A XVII-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești"
SEBEȘ, 2017

ANALIZA EFICIENȚEI DISTRIBUITOARELOR HIDRAULICE CU SERTAR CILINDRIC

Beazit ALI

EFFICIENCY ANALYSIS OF THE LIQUID CONTROLLER WITH A RING VALVE

This paperwork studies the efficiency of the liquid controllers with a ring valve analysing the liquid running through the controller, the variation of the pressure and its speed for various forms of the ring valve controller.

Keywords: controller with a ring valve, flowing, energy lines, pressure decline, speed
Cuvinte cheie: distribuitor cu sertar cilindric, curgere, linii de curent, cădere de presiune, viteză

1. Introducere. Contacte hidraulice (spaţii de curgere cuprinse între piesele mobile şi cele fixe ale aparatelor)

Contactul hidraulic multiplu caracterizează în fapt distribuitoarele hidraulice (cu sertar sau clapetă ajutaj) folosite în sistemele hidraulice de acţionare sau reglare automată. Spre deosebire de contactul singular, în acest caz intervin, într-o funcţionalitate unică, curgeri simultane printr-un ansamblu de contacte, conectate între ele în serie şi/sau în paralel. Pentru determinarea relaţiei de interes $Q = f(x, \Delta p)$, în care $\Delta p = p_i - p_m$ (iar p_m este căderea de presiune în motorul hidraulic acţionat), trebuie luate în considerare curgerile posibile nu numai prin contactul (distribuitorului) care face

legătura dintre pompă şi intrarea motorului, ci şi prin toate contactele ce se modifică solidar (cu aceeaşi variaţie a deschiderii *x*) cu contactul menţionat, aflate în amonte sau în aval de acestea. Situaţiile întâlnite în practică sunt numeroase, ele depinzând de următorii factori principali: tipul sursei de alimentare (cu presiune constantă sau cu debit constant), tipul distribuitorului (cu sertar – cu 1, 2, 4 muchii active – sau cu clapetă ajutaj), tipul motorului acţionat (diferenţial sau nediferenţial), tipul de sertar (cu acoperire pozitivă, nulă sau negativă, simetrică sau asimetrică).

Ecuaţia caracteristică neliniarizată a distribuitoarelor cu acoperire negativă alimentate la presiune constantă poate fi exprimată în forma generală:

$$Q_m = c_1 c_2 \left[\sqrt{c_4 - c_5 p_m} - \sqrt{c_4 + c_5 p_m}\right] \mp c_1 c_3 x_m \left[\sqrt{c_4 - c_5 p_m} + \sqrt{c_4 + c_5 p_m}\right] = f_1(p_m) \mp x_m f_2(p_m) \tag{1}$$

în care: x_0 *[cm]* reprezintă acoperirea negativă a sertarului;

D [cm] reprezintă diametrul sertarului, la muchia activă.

Relaţia (1) exprimată pentru cazul sertarului cu patru muchii active alimentat în presiune constantă p_i (conform datelor din tabelul următor) se poate aduce la forma (2):

Nr. de muchii active	c_1	c_2	c_3	c_4	c_5
4	$c_d \pi D \sqrt{1/\rho}\sqrt{p_i}$	x_o	*1*	*1*	$1/p_i$
2	$c_d \pi D \sqrt{2/\rho}\, x_o \sqrt{p_i}$	*1*	$1/x_o$	*1*	$2/p_i$
1	$c_d \pi D \sqrt{1/\rho}\, x_o \sqrt{p_i}$	*1*	$1/x_o$	*1*	$2/p_i$

$$Q = (1 \mp x)\sqrt{\frac{1-p}{2}} - (1 \pm x)\sqrt{\frac{1+p}{2}} \tag{2}$$

în care trebuie să se ţină seama că variabilele sunt exprimate sub formă adimensională:

$$p = \frac{p_m}{p_i} \quad ; \quad Q = \frac{1}{c_d \pi D \sqrt{2/\rho}\, x_0} \cdot \frac{Q_m}{\sqrt{p_i}} \quad ; \quad x = \frac{x_m}{x_0}$$

În cazul sertarului cu patru muchii active, alimentat în debit constant Q_i, ecuaţia caracteristică neliniarizată este:

$$Q = \frac{-(1+x^2) \pm \sqrt{(1+x^2)^2 \mp 4[\pm x - (x^2-1)^2]p}}{\pm 2x} \qquad (3)$$

