

# CALCULUL VARIAȚIEI TEMPERATURII LICHIDULUI HIDRAULIC DINTR-UN SISTEM DE DISIPARE A ENERGIEI SEISMICE

## THE CALCULATION OF THE HYDRAULIC FLUID TEMPERATURE VARIATION IN A SEISMIC ENERGY DISSIPATION SYSTEM

**Cristian-Traian DICIANU**

inginer - Universitatea Tehnică de Construcții București – Facultatea de Utilaj Tehnologic,  
Romania; e-mail: cdicianu@yahoo.com

**Rezumat:** În cadrul proceselor de disipare fluidică a energiei seismice, transmiterea energiei hidraulice are, ca și una dintre consecințe, generarea de pierderi prin frecare. Aceste pierderi de energie prin frecare se transformă în căldură, care este, la rândul său, preluată de lichidul de lucru. [1] În aceste condiții, în timpul proiectării unui sistem de acționare hidraulică, pentru asigurarea unor condiții optime de funcționare a acestuia, trebuie evaluat cu atenție bilanțul termic și, unde se impune, trebuie luate măsuri adecvate pentru menținerea temperaturii în limite acceptabile, prin folosirea de soluții optime pentru evacuarea căldurii din sistem. [2]

**Cuvinte cheie:** precese de disipare, energie seismică, acționare hidraulică.

**Abstract:** In the process of fluidic seismic energy dissipation, hydraulic energy transmission has, as one of the consequences, the engendering of frictional losses. This energy loss is converted to heat through friction, which is, in turn, taken up by the working fluid. [1] Accordingly, when designing a hydraulically driven system, should be carefully assessed the heat balance, to ensure optimal functioning, and, where necessary, appropriate measures should be taken to maintain the temperature within acceptable limits, using optimum solutions for dissipation of the heat from the system. [2]

**Keywords:** dissipation process, seismic energy, hydraulically driving.

### 1. INTRODUCERE

Legea de reglaj a sistemului semi-activ de disipare a energiei seismice din Fig 1. prezintă două domenii de lucru semnificative [3]:

Domeniul I: vitezele de deplasare ale structurii sunt  $v < v_{deschidere}$ ,  $v < (3...5) \left[ \frac{cm}{s} \right]$ ;

Domeniul II: vitezele de deplasare ale structurii sunt  $v \in (v_{deschidere}, v_{max})$ ,  
 $v \in (3...5, 14...16) \left[ \frac{cm}{s} \right]$ ;

În calculul valorii variației de temperatură  $\Delta T$  se va ține cont de comportarea sistemului în cele două domenii de lucru, astfel:

$\Delta T_I$  variația temperaturii lichidului hidraulic în urma solicitărilor la care este supus sistemul pe domeniul I de lucru;

$\Delta T_{II}$  variația temperaturii lichidului hidraulic în urma solicitărilor la care este supus sistemul pe domeniul II de lucru.

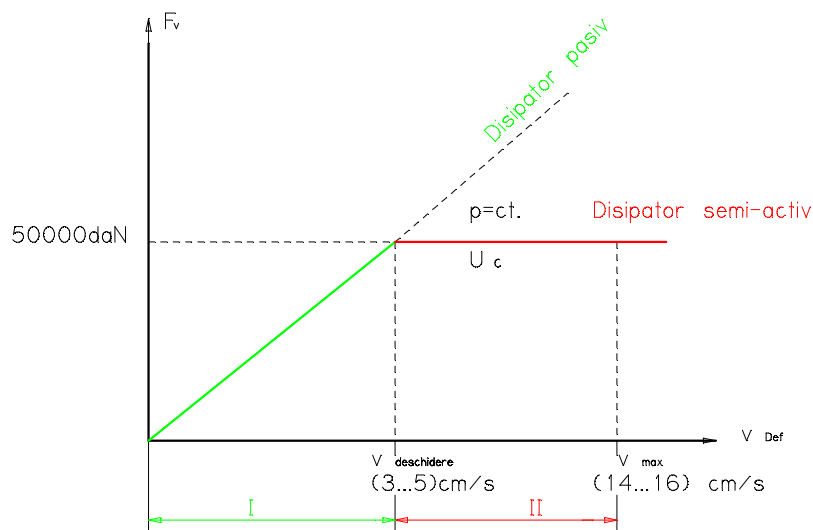


Fig 1. Legea de reglaj a sistemului disipativ semi-activ

## 2. CALCULUL VARIAȚIEI TEMPERATURII $\Delta T$ , A LICHIDULUI HIDRAULIC PE DOMENIUL I DE LUCRU

Domeniul I de lucru aparține situațiilor în care oscilațiile clădirii sunt determinate de microseisme, vânt sau fazele de început și de sfârșit ale cutremurului, în acest domeniu funcționând numai fantele rezistive existente la nivelul pistoanelor disipatorilor DSA; [3]

