

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Рибалкіна Євгена Олександровича «Розробка математичних моделей процесів електромагнітного впливу на рідкий метал при підводній дуговій зварці» подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.02 – математичне моделювання та обчислювальні методи

Актуальність теми дисертаційної роботи. .

Дисертаційна робота Рибалкіна Є.О. присвячена математичному моделюванню процесів підводного дугового зварювання та використанню побудованих моделей для дослідження і оптимізації технологій підводного зварювання із урахуванням вихрових струмів індукованих зовнішнім електромагнітним полем індуктора, основних параметрів фізичних властивостей зварювальних матеріалів, а також інших важливих параметрів, що впливають на процеси підводного зварювання. Актуальність теми даної роботи визначається потребами розв'язання теоретичних проблем підводного зварювання, а також із потребами розв'язання практичних задач оптимізації щодо підвищення якості підводного зварювання на будівництві установок для видобутку нафти і корисних копалин на морському дні, на будівництві портів і мостів тощо, із постійно зростаючими вимогами до якості та надійності зварних швів підводних металоконструкцій.

Розв'язання проблеми забезпечення високоякісного підводного зварювання у складних умовах наявності інтенсивного тепловідведення та великого тиску навколишнього середовища основане на використанні індукційних електромагнітних технологій безконтактної дії на рідкий метал. Побудована в дисертаційній роботі математична модель дозволила розв'язати задачу чисельної оптимізації процесів електромагнітного впливу на рідкий метал за оптимізаційними критеріями підвищення якості підводного зварювання.

Дослідження даної дисертаційної роботи є продовженням досліджень в Інституті проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України в рамках науково-дослідних робіт «Розробка теоретичних та алгоритмічних основ інтегральних комп'ютерних моделей дво- і тривимірного розподілу електромагнітних полів в електротехнічних приладах з рідким провідниками» (шифр «Імпульс-7», № ДР 0106U000153); «Розробка

інтегральних моделей електромагнітних полів металургійних агрегатів з електромагнітними перемішувачами рідкої сталі» (шифр «Струм», № ДР 0110U005973). Основні експериментальні дані одержані в Інституті електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України в рамках теми відомчого замовлення № ДР 0109U000980.

Теоретично і практично обґрунтована адекватність побудованих у дисертаційній роботі математичних і комп'ютерних моделей для оптимізації процесів електромагнітного впливу на рідкий метал при підводному дуговому зварюванні підтверджує актуальність теми дисертаційної роботи.

Обґрунтованість та достовірність отриманих наукових результатів.

Обґрунтованість та достовірність отриманих наукових результатів забезпечуються застосуванням теоретично обґрунтованих методів побудови та комп'ютерної реалізації адекватних математичних моделей, що знайшло підтвердження, зокрема, результатами апробацій на наукових конференціях та актом впровадження.

У вступі сформульовано мету та основні задачі роботи, вказано об'єкт та предмет дослідження, обґрунтовано актуальність роботи, зв'язок її з науковими програмами та темами, описано методи дослідження, наукову новизну отриманих результатів, їх апробацію та практичне значення одержаних результатів. У першому розділі аналізуються проблеми підводного мокрого зварювання, розглянуто фізико-металургійні аспекти проблеми підводного зварювання конструктивних сталей і показано, що підвищення якості підводного зварювання можна здійснити за допомогою зовнішнього електромагнітного впливу, забезпечуючи дегазацію зварювальної ванни активним перемішуванням.

У другому розділі розроблено математичні моделі розрахунку розподілу зварювального струму в рідкому металі при підводному дуговому зварюванні. Для цього методами теорії потенціалу система диференціальних рівнянь Максвелла зводиться до інтегральних та інтегрально-диференціальних рівнянь і далі розв'язується крайова задача для обчислення розподілу зварювального струму.

У третьому розділі побудовано математичні моделі електродинамічних процесів дугового зварювання з використанням зовнішньої електромагнітної дії. Отримано системи інтегральних та інтегро-диференціальних рівнянь, до розв'язання яких зводиться розрахунок густини вихрових струмів в масивних провідниках та струмів намагнічування на границі осердя.

У четвертому розділі приводяться результати чисельних експериментів із використанням побудованої математичної моделі для оптимізації процесів

електромагнітного впливу на рідкий метал при дуговому зварюванні із зовнішньою магнітною дією.

