

Universitatea TRANSILVANIA din Braşov

Vasile GHEORGHE

FLUIDE FOLOSITE ÎN
SISTEMELE HIDRAULICE DE ACŢIONARE
APLICAŢII NUMERICE ŞI EXPERIMENTALE



2023

Cuprins

INTRODUCERE.....	6
1. ASPECTE TEORETICE.....	9
1.1. Caracteristicile fluidelor hidraulice.....	9
1.2. Clasificarea fluidelor hidraulice.....	10
1.3. Aditivi utilizați în sistemele hidraulice.....	22
1.4. Proprietățile fluidelor hidraulice.....	24
1.4.1. Dilatarea termică	24
1.4.2. Compresibilitatea	26
1.4.3. Adeziunea	28
1.4.4. Compatibilitatea cu materialele sistemului de acționare.....	29
1.4.5. Conductibilitatea termică	29
1.4.6. Densitatea	31
1.4.7. Viscositatea	35
1.4.8. Tensiunea superficială	44
1.5. Deteriorarea fluidelor hidraulice.....	47
1.5.1. Analiza deteriorărilor sistemelor hidraulice.....	47
1.5.2. Contaminarea fluidelor hidraulice.....	48
1.5.2.1. Contaminarea fluidelor hidraulice cu substanțe solide.....	48
1.5.2.2. Contaminarea fluidelor hidraulice cu substanțe lichide.....	52
1.5.2.3. Contaminarea fluidelor hidraulice cu substanțe gazoase.....	54
1.5.3. Temperatura fluidelor hidraulice.....	55
1.5.4. Oxidarea fluidelor hidraulice.....	55
1.6. Verificarea fluidelor hidraulice.....	55
2. APLICAȚII.....	57

2.1. Aplicații practice.....	57
2.1.1. Prelucrarea statistică a datelor.....	57
2.1.1.1. Indicatorii de localizare (de poziție)	58
2.1.1.2. Indicatori de dispersie.....	59
2.1.2. Determinarea densității prin măsurarea masei și volumului.....	62
2.1.3. Determinarea densității prin metoda Tubului Hare.....	65
2.1.4. Determinarea viscozității cu Viscosimetrul Oswald.....	70
2.1.5. Măsurarea viscozității dinamice cu Viscosimetrul Brookfield.....	74
2.1.6. Determinarea tensiunii superficiale cu ajutorul Tubului Traube.....	80
2.2. Aplicații numerice.....	84
2.2.1. Breviar de calcul.....	84
2.2.2. Probleme rezolvate.....	88
2.2.3. Probleme nerezolvate.....	105

ANEXE

LABORATORUL NR. 1

Determinarea densității prin măsurarea masei și volumului

LABORATORUL NR. 2

Determinarea densității prin metoda Tubului HARE

LABORATORUL NR. 3

Determinarea viscozității cu Viscosimetrul OSWALD

LABORATORUL NR. 4

Măsurarea viscozității dinamice cu Viscosimetrul BROOKFIELD

LABORATORUL NR. 5.

Determinarea tensiunii superficiale cu ajutorul stalagmometrului (Tubul TRAUBE)

BIBLIOGRAFIE

PREFAȚĂ

Lucrarea se adresează studenților de la profilele tehnice care au în programă discipline ce includ studiul acționărilor hidraulice și pneumatice, precum și inginerilor care lucrează în domeniul exploatării echipamentelor hidraulice. Această lucrare este o introducere în hidraulică. Lucrarea face o analiză a lichidelor folosite pe post de agent hidraulic și conține aplicații practice și numerice privind proprietățile fizice ale lichidelor hidraulice folosite în instalațiile de acționare.

Lucrarea conține două capitole distincte și anexe.

În primul capitol sunt prezentate caracteristicile lichidelor hidraulice folosite în instalațiile de acționare. Tot în primul capitol este realizată o clasificare a principalelor lichide hidraulice. Sunt prezentate principalele tipuri de lichide hidraulice utilizate, pe clase și tipuri, funcție de compoziție, domeniu de utilizare și simbolizarea acestora.

Lucrarea prezintă proprietățile fizice caracteristice ale acestor fluide, cu definiții, relații de calcul, valori limită și influența acestor proprietăți asupra funcționării instalațiilor hidraulice.

Lucrarea analizează principalele probleme care conduc la degradarea agentului de lucru, cu influențele negative pe care le are acest fenomen asupra funcționalității instalațiilor hidraulice și prezintă câteva metode de verificare a calității acestuia.

Capitolul doi conține o serie de aplicații practice și numerice caracteristice proprietăților fizice ale lichidelor hidraulice.