În aceste condiții, pentru calculul valorii cantității de căldură generată de pierderile de energie prin frecare din fanta rezistivă a disipatorului DSA, ansamblul cilindru-distribuitor proporțional se poate reduce doar la prezența disipatorului DSA, având rezistența echivalentă  $R_f$ , așa cum reiese și din Fig 2.

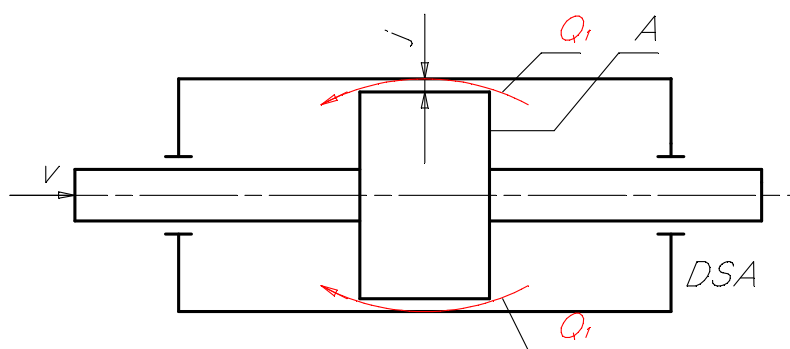


Fig 2. Schemă echivalentă a sistemului compus doar din disipatorul DSA

De asemenea, pentru domeniul I de lucru, se poate realiza o schemă a rezistenței echivalente a acestui disipator, Fig 3.:

Calculul variației temperaturii lichidului hidraulic dintr-un sistem de disipare a energiei seismice

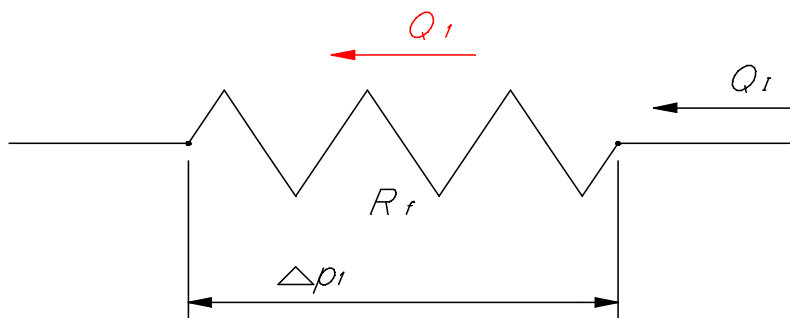


Fig 3. Schema rezistenței echivalente a disipatorului DSA

În aceste condiții:

$$Q_l = Q_1 \quad (1.1)$$

Unde:

$Q_1$  debitul generat de disipatorul DSA;

Dar:

$$Q_1 = v_{1_{med}} \cdot A_{utila_{piston}} \quad (1.2)$$

Cu:

$v_{1_{med}}$  viteza medie a pistonului disipatorului în domeniul I, pe o semi-sinusoidă;

$A_{utila_{piston}}$  aria utilă a pistonului disipatorului DSA;

Dar:

$$\Delta p_1 = R_f \cdot Q_1 \quad (1.3)$$

În care:

$\Delta p_1$  căderea de presiune pe disipatorul DSA;

$R_f$  rezistența echivalentă a fantei rezistive a disipatorului DSA, acceptând analogia electro-hidraulică și aplicând legea lui Ohm pentru circuite electrice:  $U = R \cdot I$ .

