**Кускова Наталя Іванівна. Процеси взаємодії потужного електророзрядногоімпульсу струму з конденсованою речовиною. : Дис... д-ра наук: 05.03.07 – 2007**

|  |  |
| --- | --- |
|

|  |
| --- |
| **Кускова Н.І.**Процеси взаємодії потужного електророзрядного імпульсу струму з конденсованою речовиною. – Рукопис. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук зі спеціальності 05.03.07 – процеси фізико-технічної обробки. – Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”. – Київ, 2007.Дисертація присвячена створенню наукових основ електровибухової обробки матеріалів, розвитку теорії та методів діагностики процесів взаємодії потужного електророзрядного імпульсного струму з конденсованою речовиною та розробці електровибухових методів синтезу нановуглецевих матеріалів (фулеренів, наноалмазу та ін.), який відбувається в результаті структурно-фазових перетворень вуглецю. Одержано аналітичні часові залежності термодинамічних величин речовини від параметрів електроустановки. Визначено еволюцію стану речовини (*Р,Т*– умови), що дозволяє керувати процесом електровибуху провідників. Встановлено технологічні режими електровибуху графітових провідників та умови, необхідні для структурно-фазових перетворень графіт алмаз і графіт фулерени. Розроблено електровибухові методи одержання фулеренів, вуглецевих нанотрубок і наноалмазу та рекомендації для створення електровибухової технології синтезу нановуглецевих матеріалів. Аналітично отримано радіальні розподіли термодинамічних і електрофізичних величин у процесі істотно нестаціонарного нагрівання циліндричних провідників імпульсним струмом. Запропоновано новий метод синхронної реєстрації пірометром спектрального відношення температури й густини провідників в процесі електровибуху. |

