

Список літератури: 1. Глотка, О. А. Розробка та аналіз структурно-фазового стану Ni-W та Fe-W стопів на основі важко топкого W-Ni-Fe брухту для легування спеціальних матеріалів у газотурбобудуванні [Текст] : дис. ... канд. тех. наук / О. А. Глотка. – Запоріжжя, 2011. - 166 с. – Бібліогр. : с. 142-166. 2. Глотка, О. А. Дослідження важко топкого брухту, що містить вольфрам [Текст] / О. А. Глотка, А. Д. Коваль, Л. П. Степанова // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні – 2007. - № 1. - С. 17-20. 3. Исследование неоднородности структуры тяжелых сплавов [Текст] / К. Б. Поварова, Г. Б. Черняк, Э. Е. Дуняшенков и др. // Металлы. - 2005. - № 1. – С. 84-93. 4. Фазовый состав связки в тяжелых сплавах типа ВНЖ [Текст] / А. М. Захаров, А. В. Никольский, В. Г. Паршиков и др. // Цветные металлы. – 1990. - № 7. - С. 92-94. 5. Фазовые равновесия в вольфрамовом угле системы W-Ni-Fe при 800-575°C [Текст] / А. В. Никольский, А. М. Захаров, В. Г. Паршиков и др. // Порошковая металлургия.- 1991.- №8.- С. 61-67. 6. Примеси элементов замещения и их влияние на особенности разрушения W-Ni-Fe сплавов [Текст] / Р. В. Минакова, П. А. Верховодов, А. В. Толстунов и др. // Порошковая металлургия. - 1983. - № 11. - С. 72-77. 7. Глотка, О. А. Порівняльний аналіз структурно-фазового стану феровольфраму та брухту системи W-Ni-Fe [Текст] / О. А. Глотка, А. Д. Коваль, В. Л. Грешта // Вісник Національного технічного університету «ХПІ» : збірник наукових праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. – 2012. - № 18. – С. 95-97.

Надійшла до редколегії 20.03.2013

УДК 669.15-198:669.168:669.27

Аналіз структурно-фазового стану важкотопкого вольфрам-нікель-залізного брухту // Глотка О. А. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2013. - № 1 (977). – С. 186-189. – Бібліогр.: 6 назв.

Проведен аналіз структурно-фазового стану тугоплавкого лома системи «вольфрам-нікель-железо» після довготривалого отжига. Установлено природу і проаналізовано склад включень. Предложено рекомендації к дальшому використанню лома.

Ключевые слова: структурно-фазовое состояние, тугоплавкий лом, неметаллические включения, рентгеноспектральные исследования.

The analysis structural-phase state refractory scrap of "tungsten-nickel-iron" after long annealing. The nature and composition of the inclusions analyzed. Recommendations for further use of scrap.

Keywords: structure-phase state, refractory scrap, non-metallic inclusions, x-ray studies.

УДК 669.187.001.2

М. АЛАЛІ, аспірант, НТУ «ХПІ»;

Л. В. КРИЧКОВСЬКА, д-р біол. наук, проф., НТУ «ХПІ»;

В. Л. ДУБОНОСОВ, н.с., НТІ «ГТР», Харків

ТЕХНОЛОГИЧНІ ЗАСОБИ ОТРИМАННЯ НАНОСОРБЕНТІВ НА ОСНОВІ ВУГЛЕЦЕВИХ МАТЕРІАЛІВ

В роботі розглянута можливість використання вуглецевих матеріалів в якості каталізаторів і сорбентів. В останні роки приділяється велика увага матеріалам на основі вуглецю. Вироби на їх основі мають високу міцність при малій вазі, стійкі до впливу як високих, так і низьких температур, хімічних агентів, електропровідні, добре сумісні з біологічними тканинами людини.