În prima parte a acestui capitol sunt descrise metodele pentru determinarea proprietăților fizice ale fluidelor hidraulice.

Partea a doua a acestui capitol cuprinde aplicații numerice specifice proprietăților fluidelor. Este realizat un breviar de calcul cu principalele formule, pentru rezolvarea

aplicațiilor numerice. Sunt prezentate probleme rezolvate, specifice proprietăților fluidelor hidraulice spre exemplificarea noțiunilor prezentate în această lucrare. Pentru aprofundare, îndrumarul conține aplicații numerice spre rezolvare.

În anexe sunt cinci lucrări practice pentru determinarea proprietăților fizice ale fluidelor folosite în industrie (combustibili, uleiuri, detergenți, lichide hidraulice, alcool, etc.), lucrări pe care studenții le pot realiza în laboratoarele universității.

Lucrarea își propune să ajute la pregătirea studenților, creând o legătură între cunoștințele teoretice și cele practice ale acestora.

INTRODUCERE

Acționarea hidropneumatică este acționarea în care energia de la sursă este transmisă la consumator prin intermediul unui fluid sub presiune (lichid sau gaz). Acționarea hidropneumatică asigură o dublă conversie energetică. Energia mecanică este transformată inițial în energie hidropneumatică și apoi, din nou, în energie mecanică. Parametrii cinematici și dinamici de la intrare diferă față de cei de la ieșire.

În funcție de starea de agregare a agentului, sistemele acționare se clasifică în sisteme hidraulice în cazul în care agentul este în stare lichidă și în sisteme pneumatice în cazul în care agentul este în stare gazoasă.

Sistemele de acționare hidraulică conțin, în general, un rezervor de lichid, un generator de putere hidraulică (pompă), un motor hidraulic (motor, cilindru hidraulic), elemente de distribuție, reglare, control, semnalizare și protecție (distribuitoare, supape, conducte, filtre, manometre, acumulatori hidraulici, senzori, etc.).

Sistemele hidraulice sunt caracterizate de [2]:

- densitate mare de putere, gabarit și masă pe unitatea de putere mai mici;
- obținerea unor mărimi mecanice (forțe, cuplu, lucru mecanic, putere) relativ mari (unele construcții realizează puteri de 3500 kW) cu energii de comandă mici și mecanisme relativ simple;
- datorită compresibilității mici a agentului de lucru, aceste sisteme pot fi considerate rigide din punct de vedere mecanic;
- precizie de operare, funcționarea liniștită și silențioasă, fără șocuri și vibrații, cu posibilitatea inversării mișcării (aceleași construcții, în multe cazuri, pot funcționa atât ca pompă cât și ca motor);
- viteze mari de răspuns;

- uzură mică, funcționare stabilă, timp mare de exploatare;
- randament ridicat;
- posibilitatea de modularizare a componentelor ceea ce permite o standardizare a lor în favoarea unei producții de serie mare având ca efect reducerea prețului de cost și creșterea calității;
- protecție ușoară și sigură la suprasarcină;
- ușurința de realizare a automatizărilor;
- posibilitatea funcționării în combinație cu alte sisteme (electronice, electrice, pneumatice).

Prețurile de producție tot mai mici ale componentelor utilizate în sistemele hidraulice au condus la o largă utilizare a instalațiilor hidraulice, înlocuind în multe domenii instalațiile mecanice clasice. Creșterea calității componentelor a condus la posibilitatea utilizării unor presiuni de acționare mult mai mari. Acest lucru a condus, pe de o parte la creșterea forțelor, vitezelor și puterilor de acționare, iar pe altă parte s-au putut realiza instalații hidraulice cu dimensiuni din ce în ce mai mici.

Instalațiile de acționare hidraulice sunt tot mai des utilizate în toate ramurile economiei (industrie, agricultură, transporturi, etc). Sunt folosite ca sisteme de acționare directă sau ca sisteme de asistență, pentru autovehicule, utilaje, nave și avioane, pentru automatizarea sistemelor de comandă a mașinilor unelte, linii robotizate, procese industriale, etc.

Acționarea hidraulică transformă inițial, energia mecanică în energie hidraulică și apoi, din nou, în energie mecanică. Scopul acestei transformări este acela de a obține parametrii de ieșire (cuplu, forță, viteză, cursă) în condiții impuse, independent de parametrii de intrare. Lichidul de lucru trebuie să reziste solicitărilor ciclice de presiune, variațiilor de viteză și temperatură, să realizeze un transfer optim de energie și căldură, să asigure ungerea pieselor în mișcare.

