

УДК 62-84

Беліков К.О., Ганпанцурова О.С., к.т.н., Кузнєцов А.В., Губарев О.П., д.т.н.,
проф.,
НТУУ "КПІ", м. Київ, Україна

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ МОДУЛЯ ТЕПЛООВОГО ГІДРОПРИВОДУ

Для теплового гідроприводу позиціонування приймача геліостанції, виконаного за схемою аксіальної гідромашини машини (рис.1), взаємодія вихідної ланки модуля із профільованим диском визначається типовими, для

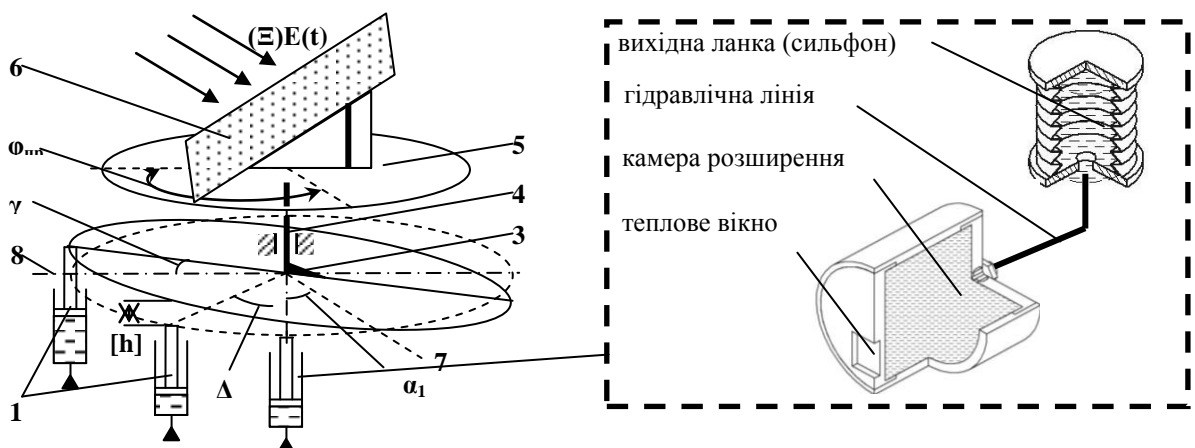


Рис. 1 – Схема аксіального теплового гідроприводу позиціонування приймача:

1 – вихідні ланки модулів; 3 – кулачковий механізм з профільованим диском; 4 – вісь повороту; 5 – поворотна платформа; 6 – сонячна панель; 7 – початковий азимутальний кут відліку; 8 – зенітний азимутальний кут; γ – кут нахилу похилого диска;
 α_1 – азимутальний кут розташування сильфона першого модуля; $\Delta\alpha$ – кутовий крок між модулями; $[h]$ – запас ходу (холостий хід) сильфона

аксіальної машини, залежностями. Основний вплив на вихідну характеристику приводу мають термодинамічні процеси, які відбуваються в кожному модулі в період підведення променевої енергії до теплового вікна та під час періоду охолодження.

Теплогідролінійні модулі у складі приводу не тільки виконують роботу повороту профільованого диска, але й виступають у ролі датчиків рівня вхідної енергії. Позиціонування приймача виконується відповідно найбільш нагрітого

модуля, на основі різниці вхідної енергії для кожного модуля. Алгоритм роботи приводу реалізується через конструкцію приводу, що обумовлює велику кількість факторів впливу на вихідні характеристики приводу. Для вибору раціональних параметрів модуля та передатного вузла приводу було створено логіко-функціональну модель. Для перевірки адекватності моделі відносно функціонування модуля, в періоді підведення теплової енергії та охолодження, було проведено експериментальне дослідження модуля.

За результатами експериментів були отримані характеристики розподілу температур в осьовому перерізі камери (рис.2). Також, отримана характеристика переміщення вихідної ланки (рис.3). За отриманими характеристиками було встановлено, що розподіл температур у верхній частині камери розширення, відносно нижньої, більший за значенням. Також, встановлено, що через деякий час після закінчення підводу теплової енергії до камери (5...10 хв) рівень температур зрівнюється. Це пов'язане з різницею між тепловими потоками у верхній і нижній частинах камери.