Ключові слова: нанотрубки, сорбенти, каталізатори

Вступ: Вуглецеві матеріали знаходять широке застосування в різних галузях науки і техніки. Їх застосовують в аерохімічній, хімічній, нафтохімічній, в металургійній промисловості, в машинобудуванні, в будівництві, у медицині, використовують привирішенні екологічних проблем, як каталізатори, носії каталізаторів і як сорбенти. В останні роки приділяється велика увага матеріалам на основі вуглецю. Вироби на їх основі мають високу міцність при малій вазі, стійкі до впливу як високих, так і низьких температур, хімічних агентів, електропровідні, добре сумісні з біологічними тканинами людини. Вуглецеві матеріали знаходять широке застосування в різних галузях науки і

© М. АЛАЛІ, Л. В. КРИЧКОВСЬКА, В. Л. ДУБОНОСОВ, 2013

техніки. Їх застосовують в аерохімічній, хімічній, нафтохімічній, в металургійній промисловості, в машинобудуванні, в будівництві, у медицині, використовують при вирішенні екологічних проблем, як каталізатори, носії каталізаторів і як сорбенти. Особливе місце серед вуглецевих матеріалів займають високошпаринні тіла, що володіють розвиненою поверхнею. До них відносяться активні вугілля, сажа, терморозширений графіт, сібуніт та інші матеріали, отримані на основі вуглецю.

Аналіз літератури: Недоліком активних вугілля, що мають розвинену шпаринну структуру, є низька стійкість в окисних середовищах [1]. Графіт проявляє значно більшу стійкість, але його шпаринна структура розвинена дуже слабко. Тому для застосування графіту в якості сорбенту чи носія каталізаторів його необхідно додатково обробляти. Сажа є одним з основних компонентів композиційних матеріалів [2], що пов'язано з її адсорбційними властивостями, однак для приготування каталізаторів сажа практично не застосовується [2]. Сібуніт за своїми структурними параметрами суттєво відрізняється від відомих вуглецевих матеріалів [3]. Завдяки високій питомій поверхні він представляє інтерес як адсорбент і носій каталізаторів. Але область його застосування обмежена невисокою стійкістю до окисної корозії. Високопористими вуглецевими матеріалами є також вуглецеві нанотрубки і нановолокна. До вуглецевих нановолокон можна віднести і матеріал, що утворюється в результаті термокatalітичного розкладання вуглеводнів або диспропорціонування монооксиду вуглецю на поверхні заліза, кобальту, нікелю та волокнистий **вуглець (ВУ), каталітичний філаментарний вуглець (КФУ)** [4] та ін. Слід зазначити, що раніше ВУ розглядали як небажаний продукт, що приводить до дезактивації каталізаторів переробки вуглеводневої сировини і СО – вміщуючих газів. В останні роки, намічується перспектива практичного використання ВУ, ставлення до нього змінилося. Про це свідчать численні публікації вітчизняних і зарубіжних журналів [5]. Завдяки поєднанню вуглецевої та металевої складових ВУ володіє цілим рядом цінних фізико-хімічних властивостей: високою адсорбційною поверхнею, електропровідністю, магніточутливістю. Такий набір властивостей дозволяє розглядати його як посилюючий наповнювач полімерних матриць, носій каталізаторів, адсорбент для вилучення компонентів з газоподібних і рідких потоків [6], акумулятор водню для паливних систем двигунів внутрішнього згоряння. Можливість застосування ВУ за зазначеними напрямками в кожному конкретному випадку пов'язана з набором певних властивостей. Разом з тим, незважаючи на великі перспективи ВУ, інформація про його характеристики або характеристиках матеріалів, отриманих на його основі, представлена у літературі недостатньо. У кращому випадку повідомляється про адсорбційні поверхні продукту, на якій синтезований метал, іноді, його магнітних характеристиках. Здається, причиною є широкий діапазон варіювання характеристик ВУ і впливу на них умов синтезу. В даний час, очевидно, найбільш реальним є використання ВУ у якості сорбенту чи носія каталізаторів. Останнім часом вуглецеві матеріали все частіше розглядаються як носії каталізаторів хімічних і нафтохімічних процесів. Технологія обробки сажі і коксу, а також отримання з них вуглецевих матеріалів була розроблена ще в кінці ХІХ століття. Основні операції цієї технології не зазнали істотних змін і до теперішнього часу [5]. Вуглецеві матеріали (кокс або сажу), подрібнюють, змішують з поєднуючим матеріалом (пек, штучні смоли), компаунд пресується, в результаті чого виходять так звані «зелені» заготовки, що піддаються термічній обробці без доступу повітря (випал). Обпалений матеріал потім може бути підданий подальшій високотемпературній обробці без доступу повітря (графітації). Далі вуглецевий матеріал піддають механічній обробці і отриману товарну продукцію відправляють до споживача. З вищевикладеного видно, що на якість нафтового коксу і сажі впливають властивості сировини, температура, тривалість процесу, окислення і добавки металів. Варіюючи режим, параметри і вихідні матеріали, а також використовуючи різні добавки металів, можна модифікувати кокс і сажу різними