în care trebuie să se ţină seama că variabilele sunt exprimate sub formă adimensionalizată:

$$Q = \frac{Q_m}{Q_i} \;\; ; \;\; p = (c_d \pi D \sqrt{2/\rho} x_0)^2 \cdot \frac{p_m}{Q_i^2} \;\; ; \;\; x = \frac{x_m}{x_0}$$

Ca şi în situaţia contactului singular, în practică este deseori necesar să se aducă ecuaţia (1) sau (2) la o formă liniarizată. Pentru funcţionarea într-un domeniu îngust de variaţie a deschiderii *x*. Această necesitate apare în legătură cu modelarea matematică a sistemelor hidraulice (mai ales a celor de reglare automată), în scopul analizării lor în regim dinamic. Prin derivările parţiale ale ecuaţiei generalizate (1), în conformitate cu definiţiile date ale coeficienţilor de amplificare c_0, E_0, se ajunge la substituirea ecuaţiei neliniarizate (1) cu una liniarizată de forma:

$$\Delta Q = A c_0 \Delta x_m + \frac{A^2 c_0}{E_0} \Delta p_m \qquad (4)$$

Valorile coeficienţilor de amplificare c_0 şi E_0 sunt determinate în funcţie de construcţia distribuitorului.

Pentru exemplificare vom considera distribuitorul *4/3* prezentat în figura 1

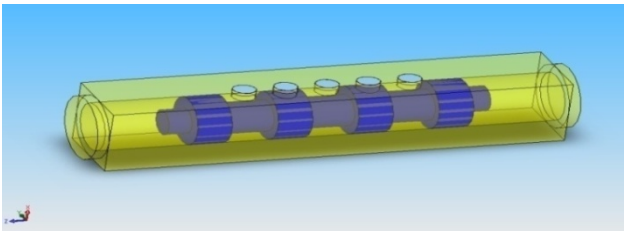
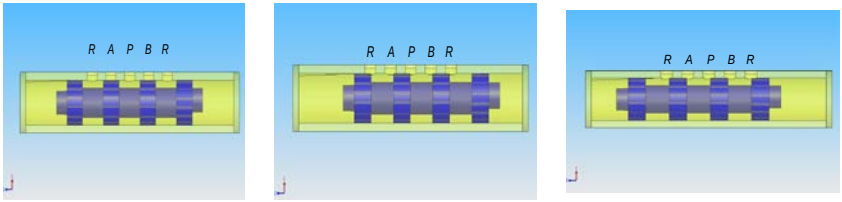


Fig. 1 Distribuitorul 4/3 prezentat pentru exemplificare

În figura 2 sunt prezentate cele *3* poziţii de comutare ale distribuitorului.



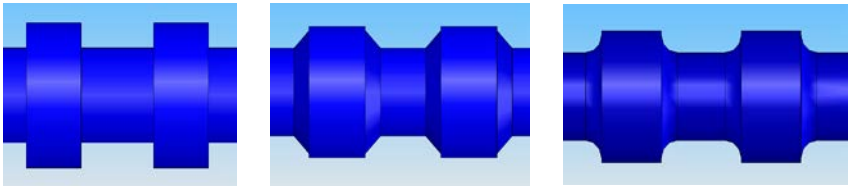
Poziţia 1 Poziţia 2 Poziţia 3

Fig. 2 Cele 3 poziţii de comutare ale distribuitorului

2. Studiul căderii de presiune în distribuitor

Ne propunem să studiem căderea de presiune între două poziţii de trecere ale distruibuitorului, pentru trei soluţii constructive de distribuitor, după cum urmează:

- Distribuitor la care sertarul este cu muchie dreaptă, figura 3 a);
- Distribuitor la care muchia sertarului este uşor conică, figura 3 b);
- Distribuitor la care sertarul este cu muchie rotunjită, figura 3 c).



a) b) c)

Fig. 3 Studiul căderii de presiune între două poziţii de trecere ale distruibuitorului

Considerăm distribuitorul aflat în poziţia *3*. Fluidul de lucru va curge de la pompa *P* spre conducta *A* (figura 4) cu un debit constant de *4,5 m³/h*. Distribuitorul are dimensiunile sertarului prezentate în figura 5, diametrul orificiilor prin care circulă fluidul fiind de *10 mm*.