 |
|

|  |
| --- |
| У дисертації одержано нові науково обґрунтовані результати, які в сукупності вирішують важливу науково-технічну проблему, що полягає в створенні наукових основ електровибухової обробки матеріалів, розвитку теорії та методів діагностики процесів взаємодії потужного електророзрядного імпульсного струму з конденсованою речовиною та розробці електровибухових методів синтезу нановуглецевих матеріалів.Нові наукові та практичні результати роботи:1. Створено наукові основи електровибухової обробки матеріалів, в результаті якої виникають структурно-фазові перетворення речовини, які включають: математичне моделювання процесів взаємодії потужних електророзрядних імпульсів струму з конденсованою речовиною; аналітичні вирази для часових залежностей струму, опору, температури, тиску та густини речовини в процесі однорідного нагрівання імпульсним струмом циліндричних провідників до моменту випаровування; механізм електровибуху для швидких і надшвидких режимів; термодинамічні залежності речовини (*Р,Т*– умови)від параметрів електроустаткування та характерних розмірів провідника, які визначають еволюцію стану речовини в результаті дії потужного електророзрядного імпульсу струму та дозволяють керувати процесом електровибуху провідників;
2. Розроблено електровибуховий та електророзрядний методи синтезу вуглецевих наноматеріалів, які мають, у порівнянні з електродуговим методом, ряд переваг (зменшення числа стадій технологічного процесу, можливість роботи установки при атмосферному тиску та ін.). Запропоновано електровибуховий метод одержання мастила з нановуглецевою присадкою, що містить фулерени. Показано, що застосування в якості протизносних і антифрикційних присадок до мастил отриманого нановуглецевого матеріалу (0,1 % вагових), який містить фулерени та наноалмаз, для вузлів кочення і ковзання приводить до зменшення коефіцієнта тертя для пари сталь-сталь на 25 %, при цьому знос поверхонь зменшується в 4 рази;
3. Розроблено рекомендації для створення нових електророзрядних нанотехнологій синтезу вуглецевих матеріалів (фулеренів, вуглецевих нанотрубок і наноалмазу) та розраховано енергоспоживаючі та технічні характеристики електроустаткування для отримання нановуглецевих матеріалів;
4. Теоретично (на основі розрахунку фазових траєкторій вуглецю в процесі електровибуху) та експериментально (на підставі аналізу результатів дослідження дії потужних електророзрядних імпульсів струму на графітові провідники й одержаних нанодисперсних продуктів електровибуху) показано, що структурно-фазове перетворення графіт алмаз відбувається в процесі високоенергетичних режимів електричного вибуху графітових провідників у воді та органічних рідинах (питома запасена енергія *w* > 100 МДж/кг), тоді як при низькоенергетичних режимах електровибуху графітових провідників у органічних середовищах утворюються умови для синтезу фулеренів (10 МДж/кг < *w <*20 МДж/кг) і вуглецевих нанотрубок (8 МДж/кг < *w <*10 МДж/кг);
5. Розвинуто теорію взаємодії потужного електророзрядного імпульсу струму з конденсованою речовиною. Вперше аналітично отримано радіальні розподіли термодинамічних і електрофізичних величин у процесі істотно нестаціонарного нагрівання циліндричного провідника імпульсним струмом. На підставі теоретичного дослідження радіальних розподілів термодинамічних і електрофізичних параметрів твердого та рідкого циліндричного провідника, що визначають процес дифузії електромагнітного поля, виявлено ефект, зворотний скін-ефекту; одержанj умови однорідності речовини; визначено вплив магнітного тиску на порушення однорідності речовини в процесі електровибуху провідників;
6. Запропоновано достовірний метод синхронної реєстрації динаміки термодинамічних величин (температури й густини) в процесі нагрівання потужним імпульсом струму циліндричного провідника, який полягає у використанні для розрахунку інтегральної колірної температури за сигналами пірометру спектрального відношення, що виключає вплив теплового розширення, а для розрахунку динаміки розширення (або часової залежності густини) - одного з сигналів пірометру, нормованого на величину сигналу в момент плавлення;
7. Вперше розроблено та апробовано методику знаходження чисельними методами часових залежностей термодинамічних величин і температурних залежностей характеристик рідких металів (від температури плавлення до температури кипіння) в процесі електровибуху за осцилограмами сигналів пірометра спектрального відношення з урахуванням кінцевої ширини пропускання інтерференційних фільтрів і апаратних функцій каналів пірометра. Вперше з урахуванням розширення циліндричного провідника одержано за запропонованою методикою достовірні температурні залежності тепло- та електрофізичних характеристик рідких міді, нікелю та вольфраму (густини, ентальпії, питомих теплоємності та електропровідності);
8. Запропоновано напівфеноменологічну теорію формування та розповсюдження хвиль фазових перетворень речовини в процесі швидкого та надшвидкого режимів електричного вибуху провідників, що дозволило отримати вирази для швидкості розповсюдження та ширини фронтів хвиль фазових перетворень для різних видів електровибуху провідників;
9. Розвинуто теорію дії сильних електромагнітних полів на діелектрики, що викликає виникнення хвиль фазових перетворень в конденсованих середовищах в процесі формування електричного пробою. Отримано вирази для швидкостей розповсюдження швидких і повільних електричних розрядів;
10. Результати дисертаційної роботи використано на державному підприємстві «Науково-виробничий комплекс газотурбобудування “Зоря-Машпроект”» при вирішенні проблеми очищення гальваностоків від іонів важких металів високовольтними електричними розрядами в реакторах з гранульованим металозавантаженням; впроваджено на приватному підприємстві (Харківська обл.) при розробці електророзрядного устаткування для отримання нановуглецевих матеріалів, які містять фулерени та наноалмаз; впроваджено на СП ТОВ «Мікасс – ДП» при створенні електророзрядного устаткування для отримання нановуглецевих матеріалів, що містять алмазоподібні фази; використовують у навчальному процесі підготовки бакалаврів, спеціалістів і магістрів за фахом «Техніка і електрофізика високих напруг» кафедри «Імпульсні процеси і технології» Національного університету кораблебудування ім. адмірала Макарова.
 |

 |