

ВІДГУК

Офіційного опонента на дисертаційну роботу

Строгонова Дмитра Вадимовича

«Отримання сферичних гранул і покриттів при плазмово-дуговому розпиленні струмопровідних дровових матеріалів»

представленої на здобуття наукового ступеня доктора філософії по галузі знань 13 «Механічна інженерія» за спеціальністю 132 «Матеріалознавство»

Актуальність теми дисертації

Інтенсивний розвиток порошкової металургії, адитивних технологій 3D друку металевих виробів вимагає створення нових матеріалів у вигляді сферичних гранул із складнолегованих сплавів, тугоплавких металів та інтерметалідів з заданим гранулометричним складом. Найбільш поширеними способами отримання таких гранул є технології газового розпилення розплаву та відцентрового плазмового розпилення. Проте попри наявність великої кількості переваг, ці технології мають ряд недоліків до яких слід віднести складність отримання гранул <100 мкм, закриті аргоніві пори та відносно низький коефіцієнт сферичності для газового розпилення розплаву та ін. Перспективним способом отримання сферичних гранул із заданим гранулометричним складом вважається технологія плазмово-дугового розпилення дровових матеріалів. До переваг цього способу слід віднести відносну простоту обладнання та наявність значної кількості режимних параметрів, завдяки яким можна впливати на гранулометричний склад у широких межах. Незважаючи на значну кількість досліджень у цьому напрямку практично відсутні дані щодо впливу технологічних та конструктивних параметрів процесу розпилення на сферичність, гранулометричний склад, технологічні властивості, хімічний та фазовий склад отримуваних гранул, у зв'язку з чим зазначений процес потребує проведення подальших досліджень. Тому, тема дисертаційної роботи, яка присвячена з'ясуванню особливостей процесів сфероїдизації і диспергування матеріалу у ході плазмово-дугового розпилення струмопровідних дровових матеріалів є досить актуальною.

Оцінка змісту та завершеності дисертації

У вступі обґрунтовано актуальність дисертації, сформульовано мету та завдання досліджень, відзначено наукову новизну та практичну цінність отриманих результатів. Надано інформацію щодо особистого внеску здобувача, та кількості публікацій, апробації результатів та наведено відомості щодо структури та обсягу дисертації.

У першому розділі проведено критичний аналіз основних способів отримання сферичних гранул за допомогою технологій плазмового та електродугового розпилення, зазначені переваги та недоліки згаданих способів. Наведені дані щодо практичного застосування плазмово-дугового розпилення струмопровідних дровових матеріалів та перспективності використання цього способу для отримання сферичних гранул із заданим гранулометричним складом та підвищеними вимогами до параметрів форми. На основі аналізу технологічних характеристик зазначеного процесу з'ясовано основні переваги даного способу. За результатами огляду основних методів отримання сферичних гранул з розплаву сформульована мета і завдання дисертаційної роботи.

У другому розділі наведено опис використаних у роботі матеріалів і обладнання. Для вивчення процесів сфероїдизації і диспергування матеріалу в процесі

плазмово-дугового розпилення струмопровідних компактних і порошкових дротів запропоновано методику досліджень, вибрано відповідне технологічне обладнання і на його основі створено лабораторний стенд для дослідження вказаних процесів, обрані матеріали для розпилення.

Третій розділ присвячено експериментальному дослідженню впливу технологічних і конструктивних параметрів процесу, типів плазмоутворювальних сумішей і середовищ, у яких проводиться процес, на розвиток процесів диспергування і сфероїдизації дротів різного хімічного складу, а також дослідженню процесів руху і твердіння гранул за допомогою засобів математичного моделювання. Встановлено основні технологічні і конструктивні параметри процесу, які значною мірою впливають на зміну гранулометричного складу гранул.

