УДК 004.942:622.691.4.052.012.002.51

Л. М. Заміховський, д.т.н, проф., С. Я. Петрів, асис.

ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ ДІАГНОСТИЧНОЇ МОДЕЛІ РЕГЕНЕРАТОРА ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНОГО АГРЕГАТУ З ВИКОРИСТАННЯМ АПАРАТУ ОБЕРНЕНИХ ЗАДАЧ

Один із вагомих факторів, що спричиняє забруднення довкілля є несправний стан теплообмінного апарату газоперекачувального агрегату (ГПА). **Актуальність** побудови математичної діагностичної моделі регенератора газоперекачувального агрегату з використанням апарату обернених задач полягає в тому, що вчасна діагностика регенераторів за допомогою відомого розподілу температури, що полягає у визначенні місця дефекту в досліджуваному елементі дозволить покращити не тільки екологічний стан, але й збільшити ККД ГПА [1].

Постановка задачі. Для побудови математичної моделі процесу теплообмінну в секції регенератора використовуються технології розв’язання обернених задач теплообміну [2]. Обернені задачі, як правило, є некоректно поставленими, їх розв’язок визначається неоднозначно та є нестійким відносно малих збурень. Тому необхідно запропонувати алгоритми регуляризації некоректно поставлених задач теплообміну.

Розв’язок вказаної задачі може бути здійснений з використанням методів математичного моделювання процесу поширення тепла та апаратних методів визначення температури площі поверхні регенератора. Розглянемо математичну діагностичну модель визначення стану матеріалу регенератора на основі даних про поширення тепла в ньому, які визначаються експериментально.

Відновлення температурного поля буде використовуватися для задачі моделі теплопровідності в двовимірній прямокутній області $V = \left\{ \left(x,y \right), 0 \le x \le L_x,; 0 \le y \le L_y \right\}$. Основним рівнянням є двовимірне рівняння теплопровідності:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}\left(a\left(x,y,t \right)\frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(a\left(x,y,t \right)\frac{\partial T}{\partial y} \right) \quad (1)$$

Задача відновлення температурного поля на області V є некоректною, для регуляризаціїї її використовуємо найбільш вживаний метод інтерполяційних бікубічних сплайнів [3], однак в даному випадку цей метод є ускладненим в реалізації через те, що складно визначити та задати крайові умови: апроксимація даних (2) бікубічною функцією.

В тому випадку, коли кількість вузлових точок не дорівнює 16, поле температур можна апроксимувати одержаною з гармонічної функції:

$$u\left(x,y \right) = D\left(x^3 - 3xy^2 \right) + G\left(y^3 - 3x^2 y \right) + J\left(x^2 - y^2 \right) + Mxy + Nx + Py + R, \quad (2)$$

При використанні якої невідомі коефіцієнти в (2) знаходяться за методом найменших квадратів:

$$\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{M}\left(T_{ij} - u\left(x_i ; y_j \right) \right)^2 \to min \quad (3)$$

Шляхом розв’язку системи, що характеризує необхідні умови екстремуму. Умова (3) може бути записана у наступному вигляді: перетворюючи координати вузлових точок $\left(\mathrm{x_i ; y_j} \right)$, а температуру в цій області $T = T_i$, одержуємо:

$$\sum_{i=1}^{N_x M}(T_i - D(x_i^3 - 3x_i y_i^2) - G(y_i^3 - 3x_i^2 y_i) - J(x_i^2 - y_i^2) - Mx_i y_i - Nx_i - Py_i - R)^2 \to \min \quad (4)$$

В такому випадку для визначення коефіцієнтів D, G, J, M, N, P, R записуємо їх у вигляді системи рівнянь, яка розв’язується за методом Гауса.

Висновки та рекомендації. Для реалізації методики розв’язання оберненої задачі теплопровідності елементів конструкції газоперекачувального агрегату проведено відновлення температурного поля за відомим значеннями на деякій множині точок, а також використано алгоритм регуляризації вказаних некоректних задач.

Список літературних джерел:

1. Заміховський Л.М. Математическое моделирование процесса теплообмена в регенераторе газоперекачивающего агрегата с использованием аппарата обратных задач. – Л. М. Заміховський, С. Я. Петрів – Харків: Науковий журнал «ScienceRise», №4/2 (9) 2015. – 49-53 с.

2. Коздоба Л.А. Методы решения нелинейных задач теплопроводности. – Л.А.Коздоба, – М.: Наука, 1975 . – 170 с.

3. Тихонов А.Н. Методы решения некоректных задач. – А.Н. Тихонов, В.Я. Арсенин – М.: Наука, 1979. – 285 с.