаткова обробка окисленого графіту цукром у кількості від 10 до 45 вагових частин на 100 вагових частин окисленого графіту (порівняння даних прикладу 1 та прикладів 7 - 9) веде до зростання коефіцієнту спучення графіту, що терморозширюється, при 900°C в ударному режимі нагрівання у 1,5 - 1,74 рази та у лінійному режимі нагрівання у 1,5 - 1,64 рази, що забезпечує досягнення технічного ефекту пропонованого винаходу за вказаними параметрами. Дані для зразка графіту, що терморозширюється, який одержано в прикладі 11 (витрати цукру поза нижньою межею), ілюструють недоцільність використання цукру у кількості нижче чим 10 вагових частин на 100 вагових частин окисленого графіту. У цьому випадку зростання коефіцієнту спучення графіту, що терморозширюється, при 900°C в ударному та лінійному режимах нагрівання становить менш ніж у 1,5 разів, що не забезпечує досягнення технічного ефекту пропонованого винаходу за вказаними параметрами. Дані для зразка графіту, що терморозширюється, який одержано у прикладі 10 (витрати цукру поза верхньою межею) ілюструють недоцільність використання цукру у кількості більш ніж 45 вагових частин на 100 вагових частин окисленого графіту.

Приклад 12

До 25г окисленого графіту, який одержано у

прикладі 2, додають 11,25г цукру (45 вагових частин цукру на 100 вагових частин висушеного промитого водою окисленого графіту) та усереднюють одержану суміш перемішуванням у лабораторному змішувачі протягом 10хв. Характеристики одержаного графіту, що терморозширюється, наведено у табл 3.

Приклад 13

До 25г окисленого графіту, який одержано у прикладі 3, додають 11,25г цукру (45 вагових частин цукру на 100 вагових частин окисленого графіту) та усереднюють одержану суміш перемішуванням у лабораторному змішувачі протягом 10хв. Характеристики одержаного графіту, що терморозширюється, наведено у табл 3.

Приклад 14

До 25г окисленого графіту, який одержано у прикладі 4, додають 11,25г цукру (45 вагових частин цукру на 100 вагових частин окисленого графіту) та усереднюють одержану суміш перемішуванням у лабораторному змішувачі протягом 10хв. Характеристики одержаного графіту, що терморозширюється, наведено у табл 3.

Приклад 15

До 25г окисленого графіту, який одержано у прикладі 5, додають 11,25г цукру (45 вагових частин цукру на 100 вагових частин окисленого графіту) та усереднюють одержану суміш перемішуванням у лабораторному змішувачі протягом 10хв.

Характеристики одержаного графіту, що терморозширюється, наведено у табл 3

Приклад 16

До 25г окисленого графіту, який одержано у прикладі 6, додають 11,25г цукру (45 вагових частин цукру на 100 вагових частин окисленого графіту) та усереднюють одержану суміш перемішуванням у лабораторному змішувачі протягом 10хв. Характеристики одержаного графіту, що терморозширюється, наведено у табл 3

Приклад 17

До 25г окисленого графіту, який одержано у прикладі 2, додають 2,5г цукру (10 вагових частин цукру на 100 вагових частин окисленого графіту) та усереднюють одержану суміш перемішуванням у лабораторному змішувачі протягом 10хв. Характеристики одержаного графіту, що терморозширюється, наведено у табл 4

Приклад 18

До 25г окисленого графіту, який одержано у прикладі 3, додають 2,5г цукру (10 вагових частин цукру на 100 вагових частин окисленого графіту) та усереднюють одержану суміш перемішуванням у лабораторному змішувачі протягом 10хв. Характеристики одержаного графіту, що терморозширюється, наведено у табл 4

рюється, наведено у табл 4

Приклад 19

До 25г окисленого графіту, який одержано у прикладі 4, додають 2,5г цукру (10 вагових частин цукру на 100 вагових частин окисленого графіту) та усереднюють одержану суміш перемішуванням у лабораторному змішувачі протягом 10хв. Характеристики одержаного графіту, що терморозширюється, наведено у табл 4