У четвертому розділі досліджено мікрометалургійні процеси, що протікають у ході плавлення і подальшого розпилення порошкового дроту, що складається зі сталевою оболонки та наповнювача із порошку алюмінію. Показано, що за допомогою зміни технологічних параметрів процесу розпилення можна регулювати хімічний і фазовий склад гранул і покриттів.

У п'ятому розділі наведено розробки технології плазмово-дугового розпилення струмопровідних дровових матеріалів на підставі виконаних експериментальних і теоретичних досліджень процесів сфероїдизації і диспергування матеріалу компактних і порошкових дротів.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірність і новизна

Під час виконання теоретичних досліджень процесу плазмово-дугового розпилення струмопровідних дровових матеріалів використані сучасні методи чисельного моделювання. Експериментальні дослідження виконані за методиками, що забезпечують високу достовірність отриманих результатів. Наукові положення та висновки, які зроблені за результатами дисертаційної роботи досить обґрунтовані та не суперечать сучасним уявленням щодо фізики процесів, що супроводжують плазмово-дугове розпилення порошкових дротів.

Основні наукові результати та їх наукова новизна

До результатів, які були отримані під час виконання дисертаційної роботи і мають наукову новизну можна віднести наступні положення:

- вперше експериментально доведено, що у ході плазмово-дугового розпилення сталевих струмопровідних компактних дротів діаметром (1,0...1,6) мм застосування супутнього потоку газу за умови витрати в діапазоні (48...60) м³/год., який обтискає плазмовий двофазний струмінь, дозволяє отримувати сферичні гранули із середнім діаметром (70...190) мкм. У випадку застосування дроту діаметром 1,0 мм кількість фракції гранул <70 мкм сягає 70 мас. %;

- вперше виявлено тенденцію до збільшення коефіцієнта сферичності гранул фракції (20...100) мкм під час плазмово-дугового розпилення струмопровідних компактних дротів з 0,67 до 0,83 за умови підвищення сили струму з 150 до 290 А і використанні аргону в якості плазмоутворювального газу (у разі використання гелію задані значення коефіцієнта сферичності можуть бути отримані на значеннях електричної потужності менших на (18...20) % порівняно із аргонном);

- вперше виявлено можливість отримання у ході плазмово-дугового розпилення струмопровідних порошкових дротів системи Fe-Al, виготовлених із металевої оболонки з алюмінієвим порошковим наповнювачем, сферичних гранул із середнім

розміром (125...170) мкм та коефіцієнтом сферичності (0,73...0,83) та покриттів, які в основному містять інтерметалідні фази Fe_3Al і FeAl ;

- вперше експериментально підтверджена можливість плазмово-дугового розпилення струмопровідного дроту за схемою «дріт-катод» (за умови використання плазмотрона із пустотілим мідним анодом) для отримання сферичних гранул із вмістом основної фракції (25...315) мкм до 90 % мас. та коефіцієнтом сферичності до 0,8.

Практичне значення отриманих результатів полягає у наступному:

- отримані результати теоретичних і експериментальних досліджень дозволили розробити технологію отримання сферичних гранул заданого гранулометричного складу із компактних і порошкових дротів різного хімічного складу для виготовлення об'ємних виробів складної форми за допомогою технологій 3Д друку та гранульної металургії;

- розроблено технологію нанесення покриттів із порошкового дроту, яка забезпечує щільну, практично однофазну структуру з підвищеними експлуатаційними характеристиками, де основною фазою є інтерметалід типу Fe_3Al ;

- розроблено новий промисловий плазмотрон із вдосконаленою конструкцією газорозрядної камери та покращеними масо-габаритними характеристиками, який забезпечує можливість роботи на підвищених струмових навантаженнях (до 500 А) та забезпечує більшу дисперсність розпилених гранул;

- розроблено дослідно-промислову установку для отримання сферичних гранул плазмово-дуговим розпиленням струмопровідних компактних і порошкових дротів;

- результати роботи використані під час організації серійного виробництва установки нового покоління для плазмово-дугового нанесення покриттів і розпилення струмопровідних дровових матеріалів та розробки дослідно-промислових технологій нанесення захисних прошарків під час отримання біметалічних зварних з'єднань «титан-сталь» та підвищення довговічності поверхонь нагріву сміттєспалювального обладнання.

