

LUCRAREA NR. 9

DETERMINAREA EXPERIMENTALA A CARACTERISTICILOR VARIATOARELOR HIDRAULICE

9.1. Scopul lucrării

Lucrarea are drept scop cunoașterea metodelor și a aparaturii necesare determinării experimentale a caracteristicilor variatoarelor hidraulice precum și a modului cum se apreciază calitatea unor variatoare pe baza interpretării acestor caracteristici.

9.2. Noțiuni de bază necesare efectuării lucrării

Variatoarele hidraulice, utilizate în acționarea mașinilor-unelte sînt agregate formate dintr-o pompă volumică rotativă cu debit reglabil și un motor volumic rotativ cu capacitate reglabilă. Pompa și motorul sînt de același tip (cu palete, cu pistoane radiale sau axiale) deosebirile fiind numai la dimensiunile de gabarit, motorul avînd, în general, dimensiuni mai mari.

Principalele caracteristici cu ajutorul cărora se apreciază comportarea variatoarelor hidraulice sînt caracteristicile de reglare :

$$n_M = f_1(\psi_p, \psi_M) ; \quad (9.1)$$

$$N_M = f_2(\psi_p, \psi_M) ; \quad (9.2)$$

$$M_M = f_3(\psi_p, \psi_M) \quad (9.3)$$

și caracteristica mecanică :

$$n_M = f_4(M_M) , \quad (9.4)$$

în care :

n_M - reprezintă turația motorului hidraulic;

N_M - puterea motorului ;

M_M - momentul transmis de motor ;

ψ_p și ψ_M - mărimile de reglare ale pompei, respectiv motorului

$$\psi_p = \frac{e_p}{e_{p_{max}}} ; \quad \psi_p = \frac{\sin \alpha_p}{\sin \alpha_{p_{max}}} ; \quad (9.5)$$

$$\psi_M = \frac{e_M}{e_{M_{max}}} ; \quad \psi_M = \frac{\sin \alpha_M}{\sin \alpha_{M_{max}}} , \quad (9.6)$$

ϵ și α se referă la excentricitate și, respectiv, unghiul de înclinare al pompelor și motoarelor ce compun variatoarele. Aceste mărimi se modifică pentru a se obține variația debitului pompei sau a turației motorului hidraulic. Deoarece variatoarele studiate în laborator sînt compuse din pompe și motoare cu pistonage axiale, relațiile analitice vor fi particularizate pentru aceste tipuri de variatoare.

Pentru obținerea caracteristicii de reglare (9.1) se consideră că debitul efectiv din motor este egal cu debitul furnizat de pompă. Debitul furnizat de pompă se determină cu relația :

$$Q_p = C_p \sin \alpha_p n_o \eta_v = C_p \psi_p \sin \alpha_{p_{max}} n_o \eta_v \quad (9.7)$$

iar debitul efectiv din motor, cu relația :

$$Q_M = C_M \psi_M \sin \alpha_{M_{max}} n_M, \quad (9.8)$$

în care C_p și C_M sînt caracteristici constructiv-dimensionale ale pompei și motorului; n_o - turația motorului pompei; η_v - randamentul volumic al variatorului.

Egalînd între ele cele două relații (9.7) și (9.8) și explicitînd pe n_M se obține caracteristica de turație :

$$n_M = \frac{C_p}{C_M} \cdot \frac{\sin \alpha_{p_{max}}}{\sin \alpha_{M_{max}}} n_o \cdot \eta_v \cdot \frac{\psi_p}{\psi_M} = K_1 \frac{\psi_p}{\psi_M}. \quad (9.10)$$

Pentru obținerea caracteristicii de putere a motorului variatorului se pornește de la relația de calcul a puterii hidraulice

$$N_{MH} = \frac{P_M \cdot Q_M}{612}, \quad (9.11)$$

în care P_M reprezintă puterea utilă din motor.

Ținînd cont de relațiile (9.7), (9.8) și (9.10), relația (9.11) devine :

$$N_M = \frac{P_M}{612} \cdot C_p \cdot \sin \alpha_{p_{max}} n_o \eta_v \cdot \psi_p = K_2 \psi_p. \quad (9.12)$$

Caracteristica de moment a variatorului se stabilește pe baza relației

$$M_{MH} = \frac{N_M}{\omega} = \frac{N_M}{2\pi n_M}, \quad (9.13)$$

unde ω este viteza unghiulară a arborelui motorului hidraulic.

