

УДК 621.365.5

Яримбаш С.Т.¹, Килимник І.М.,² Руренко Б.В.³

¹ канд. техн. наук, проф. НУ «Запорізька політехніка»

² канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

³ студ. гр. Е-910м НУ «Запорізька політехніка»

**ОСОБЛИВОСТІ КОНФОРМНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ
РОЗРАХУНКОВОЇ ОБЛАСТІ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ
«ІНДУКТОР ЗАХОДУ–МУНДШТУК–ІНДУКТОР КАЛІБРУ»**

Для модернізації системи управління температурними режимами пресування графітових виробів необхідно забезпечити високу швидкість при реалізації теплової моделі технологічної системи «індуктор заходу–

мундштук – індуктор калібру». Зазначена системи є просторовою багатокомпонентною системою, яка має складну 3D геометричну модель. Тому актуальними стають питання зменшення розмірності геометричної моделі з 3D до 2D із відповідними перетвореннями для рівнянь теплопровідності.

Метою роботи є розробка спрощеної геометричної моделі для системи «індуктор заходу–мундштук–індуктор калібру» засобами конформних перетворень для скорочення часу числової реалізації математичної моделі теплових процесів пресування заготовок графітових виробів.

Індуктори заходу і калібру мають форму порожнистих циліндрів. Зовнішні поверхні мундштука пресу також є циліндричними. Проте внутрішні робочі поверхні мундштука мають змінну форму контуру у вертикальних перерізах, кругову – на заході до мундштука і квадратну – на виході з його калібру.

З урахуванням вказаних особливостей геометричної будови мундштука пресу запропоновано застосувати метод конформних перетворень. У відповідності до даного методу має визначатися конформне відображення площини xOy на площину площини uOv . Це відображення дозволить замість контуру змінної форми у вертикальних перерізах внутрішньої поверхні мундштука перейти до контурів сталої форми, що буде відповідати контурам його зовнішніх поверхонь.

Для відображення контуру з характерним розміром r на полюс запропоновані конформні перетворення:

$$\omega(Z) = u + iv, \quad Z = x + iy,$$

$$\begin{cases} x(u, v) = 1,75 \cdot r \cdot \left[(\cosh(v) + \sinh(v)) \cdot \cos(u) + \right. \\ \left. + \frac{1}{6} \cdot (\sinh(3v) - \cosh(3v)) \cdot \cos(3u) \right], \\ y(u, v) = 1,75 \cdot r \cdot \left[-(\cosh(v) + \sinh(v)) \cdot \sin(u) + \right. \\ \left. + \frac{1}{6} \cdot (\sinh(3v) - \cosh(3v)) \cdot \sin(3u) \right]. \end{cases}$$

і додаткові координатні перетворення виду:

$$\eta(v, z) = \frac{v - v_1(z)}{v_2(z) - v_1(z)},$$

$$\begin{cases} v_1(z) = (v_3 - v_1) \cdot \frac{0.5 - \operatorname{erf}(z - 1.65H_2)}{0.9}, \\ v_2(z) = v_2 + (v_4 - v_2) \cdot [0.5 + 25 \cdot \operatorname{erf}(z - H_3)] \end{cases}$$

На основі наведених співвідношень конформних відображень і координатних перетворень геометричні і теплові моделі у 3D просторі с координатами (x, y, z) будуть відображатися на простір з координатами (u, v, z) таким чином, щоб проєкціями теплових потоків на напрямки Ou можна було знехтувати. За такої умови замість 3D нестационарної моделі нестационарної теплопередачі можна перейти до моделі нестационарної теплопередачі у 2D просторі.

Застосування методу кінцевих елементів для числової реалізації моделі у 2D просторі дозволяє майже у 3 порядки скоротити час обчислень температур на робочій поверхні мундштука у порівнянні з 3D моделюванням, бо часом для розрахунку зворотних конформних перетворень можна знехтувати.