

УДК 678.02:621.365

Задоя Н.О.

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

ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ МЕТОДИК РОЗРАХУНКУ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ ПРИ ЗАТВЕРДІННІ СКЛОПЛАСТИКІВ

Розглянемо область застосування методик розрахунку з прикладу циліндра. Є два розв'язання задачі про поширення тепла в циліндрі, що опромінюється електронами: точне рішення, отримане методом поділу змінних та наближене рішення. Необхідно встановити, за яких значеннях фізико-геометричних параметрів дані рішення збігаються із заданою точністю, а за яких – ні. Оскільки число фізико-геометричних параметрів досить велике (більше 10), для спрощення поставленого завдання є сенс звернутися до теорії подоби.

Методи теорії подібності дають можливість на основі аналізу крайового завдання перейти від звичайних фізичних величин до безрозмірних величин – комплексів.

Визначимо ті безрозмірні величини, які відповідають випадку нестационарної теплопровідності за наявності внутрішніх джерел теплоти, тобто умов нагрівання циліндра гальмами електронами. Для цього, перш за все, необхідно призвести до безрозмірного вигляду основне диференціальне рівняння теплопровідності.

Оскільки в основне диференціальне рівняння температура входить лише під знаком похідної, відлік температури можна вести від будь-якої фіксованої для цього процесу температури T . Оскільки в нас задана початкова температура T_0 , то цю температуру виберемо як T^* . Для переходу до безрозмірних параметрів необхідно встановити масштабну різницю температур $v_0 = T^* - T^*$, для чого необхідно мати крім фіксованої температури T^* ще іншу фіксовану температуру T^* . Температура довкілля як такий параметр не підходить, оскільки вона майже завжди приймається рівною T_0 . Оскільки у постановці нашої задачі другої фіксованої температури немає, поставимо її штучно, поклавши $T^* = T_0 + 100$.

В рішення крім безрозмірної температури та безрозмірних просторових координат входять також безрозмірні статечні комплекси, складені з різномірних фізичних величин. Такі комплекси – це критерії подібності. Введемо безрозмірні параметри: $h = (r_2 - r_1)/r_1$ – безрозмірну товщину циліндра і $h_p = r \cdot r_1$ – безрозмірну товщину матеріалу, де потік електронів зменшується в e раз. Граничним умовам третього роду відповідає безрозмірний комплекс, який називається числом Біо. Оскільки α_1 та α_2 різні, необхідно ввести два числа Біо, одне для внутрішньої, а інше – для зовнішньої поверхні циліндра. Число Біо характеризує зв'язок між полем температури у твердому тілі та умовами тепловіддачі на його поверхні.

Для порівняння наближеного та точного рішень необхідно виробити критерії порівняння. Для порівняння двох функцій $f(x)$ та $\varphi(x)$ широко застосовуються два способи. Це порівняння за нормою Чебишева та порівняння за нормою Гільберта. Спочатку за формулами обчислюються наближені значення температури на стаціонарному процесі в моменти входу в ділянку опромінення та в момент виходу з нього. Потім визначається номер обороту циліндра, починаючи із якого процес можна вважати стаціонарним. Далі визначаються моменти часу, при яких на n -му обороті відбувається для заданої точки вхід у ділянку та вихід із ділянки опромінення та для цих моментів обчислюється точне рішення як функція температури товщини циліндра. Знаходиться середнє значення цієї функції, із якою порівнюється наближене рішення. Крім того, шляхом порівняння середнього значення та значень температури на зовнішній та внутрішній поверхнях циліндра визначається розмах коливань.