

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ПРУЖНО-ПЛАСТИЧНОГО ДЕФОРМУВАННЯ ПРИ ДІЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ

Лавінський Д.В.

Національний технічний університет „ХПІ”, м. Харків

Велика кількість пристроїв сучасної техніки піддаються впливу високо інтенсивних електромагнітних полів. Наявність електромагнітного поля призводить до виникнення пондеромоторних сил, які, в свою чергу, викликають деформування конструкцій. Даний факт може призводити до втрати працездатності конструкцій. З іншого боку пондеромоторні сили можуть бути використані для обробки металів тиском, коли на металеву заготовку діють імпульсні електромагнітні поля. Такий клас технологічних процесів відомий як магнітно-імпульсна обробка металів (МІОМ). В обох випадках задачі аналізу напружено-деформованого стану (НДС) за наявності електромагнітного поля є досить актуальними та важливими. Постановка задачі пружно-пластичного деформування системи взаємодіючих тіл за наявності електромагнітного поля містить наступні рівняння: Рівняння рівноваги із об'ємними пондеромоторними силами (або рівняння руху із урахуванням сил інерції), фундаментальна система рівнянь Максвелла (для знаходження розподілу електромагнітного поля у тілі, яке розглядається), рівняння нестационарної теплопровідності, фізичні співвідношення для механічних напружень та деформацій, та для компонентів електромагнітного поля, геометричні співвідношення для переміщень та деформацій, контактні умови на границях взаємодії, граничні умови та початкові умови. Повна деформація складається з пружної, пластичної та температурної. Зв'язок між пружними деформаціями та напруженнями відповідає закону Гука, зв'язок між пластичними деформаціями та напруженнями відповідає теорії пластичної течії із умовою Мізеса (початку пластичності). Далі задача зводиться до варіаційної постановки (на основі принципу мінімуму потенційної енергії пружної деформації) та формулюється відносно переміщень, які співвідношеннями Коши зв'язані із пружними деформаціями. Відповідно, складові пластичної та температурної деформації дають внесок як додаткові роботи. Подібним чином фундаментальна система рівнянь Максвелла зводиться до відповідної системи інтегральних рівнянь відносно густини струму. Далі задача розв'язується методом скінченних елементів. Для побудови скінченно-елементної моделі використовувався плоский восьми вузловий скінченний елемент із квадратичною апроксимацією переміщень. Контактні явища моделюються шляхом введення спеціальних шарів контактних елементів.