

УДК 531.374

Павлюк П., ст. гр. МПс – 41

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЗВАРЮВАННЯ

Науковий керівник: к.т.н., доцент Паньків М.Р.

Pavlyuk P.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

MODELING OF WELDING PROCESSES

Supervisor: Pankiv M., Ph.D., Assoc. Prof

Ключові слова: модель, зварювання, деформація

Keywords: model, welding, deformation

Для моделювання зварювальних процесів широко застосовують комп'ютерне моделювання. Залежно від методів реалізації розрізняють аналітичні та алгоритмічні математичні моделі. В аналітичних математичних моделях вихідні та вихідні параметри пов'язані залежностями у вигляді аналітичних виразів. Вид аналітичного виразу для параметрів, що шукаються, дозволяє досліджувати фундаментальні властивості об'єкта, його якісну поведінку, будувати нові гіпотези про його внутрішньої структури. Проте можливості аналітичних методів суттєво обмежені рівнем розвитку відповідних розділів математики, і в більшості випадків їх застосування обмежено відносно нескладними моделями у вузькому діапазоні значень параметрів.

Алгоритмічні (комп'ютерні) математичні моделі знаходять більше практичне застосування і можуть бути числовими або імітаційними. При числовому моделюванні сукупність вихідних математичних співвідношень замінюється кінцевим аналогом. Це найчастіше досягається дискретизацією вихідних співвідношень, тобто переходом від функцій безперервного аргументу до функцій дискретного аргументу. Після дискретизації вихідного завдання виконується побудова обчислювального алгоритму. Знайдене рішення дискретного завдання приймається за наближене рішення вихідного математичного завдання. Ступінь наближення визначених за допомогою чисельного методу параметрів моделі залежать від наступних чинників:

- від похибок самого методу, пов'язаних із заміною вихідної моделі її дискретним аналогом;

- від помилок округлення, що виникають під час виконання комп'ютерних розрахунків та пов'язаних з кінцевою точністю подання чисел.

Основною вимогою до обчислювального алгоритму є його збіжність, тобто. можливість отримання рішення вихідного завдання із заданою точністю за визначеним числом кроків. Питаннями розробки та використання чисельних методів, а також побудови на їх основі обчислювальних алгоритмів займається обчислювальна математика. Імітаційне моделювання полягає у створенні деякого алгоритму, що моделює поведінку складної системи з урахуванням взаємодії один з одним складових її елементів. Суть імітаційного моделювання зазвичай полягає не так в отриманні рішення будь-якої певної задачі, скільки в отриманні інструменту дослідження та прогнозування поведінки складної системи при різних комбінаціях керуючих параметрів.

Математична модель – це еквівалент об'єкта, який відбиває у математичній формі найважливіші його властивості, яким він підпорядковується, зв'язки, якими наділені його складові частини.

Математична модель розробляється на шляху модель-алгоритм-програма.

Основні етапи математичного моделювання:

1. Побудова моделі. На першому етапі задається об'єкт на дослідження.
2. Розв'язання математичного завдання. На цьому етапі проводиться розробка алгоритмів та чисельних методів вирішення задачі.
3. Інтерпретація одержаних результатів з математичної моделі. Наслідки, виведені з моделі мовою математики, інтерпретуються на мову, прийнятій у цій галузі.
4. Перевірка адекватності моделі. На цьому етапі з'ясовується, чи узгоджуються результати експерименту з теоретичними наслідками моделі в межах певної точності.
5. Модифікація моделі. На цьому етапі проводять спрощення моделі для досягнення практично прийняттого рішення.

Математичне моделювання процесів зварювання охоплює такі сфери:

1. Пряме та зворотне математичне моделювання та оптимізацію зварювальних процесів. Проводиться розробка алгоритмів, математичних моделей процесу зварювання та комп'ютерних програм. Вирішення цієї задачі дозволяє визначити оптимальні режими зварювання.

2. Теорію зварювальних деформацій та напружень. Проводиться розробка механічних моделей та алгоритмів, розв'язання задач теорії термопластичності методом кінцевих елементів, методом зменшення тимчасових та залишкових деформацій та напружень. Будь-яка зварювальна операція, пов'язана з нагріванням, неминуче призводить до зміни форми конструкції та виникнення в ній тимчасових та залишкових деформацій. Розв'язання даних завдань дозволяє визначити, які напруження та деформації виникнуть у конструкції при даній технології зварювання залежно від параметрів зварювання.

3. Теплові процеси при зварюванні. Дозволяє провести розв'язання задач теплопровідності аналітичними та чисельними методами та визначити, як розподіляється тепло при зварюванні у виробі, тому що від цього залежить форма зварного шва, розміри зони термічного впливу, тимчасові та залишкові деформації та напруження в металі в критичному діапазоні температур, коли відбуваються структурні перетворення.

4. Дифузійні процеси при зварюванні. Проводиться розробка фізико-математичних моделей, аналіз хімічної мікро- та макронеоднорідності зварних з'єднань. Математичне моделювання дифузійних процесів дозволяє визначити перерозподіл хімічних елементів при зварюванні шва, що викликає зміну механічних характеристик зварного шва.

5. Металургія зварювання. Проводиться моделювання плавлення та затвердіння металу шва, фазові перетворення у твердому стані, прогнозування властивостей різних зон зварного з'єднання. Сприяє підбору найбільш раціонального режиму зварювання, визначенню його послідовності, оптимальної температури нагріву.

Математичне моделювання дозволяє отримати режими зварювання, які будуть гарантовано відповідати всім вимогам щодо механічних властивостей та структури металу у всіх зонах зварного з'єднання, що скорочує час, витрачений інженером на розрахунки, дозволяє більш точно визначати режими зварювання, допомагає уникнути помилок при проектуванні, дозволяє автоматизувати процес розрахунків, знижуючи працю інженера-зварювальника. Математичне моделювання незамінне у випадках, коли проведення великої кількості експериментів економічно недоцільно, або неможливо. Математичне моделювання дозволяє звести до мінімуму витрату ресурсів виробництва, за збереження якості продукції і тим самим допомагає створити більш економічну технологію.