Puterea disipată prin frecare în fanta rezistivă a disipatorului, care se transformă în căldură, este [2]:

$$P_f = \Delta p_1 \cdot Q_1 \quad (1.4)$$

Dar:

$$P_f = C \cdot \rho \cdot Q_1 \cdot \Delta T_l \quad (1.5)$$

Unde:

$C$  căldura specifică a lichidului de lucru;

$\rho$  densitatea lichidului hidraulic;

Înlocuind (1.4) în (1.5), rezultă:

$$\begin{aligned} \Delta p_1 \cdot Q_1 &= C \cdot \rho \cdot Q_1 \cdot \Delta T_l \Rightarrow \\ \Rightarrow \Delta p_1 &= C \cdot \rho \cdot \Delta T_l \end{aligned} \quad (1.6)$$

Din (1.6):

$$\Delta T_l = \frac{\Delta p_1}{C \cdot \rho} \quad (1.7)$$

Din (1.3) și (1.7):

$$\Delta T_l = \frac{R_f \cdot Q_1}{C \cdot \rho} \quad (1.8)$$

Înlocuind (1.2) în (1.8), rezultă:

$$\Delta T_l = \frac{R_f \cdot v_{med} \cdot A_{utila_{piston}}}{C \cdot \rho} \quad (1.9)$$

Relația (1.9) reprezintă formula de calcul a valorii variației de temperatură a lichidului de lucru cauzată de căldura generată în frecarea din fanta rezistivă a disipatorului DSA.

De observat că, datorită faptului că fenomenele termice care se desfășoară în interiorul disipatorului sunt foarte rapide, se poate aproxima că această căldură este preluată în integralitate de lichidul de lucru.

### 3. CALCULUL VARIAȚIEI TEMPERATURII $\Delta T_{II}$ A LICHIDULUI HIDRAULIC PE DOMENIUL II DE LUCRU

Domeniul II de lucru aparține cazurilor în care oscilațiile clădirii sunt cauzate de seisme de intensitate medie sau mare, în acest domeniu funcționând întreg ansamblul rezistiv, reglat automat prin distribuitorul DP, care este asociat rezistențelor hidraulice nereglabile ale pistoanelor disipatorilor DSA. [3]

În aceste condiții, diagrama rezistențelor echivalente ale ansamblului disipator-distribuitor proporțional este reprezentată în Fig 4.:

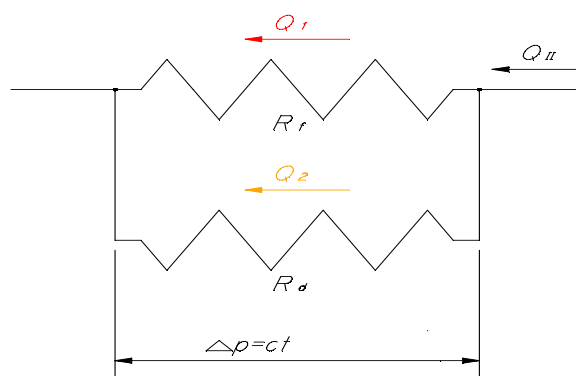


Fig 4. Schema rezistenței echivalente a ansamblului disipator-distribuitor proporțional

În urma simulărilor efectuate pe mai multe tipuri de structuri constructive reprezentative, s-a determinat legea de control a forței disipative, în funcție de viteza din dispozitiv, variația acesteia fiind reprezentată în Fig 1.

Conform acestei legi, în domeniul II de lucru, forța în dispozitiv rămâne constantă, limitată la valoarea  $F_{max}$ , deci pentru acest domeniu:

$$F_{max} = ct. \quad (1.10)$$

Dar:

$$F_{max} = A_{utila_{piston}} \cdot \Delta p \quad (1.11)$$

Pentru  $F_{max} = ct.$  și  $A_{utila_{piston}} = ct.$ , din (1.11) rezultă:

Calculul variației temperaturii lichidului hydraulic dintr-un sistem de disipare a energiei seismice

$$\Delta p = ct. \quad (1.12)$$

Ținând cont de configurarea rețelei și a rezistențelor echivalente, așa cum apar în Fig 4.:

$$Q_{II} = A_{utila\ piston} \cdot v_{2med} \quad (1.13)$$

Unde:

$Q_{II}$  debitul care străbate ansamblul cilindru-distribuitor proporțional;

$v_{2med}$  viteza medie a pistonului disipatorului în domeniul II, pe o semi-sinusoidă;

Dar:

$$\begin{cases} Q_1 \cdot R_f = \Delta p \\ Q_2 \cdot R_d = \Delta p \end{cases} \quad (1.14)$$

Unde:

$Q_1$  debitul care traversează fanta disipatorului DSA;

$R_f$  rezistența echivalentă a fantei disipatorului DSA;