способами і отримати перспективні УМ з широким набором властивостей, які й визначають конкретну область застосування отриманого матеріалу.

В останні два десятиліття з'явилися публікації [7], пов'язані з новим класом композиційних вуглець-вуглецевих матеріалів, що отримав назву сібуніт. Сібуніт був розроблений в Інституті каталізу ім. Г.К. Боресков СО РАН та отриманий на основі сажі (марки П-234, П-267, П-514, П-803). Цей УМ за своєю структурою принципово відрізняється від відомих вуглецевих сорбентів і є новим класом пористих УМ. Останнім часом сібуніт називають комірчастим вуглецем (КУ) через його шпаринну будову [7]. Структура вуглецевих стрічок сібуніта утворена фрагментами сіток Гексагон (002), впорядкованих та упакованих в протяжні пачки. Сітки орієнтовані базальними площинами одна до одної з виходом на поверхню торцевих граней. При цьому зовнішні базальні площини (002) розташовані, головним чином, на краях стрічок і становлять незначну частку загальної поверхні вуглецевих стрічок. Таким чином, практично вся поверхня представлена торцями гексагональних сіток.

Матеріали досліджень: Для отримання сібуніта сажу попередньо формують у гранули переважно у вигляді шарів, орієнтованих до поверхні базальними гранями графітової структури, повторюючи рельєф матриці сажі, "сліди" вихідної текстури можуть зберігатися навіть при відносно великих значеннях нанесеної кількості КУ. Для регулювання фізико-хімічної природи поверхні з метою досягнення певних властивостей носія отриманий сібуніт модифікують, тобто проводять термообробку, що додатково ущільнює шпарини.

Високотемпературну обробку проводять в контрольованих середовищах при температурах 2200-3000°C протягом 1 години, що дозволяє не тільки регулювати хімічний склад поверхні, а також призводить до часткової графітації сібуніта і відкриває шлях до отримання високошпаринного графітоподібного ВМ. Далі сібуніт додатково покривають піровуглецем (ПВ). Така обробка дозволяє отримати вуглецевий носій (з мікро і мезошпарин), будова поверхневого шару якого аналогічна будові поверхні широкошпаринного вуглецевого композиту. Особливістю методу додаткового ущільнення є істотне збільшення механічної міцності носія при збереженні високої питомої поверхні. Крім того, нанесення ПВ на зовнішній шар гранули сібуніта не змінює шпаринної структури його внутрішньої частини, а створює зовнішній шар, що захищає його від стирання. Треба відзначити, що при відкладенні ПВ на сажі заповнення шпаринного простору вихідної матриці піролітичним вуглецем до залишкового об'єму шпарин 0,1 см³ / г призводить до значного зниження і часткового вирівнювання питомої поверхні композитів.

Зміна характеристик сібуніта відбувається також при його активації. Дослідження зразків з різним ступенем активації методами низькотемпературної адсорбції азоту та ртутної порометрії дозволяє виявити характерні особливості формування тонких шпарин. На початковому етапі активації відбувається утворення ультрамікрошпарин з міцністю такого традиційного мінерального носія, як силікагель (200 кг/см²).

Таким чином, в результаті активації та додаткової модифікації виходить бішпаринний вуглецевий матеріал (ВМ), утворений шарами вуглецю, між якими знаходяться порожнечі з газифікованого вугілля.