Отже, достовірність отриманих результатів забезпечуються коректною постановкою задач, коректним використанням математичного апарату, результатами практичного використання розроблених математичних моделей та програмних засобів, що підтверджується актом впровадження.

Наукова новизна отриманих результатів.

У дисертаційній роботі вперше розроблені тривимірні та вісесиметричні математичні моделі розподілу зовнішньої електромагнітної дії на рідкий метал при підводному дуговому зварюванні в інтегральній постановці. Виконано порівняльний аналіз сучасних чисельних методів для моделювання електромагнітних полів в пристроях з рідким провідниками та показані переваги використання математичного апарату інтегральних рівнянь над іншими. Побудовані моделі дозволили врахувати вплив струму і напруги в зварювальному ланцюзі і індукторі, а також вихрових струмів індуктованих зовнішнім електромагнітним полем індуктора, що забезпечило значне зменшення похибки обчислювальних експериментів.

Вперше встановлено, що величина електродинамічних зусиль при зварюванні на постійному струмі залежить тільки від величини індукції зовнішнього магнітного поля, а в разі синусоїдального зварювального струму електродинамічні зусилля і швидкість руху розплаву кардинально збільшуються і цим підтверджується, що зварка на змінному струмі під водою не забезпечує високу якість зварювального шву.

Розроблені математичні і комп'ютерні моделі процесів силового впливу на розплавлений метал в системі підводного дугового зварювання із зовнішньою електромагнітною дією дозволяють розв'язувати задачі оптимального вибору конструктивних параметрів і режимів якісного зварного з'єднання на різних глибинах.

Практична цінність дисертаційної роботи.

Наведені вище наукові результати є теоретичною основою пояснення електродинамічних процесів, що протікають в рідкому металі при підводному дуговому зварюванні із зовнішньою електромагнітною дією.

Отримані теоретичні і прикладні результати дисертаційної роботи у формі відповідних методів розрахунку вихрових струмів і електродинамічних зусиль упроваджені у відділі фізико-механічних досліджень зварюваності конструкційних сталей Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України і використовуються при

проектуванні індукторів для створення зовнішньої електромагнітної дії при дуговому зварюванні порошковим дротом. Розроблені математичні моделі, алгоритми і методики розрахунку дозволяють скоротити терміни підготовки виробництва нової продукції і понизити витрати на експериментальні дослідження, які можуть бути замінені моделюванням проєктованих пристроїв на ЕОМ.

Повнота викладення результатів дисертаційної роботи.

Основні результати, наведені в дисертаційній роботі опубліковані в 15 наукових працях, з них: 7 статей у фахових наукових виданнях, у тому числі 2 у журналах, що індексуються та реферуються у міжнародних наукометричних базах даних, 7 публікацій у матеріалах міжнародних та всеукраїнських конференцій; отримано 1 патент на винахід. Дисертаційна робота (обсягом 153 сторінки, включаючи 31 рисунок, 6 таблиць, список використаних джерел та додаток із актом впровадження) написана на належно високому науковому рівні. Текст дисертації є добре структурованим, розділи дослідження логічно впорядковані.

Опубліковані в авторефераті положення співпадають з основними положеннями дисертаційної роботи.

Зауваження по дисертаційній роботі.

Серед зауважень до дисертаційної роботи відзначимо:

- більше уваги бажано приділити дослідженню похибок обчислення оптимальних розв'язків за побудованими чисельними алгоритмами;
- бажано більш повно описати дані натурних спостережень у їх порівнянні з даними обчислювальних експериментів.

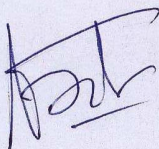
Наведені зауваження не знижують позитивного враження від дисертації і є лише побажаннями, які доцільно взяти до уваги у подальшій роботі.

Висновок

Вважаю, що автор дисертаційної роботи досяг поставленої мети у побудові та успішному практичному використанні адекватних математично-комп'ютерних моделей для оптимізації процесів електромагнітного впливу на рідкий метал при підводному дуговому зварюванні. Дисертаційна робота є завершеним самостійним науковим дослідженням, що повністю відповідає

вимогам ДАК МОН України до дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, які містяться у пп. 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», а її автор, Рибалкін Євген Олександрович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.05.02 – «математичне моделювання та обчислювальні методи».

Офіційний опонент
професор кафедри математичної фізики
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут»
доктор технічних наук, професор


 І.В. Бейко

Підпис проф. Бейка І.В. засвідчую

Взяний

секрет



 А. Мельниченко