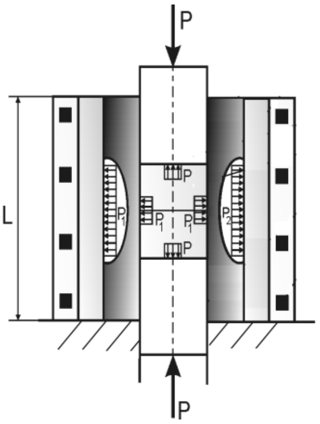
ДЕФОРМУВАННЯ СКЛАДЕНИХ ПРЕС-ФОРМ ПРИ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОМУ ПРЕСУВАННІ НАГРІТИХ ПОРОШКІВ НАДМІЦНИХ МАТЕРІАЛІВ

Лавінський Д.В., Морачковський О.К.
Національний технічний університет «Харківській політехнічний інститут», м. Харків

Актуальність теми визначено тим, що взаємодія електромагнітного поля (ЕМП) з електропровідними тілами приводить до їх руху або деформації, а також, у наслідок закону Джоуля-Ленца про тепловиділення при протіканні електричного струму, до виникнення джерел тепловиділення, які призводять до змін у температурному полі тіла. При цьому рівні енергії ЕМП можуть бути настільки значними, що зміна температурного поля призведе до незворотної деформації або руйнування конструктивних елементів електрофізичних установок. Ефекти тепловиділення при протіканні електричного струму застосовуються у технологічних цілях. Інтенсивне тепловиділення є умовою проведення технологічних операцій магнітно-імпульсної обробки матеріалів (МІОМ). У процесах компактування порошкових сполук надміцних матеріалів нагрівання заготовки є необхідним елементом технологічного процесу.

У дослідженнях застосовано сучасний підхід, що спирається на використанні методу скінчених елементів (МСЕ). Використання МСЕ дозволило із великим ступенем наблизити до реальних умов при моделюванні геометрії конструкційних елементів, умов контактної взаємодії, а також врахувати особливості поведінки матеріалів. Наприклад, враховано залежність механічних та електрофізичних властивостей від температури.



На рисунку надано розрахункову схему прес-форми разом із багатовитковим індуктором. Із застосуванням МСЕ здійснено аналіз деформування складених прес-форм, призначених для електромагнітного пресування нагрітих порошків надміцних матеріалів, та визначені експлуатаційні межі застосування прес-форм конкретних типів. Аналіз деформування прес-форм виконано зі спільним розгляд «інструменту» (індуктор) циліндр з ВВКМ і «заготовки» – порошку і графітового циліндру-вкладиш. Процес пресування порошку має три етапи: вільне осадження порошку, пружне деформування пористого тіла, пружно-пластичне (формозміна) деформування пористого тіла. ***Етап вільного осадження порошку*** призводить до незначного силового впливу на «інструмент». Аналіз ***пружного деформування*** розпадається на три незалежні процеси пошуку вузлових значень: векторного магнітного потенціалу, температури і вектора переміщень. Зв'язок задач обумовлюється наявністю електромагнітних сил, які визначено відповідно до принципу віртуальної роботи, а також джерел тепловивільнення. При розгляді **пружно-пластичного деформування** мав місце ітераційний процес, на кожній ітерації якого розв'язувалась квазіпружна задача.