Повнота викладення основних результатів дисертаційної роботи в наукових публікаціях та апробація роботи

Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел із 108 найменувань і додатків, до яких входять дві довідки щодо впровадження результатів роботи. Загальний обсяг роботи становить понад 179 аркушів без списку літератури і додатків. Результати роботи викладено у 14 наукових працях, із яких 8 - статті у наукових фахових виданнях України і періодичних виданнях іноземних держав, 2 з яких включені до міжнародної наукометричної бази даних SCOPUS. Основні положення і результати дисертації доповідались на 2 міжнародних науково-практичних конференціях та отримали позитивну оцінку наукової спільноти.

Зауваження по дисертації

- Завищений об'єм дисертації (180 стор. основного тексту не враховуючи літературу і додатки);

- робота присвячена двом різним технологіям. Для однієї технології гранули є кінцевим продуктом, а для другої – тільки одним із етапів технологічного процесу отримання покриття. У роботі не сформульовані вимоги до процесу сфероїдизації для кожної із згаданих технологій. А вони, мабуть, будуть різними і

різними будуть необхідні режимні умови сфероїдизації. Дослідження не спрямовані на оптимізацію цих умов через відсутність вимог до процесу;

- висновки по 1-му розділу носять анотаційний характер. Відсутній критичний авторський погляд на стан проблеми (а проблеми дві: нанесення покриття із дроту і отримання порошків). Задачі дослідження не є результатом критичного огляду стану їх вирішення іншими дослідниками;

- у ході планування експерименту (стор. 47) вибрані залежні параметри – струм дуги і швидкість подавання дроту;

- розділ 2, розділ 4 (пп.1, 2, 3, 4), розділ 5 (пп.1, 2, 3) – анотаційні висновки;

- запропонована нова конструкція плазмотрона, але відсутня будь-яка інформація щодо її основних енергетичних характеристик (не відома форма ВАХ, ККД та ін.) Не сформульовані вимоги до джерела живлення для розробленого плазмотрона, в тому числі до форми ВАХ джерела;

- основні висновки носять анотаційний характер.

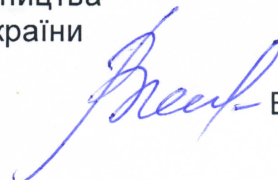
Загальні висновки по дисертації

Вказані зауваження не знижують загальної позитивної оцінки дисертації Строгонова Д.В. «Отримання сферичних гранул і покриттів при плазмово-дуговому розпиленні струмопровідних дровових матеріалів», яка є завершеною науковою працею та містить нові наукові та прикладні результати в галузі матеріалознавства та плазмової техніки, що розв'язують актуальне наукове завдання щодо дослідження особливостей процесів сфероїдизації і диспергування матеріалу у ході плазмово-дугового розпилення струмопровідних дровових матеріалів.

Дисертаційна робота за обсягом виконаних досліджень, новизною та науковою значимістю отриманих результатів та їх рівнем повністю відповідає вимогам Наказу Міністерства освіти і науки України №40 від 12 січня 2017 р. «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації», та вимогам, передбаченим пунктами (6-9) відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 12.01 2022 р. № 44, а її автор – Строгонов Дмитро Вадимович, заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 132 - Матеріалознавство.

Офіційний опонент:

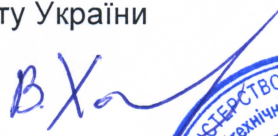
доктор технічних наук,
професор кафедри зварювального виробництва
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут
ім. Ігоря Сікорського»



Валерій ПАЩЕНКО

Підпис В.М. Пащенко засвідчую:

кандидат технічних наук,
Вчений секретар
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут
ім. Ігоря Сікорського»



Валерія ХОЛЯВКО