Різниця між температурними напорами у верхній і нижній частинах камери пояснюється нерівномірним розподілом нагрітої рідини в об'ємі камери. Питоме відхилення температури рідини відносно температури верхньої частини камери визначалося за аналітичною залежністю:

$$\partial T_{RR} = \left(\frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\alpha \Delta T_2}{c \cdot L \cdot \rho} - \frac{\lambda \cdot (\Delta T_4 - \Delta T_6)}{x^2 \cdot c \cdot \rho} \right) \cdot \frac{\delta^2 \cdot c \cdot \rho}{\lambda},$$

де c – теплоємність матеріалу камери; ρ – густина матеріалу камери; L –

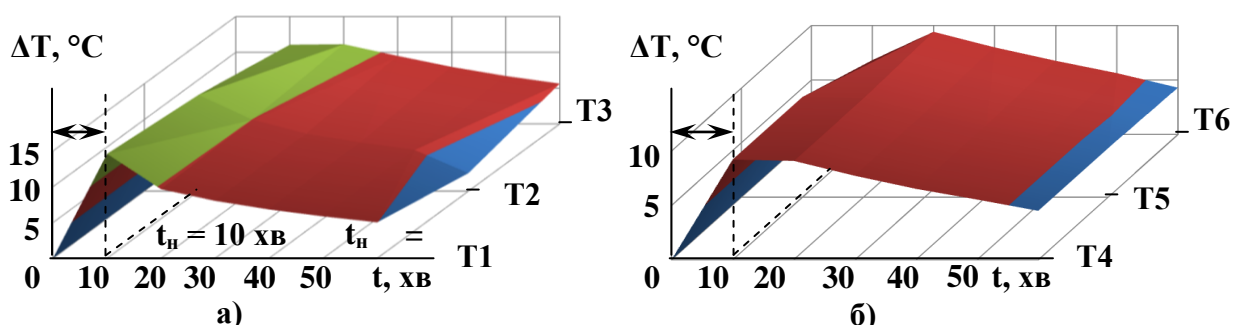


Рис.2 - Залежність приросту температури у контрольних точках (відповідно рис. _) модуля в період підведення теплового потоку (t_n) та охолодження (10...60 хв): а) – верхня частина перерізу; б) нижня частина перерізу

довжина камери; x – відстань між точками, в яких контролювалась температура камери; $\partial T/\partial t$ – швидкість приросту температури T_1 ; α – коефіцієнт тепловіддачі у зовнішнє середовище; δ – товщина стінки камери; λ – коефіцієнт теплопровідності матеріалу камери.

Результати розрахунку показали, що температура у верхніх шарах рідини близька за значенням до середньої температури у верхньому перерізі камери. Відхилення складає менше 1° .

За отриманими результатами експериментів та відомою характеристикою зміни приросту об'єму рідини в камері за рахунок теплового розширення було проведено порівняльний аналіз. В ході аналізу було виявлено, що відхилення між експериментальними та теоретичними значеннями приросту об'єму рідини, які отримані відповідно середньому значенню температури рідини у верхній частині гільзи складають приблизно 40%. Це свідчить про те, що нагріта рідина

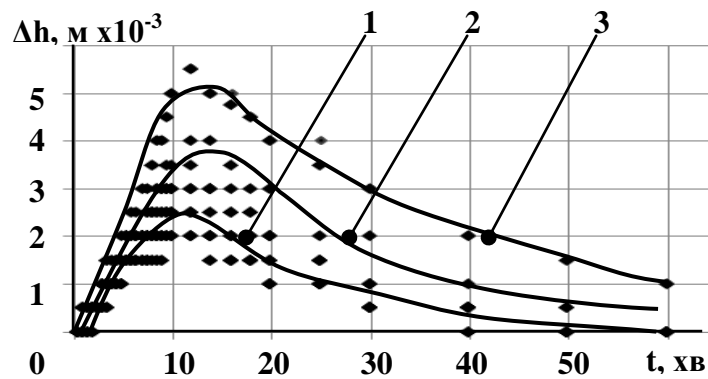


Рис.3 - Залежність ходу штовхача від часу в період підведення теплового потоку (0 ... 10 хв) та охолодження модуля (10 ... 60 хв) для температур оточуючого середовища: 1 - $T_{o.c.} = 15^\circ\text{C}$; 2 - $T_{o.c.} = 20^\circ\text{C}$; 3 - $T_{o.c.} = 25^\circ\text{C}$

займає менше 60% об'єму камери. В ході модельних експериментів було встановлено, що об'єм рідини, в якому відбувається конвективний теплообмін при підведенні теплової енергії на постійному рівні, має постійне значення і складає близько 40% від об'єму камери. Збільшення об'єму, який займає нагріта рідина, з 40% до 60% пояснюється теплопровідними процесами в рідині та узгоджується за тривалістю періоду зрівноваження теплових потоків у верхній та нижній частинах камери.



*Міжнародна науково-технічна конференція "Гідроаеромеханіка в інженерній практиці"
Секція 2
"Гідропневмоприводи системи механотроніки"*