Cu ajutorul relațiilor (9.12) și (9.10) se obține

$$M_{MH} = \frac{P_M}{612} C_M \sin \alpha_{M_{max}} \psi_M = K_3 \psi_M. \quad (9.14)$$

Reprezentarea grafică a caracteristicilor de turație, putere și moment se prezintă în figura 9.1.

Reglarea primară (prin pompă) presupune modificarea mărimii de reglare ψ_p , rămînînd constantă, iar reglarea secundară (prin motor) presupune modificarea mărimii de reglare ψ_M , ψ_p rămînînd constantă.

La reglarea primară turația motorului se găsește în raport de directă proporționalitate cu ψ_p iar la reglarea secundară, în raport de inversproporționalitate cu ψ_M . În mod teoretic cînd $\psi_M \rightarrow 0$, $n_M \rightarrow \infty$. Practic acest lucru nu se întîmplă, deoarece momentul motor M_M devine mai mic ca momentul rezistent dat de frecările interioare, variatorul oprindu-se pentru un anumit $\psi_{M_{min}}$.

Puterea motorului hidraulic variază liniar la reglarea primară și se menține constantă la reglarea secundară.

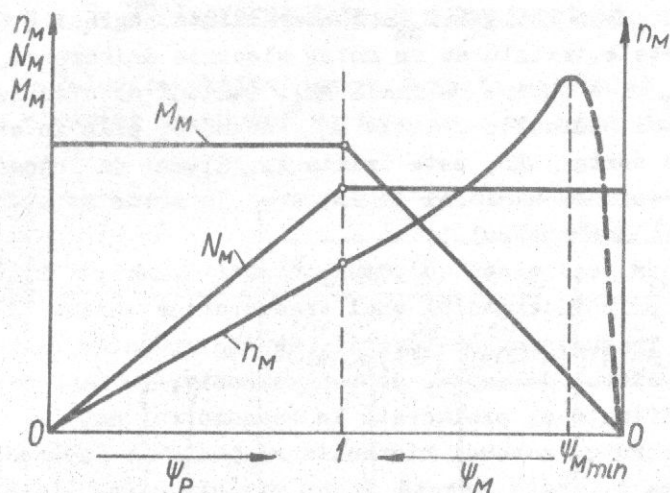


Fig. 9.1

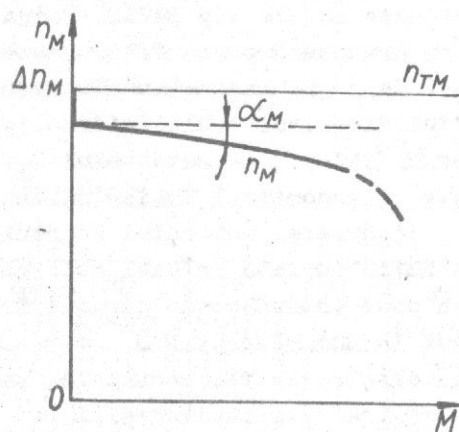


Fig. 9.2

Momentul motor se menține constant la reglarea primară și variază liniar la reglarea secundară.

Caracteristica mecanică a variatorului $n_M = f_5(M_M)$ reprezintă variația turației reale cu cuplul motor, cu luarea în considerare a randamentului pompei, motorului hidraulic și a celui electric (v. fig. 9.2).

Caracteristicile reale sînt influențate de randamentul variatorului, care diferă de la agregat la agregat, din care cauză este necesar ca aceste caracteristici să fie trasate pe baza unor determinări experimentale.

9.3. Instalația experimentală utilizată

Determinarea experimentală a caracteristicilor variatoarelor hidraulice se execută pe un stand echipat în mod corespunzător acestui scop, a cărei schemă se prezintă în figura 9.3.