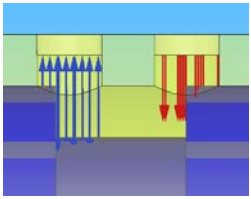


Fig. 4

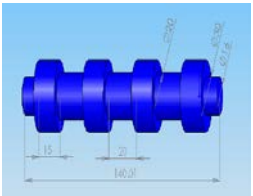


Fig. 5

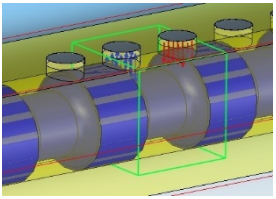
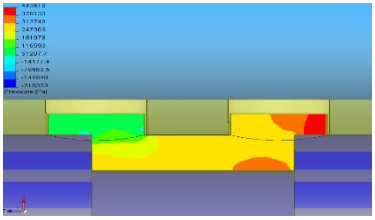


Fig. 6

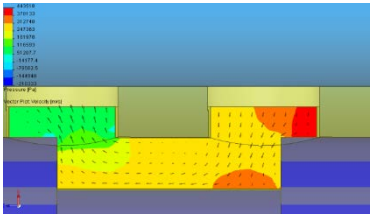
Cu ajutorul programului *ANSYS* analizăm curgerea fluidului prin distribuitorul prezentat anterior. Domeniul de analiză cuprinde volumul intern prin care circulă fluidul încadrat într-un cub ca în figura 6 Condiţiile limită sunt: la intrare, prin orificiul pompei, este introdus un debit de fluid reprezentat prin săgeţi roşii în figura 6, iar la ieşire fluidul va întâmpina o presiune statică reprezentată prin săgeţi albastre.

A. Pentru modelul din figura 3 a) se obţin următoarele rezultate grafice:

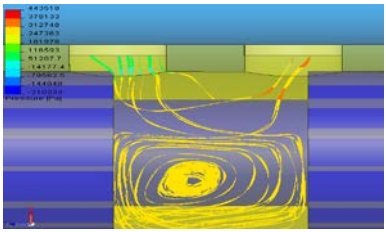
- Curgerea pe o secţiune din volumul de lichid dispusă pe planul frontal: Reprezentarea pe contur, figura 7 a); Reprezentarea pe contur împreună cu vectorii de viteză, figura 7 b).
- Reprezentarea liniilor de fluid: În plan frontal, figura 7 c); Pe partea inferioară a sertarului (partea opusă orificiilor), figura 7 d); Pe partea superioară a sertarului, figura 7 e); În perspectivă, figura 7 f);
- Graficele de variaţie a parametrilor fluidului pe o curbă din interiorul distribuitorului, paralelă cu sertarul: Variaţia, vitezei figura 7 g); Variaţia, presiunii figura 7 h).



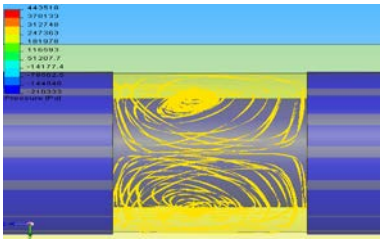
a)



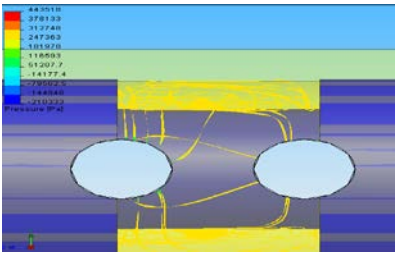
b)



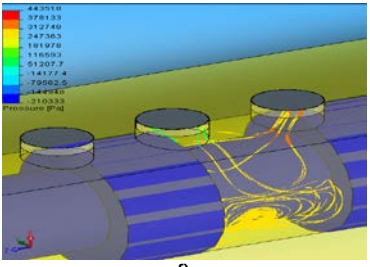
c)



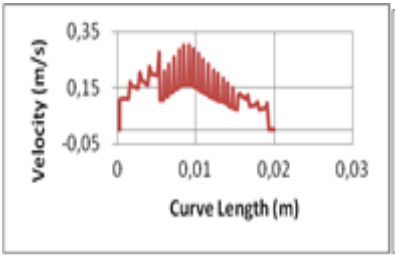
d)



e)

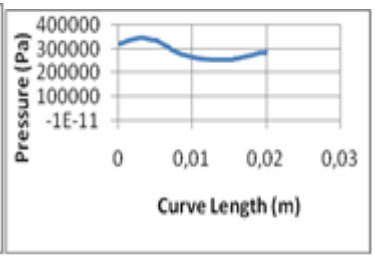


f)