Отриманий на основі сажі сібуніт володіє наступними характеристиками: питома поверхня варіює в межах 320- 600 м² / г, істинна густина - 2050-2170 кг/м³, насипна вага - 400-600 кг/м³ середній розмір шпарин становить 12 - 20 нм, обсяг шпарин - 0,27 +0,32см³ / г, межплощинна відстань - 3,4 +3,56 А, розмір кристалітів графіту рівний 40-ї-180 А (La), 35 +140 А (Lc). Відмінні риси даного типу високошпаринного вуглецевого матеріалу - регульована питома поверхня, хімічна і термічна стабільність, механічна міцність, висока активність і довгий термін служби приготованих на них каталізаторів, можливість

багаторазової регенерації і відтворна шпаринна структура. Цей вуглецевий матеріал поєднує в собі достоїнства графіту (хімічна стабільність і електропровідність) з властивостями активних вугілля (висока питома поверхня та сорбційна ємність) [7].

В останні роки часто згадується ще один вид високодисперсних вуглецевих матеріалів, відомих як вуглецеві нановолокна (ВН), вуглецеві нанотрубки, волокнистий вуглець, каталітичний філаментарний вуглець і ін.

Одним з найбільш перспективних напрямків використання ВН є застосування його як носія каталізаторів, сорбенту і акумулятора водню. Наприклад, робота [5] присвячена порівнянню каталітичної активності залізних і залізо-мідних каталізаторів в реакції гідрування етилену. В якості носіїв використовувалися вуглецеві волокна, активоване вугілля у-А1203. Слід зазначити, що самі ВН також проявляє каталітичні властивості. В роботі [5] показано, що ВН каталізують процес окислення етанолу в ацетальдегід.

Розвинена поверхня ВН і його незвичайна морфологія дозволяють застосовувати цей матеріал для адсорбції і виділення одного або кількох компонентів з газових і рідких потоків. Одним з традиційних методів, використовуваних для видалення органічних і мінеральних домішок з рідких сумішей, є адсорбція активованим вугіллям. Недоліком активованого вугілля є швидке насичення його молекулами води, що призводить до зменшення адсорбційного об'єму. На думку авторів [8], вуглецеві нановолокна, що володіють розвинутою системою упорядкованих шарів з великою кількістю відкритих країв, мають ідеальну конфігурацію для адсорбції водню. Завдяки такій унікальній структурі УНВ молекули водню взаємодіють не тільки з поверхнею вуглецю, але і з сусідніми молекулами водню, що може призвести до конденсації адсорбованого водню при аномально високих температурах. Крім того, ті ж автори наводять і дещо інше пояснення незвичайної здатності УНВ до адсорбції Н₂. Автори вважають, що при сорбції Н₂ відбувається розширення шарів, яке може також призвести до полімолекулярної сорбції водню. Наявність п-електронів на графітових шарах є основною причиною збільшення адсорбції Н₂ в таких системах. Рентгенівські дифрактограми зразків УНВ до і після адсорбції водню свідчать про збільшення міжплоскостної відстані між шарами графіту.

В залежності від умов синтезу, графітові шари можуть бути розташовані паралельно, під кутом або перпендикулярно відносно осі волокон [8]. Таким чином, модифікуванням можна варіювати властивості отриманих вуглецевих продуктів у необхідному напрямку. Модифікація ВУ дозволить отримати на його основі високоадсорбційний вуглецевий матеріал.

З урахуванням вищевикладених відомостей було визначено основні напрямки досліджень, які полягають у розробці технології синтезу вуглецевих адсорбентів на основі вуглецевих нановолокон і встановлення взаємозв'язку між характеристиками отриманих вуглецевих адсорбентів і умовами їх утворення.