Energia fluidului de lucru poate fi energie potențială sau energie cinetică. Din acest punct de vedere sistemele hidropneumatice pot fi:

- sisteme hidrostatice;
- sisteme hidrodinamice.

Sistemele hidrostatice sunt sistemele la care predominantă este energia potențială de tip hidrostatic înmagazinată în fluidul de lucru, caracterizată prin presiune. Energia potențială a fluidului de lucru se dezvoltă pe o suprafață creând mișcare și forță. Fluidele hidraulice pot lucra la presiuni mari (500 bari) și la debite reduse.

Sistemele hidrostatice au o caracteristică mecanică rigidă și sunt folosite în majoritatea acționărilor (instalații, utilaje industriale). Direcția servohidraulică, sistemul de frânare al autovehiculelor, sistemul hidraulic de acționare a ambreiajului, sistemele de acționare a unor echipamente (macarale, basculante, oblon ridicător) sunt sisteme hidrostatice.

Sistemele hidrodinamice sunt sistemele la care predominantă este energia cinetică, materializată prin viteza fluidului de lucru. Energia cinetică este produsă de o pompă de tip centrifugal și este transformată în energie mecanică de un motor de tip turbină. Fluidele hidraulice din sisteme hidrodinamice sunt numite uleiuri de transmisie a puterii. În general, uleiurile de transmisie lucrează la presiuni reduse și debite mari.

Sistemele hidrodinamice au o caracteristică mecanică elastică. Utilizarea acestor sisteme este mai redusă.

Ambreiajul hidrodinamic, transformatorul hidrodinamic de cuplu sau convertorul hidrodinamic de cuplu sunt sisteme de acționare hidrodinamice.

1. ASPECTE TEORETICE

1.1. Caracteristicile fluidelor hidraulice

Fluidul hidraulic trebuie să reziste solicitărilor ciclice de presiune, variațiilor de viteză și temperatură, să realizeze un transfer optim de energie și căldură, să asigure ungerea pieselor în mișcare. Uleiul hidraulic transferă energie sau putere, unge, etanșează, răcește și elimină contaminanții.

Problemele pe care le pot genera fluidelor hidraulice pot fi:

- pericol de foc sau explozie a fluidelor de lucru, mai ales dacă există posibilitatea apariției ceței de lichid;
- creșterea temperaturii care poate produce scăderea performanțelor fluidului de lucru sau chiar autoaprinderea sa;
- cavitația care poate apărea când scade presiunea fluidului, sub valoarea de vaporizare a acestuia (cavitația vaporilor) sau prin degajarea unor gaze din lichide (cavitația gazoasă);
- contaminarea lichidului de lucru care produce uzură prematură (contaminanți abrazivi) sau înfundarea instalației, afectând funcționarea acesteia;
- pierderile de presiune liniare și locale care sunt influențate de viteza fluidului de lucru și de caracteristicile traseelor hidraulice, ceea ce face ca viteza fluidului să fie limitată la 5,5 - 8 m/sec, iar traseele să fie cât mai scurte posibil;
- efectul poluant al agentului de lucru, care poate contamina mediul înconjurător din preajma instalațiilor.

Fluidelor utilizate în sistemele hidraulice de acționare trebuie să aibă:

- proprietăți bune de ungere și aderență a peliculei;
- stabilitate în timp a proprietăților fizice și chimice;

- durabilitate;
- variație cât mai mică a proprietăților fizice și chimice cu temperatura și cu presiunea;
- viscozitate optimă cu variații mici pe toată plaja temperaturilor de utilizare;
- punct de inflamabilitate ridicat;
- compatibilitate cu materialele sistemului hidraulic, elementele de etanșare fiind cele mai sensibile;
- compresibilitate, volatilitate și tendință de spumare reduse;
- coeficient de dilatare termică scăzut;
- conținut minim de impurități de natură mecanică (suspensii) sau de natură chimică;
- calități izolatoare electrice;
- rezistență la contaminarea cu apă sau alte substanțe;
- conductibilitate termică ridicată;
- să nu fie și să nu devină toxic și agresiv pentru mediu, oameni sau animale;
- prețul de cost să fie accesibil.

1.2. Clasificarea fluidelor hidraulice

Fluidele utilizate în sistemele hidraulice sunt [2]:

- uleiuri minerale;
- uleiuri sintetice;
- emulsii neinflamabile pe bază de apă;
- lichide pe bază vegetală;
- apă.

Uleiurile minerale sunt cele mai folosite fluide de transmitere a energiei hidraulice.

Proprietățile uleiurilor minerale depind de compoziția lor chimică [10]. Acestea se obțin din