Variaţia vitezei

Fig. 7 g)



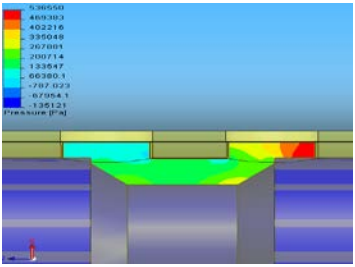
Variaţia presiunii

Fig. 7 h)

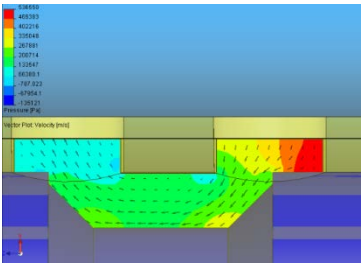
B. Pentru modelul din figura 3 b) se obţin următoarele rezultate grafice:

- Curgerea pe o secţiune din volumul de lichid dispusă pe planul frontal: Reprezentarea pe contur, figura 8 a); Reprezentarea pe contur împreună cu vectorii de viteză, figura 8 b);

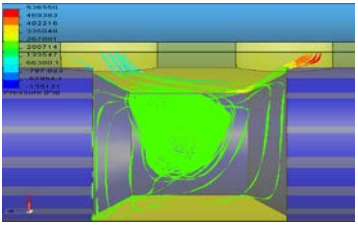
- Reprezentarea liniilor de fluid: În plan frontal, figura 8 c); Pe partea inferioară a sertarului (partea opusă orificiilor), figura 8 d); Pe partea superioară a sertarului, figura 8 e); În perspectivă, figura 8 f);
- Graficele de variaţie a parametrilor fluidului pe o curbă din interiorul distribuitorului, paralelă cu sertarul: Variaţia vitezei, figura 8 g); Variaţia presiunii, figura 8 h);



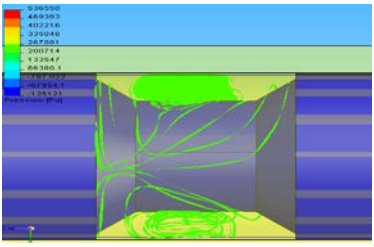
a)



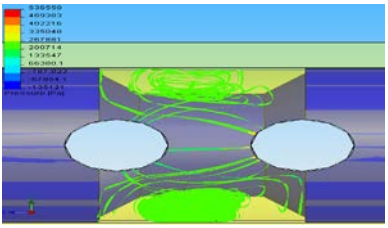
b)



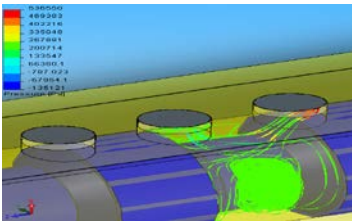
c)



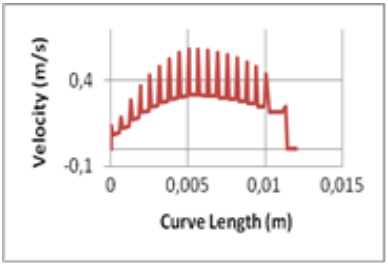
d)



e)

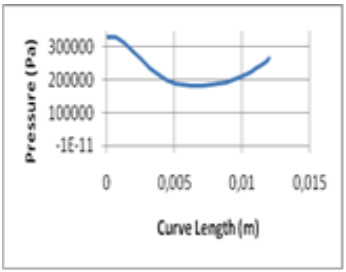


f)



Variaţia vitezei

Fig. 8 g)

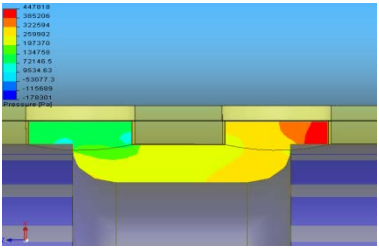


Variaţia presiunii

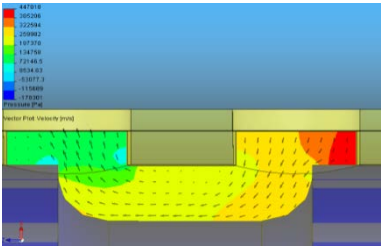
Fig. 8 h)