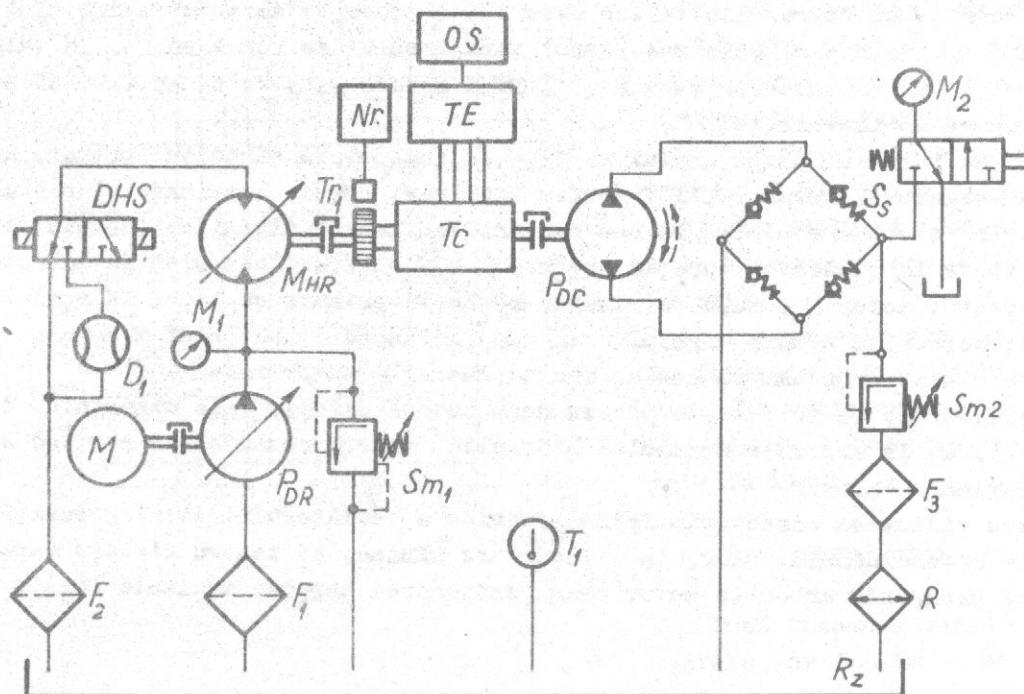


Fig. 9.3

Standul cuprinde un variator format din pompa cu debit reglabil P_{DR} cu pistonage axiale tip Bz712 și motorul hidraulic rotativ M_{HR} cu capacitate reglabilă cu pistonage axiale tip Bz712. Pompa este antrenată de un motor electric asincron M , fiind prevăzută cu un filtru sorb F_1 și o supapă maximală Sm_1 . Debitul de ulei furnizat de pompă este transmis motorului hidraulic rotativ M_{HR} , de unde, prin intermediul distribuitorului hidraulic cu sertar DHS, este trimis la filtrul de întoarcere F_2 și apoi la rezervorul R_z . Presiunea uleiului la intrarea în motor se citește la manometrul M_1 iar debitul la debitmetrul D_1 .

Încărcarea motorului hidraulic se realizează cu pompa cu debit constant P_{DC} tip EX712 cuplată la axul motorului prin intermediul unui traductor de moment T_0 și a unui traductor de turații Tr_1 . Traductorul de turații, de tip inductiv, este legat la numărătorul Nr. iar traductorul de cuplu, de tip rezistiv, la tensometrul electronic TE. Semnalele, amplificate și prelucrate în tensometru, pot fi înregistrate la oscilografu Os. Pentru ca motorul hidraulic să poată fi încărcat progresiv și în ambele sensuri, pompa P_{DC} este legată la un circuit hidraulic în punte cu supapa de sens S_s și la supapa maximală reglabilă Sm_2 . Uleiul sub presiune debitat de pompa P_{DC} trece prin supapele de sens S_s , supapa maximală Sm_2 , filtrul de întoarcere F_3 și schimbătorul de căldură R, ajungînd apoi în rezervorul R_z . Schimbătorul de căldură (răcitor) este necesar pentru răcirea uleiului care se încălzește la trecerea prin supapa maximală, energia hidraulică fiind disipată de supapa sub formă de energie calorică.

Standul mai cuprinde manometrul M_2 ce măsoară presiunea uleiului din circuitul de refulare al pompei P_{DC} și termometrul T_1 ce măsoară temperatura uleiului din rezervor.

9.4. Modul de lucru

În cadrul lucrării de laborator se vor ridica diagramele reale de turații în funcție de mărimile de reglare ψ_p și ψ_M la diferite încărcări. Prima determinare va fi făcută în condițiile unei încărcări minime a motorului, supapa Sm_2 fiind desfăcută complet.

Pentru a evita suprasolicitățile care pot conduce la defectarea instalației experimentale, înainte de pornirea pompei variatorului se reglează ψ_p la valoarea minimă „0” și ψ_M la valoarea maximă „1”. După aceste manevre se acționează butonul de pornire a instalației.

Reglarea turației variatorului se face la început în circuitul primar, acționînd prin mecanismul șurub-piuliță asupra unghiului α de înclinare al blocului pompei de la o valoare minimă la una maximă. La fiecare diviziune (unghi) stabilită se citește la numărător turația motorului n_M , puterea absorbită de la rețea N_{ab} și momentul motor M_M . După terminarea reglării primare se trece la reglarea secundară, acționînd asupra unghiului α de înclinare al blocului motorului de la maxim spre minim, procedăm în același mod ca la reglarea primară.