Приклад 20

До 25г окисленого графіту, який одержано у прикладі 5, додають 2,5г цукру (10 вагових частин цукру на 100 вагових частин окисленого графіту) та усереднюють одержану суміш перемішуванням у лабораторному змішувачі протягом 10хв. Характеристики одержаного графіту, що терморозширюється, наведено у табл 4

Приклад 21

До 25г окисленого графіту, який одержано у прикладі 6, додають 2,5г цукру (10 вагових частин цукру на 100 вагових частин окисленого графіту) та усереднюють одержану суміш перемішуванням у лабораторному змішувачі протягом 10хв. Характеристики одержаного графіту, що терморозширюється, наведено у табл 4

Таблиця 3

Характеристики графіту, що терморозширюється, який одержано за пропонованим способом

№ прикладу	Витрати цукру (вагові частини на 100 вагових частин окисленого графіту)	K_c^{900} , см ³ /г, ударний режим нагрівання ^(а)	K_c^{900} , см ³ /г, лінійний режим нагрівання ^(а)
12	45	348	195
13	45	460	278
14	45	349	197
15	45	399	241
16	45	660	410

^(а) Значення коефіцієнту спучення визначено у розрахунку на вагу окисленого графіту, який знаходиться у 1г його суміші з цукром

Таблиця 4

Характеристики графіту, що терморозширюється, який одержано за пропонованим способом

№ прикладу	Витрати цукру (вагові частини на 100 вагових частин окисленого графіту)	K_c^{900} , см ³ /г, ударний режим нагрівання ^(а)	K_c^{900} , см ³ /г, лінійний режим нагрівання ^(а)
17	10	300	180
18	10	397	255
19	10	300	180
20	10	344	221
21	10	570	375

^(а) Значення коефіцієнту спучення визначено у розрахунку на вагу окисленого графіту, який знаходиться у 1г його суміші з цукром

Порівняння даних, які наведено у табл 2 - 4, показує, що додаткова обробка окисленого графіту цукром, який взято у кількості від 10 до 45 вагових частин на 100 вагових частин окисленого графіту, дозволяє одержувати графіт, що терморозширюється, з коефіцієнтом спучення при 900°C в ударному режимі нагрівання у діапазоні від 300 до 660см³/г та з коефіцієнтом спучення при 900°C у лінійному режимі нагрівання у діапазоні від 180 до 410см³/г

Джерела інформації

1 Пат 20513А Україна, МПК⁸ C01B/31/04 Спосіб одержання сполуки, що терморозширюється, на основі графіту/ О П Ярошенко, В В Шапранов, М В Савоськін, В О Кучеренко, О А Сергієнко (ІНФОВ НАН України), Заявл 01 03 95, №95030972, Опубл 27 02 98

2 Пат 21167А Україна, МПК⁸ C01B/31/04 Спосіб одержання графіту, що терморозширюється/ О П Ярошенко, В В Шапранов, В О Кучеренко, О А Сергієнко, С Б Любчик, В Д Кассов (ІНФОВ НАН України), Заявл 15 02 93, №93050430, Опубл

27 02 98 (Прототип)

3 Ярошенко А П , Попов А Ф , Шапранов В В Тех-
нологические аспекты синтеза солей графита/ /Ж
прикл химии, 1994, Т 67, №2 С 204 - 211

4 Toyoda M , Inagaki M Heavy oil sorption using
exfoliated graphite New application of exfoliated

graphite to protect heavy oil pollution // Carbon, 2000,
V 38, №2 P 199 - 210

5 Reynolds R A , Greinke R A Influence of
expansion volume of intercalated graphite on tensile
properties of flexible graphite/ /Carbon, 2001, V 39,
№3 P 479 - 481

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)

вул. Сим'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна

(044) 456 – 20 – 90

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»

вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна

(044) 216 – 32 – 71