C. Pentru modelul din figura 3 c) se obţin următoarele rezultate grafice:

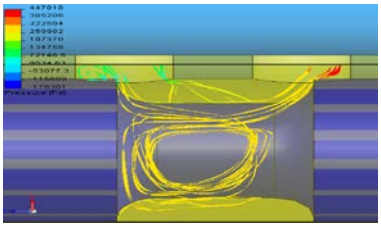
- Curgerea pe o secţiune din volumul de lichid dispusă pe planul frontal: Reprezentarea pe contur, figura 9 a); Reprezentarea pe contur împreună cu vectorii de viteză, figura 9 b);
- Reprezentarea liniilor de fluid: În plan frontal, figura 9 c); Pe partea inferioară a sertarului (partea opusă orificiilor), figura 9 d); Pe partea superioară a sertarului, figura 9 e); În perspectivă, figura 9 f);
- Graficele de variaţie a parametrilor fluidului pe o curbă din interiorul distribuitorului, paralelă cu sertarul: Variaţia vitezei, figura 9 g); Variaţia presiunii, figura 9 h);



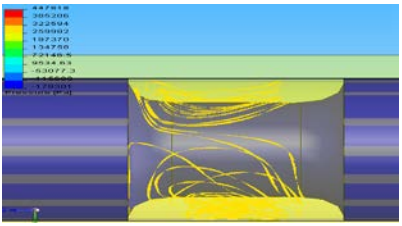
a)



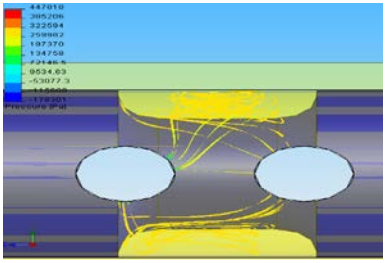
b)



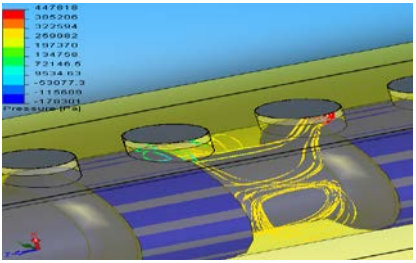
c)



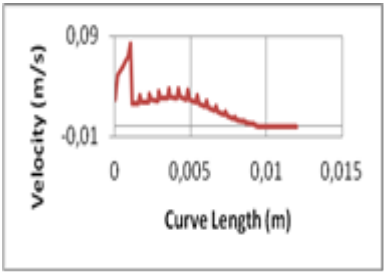
d)



e)

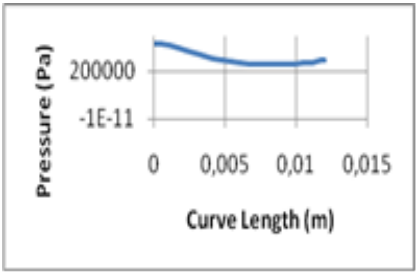


f)



Variaţia vitezei

Fig. 9 g)



Variaţia presiunii

Fig. 9 h)

3. Concluzii

■ Se observă că în urma celor trei seturi de analize efectuate s-au obţinut rezultate diferite. Analiza a avut ca scop determinarea soluţiei constructive optime din punctul de vedere al curgerii fluidului prin fantele, orificiile şi contactele hidraulice.

■ Cel mai dezavantajos distribuitor este cel prezentat în cazul B, în care liniile de fluid se distribuie inegal pe suprafaţa tijei cuprinsă între două pistoane ale distribuitorului hidraulic.

Această distribuţie neuniformă determină solicitări diferite asupra sertarului în planuri diferite care vor duce la deteriorarea rapidă a mecanismelor de centrare şi acţionare a distribuitorului, vor crea uzuri inegale a suprafeţelor sertarului şi vor duce la apariţia scurgerilor de fluid între pistoanele acestuia.

BIBLIOGRAFIE

[1] Doddannavar Ravi**,** Barnard Andries, *Hydraulic System***,** *Operation and Troubleshoting for Engineers&Technicians,* Elsevier, Burlington, 2005.
[2] Petre Pătruţ, Nicolae Ionel, *Acţionări hidraulice şi automatizări*, Editura Nausicaa, Bucureşti, 1998.

Prof.Dr.Ing. Beazit ALI
Departamentul Inginerie Marină şi Armament Naval,
Academia Navală “Mircea cel Bătrân” Constanţa, membru AGIR
e-mail: ali.beazit@yahoo.com
telefon: 0723 32 68 44