

**О. П. Губарев, д.т.н., професор,  
К. О. Бєліков, асистент**

*Національний технічний університет України «КПІ»*

## **ПРОГНОЗУВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛОГІДРАВЛІЧНОГО МОДУЛЯ ШЛЯХОМ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ**

Теплогідравлічний модуль є головною рушійною ланкою теплового гідроприводу позиціонування приймача геліостанції. Робота модуля ґрунтується на тепловому розширенні рідини, яке сприймається пружним елементом - сильфоном. Вихідною характеристикою модуля є величина ходу штоухача, яка залежить від кількості підведеної теплової енергії до модуля, конструктивних параметрів камери розширення та теплофізичних властивостей рідини [1]. Кількість енергії, яка підводиться до модуля залежить від рівня інсоляції, часу її концентрації на теплопровідному елементі та погодних умов. Також, максимальний час підведення теплової енергії до модуля залежить від розмірів теплового вікна.

$$Q = f(E, \Psi),$$

де  $E$  – рівень інсоляції;  $\Psi$  – кут чутливості модуля, який визначає розміри теплового вікна.

Вхідним сигналом для модуля є потужність теплового потоку, що підводиться до теплового вікна (рис. 1).

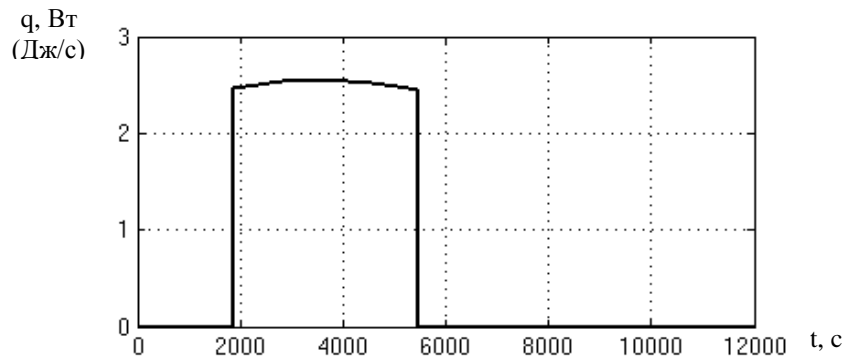


Рисунок 1 – Потужність теплового потоку, який підводиться до теплового вікна модуля

За значенням кількості підведеної теплоти визначається зміна температури теплопровідного елемента з урахуванням теплообміну між складовими модуля. Знайдена зміна температури теплопровідного елемента  $\Delta T_{TE}$  приймається в розрахунок теплообміну з рідиною в камері розширення:

$$q_{RR} = \alpha \cdot (T_{TE} - T_{RR}) \cdot F_{TE},$$

де  $\alpha = f(Nu)$  – коефіцієнт теплопередачі від теплопровідного елемента до робочої рідини;  $T_{RR}$  – температура рідини в камері розширення;  $F_{TE}$  – площа теплопередачі.

Основна кількість теплоти від теплопровідного елемента передається рідині через вільну конвекцію. При цьому значення зміни температури пограничного шару на внутрішній поверхні теплопровідного елемента приймається рівним  $\Delta T_e = 0,3 \cdot \Delta T_{TE}$ . Зміна температури рідини приймається в розрахунок втрат теплоти рідиною через стінку камери розширення, з урахуванням об'єму рідини, яку було нагріто до температури  $T_e$ . За результатами моделювання об'єм нагрітої рідини склав 30% від основного об'єму камери. В якості робочої рідини розглядався метиловий спирт.

За значенням кількості теплоти переданої при конвективному теплообміні рідині розраховується середньоінтегральна зміна температури рідини в камері розширення (рис. 2).

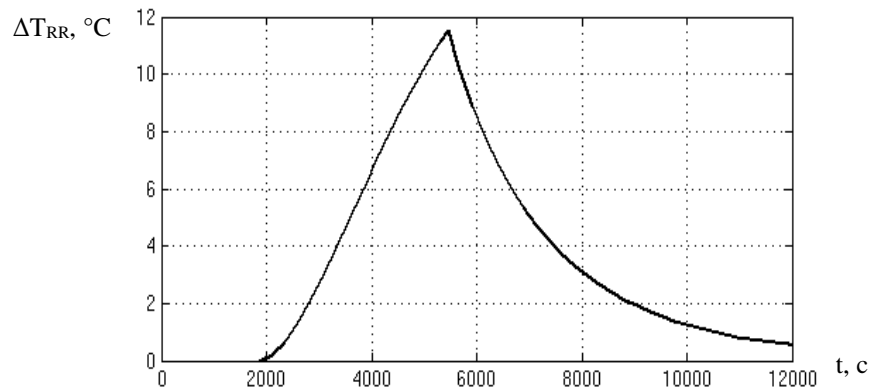


Рисунок 2 – Характеристика середньоінтегральної зміни температури рідини в камері розширення за результатами моделювання

Відповідно характеристиці зміни температури рідини в камері розраховується зміна об'єму рідини внаслідок теплового розширення:

$$\Delta W(T_{RR}) = \beta \cdot W_k \cdot \Delta T_{RR},$$

де  $\beta$  – температурний коефіцієнт об'ємного розширення рідини;  $W_k$  – об'єм камери розширення.

Хід штовхача модуля визначається як відношення зміни об'єму рідини в камері до ефективної площі сильфону (рис. 3).

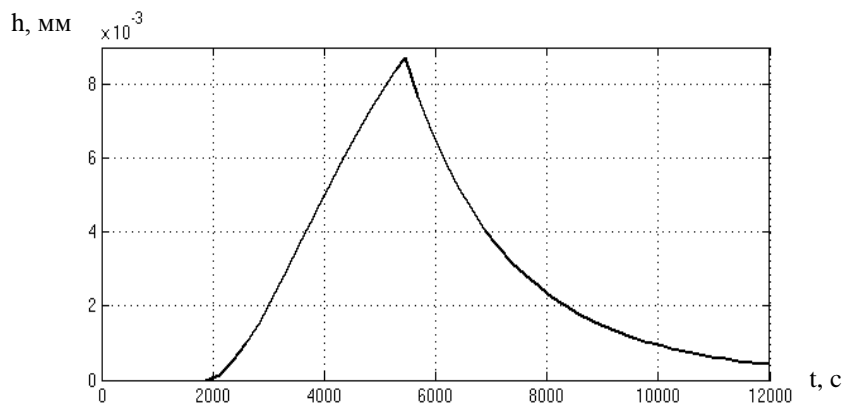


Рисунок 3 – Хід штовхача за результатами моделювання при ефективній площі сильфону  $F_{\text{еф}} = 8 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$

Характеристики ходу штовхача для різних проміжків часу і значень інсоляції в період експлуатації приводу позиціонування приймача використовуються для прогнозування вихідних характеристик приводу, попередньої оцінки точності позиціонування та уточнення кутів розміщення модулів приводу.

### Література

1. Губарев О.П. Thermal hydrolic actuator (Тепловий гідравлічний привод) / О.П. Губарев, О.С. Ганпанцурова, К.О. Беліков // Вісник машинобудування Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут".- НТУУ "КПІ", Київ, – 2013, №67.