Список літератури: 1. Кіселев А. А., Галкін В. А. Вуглецеві адсорбенти та їх застосування в промисловості. М. «Наука». - 1983. - С.299-311. 2. Крічко А. А. Каталізатором на основі активованого вугілля // Підсумки науки і техніки ВІНІТІ. Сер. Технол. орг. веществ. - 1987, - т.4. - С.95. 3. Михайлова А. В. Алексєєв А. М. Освіта ВУ при взаємодії оксидів вуглецю з метаном. / Теоретич. основи хім. технології. - 1996. -Т.30, - № 2. -С.195-199. 4. Патент США № 5653951. ВІП. 37. № 11 / Storage of hydrogen in layered nanostructures. 1998. 5. Nisha J. et all Adsorption and catalytic properties of single-wall carbon nanohorns. // J. Chem.phys. Lett., 2000, - v.328. - P.381-386. 6. Плаксін Г. В. Суrowикино В. Ф. Дослідження особливостей графітизації пористих вуглецевих композитів на основі сажі різної дисперсності. // Кінетика і каталіз. - 1997,-Т.38, - № 6. - С.929-934. 7. Семіколенов В. А. Сучасні підходи до приготування каталізаторів Pd на вугіллі. // Успіхи хімії. - 1992,-т.61,-в.2. - С.320. 8. Planeix J. et al. Application of carbon nanotubes as supports in heterogeneous. // J. Amer. Chem. Soc. - 1994,-v.116. - P.7935.

Надійшла до редколегії 20.03.2013

Технологические методы получения наносорбентов на основе углеродных материалов // Алали М, Кричковська Л. В, Дубонос В. Л. // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2013. - № 1 (977). – С. 189-193. – Бібліогр.: 7 назв.

В работе рассмотрена возможность использования углеродных материалов в качестве катализаторов и сорбентов. В последнее время уделяется много внимания материалам на основе углерода. Изделия на их основе обладают высокой твердостью при наличии малой массы, стойки против воздействия как высоких, так и низких температур, обладают электропроводностью, хорошо совместимы с биологическими тканями человека.

Ключевые слова: нанотрубки, сорбенты, катализаторы.

In current study the possibility to use carbon materials as catalysts and sorbents has been reviewed. In the recent years a great attention is drawn to the carbon - based materials. The products on their basis have got a high strength, low weight, resistant to the high and low temperatures, have good electrical conductivity, are well compatible with biological tissues of human. Вироби на їх основі мають високу міцність при малій вазі, стійкі до впливу як високих, так і низьких температур, хімічних агентів, електропровідні, добре сумісні з біологічними тканинами людини.

Key words: nanotubes, sorbents, catalysts.

УДК 536.24

А. П. СЛЕСАРЕНКО, д-р физ.-мат. наук, проф., вед. н. с., Институт проблем машиностроения А.М. Подгорного НАН Украины, Харьков;

Ю. О. КОБРИНОВИЧ, аспирант, Институт проблем машиностроения А.М. Подгорного НАН Украины, Харьков

ВИЗУАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА СОГЛАСОВАННЫХ ДИСПЛЕЯХ

Предлагается методология визуального исследования результатов моделирования высокоскоростных тепловых процессов, разработанная на базе построенных аналитических структур решения с использованием S-функций, точно удовлетворяющих осциллирующим условиям теплообмена на границах областей сложной формы. Определен класс точных решений задач теплопроводности с нестационарными граничными условиями для областей сложной формы, приведены результаты визуального исследования высокотемпературных тепловых процессов.

Ключевые слова: визуальные исследования, математическое моделирование, высокоскоростные тепловые процессы.

Постановка проблемы исследования. Математическое моделирование теплофизических процессов не является самоцелью, оно применяется для научных исследований, построения прогнозов и принятия решений при управлении процессами. Средства анализа результатов математического моделирования должны позволять рассматривать тонкую структуру процесса и учитывать все факторы, в том числе зависимость тепловых процессов от времени и координат, поэтому всесторонний анализ данных невозможен без визуализации температурных полей в динамике.

Результатом математического моделирования численными методами являются большие массивы дискретных данных, задача сжатия которых еще не решена. В ряде случаев их можно преобразовать в аналитическую информацию с помощью интерполяционных полиномов, но для скоростных тепловых процессов даже построение эмпирических формул является сложной, и во многих случаях открытой проблемой.

Решение задачи теплопроводности численными методами при больших градиентах температурных полей приводит или к недопустимо высоким результирующим погрешностям или развалу вычислительного процесса из-за погрешностей дискретного удовлетворения быстроизменяющимся граничным условиям, осциллирующим внутренним источникам и дифференциальному уравнению теплопроводности.