$Q_2$  debitul care traversează distribuitorul DP;

$R_d$  rezistența echivalentă a distribuitorului DP;

Din sistemul (1.14) rezultă:

$$Q_1 \cdot R_f = Q_2 \cdot R_d \quad (1.15)$$

În virtutea regulilor analogiei hidro-electrice, aplicând legea lui Kirkoff pentru un nod de rețea:

$$Q_{II} = Q_1 + Q_2 \quad (1.16)$$

Din relația (1.15):

$$Q_2 = Q_1 \cdot \frac{R_f}{R_d} \quad (1.17)$$

Din (1.16) și (1.17) rezultă:

$$\begin{aligned} Q_{II} &= Q_1 + Q_1 \cdot \frac{R_f}{R_d} \Rightarrow \\ \Rightarrow Q_{II} &= Q_1 \cdot \left( 1 + \frac{R_f}{R_d} \right) \end{aligned} \quad (1.18)$$

În aceste condiții:

$$\begin{aligned} Q_1 &= \frac{Q_{II}}{1 + \frac{R_f}{R_d}} \Rightarrow \\ \Rightarrow Q_1 &= Q_{II} \cdot \frac{R_d}{R_f + R_d} \end{aligned} \quad (1.19)$$

Din (1.16) și (1.19):

$$Q_2 = Q_{II} - Q_1 = Q_{II} - Q_{II} \cdot \frac{R_d}{R_f + R_d} = Q_{II} \cdot \left( 1 - \frac{R_d}{R_f + R_d} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q_2 = Q_{II} \cdot \frac{R_f}{R_f + R_d} \quad (1.20)$$

Dar, puterea disipată pe o semi-sinusoidă a diagramei de variație a vitezei în sistem este, pentru disipatorul DSA:

$$P_f = \Delta p \cdot Q_1 \quad (1.21)$$

De asemenea, puterea disipată pe o semi-sinusoidă a diagramei de variație a vitezei în sistem este, pentru distribuitorul DP:

$$P_d = \Delta p \cdot Q_2 \quad (1.22)$$

Puterea totală disipată este:

$$P_t = P_f + P_d \quad (1.23)$$

Din (1.21), (1.22), (1.23) rezultă:

$$\begin{aligned} P_t &= P_f + P_d = Q_1 \cdot \Delta p + Q_2 \cdot \Delta p = \Delta p \cdot (Q_1 + Q_2) \Rightarrow \\ &\Rightarrow P_t = Q_{II} \cdot \Delta p \end{aligned} \quad (1.24)$$

Dar:

$$P_t = C \cdot \rho \cdot Q_{II} \cdot \Delta T_{II} \quad (1.25)$$

Din (1.25):

$$\boxed{\Delta T_{II} = \frac{P_t}{C \cdot \rho \cdot Q_{II}}} \quad (1.26)$$

Relația (1.26) reprezintă formula de calcul a valorii încălzirii totale a lichidului de lucru pentru o semi-sinusoidă, generată de puterea disipată prin frecarea din fanta rezistivă a disipatorului și din distribuitorul proporțional.

#### 4. CONCLUZII

Ținând cont de temperatura la care poate ajunge lichidul de lucru în timpul procesului de disipare a energiei seismice, dar și de caracteristicile specifice ale diferitelor medii hidraulice, pentru un sistem semi-activ de disipare a energiei seismice se va putea folosi un lichid siliconic, care are caracteristici de temperatură și vâscozitate superioare tuturor lichidelor utilizate ca medii hidraulice în mod curent.

#### BIBLIOGRAFIE

1. **C.T. Dicianu** - *Contribuții la optimizarea tipo-dimensională a disipatorilor semi-activi de energie seismică în construcții*, Teză de doctorat, Universitatea Tehnică de Construcții București, București, 2015;
2. **P. Pătruț, N. Ionel** - *Acționări hidraulice și automatizări*, Editura Nausicaa, 1998;
3. **P. Pătruț, C. Pavel, L. Crainic, Șt. Bețea, C. Tonciu, I. David, T. Zlăteanu, F. Petrescu, L. Rece, I. Dumitrache, I. Catană, S. Dumitriu, N. Costică, V. Panduru**, Universitatea Tehnică de Construcții București, Universitatea Politehnică București - *Sistem integrat de protecție a clădirilor la solicitări seismice*, Grant 34926/2005, București, 2005.