Determinările se vor repeta pentru două valori diferite ale momentului de frînare aplicat la arborele motorului hidraulic, valori ce se obțin reglînd arcul supapei maximele Sm_2 .

Pentru ridicarea caracteristicii mecanice a variatorului se aleg turații diferite ale motorului hidraulic, la o încărcare minimă, și pentru fiecare turație se încarcă progresiv arborele motor prin tensionarea supapei maximele Sm_2 .

9.5. Prelucrarea datelor experimentale

Valorile citite pentru turația motorului, puterea absorbită și momentul motor, la diferite încărcări se trec într-un tabel de forma celui prezentat mai jos.

Tabelul 9.1

Nr. crt.	Tipul reglării		Încărcarea motorului								
			$M_{min} (p=0); N_{abmin}$			$M_1(p_1); N_{ab1}$			$M_2(p_2); N_{ab2}$		
	$\psi_p (div)$	$\psi_M (div)$	n_M [rot/min]	N_{ab} [kw]	M_M [daNcm]	n_M [rot/min]	N_{ab} [kw]	M_M [daNcm]	n_M [rot/min]	N_{ab} [kw]	M_M [daNcm]
1	0	1									
2	0,1	1									
3	0,2	1									
·	·	·									
·	·	·									
·	·	·									
·	·	·									
·	1	1									
·	1	0,9									
·	·	·									
·	·	·									
·	·	·									
·	1	1									

Pentru traductorul de cuplu TT - 0,05, folosit în instalația experimentală, cu domeniul de măsurare 0 ... 500 daN.cm, dreapta de etalonare se prezintă în figura 9.4. Cu ajutorul acestei drepte se pot obține valorile momentului de torsiune rezistent cunoscând indicațiile

tensometrului electronic N-2302.

Cu valorile experimentale din tabel se trasează caracteristicile de turație, putere și moment, curbele obținând fiind de forma celor prezentate în figura 9.1.

Valorile citite pentru turația motorului hidraulic la diferite valori ale cuplului rezistent se trec într-un tabel de forma tabelului 9.2.

Cu valorile din tabelul 9.2 se trasează caracteristicile mecanice ale variatorului, curbele obținute fiind de forma celei prezentate în figura 9.2.

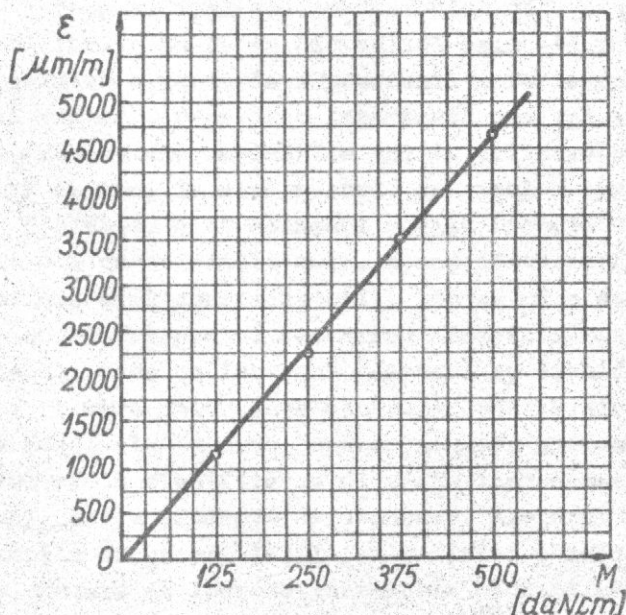


Fig.9.4

9.6. Observații și concluzii

După trasarea curbelor experimentale vor fi făcute observații

asupra diferențelor ce apar între curbele teoretice și cele experimentale precum și asupra lanțurilor cinematice ale mașinilor-unelte unde pot fi introduse variațiile hidraulice. Se vor face aprecieri privind randamentul total la diferite încercări.

Se vor face observații asupra aparaturii și metodicii utilizate în obținerea valorilor experimentale.

Tabelul 9.2

Nr. crt.	Încărcarea motorului				
	$M_{min}(p=0)$	$M_1(p_1)$	$M_2(p_2)$		$M_n(p_n)$
1	n'_{M_0}	n'_{M_1}	n'_{M_2}		n'_{M_n}
2	n''_{M_0}	n''_{M_1}	n''_{M_2}		n''_{M_n}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